



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KENTSEL ATIKSUDA UYUŞTURUCU
MADDELERİN AYAK İZİNİN TESPİTİ**

Büşra KURU

YÜKSEK LİSANS

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2021
KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Büşra KURU tarafından hazırlanan “**Kentsel Atıksuda Uyuşturucu Maddelerin Ayak İzinin Tespiti**” adlı tez çalışması 28/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Zeynep CEYLAN

Danışman

Prof. Dr. Senar AYDIN

Üye

Doç. Dr. Fatma BEDÜK

İmza

.....

.....

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Büşra KURU

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KENTSEL ATIKSUDA UYUŞTURUCU MADDELERİN AYAK İZİNİN TESPİTİ

Büşra KURU

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Senar AYDIN

2021, 82 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Senar AYDIN

Prof. Dr. Zeynep CEYLAN

Doç. Dr. Fatma BEDÜK

Uyuşturucu maddelerin sucul çevrelere ulaşmasının başlıca yolu atıksu ve atıksu arıtma tesisi deşarjlarıdır. Uyuşturucu maddeler vücuda alındıktan sonra ana bileşik formunda ve metabolik ürünler formunda idrar ve dışkı ile vücuttan atılır ve kanalizasyon şebekesine ulaşır. Atıksu bazlı epidemiyoloji çalışmaları ile kanalizasyon sisteminden alınan örneklerde ana bileşik veya metabolit bileşiğın konsantrasyonundan faydalanarak toplum tarafından uyuşturucu kullanım türü ve miktarı tespit edilebilmektedir. Bu çalışma kapsamında Konya kanalizasyon sisteminden alınan atıksu örneklerinde uyuşturucu madde ve metabolitlerinin varlığı araştırılmıştır. Gerçekleştirilen atıksu bazlı epidemiyoloji çalışması ile kentte kullanılan uyuşturucu maddelerin türleri ve uyuşturucu madde tüketiminin yüksek olduğu bölgeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Kanalizasyon sisteminden (Selçuklu, Karatay, Meram) hafta içi ve hafta sonu atıksu örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler ön işlemlerden geçirildikten sonra katı faz ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edilmiştir. Atıksu örneklerinde cocaine ve metaboliti benzoylecgonine, amphetamine tipi maddeler (amphetamine, methamphetamine, ecstasy), opiatlar (morphine, 6-acetylmorphine, codeine), cannabinoidler (marijuana, methadone, EDDP) ve diazepam bileşiklerinin varlığı araştırılmıştır. Kalitatif ve kantitatif analizler LC-MS-MS sistemi ile Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DAYTAM) tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; kanalizasyon sisteminden hafta içi alınan örneklerde en yüksek konsantrasyon değerleri marijuana (348 ng/L), morphine (199 ng/L) ve codeine (338 ng/L) bileşikleri için tespit edilirken hafta sonu ise amphetamine (204 ng/L), ecstasy (322 ng/L) ve codeine (787 ng/L) bileşikleri için tespit edilmiştir. Bölge olarak bakıldığında ise Selçuklu ve Karatay bölgesinden alınan atıksu örneklerinde tespit edilen uyuşturucu bileşik konsantrasyon değerlerinin Meram bölgesinden alınan atıksu örneklerine göre daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu görülmüştür. Amphetamine, ecstasy ve codeine maddelerinin hafta sonu tespit edilen konsantrasyon değerlerinin hafta içi değerlerine göre daha yüksek olduğu, hafta sonu kullanım miktarının fazla olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, kanalizasyon sisteminden alınan atıksu örnekleri ile kentlere ait bölgesel uyuşturucu madde kullanım yerleri ve miktarları hakkında bilgiler elde edilip, gerekli önlemlerin alınması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, uyuşturucu madde, SPE, LC-MS/MS.

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF ILLICIT DRUGS FOOTPRINT IN URBAN WASTEWATER

Büşra KURU

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY**

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ENVIRONMENTAL
ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Senar AYDIN

2021, 82 Pages

Jury

Prof. Dr. Senar AYDIN

Prof. Dr. Zeynep CEYLAN

Assoc. Prof. Dr. Fatma BEDÜK

The main way drugs reach the aquatic environment is through wastewater and wastewater treatment plant discharges. Drugs are excreted in urine and feces in the form of parent compound and metabolic products after ingestion and reach the sewage system. With wastewater-based epidemiology studies, the type and amount of drug use by the society can be determined by using the concentration of the main compound or metabolite compound in the samples taken from the sewage system. Within the scope of this study, the presence of narcotic substances and their metabolites in wastewater samples taken from Konya sewerage system was investigated. With the wastewater-based epidemiology study, the types of drugs used in the city and the regions where drug consumption is high were tried to be determined. Weekday and weekend wastewater samples were taken from the sewerage system, including Selçuklu, Karatay and Meram. The samples taken were extracted by solid phase extraction method after pre-treatment. Cocaine and its metabolite benzoylecgonine, amphetamine type substances (amphetamine, methamphetamine, ecstasy), opiates (morphine, 6-acetylmorphine, codeine), cannabinoids (marijuana, methadone, EDDP) and diazepam compounds were investigated in wastewater samples. Qualitative and quantitative analyzes were carried out by the Eastern Anatolia High Technology Application and Research Center (DAYTAM) using the LC-MS-MS system. According to the results obtained; In samples taken from the sewage system on weekdays, the highest concentration values were determined for marijuana (348 ng / L), morphine (199 ng / L) and codeine (338 ng / L) compounds, while at the weekend amphetamine (204 ng / L), ecstasy (322 ng / L) and codeine (787 ng / L). Regarding the region, it was observed that the concentration values of the drug compounds determined in the wastewater samples taken from the Selçuklu and Karatay regions are higher than the wastewater samples taken from the Meram region. The concentration values of amphetamine, ecstasy and codeine substances are higher than the weekday values, indicating that the amount of use at the weekend is higher. As a result, information can be obtained about the wastewater samples taken from the sewerage system and the regional drug use places and amounts of the cities and necessary measures can be taken.

Keywords: LC-MS/MS, illicit drugs, SPE, wastewater.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen, tecrübesini ve bilgilerini her daim paylaşan Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Öğretim Üyesi Danışmanım Prof. Dr. Senar AYDIN'a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenciliğim boyunca birikimlerini paylaşan ve katkıda bulunan Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN, Doç. Dr. Fatma BEDÜK, Dr. Öğretim Üyesi Arzu ULVİ hocalarıma,

Her zaman maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan, sabrını ve desteklerini üzerimden eksik etmeyen anneme, babama, abim ve kardeşime, bilgilerine danıştığım ve benden yardımlarını esirgemeyen kuzenlerime sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans sürecimde aramıza katılan, çok sevdiğim yeğenim Ramazan Zahid KURU'ya tezimi ithaf etmekten büyük mutluluk duyarım.

Büşra KURU
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Önemi	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Uyuşturucu Maddeler	3
2.2. Atıksularda Uyuşturucu Maddelerin Varlığı.....	17
2.3. Atıksuda Uyuşturucu Maddelerin Analizi	22
2.4. Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	27
3. MATERYAL VE METOT	36
3.1. Kimyasallar ve Cihazlar	36
3.2. Atıksu Örnekleri	38
3.3. Atıksu Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Analizleri	46
3.4. Atıksu Örneklerinin Ön İşlemi ve Ekstraksiyonu	47
3.5. Validasyon Çalışması	50
3.6. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi (HPLC-MS) ve HPLC-MS/MS Analizleri	51
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	53
4.1. Atıksu Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları	53
4.2. Kanalizasyon Sisteminde Tespit Edilen Uyuşturucu Maddelerin Konsantrasyonları	55
4.3. Kanalizasyon Sisteminde Hafta İçi ve Hafta Sonu Tespit Edilen Uyuşturucu Maddelerin Konsantrasyonları	64
4.4. Sonuçların Literatür İle Değerlendirilmesi	72
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	76
5.1. Sonuçlar	76
5.2. Öneriler	76
6. KAYNAKLAR	78



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μg	: Mikrogram
μL	: Mikrolitre
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Litre
mM	: Milimolar
mL	: Mililitre
mg	: Miligram
ng	: Nanogram
g/mol	: Molekül Ağırlığı
Ka	: Asit Ayırıştırma Sabiti
pKa	: Asit Ayırıştırma Sabitinin -Log'u
LogKow	: Oktanol-Su Dağılım Katsayısı
cc	: santimetre küp
m/z	: Kütle/Yük (Kütle Spektrometresi)

Kısaltmalar

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AKM	: Askıda Katı Madde
ATS	: Amphetamine Türü Maddeler
AM	: Amphetamine
AMPH	: Amphiphysin
BE	: Benzoylcegonine
COC	: Cocaine
CO	: Codeine
DAYTAM	: Doğu Anadolu İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
DOB	: 2,5-Dimetoksi-4-Bromoamfetamin
DZP	: Diazepam
EMCDDA	: Avrupa Uyuşturucu ve Uyuşturucu Bağımlılığı İzleme Merkezi
EME	: 2,5-Diethoxy-4-Methoxyamphetamine
Eİ	: Elektriksel İletkenlik
GHB	: Sıvı Ecstasy
GC	: Gaz Kromatografi
HER	: Heroine
HCl	: Hidroklorik Asit
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
LC	: Sıvı Kromatografi
LC-MS/MS	: Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi/Kütle Spektrometresi
LSD	: Liserjik Asit Dietilamid
MS	: Kütle Spektrometresi
MDMA	: Ecstasy
MDA	: 3,4-Metilendioksiamfetamin
MDEA	: 3,4-Metilendioksi-N-Etilamfetamin (MDEA)
MBDB	: 1,3-Benzodioxolyl-N-Methylbutanamine
ME	: Methamphetamine
MET	: Methadone (EDDP)
MOR	: Morphine
MAM	: 6-Monoacetylmorphine
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NN1	: Numune Noktası 1
NN2	: Numune Noktası 2
NN3	: Numune Noktası 3
NN4	: Numune Noktası 4

NN5	: Numune Noktası 5
NN6	: Numune Noktası 6
NN7	: Numune Noktası 7
NN8	: Numune Noktası 8
NN9	: Numune Noktası 9
NN10	: Numune Noktası 10
NN11	: Numune Noktası 11
NN12	: Numune Noktası 12
NDSHS	: Ulusal İlaç Stratejisi Hanehalkı Anketi
PCP	: Penisilin
RSD	: Relatif Standart Sapma
SBE	: Kanalizasyona Bağlı Epidemiyoloji
SD	: Standart Sapma
SPE	: Katı faz ekstraksiyonu
STP	: Kanalizasyon Arıtma Tesisi
SCORE	: Avrupa Kanalizasyon Analiz Ağı
TÜBİM	: Türk Uyuşturucu ve Uyuşturucu Bağımlılığı İzleme Merkezi
THC	: Tetrahidrokannabinol (Esrar)
THC-OH	: 11-Hydroxy- Δ^9 -tetrahydrocannabinol
THC-COOH	: Marijuana
UNODC	: Birleşmiş Milletler Uyuşturucu Ve Suç Dairesi
6-AM	: 6-Acetylmorphine

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1.** Cocaine görüntüsü ve kimyasal yapısı
- Şekil 2.2.** Cocaine'in 2019 yılında gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.3.** Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen cocaine kullanımı (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.4.** Tedavi olan cocaine kullanıcıları (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.5.** Amphetamine görüntüsü ve kimyasal yapısı
- Şekil 2.6.** Amphetamine'in 2019 yılında gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.7.** Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen amphetamine kullanımı (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.8.** Avrupa'da tedavi olan amphetamine kullanıcıları (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.9.** Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen methamphetamine kullanımı (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.10.** MDMA görüntüsü ve kimyasal yapısı
- Şekil 2.11.** Ecstasy 2019 yılında gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.12.** Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen ecstasy kullanımı (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.13.** Marijuana (Esrar) görüntüsü
- Şekil 2.14.** Kenevir geçen yıl gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.15.** Tedavi olan kenevir kullanıcıları (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.16.** Afyon görüntüsü
- Şekil 2.17.** Opioid görüntüsü
- Şekil 2.18.** 2018 yılında bir Sentiel hastanesinde acil durumda kaydedilen 25 ilaç yüzdesi (EMCDDA, 2020)
- Şekil 2.19.** Uyuşturucu madde akıbeti
- Şekil 2.20.** Cocaine ana form ve metabolitlerinin atılım oranları
- Şekil 2.21.** Amphetamine tipi stimülanların ana form ve metabolitlerinin atılım oranları
- Şekil 2.22.** Kannaboidlerin ana form ve metabolitlerinin atılım oranları
- Şekil 2.23.** Opioid bileşiklerin ana form ve metabolitlerinin atılım oranları
- Şekil 2.24.** Diğer bileşiklerin ana form ve metabolitlerinin atılım oranları
- Şekil 2.25.** Atıksu analizi yaklaşımının ana adımları ve her adım için gerekli veriler
- Şekil 2.26.** HPLC-MS/MS cihazı akış diyagramı
- Şekil 3.1.** Çalışmada kullanılan Oasis HLB ve Oasis MCX kartuşları
- Şekil 3.2.** Sıvı kromatografi kütle spektrometre dedektörü (LC-MS) sistemi (Agilent)
- Şekil 3.3.** Numune noktalarının harita üzerinde yerlerinin gösterimi
- Şekil 3.4.** Kanalizasyon NN1
- Şekil 3.5.** Kanalizasyon NN2
- Şekil 3.6.** Kanalizasyon NN3
- Şekil 3.7.** Kanalizasyon NN4
- Şekil 3.8.** Kanalizasyon NN5
- Şekil 3.9.** Kanalizasyon NN6
- Şekil 3.10.** Kanalizasyon NN7
- Şekil 3.11.** Kanalizasyon NN8

- Şekil 3.12.** Kanalizasyon NN9
- Şekil 3.13.** Kanalizasyon NN10
- Şekil 3.14.** Kanalizasyon NN11
- Şekil 3.15.** Kanalizasyon NN12
- Şekil 3.16.** Atıksu örneklerinin pH ve Eİ ölçümleri
- Şekil 3.17.** Atıksu örneklerinin AKM ölçümleri
- Şekil 3.18.** Atıksu örneklerinin KOİ ölçümleri
- Şekil 3.19.** Atıksu örneklerinin ön işlemi
- Şekil 3.20.** Atıksu örneklerinin SPE işlemi
- Şekil 3.21.** Hedef bileşiklere ait elde edilen geri kazanım değerleri (%)
- Şekil 4.1.** Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin pH sonuçları
- Şekil 4.2.** Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin Eİ sonuçları
- Şekil 4.3.** Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin AKM sonuçları
- Şekil 4.4.** Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin KOİ sonuçları
- Şekil 4.5.** NN1’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.6.** NN2’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.7.** NN3’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.8.** NN4’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.9.** NN5’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.10.** NN6’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.11.** NN7’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.12.** NN8’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.13.** NN9-1’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.14.** NN9-2’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.15.** NN10’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.16.** NN11’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.17.** NN12’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)
- Şekil 4.18.** Morphine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.19.** 6-Acetylmorphine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.20.** Cocaine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.21.** Benzoylcegonine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.22.** Marijuana konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.23.** Amphetamine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.24.** Methamphetamine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.25.** Ecstasy konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.26.** Methadone konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.27.** EDDP konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.28.** Codeine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)
- Şekil 4.29.** Diazepam konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

ÇİZELGELER LİSTESİ

- Çizelge 2.1.** Uyuşturucu madde ve metabolitlerini atıksuda tespit etmek için uygulanan SPE metotları
- Çizelge 2.2.** Uyuşturucu madde ve metabolitlerini atıksuda tespit etmek için uygulanan LC metotları
- Çizelge 3.1.** Proje kapsamında araştırılacak bileşikler ve bazı özellikleri
- Çizelge 3.2.** Kanalizasyon sistemi atıksu örnekleme noktaları
- Çizelge 3.3.** Hedef bileşikler için LC-MS/MS sistemine ait analitik parametreler
- Çizelge 3.4.** Hedef bileşiklere ait analitik parametreler
- Çizelge 4.1.** Codeine ve Diazepam maddelerinin numune noktalarına göre hafta içi ve hafta sonu değerleri
- Çizelge 4.2.** Uyuşturucu maddelerin litaratür değerlendirmesi



1. GİRİŞ

Uyuşturucu kullanımı, insan sağlığı ve toplumsal refah üzerindeki doğrudan veya dolaylı olumsuz etkileri olan küresel bir sorundur. Yasadışı uyuşturucular, tıbbi veya tıbbi olmayan kullanımların ulusal veya uluslararası yasalar tarafından yasaklandığı ilaçlardır. Yasadışı uyuşturucular, opioid, cocaine, marijuana, amfetamine türü maddeler (ATS'ler) ve ecstasy grubu maddeleri olarak kategorilendirilirler. ATS'ler (çoğunlukla amfetamine ve methamphetamine) ve ecstasy (3,4-metilendioksimethamphetamine (MDMA)), özellikle kolluk kuvvetleri tarafından en çok dikkat çeken bileşikleridir. Küresel olarak, ATS'ler ve ecstasy, marijuana sonrasında yaygın olarak tüketilen yasadışı uyuşturuculardır ve öncü kimyasalların kolay bulunabilmesi ve üretim kolaylıkları nedeniyle kaçak laboratuvar üreticileri için caziptirler (Pal ve ark., 2012).

Uyuşturucu maddeler son yıllarda artan kullanımları nedeniyle potansiyel öncelikli çevresel kirleticiler arasına girmişlerdir. Uyuşturucu maddeler vücuda alındıktan sonra ana bileşik formunda ve metabolik ürünler formunda idrar ve dışkı ile vücuttan atılır, kanalizasyon şebekesi ile atıksu arıtma tesislerine ulaşırlar. Atıksu arıtma tesislerinde bu bileşiklerin yetersiz arıtımı sonucu çıkış suyu ile birlikte alıcı ortamlara deşarj edilirler. Doğrudan beyin hücrelerini ve sinir sistemini etkileyen bu bileşiklerin sularda bulunması akuatik canlılar ve insanlar için risk oluşturmaktadır. Çevre ve insan sağlığı açısından ele alınacak olursa; uyuşturucuların doğadaki konsantrasyonlarının artmasıyla doğru orantılı olarak ekosistemdeki canlı sağlığı ve ekosistemin işleyişini etkileyebilecek potansiyel bir tehdit oluşmaktadır. Uyuşturucu ile ilgili olarak sosyal ve ekonomik zararların belirlenebilmesi için kesin ve net olan bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde herhangi bir coğrafi bölgede yaşayan popülasyonun uyuşturucu kullanımıyla ilgili bilgilere ulaşmak için anketler, tıbbi sunumlar veya polisin ele geçirdiği yasadışı uyuşturucular gibi tam kesinliği belli olmayan yollar uygulanmaktadır. Uyuşturucu maddelerin ve metabolitlerin çevredeki konsantrasyonlarının belirlenmesinde ve tüketim durumları hakkında bilgi edinilmesinde atıksuların izlenmesi önemli bir durumdur, bu amaçla atıksu bazlı epidemiyoloji yaklaşımı geliştirilmiştir (Nefau ve ark., 2013).

1.1. Tezin Amacı ve Önemi

Uyuşturucu maddeler vücuda alındıktan sonra ana bileşik formunda ve metabolik ürünler formunda idrar ve dışkı ile vücuttan atılır, kanalizasyon şebekesi ile atıksu arıtma tesislerine ulaşırlar. Atıksu arıtma tesislerinde bu bileşiklerin yetersiz arıtımı sonucu çıkış suyu ile birlikte alıcı ortamlara deşarj edilirler. Arıtma çamuru formunda da kalan uyuşturucu maddeler ise sızıntı suları ile yeraltı sularına kadar ulaşabilmektedirler. Doğrudan beyin hücrelerini ve sinir sistemini etkileyen bu bileşiklerin sularda bulunması akuatik canlılar ve insanlar için risk oluşturmaktadır. Çevre ve insan sağlığı açısından ele alınacak olursa; uyuşturucuların doğadaki konsantrasyonlarının artmasıyla doğru orantılı olarak ekosistemdeki canlı sağlığı ve ekosistemin işleyişini etkileyebilecek potansiyel bir tehdit oluşmaktadır. Uyuşturucu ile ilgili olarak sosyal ve ekonomik zararların belirlenebilmesi için kesin ve net olan bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Uyuşturucu maddelerin ve metabolitlerin çevredeki konsantrasyonlarının belirlenmesinde ve tüketim durumları hakkında bilgi edinilmesinde atıksuların izlenmesi önemli bir durumdur, bu amaçla atıksu bazlı epidemiyoloji yaklaşımını geliştirilmiştir.

Çalışma kapsamında Konya kanalizasyon şebeke sisteminin farklı noktalarından alınan atıksu numunelerinde yaygın olarak kullanılan uyuşturucu maddeler ve ana metabolitleri araştırılmış, tüketilen uyuşturucu türü ve il genelinde tüketim yoğunluğunun olduğu bölgeler tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları kullanılan yasadışı uyuşturucu maddeler ile ilgili “gerçek zamanlı” bilgi sağlamak ve alınacak önlemlerin faydalı, hızlı ve ekonomik olması için bir araç olabilecektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Uyuşturucu Maddeler

Sakinleştirici, keyif verici, uyarıcı etkileri olup zararlı etkileri bilirse de giderek artan miktarda alma ihtiyacı doğuran, bırakıldığında ruhsal ya da fiziksel yoksunluk belirtilerine sebep olan ilaç ya da maddelere “uyuşturucu madde” denir. Uyuşturucu maddeler kimyasal yapıları gereği merkezi sinir sisteminin reseptör hücrelerine bağlanarak etki gösterir ve bağımlılık yaratır. Uyuşturucu tüketimi, sağlık, sosyal ve ekonomik faktörler üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkileri olan küresel bir sorundur. Uyuşturucu kullanımına ait yöntemler genelde ağızdan, toz halinde, iğne enjeksiyonu ve duman soluma şeklinde yapılır. Uyuşturucular insan vücuduna alındıktan sonra absorbe olurlar, vücutta böbrekler ve karaciğerde metabolize olmalarının ardından ise boşaltım ve sindirim sistemi aracılığıyla vücuttan atılarak kanalizasyon sistemine ulaşırlar.

Uyuşturucu maddeler ayrıca çevresel ortamlara kanalizasyon şebekesindeki sızıntılar ve doğrudan deşarjlar ile de girebilir. Çeşitli araştırmalar, terapötik uygulamadan sonra insanlar tarafından atılan ilaçların, kanalizasyon şebekelerine gittiğini ve çoğu zaman kanalizasyon arıtma tesisleri (STP’ler) tarafından kısmen uzaklaştırıldığını göstermiştir. İlaçlar ve metabolitleri bu nedenle alıcı yüzey sularını kirletebilir (Ternes, 1998; Zuccato ve ark., 2000; Heberer, 2002; Castiglioni ve ark., 2006a). Dünya üzerine bakıldığı zaman uyuşturucu maddenin ortaya çıkışı insanlık tarihi kadar olmasa da eskiye dayanır. Mezopotamya’da İslamiyetten Önce 4000’li yıllara dayanan uyuşturucu tarihi; Sümerlerden itibaren kullanılmıştır. Özellikle marijuana ve haşhaşı tıbbi alanda kullanmışlardır. Anadolu topraklarında ise afyon etkili olsa da Fatih Sultan Mehmet döneminde düzenlemeler ile kısıtlanmış ve 4. Murat döneminde ise tamamen yasaklanmıştır. Divan edebiyatında dahil birçok şaire konu olan marijuana; Türklerde İslamiyet Öncesi Şaman dönemlerine kadar dayanmaktadır. Bir inanişaya göre ise; marijuana, şamanların geleceği görmesi adına yardımcı bir madde idi.

Uyuşturucu maddeler reçete edilmeyen ilaçlar veya üretimi, satışı ve kullanımı ulusal veya uluslararası kanunlarla sınırlandırılmış psikoaktif ilaçlardır. Bunlar cocaine, amphetamine tipi stimülanlar, kannabionidler, opium bileşikler olarak sınıflandırılırlar (Postigo ve ark. 2008a; Yadav ve ark. 2017). Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç Dairesinin yayımladığı Dünya Uyuşturucu Raporu 2020'ye göre

2018 yılında dünya çapında 269 milyon kişi bir önceki yıla göre en az 1 kez uyuşturucu kullanmıştır. Bu 15-64 yaş arası küresel nüfusun yüzde 5.4'üne karşılık gelir ve her 19 kişiden yaklaşık 1 ini temsil eder. (EMCDDA,2020)

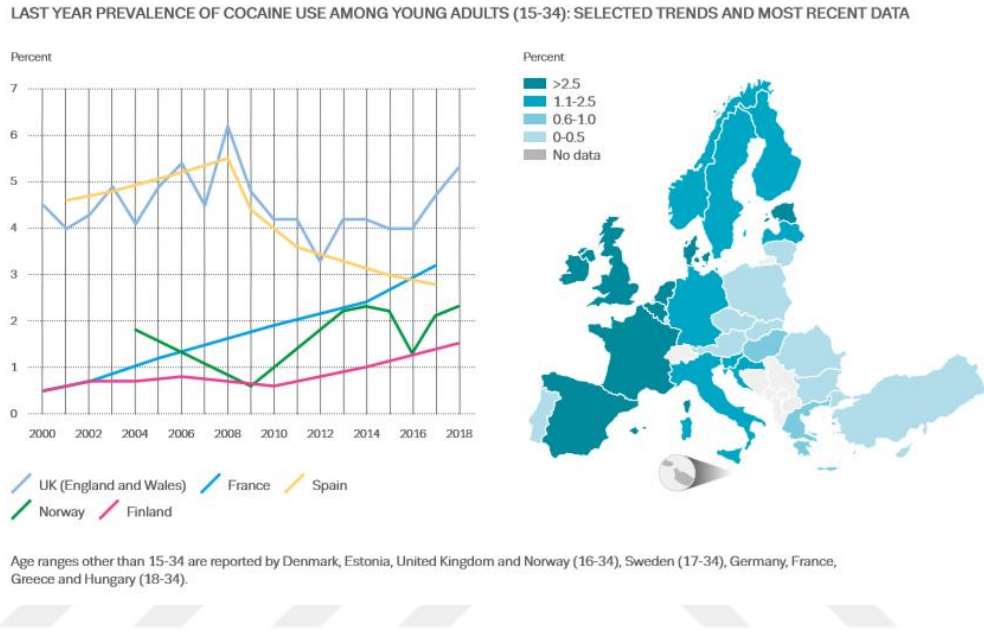
Uyuşturucu maddeler türleri bakımından merkezi sinir sistemini yavaşlatan, uyarıcı ve merkezi sinir sistemi faaliyetlerini bozan şeklinde üçe ayrılır. Bu madde örnekler şu şekilde verilebilir. Merkezi sinir sistemini yavaşlatanlar; afyon, morfine, eroin, kodein, barbituratlar, trankilizanlar, sedatifler, methadone, uçucu çözücüler, merkezi sinir sistemini uyarıcılar; koka bitkisi, cocaine, amfetaminler, ecstasy, captagon, MDA, MDE, MBDB, DOB, crack, merkezi sinir sistemi faaliyetlerini bozan; marihuana, hint keneviri, meskalin, piaka marijuana, sıvı marijuana, LSD, PCP (penisilin) (Gök ve ark., 2008).

Cocaine, ilk başlarda; Güney Amerikalı yerliler tarafından açlığın bastırılması ve zihnin açılması amacıyla yenilen ve çiğnenen koka bitkisi ile 1859 yılında Avrupa'ya getirilmiştir. Wöhler tarafından izole edilerek 1860 tarihinde "cocaine" icat edilmiştir. Bağımlılık oranı çok yüksek olmasına rağmen tıp alanında da kullanılmaktadır. İlk kez 1884 yılında bir göz ameliyatında kullanılmıştır. Yine 1800'lü yıllarda; içeriğine tam hakim olunmadan her alanda kullanımı uygulanmış ve hatta bir ağrı kesici reklamı broşüründe bile yer almıştır. Cocaine, beyaz renkli ve toz şeklinde bir maddedir (Şekil 2.1). Kokusuz ve kristalizedir. Cocaine'in saf olarak kullanımı nadirdir. Genellikle şeker tozu ya da prokain ile karıştırılmaktadır. Kimi zaman cocaine'in içine başka bir uyarıcı madde olan amfetamine de katılmaktadır. Buruna çekilerek kullanılır. Merkezi sinir sistemi üzerinde anında etki yapan kuvvetli bir uyarıcıdır. Cocaine burundan çekildikten bir süre sonra merkezi sinir sistemini uyarmaktadır. Suda çabuk çözünebilen bir madde olan cocaine, vücutta; sinirlerin gevşemesine, kullanım yerinin uyuşmasına, düşük dozlarda rahatlama ve zevk hissi uyandırır.



Şekil 2.1. Cocaine görüntüsü ve kimyasal yapısı

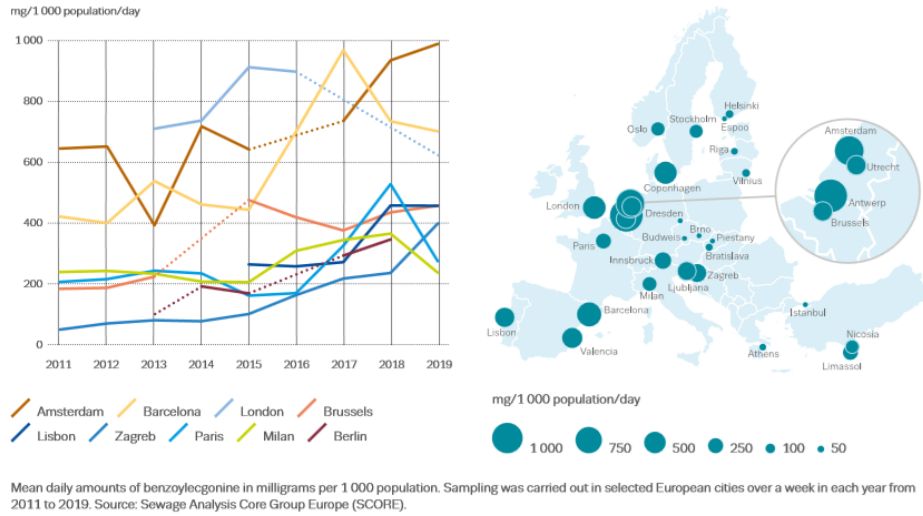
Şekil 2.2’de Avrupa’da 15-34 yaş arası gençlerde ülke bazında cocaine kullanımı gösterilmiştir. Birleşik Krallık, 2015’ten bu yana, 2018’de %5.3’e ulaşan bir yükseliş eğilimi gözlemlenmiştir. Fransa (2000’den 2017’ye) %3.2’ye ulaşan ve Finlandiya (2010’dan 2018’e) tarafından da %1.5’e ulaşan yukarı doğru eğilimler bildirilmiştir.



Şekil 2.2. Cocaine’in 2019 yılında gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)

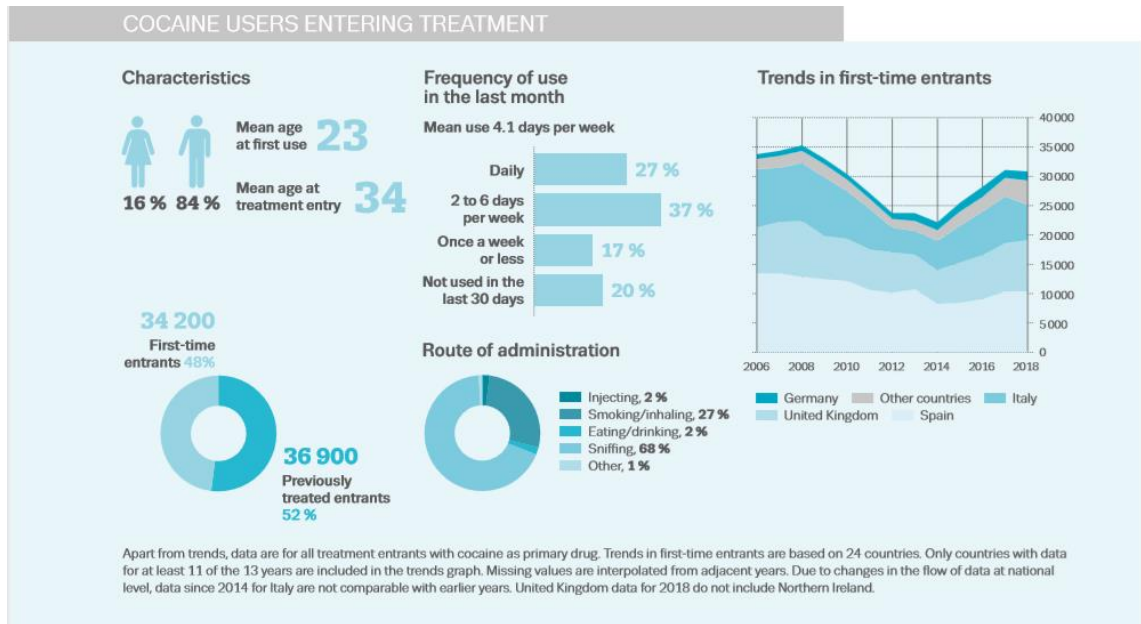
Şekil 2.3’de Avrupa’da atıksu analizi sonucu tespit edilen cocaine kullanımı ülkeler bazında gösterilmiştir. Amsterdam en fazla kullanım olan ülke olduğu şekilde de görülmektedir.

COCAINE RESIDUES IN WASTEWATER IN SELECTED EUROPEAN CITIES: TRENDS AND MOST RECENT DATA



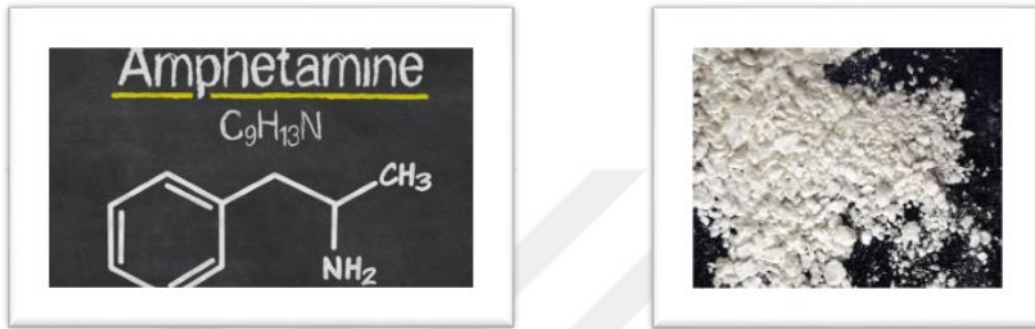
Şekil 2.3. Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen cocaine kullanımı (EMCDDA, 2020)

Şekil 2.4’de Avrupa’da tedavi olan cocaine kullanıcıları gösterilmiştir. Şekilde ilk kullanımda ortalama yaşın 23, tedaviye ilk kez başlama yaşının ise ortalama 34 olduğu, haftada ortalama 4.1 gün kullanım olduğu, ilk kez tedaviye başlayanların %48, daha önce tedavi görmüş olanların %52 oranında olduğu ve ilk kez tedavide trendlere giren ülkenin en yüksek oranda Almanya olduğu görülmektedir.



Şekil 2.4. Tedavi olan cocaine kullanıcıları (EMCDDA, 2020)

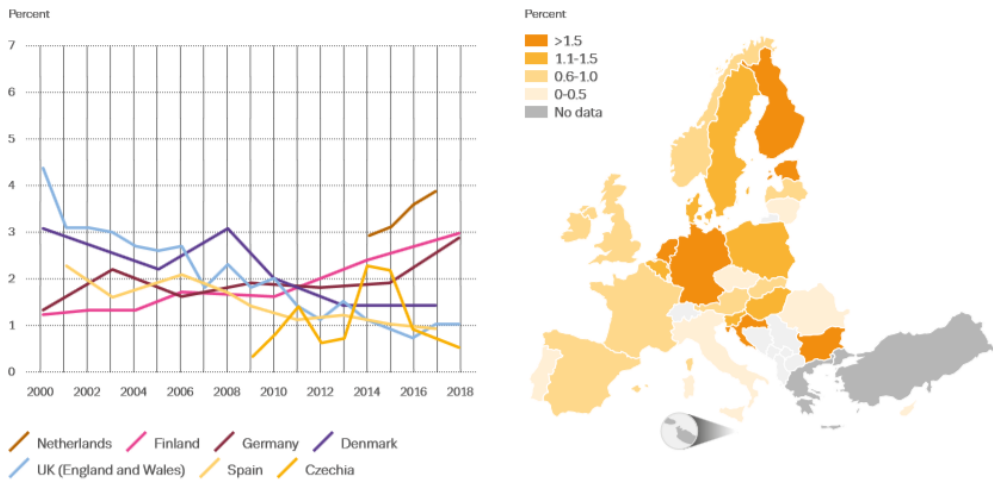
Amphetamine ilk kez 1887 yılında bulunan amphetamine sülfat 1932 yılında astım ve burun tıkanıklığı tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır. Amphetamine'ler uyarıcı ve zihin açıcı olarak bilinir bu nedenle uzun yol sürücüleri, gece vardiyalarında çalışanlar, öğrenciler ve sporcular tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Uyarıcı özelliği nedeniyle doping olarak sporcular arasında kullanılması yaygınlaşmaktadır. En yaygın olarak beyaz ve pembe kristalize toz biçimde kullanılmaktadır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Amphetamine görüntüsü ve kimyasal yapısı

Şekil 2.6'da Avrupa'da 15-34 yaş arası gençlerde ülke bazında amphetamine kullanımı gösterilmiştir. Hollanda, Finlandiya ve Almanya'da artış gözlenmiştir. Avrupa Birliği'nde 12.3 milyon yetişkinin (15-64 yaş) veya bu yaş grubunun %3,7'sinin yaşamları boyunca en az bir kez amphetamine kullandığı tahmin edilmektedir. 2014 ve 2018 yılları arasında bir anket bildiren 26 ülkeden alınan rakamlar, 1.4 milyon (%1.2) genç yetişkinin (15-34 yaş) geçen yıl amphetamine kullandığını ve ulusal yaygınlık tahminleri Portekiz de sıfırdan Finlandiya da %3'e kadar değiştiğini göstermektedir. (EMCDDA, 2020). Uzun vadede düşüş Danimarka, İspanya ve Birleşik Krallık'ta görülmüştür. Almanya, Polonya ve Finlandiya'da yükseliş gözlemlenmiştir

LAST YEAR PREVALENCE OF AMPHETAMINES USE AMONG YOUNG ADULTS (15-34): SELECTED TRENDS AND MOST RECENT DATA

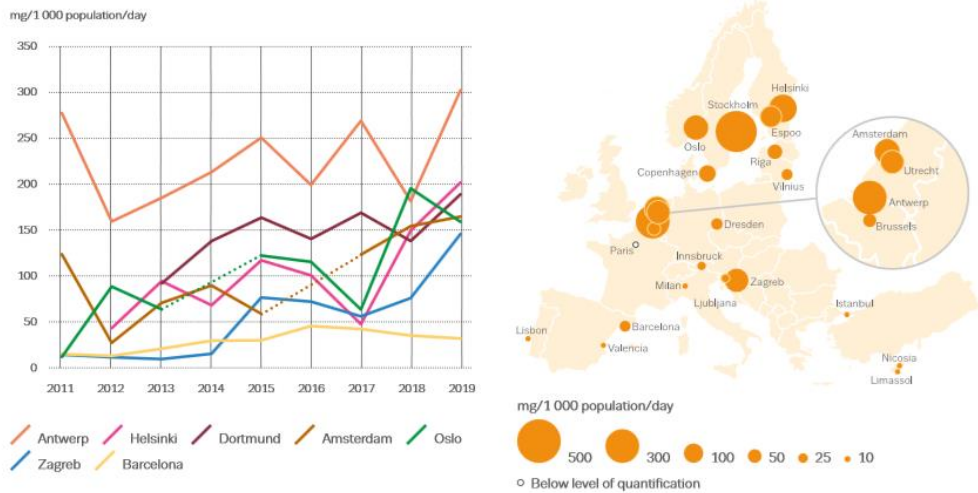


Age ranges other than 15-34 are reported by Denmark, Estonia, United Kingdom and Norway (16-34), Sweden (17-34), Germany, France and Hungary (18-34).

Şekil 2.6. Amphetamine'in 2019 yılında gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)

Şekil 2.7'de Avrupa'da atıksu analizi sonucu tespit edilen amphetamine kullanımı ülkeler bazında gösterilmiştir. En yüksek seviye Avrupa'nın kuzey ve doğusundaki şehirlerde olduğu gözlenilmiştir. Antwerp şehrinde en yüksek kullanım olduğu görülmektedir.

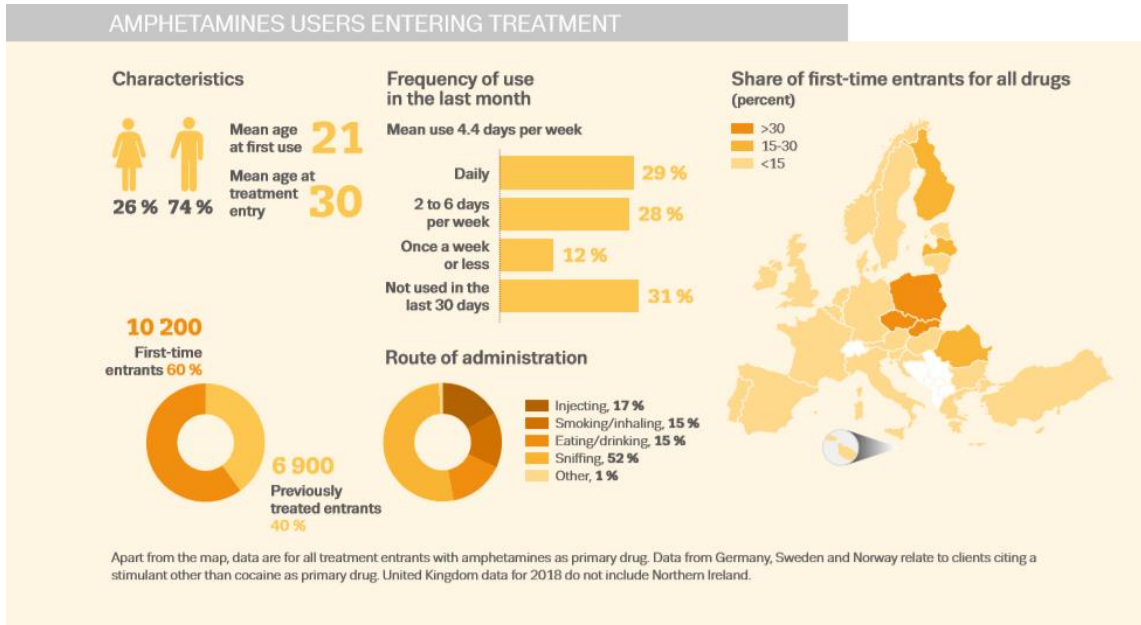
AMPHETAMINE RESIDUES IN WASTEWATER IN SELECTED EUROPEAN CITIES: TRENDS AND MOST RECENT DATA



Mean daily amounts of amphetamine in milligrams per 1 000 population. Sampling was carried out in selected European cities over a week in each year from 2011 to 2019. Source: Sewage Analysis Core Group Europe (SCORE).

Şekil 2.7. Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen amphetamine kullanımı (EMCDDA, 2020)

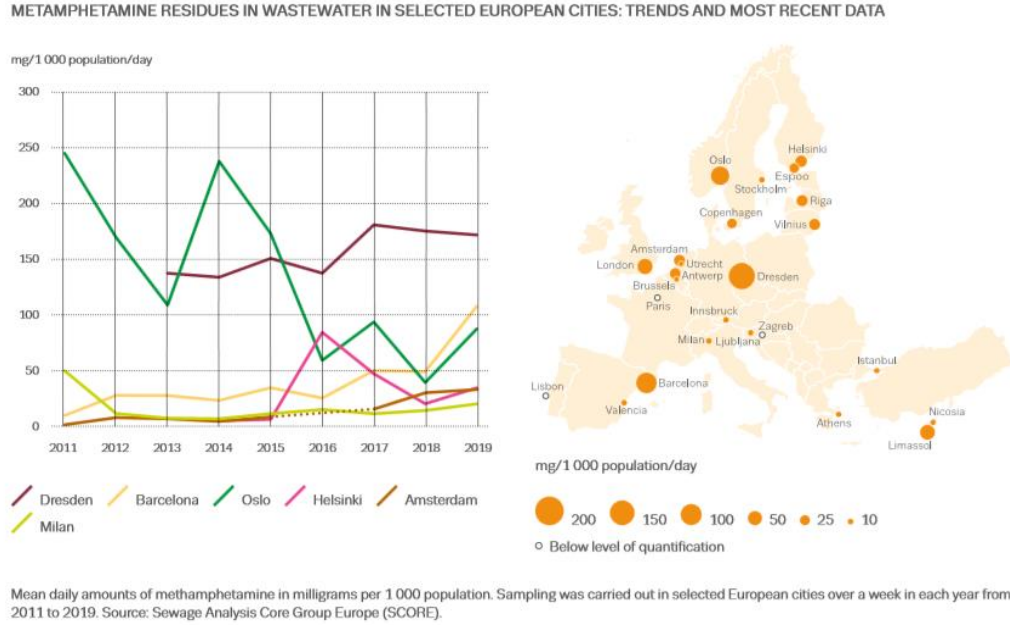
Şekil 2.8’de Avrupa’da tedavi olan amfetamine kullanıcıları gösterilmiştir. Tedavi görenlerin %74’ünün erkek, %26’sının kadın olduğu ve ilk kullanımda ortalama yaşın 21, ilk tedaviye başlama yaşının ise 30 olduğu saptanmıştır. Haftada ortalama 4.4 gün kullanım olduğu ve günlük %29 oranında kullanım olduğu da diğer tespit edilen durumdur. En çok koklama ile uygulama olduğu da şekilde görülmektedir.



Şekil 2.8. Avrupa’da tedavi olan amfetamine kullanıcıları (EMCDDA, 2020)

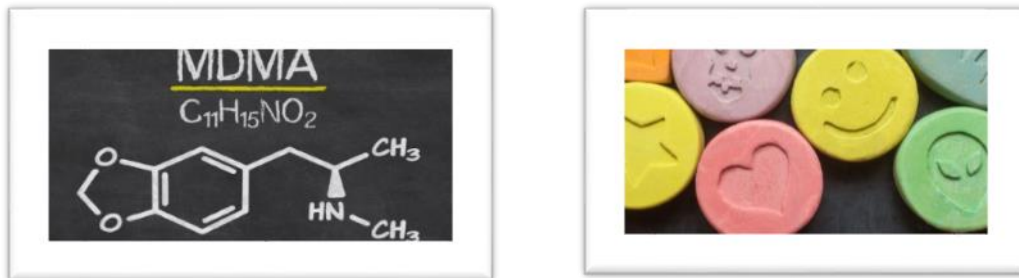
Methamphetamine halüsinasyona sebep olan, uyarıcı, buz ve cam gibi isimlerle anılan bu madde sentetik nitelikli bir kristaldir ve tüketildiği andan itibaren psikolojik duruma bağlı olarak 6 ile 24 saat arasında etkili olmaktadır. Sigara yolu ile, damar yolu ile ve toz haline getirilip burundan çekme yolu ile kullanılır. Bağımlılık yapan madde, devamlı kullanılmaması durumunda mutsuzluk, hayattan zevk alamama gibi etkiler yaratmaktadır. İlk kullanımdan itibaren bağımlılık yapan metamfetamine, kullanıcılarının çoğunu ölüme götüren uyuşturucu maddedir. Sinir sistemini uyarılmasından dolayı; görsel hafızayı arttırır ve uyanık kalma gücünü arttırır. Sinir uçlarına baskı uygulayarak mutluluk hissini arttıran bu madde; sürekli kullanımda sinir uçlarını körelterek mutluluk hissiyatını tamamen ortadan kaldırmaktadır. İlk kullanıldığı anda yüksek enerji, güç ve iyi bir his veren ölümcül madde devamında yoksunluk ve ölümlü sonuçlanır. Uzun vadede kullanımda; kan enfeksiyonları, akciğer hastalıkları, çıban zehirlenmesi, beyin felci, diş hastalıkları, paranoya ve cilt lekeleri görülmektedir.

Diğer uyuşturuculardan cocaine ve amphetamine ile kıyaslayacak olursak bu maddelere göre üç kat daha etkili bir maddedir. Şekil 2.9'da Avrupa'da atıksu analizi sonucu tespit edilen methamphetamine kullanımı ülkeler bazında gösterilmiştir. Atık suda methamphetamine verisi bulunan 42 şehirden 2018 ve 2019 yıllarında 17'si artış, 16'sı durağan durum ve 9'u düşüş bildirmiştir (EMCDDA, 2020).



Şekil 2.9. Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen methamphetamine kullanımı (EMCDDA, 2020)

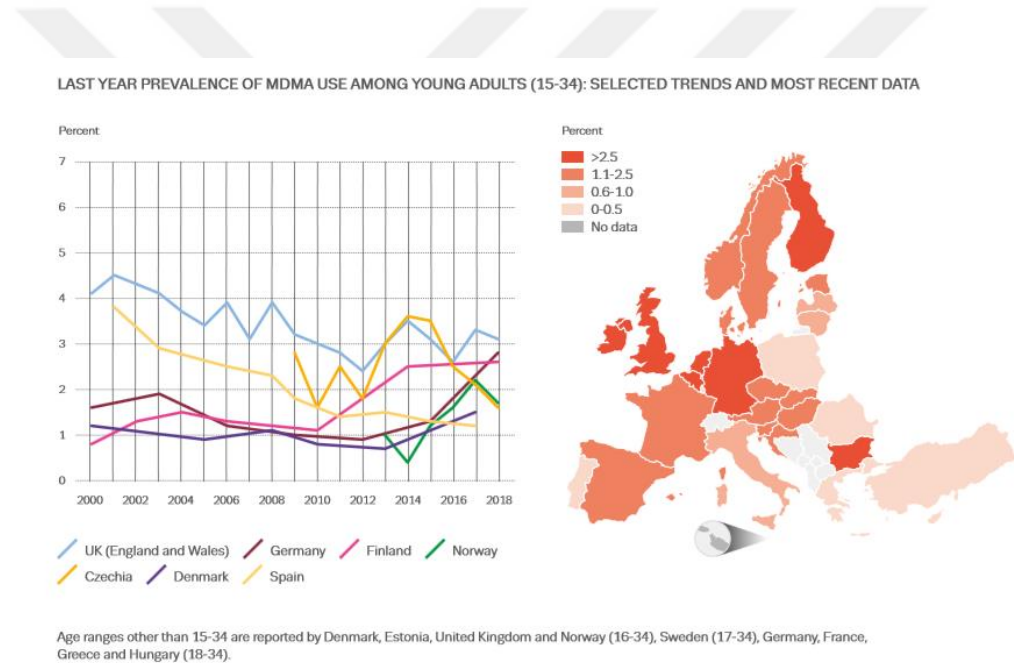
Ecstasy (MDMA) ülkemizde genel itibarı ile “şeker” ve “ex” isimleriyle anılan “ecstasy” kimyasal ve renkli bir uyuşturucu maddedir. Metilenendioksimetamfetamin veya 3,4-metilenendioksi-N-metamfetamin (Şekil 2.10) veya MDMA, amphetamine grubunun bir narkotik maddesidir. Ecstasy, 1912 yılında “Merck” şirketi tarafından geliştirilmiştir.



Şekil 2.10. MDMA görüntüsü ve kimyasal yapısı

Ecstasy vücuda alındığında 20 dakika içerisinde etkisini göstermeye başlar. Doğrudan merkezi sinir sistemini etkiler ve halüsinasyonlara sebebiyet verir. Bir saatin içinde doruk noktasına ulaşır ve etkisini yitirdikten sonra bu hissiyatın tam tersi bir mutsuzluğa ve yorgunluğa dönüşür. Başlıca olarak; titreme, terleme ve çenede kitlenme etkileri görülmektedir. Etkilerinin hemen hemen aynı olmasından dolayı “GHB” olarak adlandırılan uyarıcı maddeye ise “sıvı ecstasy” adı verilir. Kimyasal olarak hiçbir benzerlikleri yoktur ve bu madde temizlik malzemelerinden elde edilir.

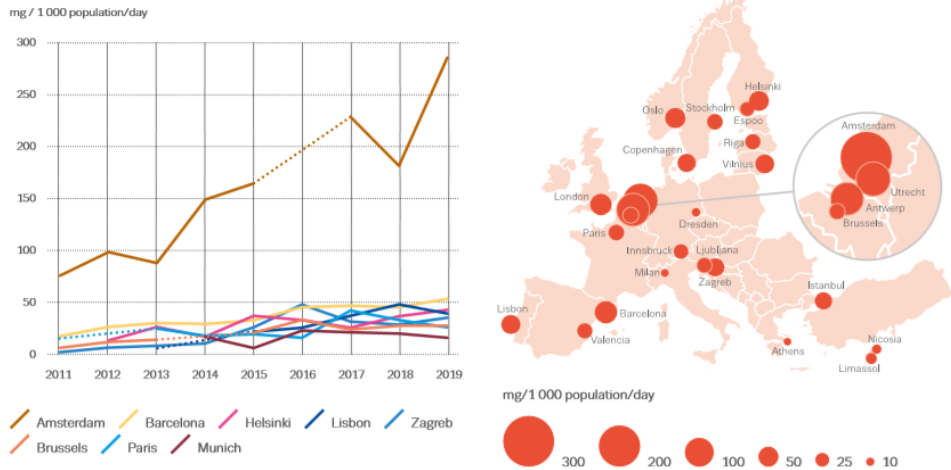
Şekil 2.11’de Avrupa’da 15-34 yaş arası gençlerde ülke bazında ecstasy kullanımı gösterilmiştir. Birleşik Krallık’da dalgalanma görülürken, İspanya’da düşüş gözlenmiştir. Finlandiya’da ise son yıllarda istikrar hakim, Almanya ve Danimarka’da ise son yıllarda yükseliş gözlenmiştir.



Şekil 2.11. Ecstasy 2019 yılında gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020)

Şekil 2.12’de Avrupa’da atıksu analizi sonucu tespit edilen ecstasy kullanımı ülkeler bazında gösterilmiştir. 2018-2019 verilerine göre 42 şehirden 23’ü artış, 4’ü istikrarlı durum ve 15’inde düşüş gözlemlendiği bildirildi. En yüksek kullanımın Amsterdam’da olduğu şekilde de gösterilmiştir.

MDMA RESIDUES IN WASTEWATER IN SELECTED EUROPEAN CITIES: TRENDS AND MOST RECENT DATA



Şekil 2.12. Avrupa da atıksu analizi sonucu tespit edilen Eestasy kullanımı (EMCDDA, 2020)

Marijuana kenevir bitkisinin Cannabis Sativa/Cannabis Indica türlerinin çiçeklerinden ve tohum yataklarından elde edilen, vücutta kullanıldığında sarhoşluk ve keyif veren bitki parçalarının ve uyuşturucunun halk arasındaki adıdır (Şekil 2.13).



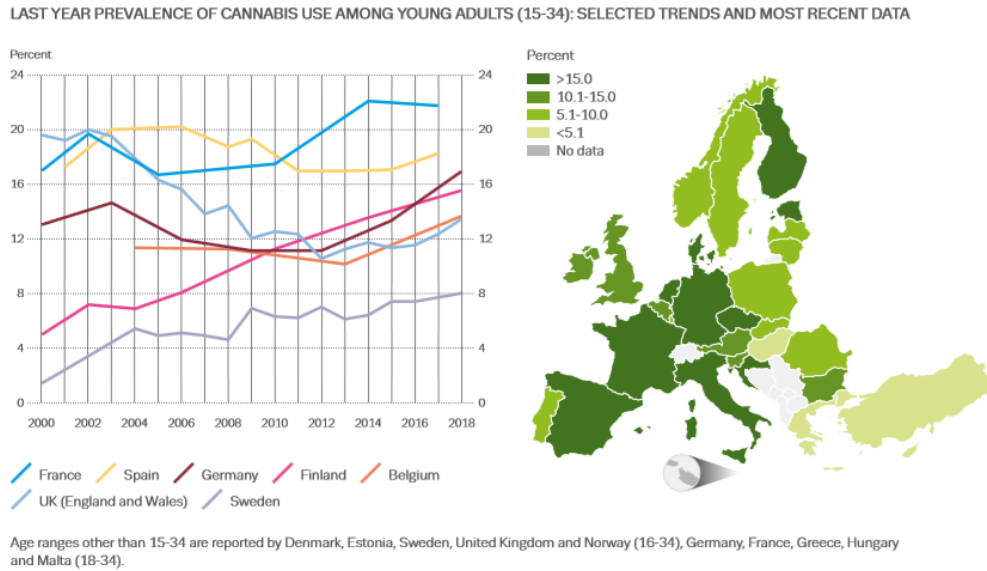
Şekil 2.13. Marijuana (Esrar) görüntüsü

Esrar uyuşturucu olarak kullanımının dışında bir dönemler pamuğun alternatifi olarak kullanılmıştır. Marijuanın uyuşturma etkisine sebebiyet veren etken maddesi ise içerisinde yüksek miktarda bulunan Δ^9 -Tetrahidrokannabinol'dür (THC). Genellikle krema renginde olur. Marijuana, sigara halinde sarılarak içilir. Bal, reçel, lokum, pasta gibi yiyeceklere karıştırılarak yenilebilir. Nadiren damaryolu ile kullanılır. Türkiye'de yaygın kullanımı esrarlı sigara şeklindedir. Marijuana yağ dokusunda birikmekte ve yaklaşık otuz gün süre ile burada depolanmaktadır. Marijuana bağımlılığa geçiş

maddesidir. Diğer maddelerin kullanımında ilk basamak marijuana olmaktadır. Madde kullananların büyük çoğunluğunun uyuşturucuya marijuana ile başladıkları gözlemlenmiştir. Sıvı Marijuana; kenevir bitkisinin özü olarak bilinir. Marihuana ve haşhaştan daha etkilidir. Damıtma yoluyla elde edilir.

Şekil 2.14’de Avrupa’da 15-34 yaş arası gençlerde ülke bazında marijuana kullanımı gösterilmiştir. Genç yetişkinlerin (15-34 yaş) yaklaşık %15’i (18.0 milyon) geçen yıl marijuana kullandığını rapor ederken, erkekler tipik olarak kadınlardan iki kat daha fazla kullanım bildiriliyor (EMCDDA, 2020). Marijuana kullanımı yaygınlığı 15-34 yaş aralığında uyuşturucu kullanımından daha fazla olduğu bildirilmiştir.

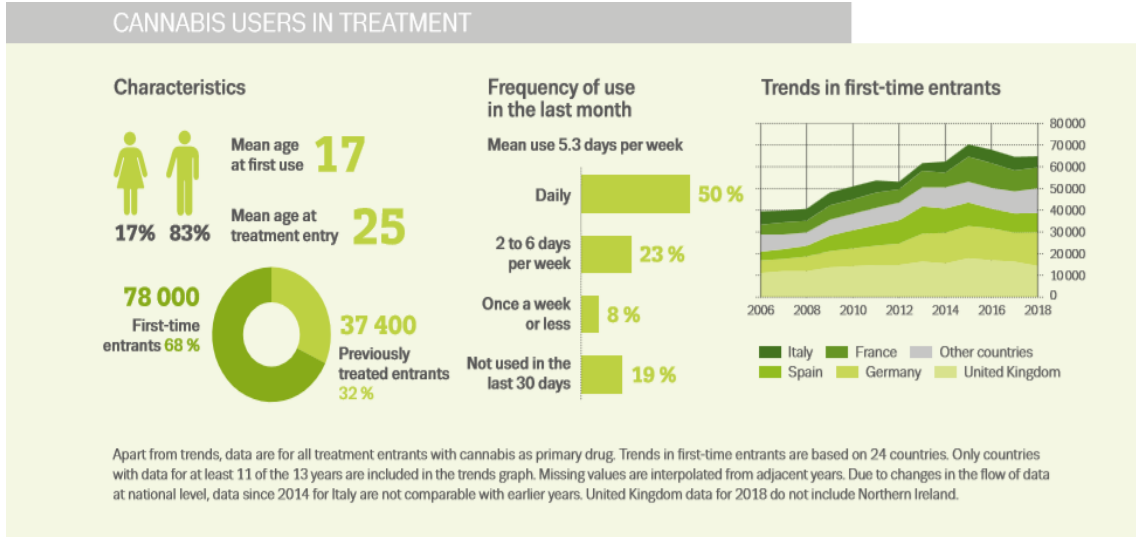
Fransa, 2014 ve 2017 için sırasıyla %22.1 ve %21.8 ile benzer değerlerle 2005’ten bu yana zayıf bir yukarı doğru hareket göstermektedir. İspanya’da yaygınlık nispeten yüksek bir oranda sabittir, ancak 2015 ile 2017 arasında %17.1’den %18.3’e bir artışla, Almanya 2012 den bu yana zayıf bir yukarı doğru hareket sergilerken, 2015 ve 2018 arasında %13.3’ten %16.9’a yükselmiştir. Finlandiya, 2000’den beri yükseliş eğilimine sahip ve 2012’den beri Birleşik Krallık, her ikisi de 2018’deki artışlarla sırasıyla %15.5 ve %13.4’e ulaşmıştır. Belçika, 2013’teki %10.1’lik yaygınlık oranı %13.6 olan 2018 için yeni anket sonuçları bildirdi. Buna karşılık, İsveç’te 2015’ten bu yana yapılan üç anket, 2018’de %7.9 ile istikrarlı bir yaygınlık bildirmiştir.



Şekil 2.14 Kenevir geçen yıl gençler arasında yaygınlığı (15-34 yaş) (EMCDDA, 2020).

Şekil 2.15’de tedavi olan kenevir kullanıcılarını gösterilmiştir. İlk kullanımda ortalama yaşın 17, tedaviye başlangıçta ortalama yaş ise 25 olduğu gözlenmiştir.

Haftada ortalama 5.3 gün kullanıldığı, günlük %50 oranında kullanıldığı ve ilk kez trendlere giren ülkelerin başında İtalya olduğu görülmüştür. Tedaviye ise İlk kez başlayanların %78 oranında, daha önce tedavi görmüş olarak tedaviye başların ise %32'lik kısmı oluşturduğu bildirilmiştir.



Şekil 2.15 Tedavi olan kenevir kullanıcıları (EMCDDA, 2020)

Afyon, haşhaş bitkisinin henüz iyice olmamış meyvelerinden elde edilen kahverengi, baygın kokulu, acı bir maddedir (Şekil 2.16). Meyveler henüz yeşilken ortası çepeçevre kesilerek, sızan yapışkan özsu, havanın etkisiyle koyulaşarak, sakız haline gelir. Sonradan bıçakla kazınarak toplanan bu sakız topak şekline konulur. Böylece elde edilen ham afyondan, çeşitli kimyasal işlemlerle, ilâçlar, uyuşturucu maddeler yapılır. Genelde sigara olarak tütünlü karıştırılarak tüketilirler. Bu kullanımların hepsi dumanın solunmasından ibarettir. Bazı kullanıcılar ağız yoluyla da bu maddeyi tüketir. Bu şekilde kullanımda afyonun fiziksel ve psikolojik etkisi daha güçlü ve fazladır.



Şekil 2.16. Afyon görüntüsü

Afyondan çıkarılan uyuşturucu maddelerin başlıcaları şunlardır: morphine, codeine, tebain, narkotin, papaverin, narsein. Bu alkaloidlerden, sentetik olarak, diyonin, heroin, dilaudid, dikodid, eukodal gibi uyuşturucu ilâçlar elde edilmiştir.

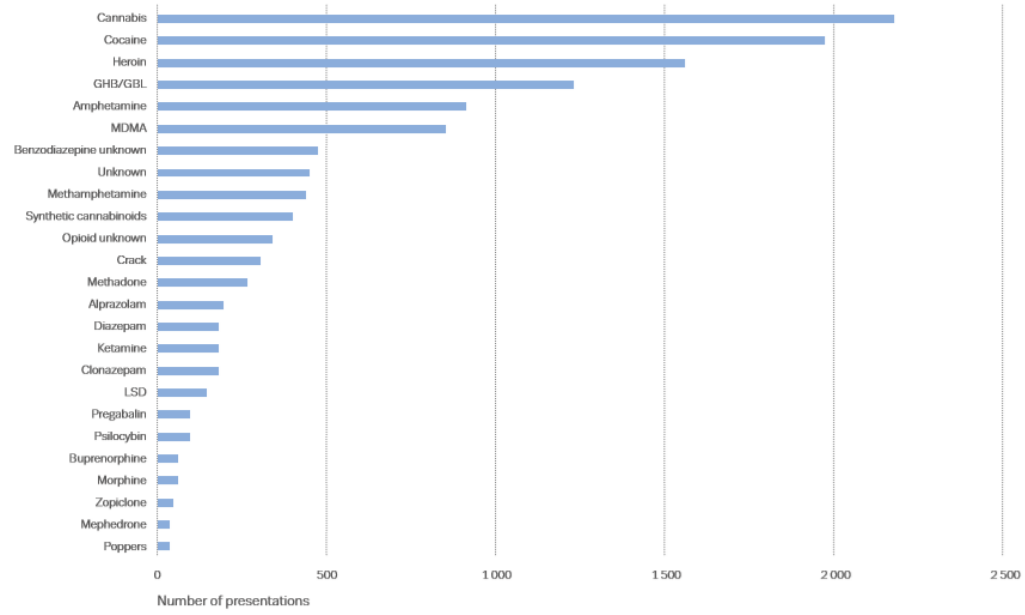
Opioidler, haşhaştan elde edilen bir ilaç grubudur (Şekil 2.17). Öncelikle analjezik (ağrı kesici) olarak kullanılırlar. Doğal yollarla elde edilebilecekleri gibi semi-sentetik ya da sentetik olarak elde edilebilmektedirler. Opioidler; doğal opioidler (morphine, codeine), semi-sentetik opioidler (heroin, shape, oxycodone ve hydromorfin) ve sentetik opioidler (petidin, phantamil, tramazol, methadone) olmak üzere üç sınıfa ayrılır.



Şekil 2.17. Opioid görüntüsü

Şekil 2.18'de gösterilen bir Sentiel hastanesinde acil durumda kaydedilen uyuşturucu maddelere göre en çok tüketilen madde cannabis olup bu maddeyi cocaine ve heroin takip ettiği bildirilmiştir.

TOP 25 DRUGS RECORDED IN EMERGENCY PRESENTATIONS FROM A NETWORK OF SENTINEL HOSPITALS IN 2018 (TOP) AND FREQUENCIES OF COCAINE AND AMPHETAMINES PRESENTATIONS (PERCENTAGE OF PRESENTATIONS), AGGREGATED BY COUNTRY (BOTTOM)



Results of 9 134 presentations in 27 sentinel hospitals in 19 European countries.

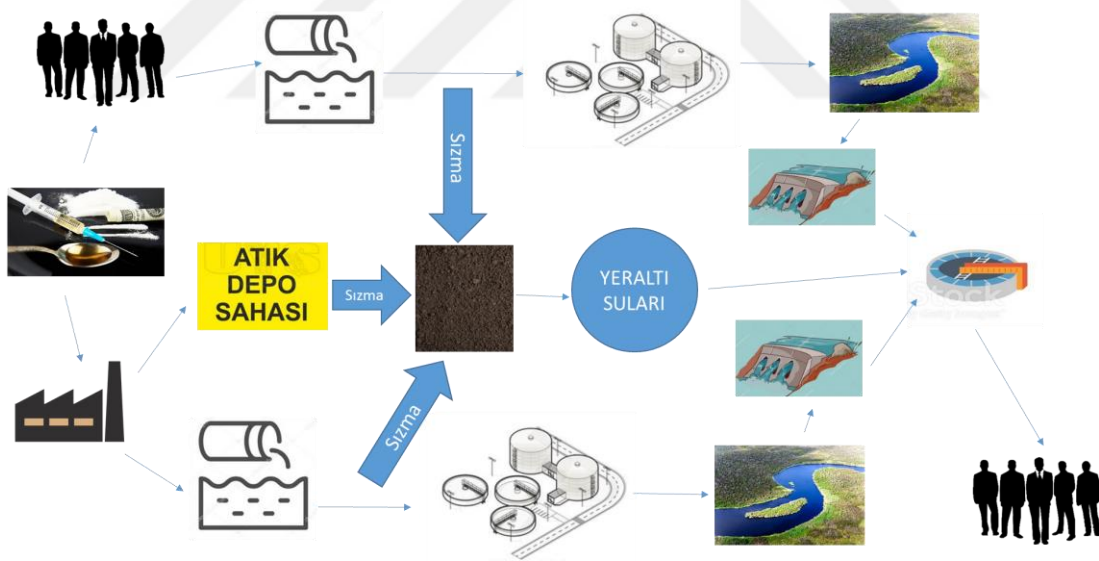
Şekil 2.18. 2018 yılında bir Sentiel hastanesinde acil durumda kaydedilen 25 ilaç yüzdesi

Günümüzde keyif verici olarak kullanılan maddelerin hemen hepsi, başlangıçta tıbbi tedavi amaçlarıyla kullanılmıştır. Zamanla esas kullanım amaçlarından saptırılan uyuşturucu maddelerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olmaktadır. Öncelikli olarak, insanı bağımlı hale getirerek en büyük zararı veren uyuşturucu maddeler, fiziksel ve psikolojik birçok rahatsızlığın da kaynağı olabilmektedir. Madde bağımlılığı kişinin kullandığı maddeyi bırakmak istemesi ve bu amaçla çeşitli çabalar içine girmesine rağmen bırakamaması, bırakma çabaları sırasında yoksunluk belirtilerinin ortaya çıkması ve zararlarını bilmesine rağmen madde kullanımına devam etmesi ve en önemlisi kullandığı maddenin dozunu devamlı arttırması durumu olarak tariflenebilir. Madde bağımlılığının fiziksel belirtileri; kol bölgelerindeki dövmeye benzeyen mor ve siyah iğne yerleri, damarlar üzerinde veya damarların satha yaklaştığı yerlerde su toplamasını andıran iltihaplar, kaşıntı varmış gibi vücudu sık aralıklarla kaşıma eylemi, göz altlarında belirgin derecede morluk ve çöküklük, aşırı kilo kaybı ve iştahsızlık, psikolojik belirtileri; ilgi ve isteklerde sık değişiklik, kararsızlığın ağır basması, içine kapanıklık, aşırı alınganlık, herkesten kaçıp sürekli yalnız kalma isteği, karamsar ve depresyon eğilimli bir karakter yapısı, davranışsal belirtileri; aile ve yakınlarda uzaklaşma, ço

k sık aralıklarla arkadaş değiştirme, yalan söyleme ve hırsızlık yapmanın sürekli hale gelmesi, maddi gelir ile gider arasındaki farkın çok büyük miktarda olması, belirli aralıklarla gözden kaybolma olarak sıralanabilir.

2.2. Atıksularda Uyuşturucu Maddelerin Varlığı

Uyuşturucu maddelerin akuatik çevrelerdeki varlığı son yıllarda giderek önemli bir konu haline gelmiştir. Şekil 2.19’da uyuşturucu maddelerin akıbeti verilmiştir. Uyuşturucu maddeler insanlar tarafından tüketildikten sonra boşaltım yolu ile veya üretim yapan laboratuvarların deşarjı ile kanalizasyon sistemine ve atıksu arıtma tesisine ulaşırlar. Atıksu arıtma tesislerinde yeterli oranda arıtılamayan bu bileşikler alıcı sulara deşarj edilir ve içme suyu arıtma tesislerine kadar ulaşabilirler. Üretim yapan laboratuvarların atıksularını doğrudan alıcı sulara vermesi, kanalizasyonda veya deponi sahalarındaki sızıntılar ile bu bileşiklerin yeraltı suyuna karışmasıyla da içme sularımıza kadar ulaşmaları mümkündür.



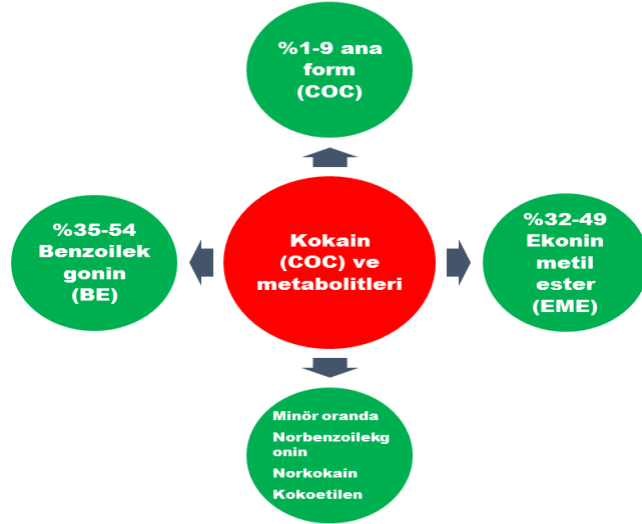
Şekil 2.19. Uyuşturucu madde akıbeti

2005-2010 yılları arasında artan araştırmacı grubu uyuşturucu kullanımının bir topluluk düzeyinde ölçülmesine yönelik potansiyelini ortaya koymak için bazı ülkelerde kendi yöntemlerini kullanarak çalışmalarda bulunmuşlardır. Ancak kullanılan yaklaşımlar ve prosedürlerin eksikliği nedeniyle ülkeler veya bölgeler arası karşılaştırma imkanı zor olmuştur. 2010 yılında bir grup araştırmacı yaklaşımlarını

uyumlu hale getirmek ve uluslararası çalışmaları koordine etmek için Avrupa Kanalizasyon Analizi Ağını (SCORE) oluşturmuşlardır. Bu yeni kavram ilaç tüketimini uyuşturucu maddelerin ve onların metabolitlerinin ham atıksudaki konsantrasyonunu ölçerek değerlendirmektedir. Kanalizasyon epidemiyolojisi adı verilen bu metodolojik yaklaşım Zuccato ve ark. (2005) tarafından model ilaç olarak cocaine kullanarak geliştirilmiştir. Sonunda birçok uyuşturucu maddenin eş zamanlı olarak ölçülmesi için farklı analitik metotlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda uyuşturucu tüketiminden kaynaklanan insan metabolik atıkları kanalizasyon sisteminden toplanır ve bu sonuçlar insanlar tarafından tüketilen ilaç tür ve miktarı hakkında değerlendirilebilir önemli kanıtlar sağlar. Terapötik ilaç gurupları ile daha önce yapılan çalışmalar popülasyon tarafından tüketildiği bilinen miktarlar ile atıksuda ölçülen ilaç metabolik kalıntıları ile yapılan tahmini tüketim miktarları arasında yakın bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu yaklaşım uyuşturucu madde tüketiminin nesnel, niceliksel ve gerçek zamanlı tüketimlerinin profilini kanalizasyon sistemine giren ilaç kalıntılarını izleyerek sağlamaktadır.

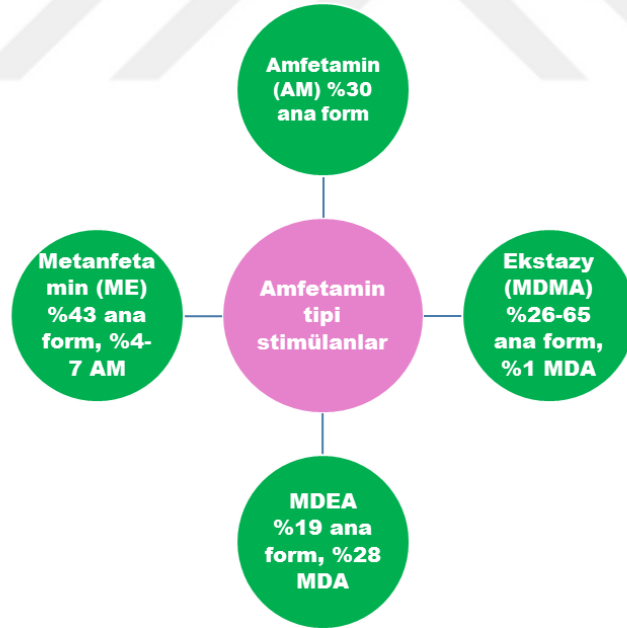
Atıksulardaki uyuşturucu ilaçların seviyesi bunların kütle yüklemelerini geri hesaplamak için kullanılabilir. Daha sonra bu yükler tahmini tüketimi (g/gün veya doz/gün) hesaplamak için kullanılabilir. Ayrıca tahmin edilen ilaç tüketimi kanalizasyonun hizmet ettiği nüfusa bölünerek sonuçlar g/gün.1000 kişi veya doz/gün.1000 kişi olarak ifade edilebilir ve böylece farklı bölgelerdeki sonuçlar ile karşılaştırılabilir hale gelir. Bu yaklaşımın nispeten basit görünmesine rağmen, büyük ölçekli uygulamalarından önce güvenilirliğini etkileyecek faktörlerin tam olarak anlaşılması gerekir. Bu faktörler arasında en önemlileri, ilaçların akıbetinin anlaşılması (stabilite, bozunma, adsorplanma), araştırılan ilaçların insanlar tarafından atılan metabolik ürünlerinin bilinmesi, kanalizasyonun karakteristiğinin bilinmesi (hizmet ettiği nüfus, debi), etkileme ihtimali olan iklim gibi diğer dış parametrelerdir. Şimdiye kadar bu yaklaşım özellikle cocaine olmak üzere çeşitli ilaçların tüketiminin tahmin edilmesinde kullanılmıştır (Van Neujs ve ark., 2011).

Şekil 2.20'de cocaine ve metabolitlerinin atılım oranları verilmiştir. Cocaine %1-9 ana formda atılırken, %35-54 BE, %32-49 EME oranlarında kanalizasyonda varlığı mevcuttur.



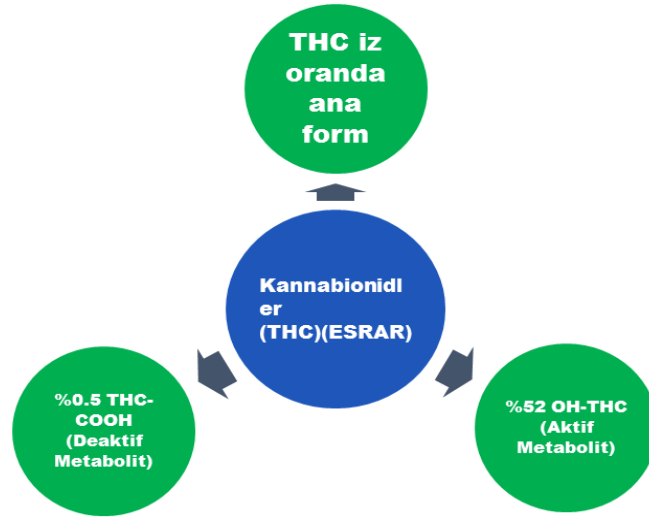
Şekil 2.20. Cocaine ana form ve matabolitlerinin atılım oranları

Amphetamine tipi stimulanlar ise AM (%30 ana form), ME (%43 ana form, %4-7 AM), MDMA (%26-65 ana form, %1 MDA), MDEA (%19 ana form, %28 MDA) şeklinde bulunmaktadır (Şekil 2.21).



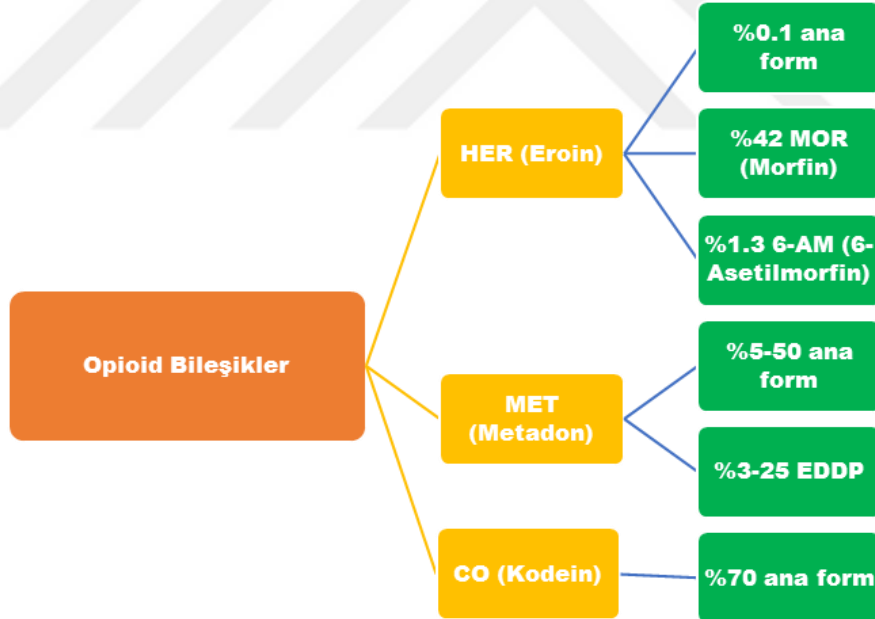
Şekil 2.21. Amphetamine tipi stimulanların ana form ve metabolitlerinin atılım oranları

Şekil 2.22'de kannaboidlerin ana form ve metabolitlerinin atılım oranları gösterilmiştir. Kannaboidler; iz oranda ana form, %0.5 THC-COOH, %52 THC-OH oranlarında atılmaktadır.



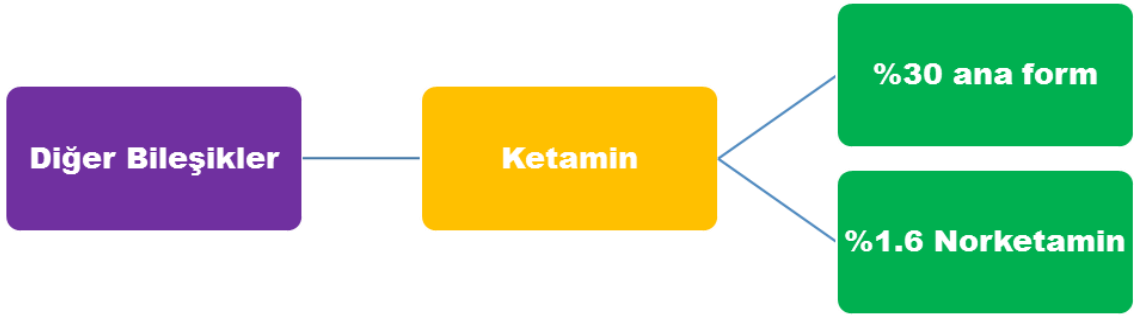
Şekil 2.22. Kannabionidler ana form ve metabolitlerinin atılım oranları

Şekil 2.23’de ise opioid bileşiklerinden üç metabolitinin (HER, MET, CO) ana form ve metabolitlerinin atılım oranları gösterilmiştir.



Şekil 2.23. Opioid bileşiklerin ana form ve metabolitlerinin atılım oranları

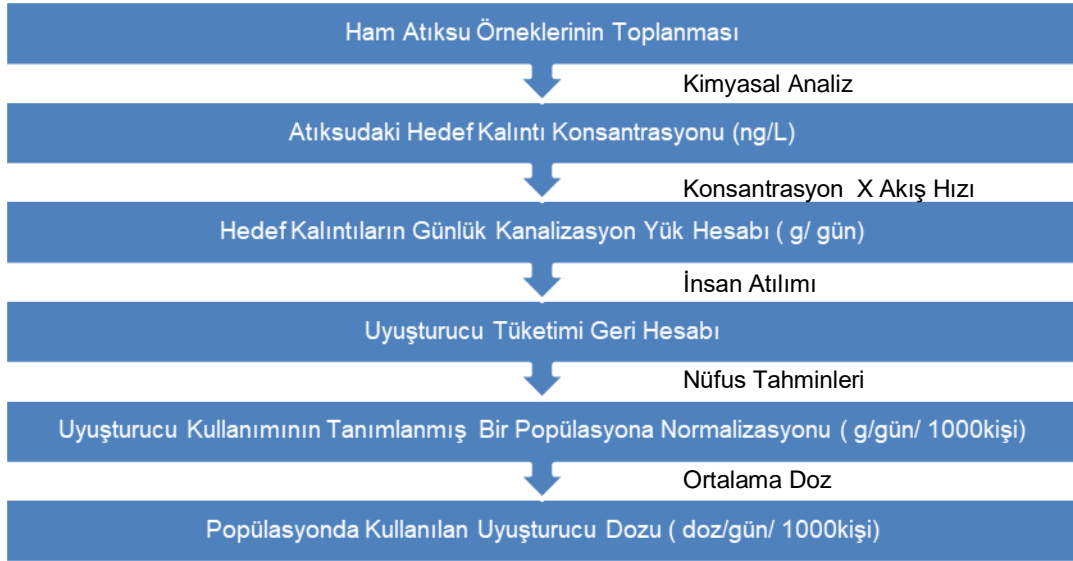
Diğer bileşiklerden olan ketamin %30 ana form, %1.6 norketamin olarak atılmaktadır (Şekil 2.24).



Şekil 2.24. Diğer bileşiklerin ana form ve metabolitlerinin atılım oranları

Araştırmacıların kullandıkları yöntem ham atıksudaki yasadışı uyuşturucuların ve metabolitlerinin tespitinde ve atıksu arıtma tesisin hizmet verdiği nüfusun tükettiği yasadışı uyuşturucu madde miktarının geri hesaplanmasına olanak tanıyan adımlardan oluşur. Bu yaklaşım genel planı; (1) Hedef kalıntıların günlük yük hesabı, (2) Uyuşturucu kalıntısının ortalama atılım oranı ve uyuşturucu metabolitine moleküler kütle oranını dikkate alan spesifik bir düzeltme faktörü uygulayarak toplam tüketimi tahmin etmek, (3) günlük değerleri insan sayısına bölerek tüketimi normalize etmek, (4) popülasyonda bir değer elde etmek için ortalama bir doz varsaymak şeklindedir (EMCDDA, 2016). Şekil 2.25’de atıksuda tespit edilen uyuşturucu madde konsantrasyonları ile tüketim miktarının tahmini için kullanılan akış diyagramı verilmiştir.

Kullanımın tahmin edilmesi için ideal ilaç kalıntısı, kanalizasyon suyunda stabil olmalı ve spesifik, aktif bir uyuşturucu maddenin ana metabolitlerinden biri olmalıdır. Uyuşturucu maddelerin metabolitlerinin izlenmesi insanların kullanım miktarının ve direk deşarj edilen miktarların ayrılmasını mümkün kılar. Bununla birlikte, ilaç kalıntıları olarak konjuge formların kullanımı onların kanalizasyon suyunda çok kararsız olmalarından dolayı ilaç kullanımının göz ardı edilmesine yol açabilir (Postigo ve ark. 2008).



Şekil 2.25. Atıksu analizi yaklaşımının ana adımları ve her adım için gerekli veriler

İlaç tüketim miktarlarının tahmin edilmesine yönelik yapılan literatür çalışmalarında cocaine için tüketim indikatörü olarak hedef ilaç kalıntısı benzoylecgonine seçilmiştir (Terzic ve diğ. 2010; Postigo ve diğ. 2011; Mastroianni ve diğ. 2017; Yargeau ve diğ. 2014). Amphetamine, methamphetamine, ecstasy ilaçları için ana bileşik formları tüketim indikatörü olarak seçilmektedir (Postigo ve diğ., 2011; Mastroianni ve diğ. 2017; Yargeau ve diğ. 2014). Kannabinoidler için tüketim indikatörü olarak inaktif metabolit olan marijuana seçilmektedir (Terzic ve diğ. 2010; Postigo ve diğ. 2011; Mastroianni ve diğ. 2017). Heroin, morphine, methadone, codeine için tüketim indikatörü olarak ana bileşik formu seçilmiştir (Boleda ve ark. 2009).

2.3. Atıksuda Uyuşturucu Maddelerin Analizi

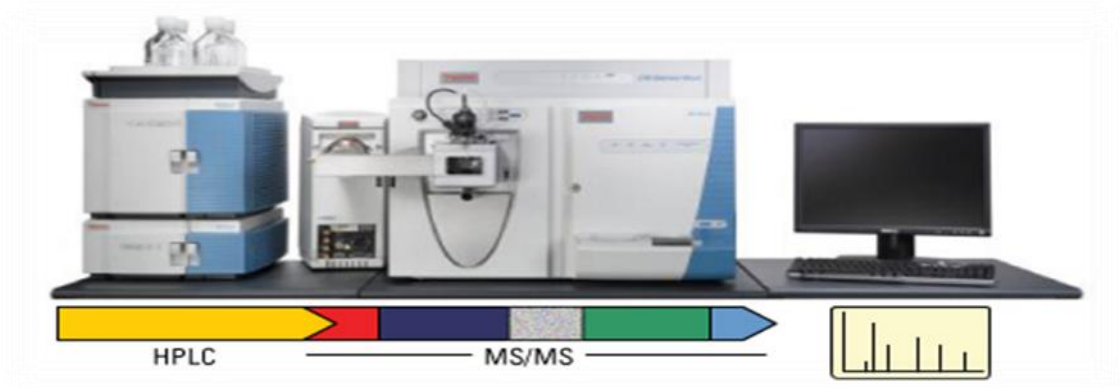
Çevresel kayıtların yapılmasını numune alma, numunenin korunması, analiz ve kayıt faktörleri etkilemektedir. Bu aşamaların herhangi birisinde yapılacak olan hata verilerin zayıf olmasına sebebiyet vermektedir. Atıksu analizlerinde uyuşturucu maddeler ve metabolitleri ng/L seviyelerindedir. Gaz kromatografisi (GC) ve sıvı kromatografisi (LC) uyuşturucu madde tespiti için kullanılabilir. Ancak katı faz ekstraksiyonu (SPE) ve buna takiben kütle dedektörü (LC-MS/MS) yöntemi yaygın kullanılan bir tekniktir. Katı faz ekstraksiyonu, sıvı kromatografisi analizinden önce numunelerdeki analitlerin ön konsantrasyonlarını bulmada kullanılmaktadır.

Kimyasal analizi yapılacak numuneler, genellikle aranan madde dışında birçok bileşenin yer aldığı karışık bir matriks içerirler. Bu nedenle örnek hazırlama yapılan analizler öncesinde uygulanması gereken çok önemli bir basamaktır. Örnek hazırlama işleminin basitleştirilmesi, zaman kaybının önlenmesi ve analiz maliyetinin azaltılması amacıyla, 1970'li yılların ortalarında klasik metotlara alternatif olarak yeni bir teknik olan katı faz ekstraksiyon metodu (solid phase extraction, SPE) kullanılmaya başlanmıştır.

SPE yöntemi, temel olarak küçük, tek kullanımlık ekstraksiyon kolon veya disklerine çeşitli tutucu maddelerin doldurulması ve sıvı örneklerini istenmeyen bileşenlerden ayırma (temizleme), yoğunlaştırma ve ileriki analiz aşamaları için örnek matriks yapısının değiştirilmesi amaçlarıyla hazırlanmış olan kolon ve disklerden geçirilmesi esasına dayanmaktadır. Günümüzde en etkili örnek hazırlama yöntemlerinden olan SPE, özellikle ilaç ve diğer farmasötik maddelerin analizinde en fazla kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. SPE metodunda kolondan geçirilme sırasında örnek molekülleri ile tutucu madde arasında kimyasal bir etkileşim meydana gelir. Bu etkileşimden faydalanarak maddelerin ayrılma işlemi başlıca iki yolla gerçekleştirilir. Birinci yöntemde ilk aşamada, analiz edilecek bileşik tutucu maddeye bağlanarak kolon içinde tutulurken, çözelti ve istenmeyen bileşenler bu madde ile herhangi bir etkileşime girmezler. Daha sonra istenmeyen bileşenler uygun yıkama çözeltisi ile uzaklaştırılır ve analiz edilecek bileşen tutucu maddeden uygun bir çözelti yardımıyla çözdürülerek alınır. İkinci yöntemde ise, istenmeyen bileşenlerin tutucu madde ile etkileşimi söz konusudur. Özellikle atık yağlar gibi matriksden ayrılması zor olan maddelerin analizinde kullanılan bu yöntemde, matriksteki istenmeyen bileşenler tutucu madde tarafından sıkı şekilde bağlanırlar. Asıl aranan madde ise tutucu madde ile etkileşime girmez ve uygun çözelti yardımıyla çözdürülerek toplanır. Bu yöntemde, kolon içerisindeki tutucu maddenin oluşturduğu katı faz filtre işlevi görmektedir (Yavuz, 2006).

LC/MS, HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) ve MS (Kütle Spektrometresi) ünitelerinin birlikte çalıştırılarak yapı aydınlatması ve miktar tayininde kullanılan bir cihazdır (Şekil 2.26). LC-MS/MS tekniğinde HPLC cihazı sayesinde fizikokimyasal özelliklerine göre ayrılan örnek moleküller kütle dedektörü ile analiz edilmektedir. Kütle spektrometreleri molekülleri iyonizasyon işlemi ile uyararak yüklü iyonize moleküller haline dönüştürürler. Birinci kuadrupol filtrede kütle/yük oranına göre ayrılan moleküller collision gaz adı verilen yüksek saflıkta özel bir gaz ile

parçalanmaya tabi tutulmaktadır. İkinci kuadrupol filtrede parçalanma sonucu oluşan iyonların üzerinden teşhis ve miktar tayini yapılmaktadır.



Şekil 2.26. HPLC-MS/MS cihazı akış diyagramı

Çizelge 2.1 atıksuda SPE metodu ile ölçülecek uyuşturucu maddeler ve metabolitler için alınması gereken numune hacimleri, kartuş markaları, elüsyon solventlerini ve geri kazanım değerleri % olarak göstermiştir.

Çizelge 2.1. Uyuşturucu madde ve metabolitlerini atıksuda tespit etmek için uygulanan SPE metotları

Analitler	Numune hacmi (mL)	Kartuş	Şartlandırma/ Elüsyon solventi	Geri kazanım (%)	Kaynak
Amphetamine, Cocaine, Benzoylcegonine	1000	Oasis MCX	6 mL methanol, %0-2 asetik asit içeren su/2 mL methanol, 2 mL %5 amonyak içeren methanol	70-131	Kasprzyk-Horden ve ark., 2008
Amphetamine, Methamphetamine, MDA, Ecstasy, MDEA, Cocaine, Benzoylcegonine	100	Oasis HLB	10 mL methanol, 10 mL su/6 mL methanol	85-101	Huerta-Fontela ve ark., 2007
Ecstasy, Cocaine, Cocaine Ethylene Benzoylcegonine, Morphine, Methadone, EDDP	1000	Strata-XC	12 mL methanol, 12 mL su/%5 amonyum hidroksit içeren 10 mL aseton/etil asetat(v/v:1/1)	4-65	Bones ve ark., 2007
Morphine, Codeine, Heroin, EDDP, Methadone, THC-COOH (Marijuana)	200	Oasis HLB	5 mL methanol, 5 mL su/8 mL methanol	43-100	Boleda ve ark., 2007
Amphetamine, Methamphetamine, MDA, MDMA	50	Oasis MCX	6 mL methanol, 3 mL su, 3 mL pH 2'de su/8 mL %2 amonyak içeren methanol	50-116	Bijlsma ve ark., 2009

(Ecstasy), MDEA, Cocaine, Nor Cocaine, Coco Ethylene, Benzoylcegonine, Nor Benzoylcegonine, Marij uana					
Amphetamine, Methamphetamine, MDA, Ecstasy, MDEA, Cocaine, Nor Cocaine, Coco Ethylene, Benzoylcegonine, Nor Benzoylcegonine, Morphine, 6- Acetylmorphine, Morphine-3B-D- Glucronide, Methadone, EDDP, Marijuana	500 mL	Oasis MCX	6m L metanol, 3 mL su, 3 mL pH 2'de su/2 mL metanol, %2 amonyak içeren 2 mL metanol, %2 sodyum hidroksit içeren 2 mL metanol	51-112	Castiglioni ve ark., 2006
Ephedrine, Amphetamine, Methamphetamine,, Ecstasy, Cocaine, Coco Ethylene, Benzoylcegonine, Heroin, Morphine , 6- asetil Morphine, THC, OH-THC, Marijuana, LSD, nor-LSD, OH- LSD	5 mL	Oasis HLB, PLRP	1 mL asetonitril, 1mL su/ online SPE	8-59	Postigo ve ark., 2008a
Cocaine, Benzoylcegonine, Ekonin metil ester, Amphetamine, Methamphetamine, Ecstasy, 6- Acetylmorphine, Methadone, EDDP	500 mL	Oasis MCX	5 mL metanol, 5 mL su/8 mL metanol	35-103	Van Nuijs ve diğ., 2009

Çizelge 2.2 uyuşturucu madde ve metabolitlerini atıksuda tespit etmek için ölçülecek analitlere göre kolon markaları, mobil faz değerlerini dedektör/iyonizasyon modunu göstermektedir.

Çizelge 2.2. Uyuşturucu madde ve metabolitlerini atıksuda tespit etmek için uygulanan LC metotları

Analitler	Kolon	Mobil faz	MS dedektör/ iyonizasyon modu	Kaynak
Ecstasy, Cocaine, Coco Ethylene, Benzoylecgonine, Morphine, Methadone, EDDP	Phenomenex Onyx monolithic C18 (200×3 mm)	A: metanol B: 5 mM amonyum asetat içeren su	ITMS/ESI(+)	Bones ve ark. 2007
Cocaine, Benzoylecgonine, ecogonin methyl ester	RP-HPLC Zorbax Extended C18 (50×2.1 mm, 3.5 µm)	A: acetonitril B: 10 mM amonyum format içeren Ou:Asetonitril (v/v:98/2)	ITMS/ESI(+)	Gheorghe ve ark. 2008
Benzoylecgonine, Codeine, hydrocodeine, oxycodone, hydrocodone, Morphine, Methadone	Synergi Polar-RP (150×3 mm, 4 µm)	A: acetonitril B: 10 mM amonyum format içeren Su	QqQ/ESI(+)	Hummel ve ark. 2006
Morphine, Codeine, Heroin, EDDP, Methadone, Marijuana	Acquity BEH C18 (100×2.1 mm, 1.7 µm)	A: metanol B: 50 mM amonyum format içeren su	QqQ/ESI(+)	Boleda ve ark. 2007
Amphetamine, Methamphetamine, MDA, Ecstasy,, MDEA, Cocaine, Benzoylecgonine	Acquity BEH C18 (100×2.1 mm, 1.7 µm)	A: %0.1 formik asik içeren asetonitril B: 30 mM amonyum format içeren su	QqQ/ESI(+)	Huerta-Fontela ve ark. 2007
Amphetamine, Cocaine, Benzoylecgonine	Acquity BEH C18 (100×2.1 mm, 1.7 µm)	A: %0.5 asetik asit içeren metanol B:Su/metanol/asetik asit (v/v/v:94.5/5/0.5)	QqQ/ESI(+)	Kasprzyk-Horden ve ark. 2008
Cocaine, Benzoylecgonine, econin methyl ester, Amphetamine, Methamphetamine, Ecstasy, 6- Acetylmorphine, Methadone, EDDP	Phenomenex Luna HILIC (150x3 mm, 5µm)	A: asetonitril B: 5 mM amonyum asetat içeren su	QqQ/ESI(+)	Van Nuijs ve ark., 2009

2.4. Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Yasa dışı uyuşturucular ve metabolitler, son zamanlarda yüksek miktarlarda kullanım ve üretimin bir sonucu olarak yeni ortaya çıkan kirleticiler grubu olarak kabul edilmiştir. Su ortamında uyuşturucu kalıntısı seviyeleri de yasadışı uyuşturucu kullanımı ile ilgili iyi göstergeler olarak belirtilmiştir. Yasa dışı uyuşturucu kullanımı, bu maddelerin insan sağlığına ve onun suçla kurulan köklü bağlantısına sahip olma riski nedeniyle, dünya çapında bir endişe ve kontrol konusudur. Dünya Uyuşturucu Raporu 2009'a göre, dünya nüfusunun yaklaşık %5'i yasadışı uyuşturucu kullanıcısıdır, ancak bunların sadece %10 ila 15'i her yıl kullanılan ilaçların çoğunu tüketmektedir ve bu nedenle, bunlar ağır veya sorunlu uyuşturucu kullanıcıları olarak kabul edilmektedir (UNODC, 2009).

Yasadışı uyuşturucu kullanımı ile suç taahhüdü arasındaki ilişki, doğrudan ve basit olmasa da, tartışılmaz ve şimdiye kadar iyi belgelenmiştir (Casavant ve Collin, 2001; Chalub ve De Borba Telles, 2006; EMCDDA, 2007; McBride, 1993; Seddon, 2000; Trace, 1998). Ayrıca, hapishaneler heroin ve diğer ilaçların kullanılması için yüksek riskli bir ortamlardır (Boys ve ark, 2002). Hapishanelere ilaç girişini önlemek için yoğun kontroller bulunduğu uyuşturucu bağımlısı mahkumların uyuşturucu alışkanlıkları hapsedilirken azalma eğilimindedir, ancak tamamen yok olmazlar (Trace, 1998).

Postigo ve arkadaşları yürüttüğü mevcut çalışma ile ilk defa bir cezaevinde kanalizasyon epidemiyolojisi üzerine çalışarak 19 ilaç ve metabolitini incelemişlerdir. İncelenen ilaçlar cocaine, heroin, marijuana, amphetamine, ecstasy veya MDMA, methamphetamine ve LSD gibi yasadışı maddeleri ve alprazolam, ephedrine ve methadone gibi reçeteli ilaçları içermektedir. Çalışmanın ana hedefleri şunlardır: (i) Katalonya (NE İspanya) ceza infaz kurumlarında uyuşturucu kullanımını değerlendirmek ve ölçmek, (ii) sorumlu yetkililerin ilaç girişini ve tüketimini önlemek için alınan tedbirlerin etkinliğini test etmelerine yardımcı olmak, (iii) cezaevlerinde veya benzer tesislerde yasadışı uyuşturucu kullanımının eğilimlerini izlemek için bu aracın uygunluğunu değerlendirmek. Çalışmada örnekler kanalizasyon arıtma tesisi giriş suyundan alınmıştır. Toplanan numunelerde SPE ve LC-MS/MS metodunu uygulamışlardır. Cocaine, marijuana, methadone, alprazolam ve ephedrine tüketimi gözlemleyip, çalışmanın tamamı ve haftalık tüketim olarak sonuçlandırmışlardır. Haftalık tüketimde ≈ 5 g/1000 kişi cocaine'e, ≈ 180 g/1000 kişi kadar da methadone'a

rastlamışlardır. Çalışma genelinde kullanım dozları aylar arasında değişse de yine en fazla methadone en az cocaine tüketimi gözlemlenmiştir (Postigo ve ark., 2010).

Son yıllarda kentsel kanalizasyonda yasa dışı uyuşturucuların ölçümüne olan ilginin arttığı gözlenmiştir. Ham kanalizasyon, belirli bir kanalizasyon arıtma tesisi (STP) tarafından sunulan popülasyondan toplanan seyreltilmiş idrar örneği olarak düşünülebilir. Kanalizasyona bağlı epidemiyoloji (SPE) adı verilen bu yaklaşım 1999 yılında Daughton ve Ternes tarafından önerilmiş ve ilk kez Zuccato ve ark. 2005 yılında orta büyüklükteki İtalyan şehirlerinde cocaine tüketimini tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu yazarlar ayrıca hafta sonları en fazla yasadışı uyuşturucu kalıntısı olan topluluklarda uyuşturucu kullanımında geçici değişiklikler olduğunu da göstermişlerdir. Resmi epidemiyolojik verilerle uyumlu teşvik edici sonuçlar ve atılan ilaçların çok düşük konsantrasyonda tespit edilmesine izin veren analitik tekniklerdeki ilerlemeler nedeniyle, kentsel nüfuslarda uyuşturucu tüketimini haritalamak için SPE yaklaşımının kullanımı giderek daha popüler hale gelmiştir. Son birkaç yılda, bir dizi araştırma grubu toplanan kanalizasyon atıksu örneklerini analiz etmek için bu metodolojiyi kullanmıştır. İspanya, Belçika, İsviçre, İngiltere, Hırvatistan, Fransa, Slovakya, Finlandiya, İsveç ve Kuzey Amerika ve Avustralya buna örnek verilebilir. Son zamanlarda, Asya bölgelerinden SPE temelli uyuşturucu kullanımı tahminleri bildirilmiştir. Yasadışı uyuşturucu tüketimi gizli ve damgalanmış bir aktivite olduğundan, uyuşturucu bağımlılığının yaygınlığının gerçek rakamlarını elde etmek zordur. Polonya'da yasadışı uyuşturucu kullanımına ilişkin bir tahmin şu anda nüfus anketleri, tıbbi veriler ve polis istatistikleri gibi dolaylı yöntemler kullanılarak oluşturulmaktadır. Uyuşturucu ve uyuşturucu bağımlılığı ile ilgili toplanan veriler, yıllık raporlama yükümlülüğü altında Avrupa Uyuşturucu ve Uyuşturucu Bağımlılığı İzleme Merkezine (EMCDDA) sunulmaktadır. Çeşitli bilgi kaynaklarına rağmen, Polonya nüfusunda uyuşturucu bağımlılığı hakkındaki bilgi hala eksik ve SPE'nin uyuşturucu kullanımı hakkında yeni bir bilgi kaynağı olarak önemli bir potansiyeli vardır. SPE'nin en önemli avantajları, tüm toplulukları kapsayan objektif veriler ve uyuşturucu tüketimindeki gerçek zamanlıya yakın eğilimleri izlenmesi yeteneğine sahip olmasıdır.

Klupczynska ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada kentlerdeki yasadışı uyuşturucu kullanımındaki eğilimleri belirlemek amacıyla dokuz Polonya kentinden toplanan ham kanalizasyon örneklerindeki yasadışı uyuşturucu kalıntıları tespit etmişlerdir. Kentlerdeki yasadışı uyuşturucu kullanımındaki eğilimleri belirlemek amacıyla 9 Polonya şehirden ham kanalizasyon örnekleri almışlardır. Uyuşturucu ve metabolitleri

belirlemede ön işlem olarak SPE ardından HPLC-MS/MS metodunu kullanmışlardır. Çalışma için; amphetamine, methamphetamine, ecstasy, MDEA ve cocaine seçilmiştir. Çalışmada, büyük Polonya'nın başkenti olan ve yaklaşık 550.000 nüfuslu ve her biri 100.000 nüfusun altında olan sekiz küçük şehre sahip atıksu örnekleri alınmıştır. Bu nedenle Polonyanın başkenti Poznan ve küçük şehirlerarasında yasadışı uyuşturucu kullanımının karşılaştırılması için bir girişimde bulunulmuştur. Poznan, küçük şehirlerden daha fazla cocaine kullanımı ile karakterizedir. 9 Polonya kentinde en fazla amphetamine en az methamphetamine kullanımını gözlemlemişlerdir. Diğer gözlemledikleri uyuşturucu maddeler ise ecstasy ve benzoylecgoninedir. Elde edilen uyuşturucu kullanımı profilleri Polonya Ulusal raporları ile uyumlu olduğu ve amphetamine'in Polonya'da en yaygın kullanılan sentetik ilaç olduğunu kanıtlanmıştır. Çalışma sonuçları hafta içi ve hafta sonu olarak değerlendirildiğinde de en fazla tüketilen uyuşturucu maddenin amphetamine olduğu ve en fazla hafta sonu tüketildiği gözlemlenmiştir.

Nefau ve ark. (2013) tarafından Fransa'da coğrafi uyuşturucu tüketimi farklılıklarını haritalamak ve değerlendirmek için kanalizasyon epidemiyolojisi yöntemini kullanarak uyuşturucu tüketimi tahmin edilmiştir. Bu amaçla 25 atıksu arıtma tesisinde 17 bileşiğin (cocaine ve metabolitleri, amphetamine, methamphetamine, heroin ve metabolitleri, ecstasy vb.) varlığı araştırılmıştır. Analizlerde SPE ve HPLC-MS/MS sistemini kullanmışlardır. Hafta boyunca ve hafta sonu boyunca olan tüketimleri bularak büyük, orta ve küçük şehirleri uyuşturucu kullanım bazında sınıflandırmışlardır. Hafta boyunca ve hafta sonu boyunca en fazla tüketimin ve her çeşit uyuşturucu kullanımının büyük şehirlerde olduğu gözlemlenmiştir. Cocaine ise üç çeşit şehir tipinde de en çok tüketilen madde olmuştur. Ve cocaine tüketiminin hafta sonu arttığı da görülmüştür. Amphetamine tüketimi sadece büyük şehirlerde görülürken, ecstasy büyük, orta ve küçük şehirlerde en az kullanılan uyuşturucu madde olduğu tespit edilmiştir.

Kanada'nın üç şehrindeki atıksu arıtma tesisinde cocaine ve metaboliti benzoylecgonine, amphetamine, ecstasy gibi yasadışı uyuşturucuların kullanım miktarlarını belirlemek ve arıtım verimliliğini değerlendirmek için Metcalfe ve ark. 2010 yılında bir çalışma yürütmüşlerdir. İlk olarak atıksu numuneleri kullanımdaki geçici değişiklikleri izlemek için hafta boyunca toplanmıştır. Atıksu numuneleri SPE ile MCX katyon değişim kartuşları kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar, elektrosprey iyonizasyon (LC-ESI-MS/MS) kullanılarak tandem kütle spektrometresi ve

sıvı kromatografisi ile analiz edilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda nüfusu en çok olan birinci arıtma tesisinde en fazla uyuşturucu madde verilerine rastlandığı ve bu maddenin cocaine olduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda nüfusu orta seviyede olan arıtma tesisinde cocaine kullanımında hafta sonu artış olduğu gözlemlenmiştir. Benzoylecgonine metaboliti cocaine tüketimine göre daha fazla tüketilen madde olmuştur. Bu üç arıtma tesisinin verimliliğine bakıldığında ise birinci arıtma tesisinde methamphetamine ve ecstasy'nin giderim veriminin diğer uyuşturucu maddelere göre daha yüksek olduğu, diğer arıtma tesislerinde ise tüm maddelerin giderim veriminin birinci arıtma tesisine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin ise orta ve küçük kapasiteli arıtma tesislerinde aktif çamurla ikincil arıtma kullanılırken büyük kapasiteli arıtma tesisinde birincil arıtma kullanılmasıdır.

Avustralya'da nüfusun uyuşturucu kullanımı ile ilgili bilgiler, hükümet tarafından her 3 yılda bir gerçekleştirilen Ulusal İlaç Stratejisi Hanehalkı Anketi (NDSHS) adlı bir projeden elde edilmektedir. Anketten elde edilen raporlar çok bilgilendiricidir, ancak haftalık dalgalanma ve uyuşturucu kullanımının coğrafi farkı hakkında sınırlı veri sağlanmakta olup, güncel bilgiler de mevcut değildir. Okyanusya'da yasadışı uyarıcıların kullanım modelinin Avrupa'dan farklı olduğu, methamphetamine ve 3,4-metilendioksümetamfetamin (ecstasy)'nin Avustralya'da daha popüler olduğu ve bu iki kıtada cocaine kullanıcılarının eşit olarak dağıldığı bildirilmektedir. Bu sebeple Irvine ve ark. (2009) Güney Avustralya'nın eyaletlerinde toplanan atıksu numunelerine hafta ortası ve hafta sonu metropol ve kırsal bölgelerindeki kanalizasyon girişlerinden ulaşarak ecstasy, methamphetamine ve benzoylecgonine uyuşturucu maddelerinin varlığını analiz etmişlerdir. Numune ölçümlerinde SPE ve Phenomenex™ Luna PFP kolonuna bağlı LC-MS/MS kullanmışlardır. Çalışmalarında methamphetamine kullanımı metropol ve kırsal bölgelerde en fazla tüketilen madde olduğunu tespit etmişlerdir. Hafta ortası ve hafta sonu olarak incelendiğinde ise incelenen uyuşturucu türlerinin hepsi hafta sonları tüketimi daha fazla olduğu gözlemlenmiştir ve yine en fazla tüketim maddesi methamphetamine olup bunu ecstasy takip etmektedir. En az tüketilen madde hafta içi-hafta sonu bazında da metropol kırsal kesim kıyaslamasında da benzoylecgonine olarak tespit edilmiştir.

İsveç'te 33 atıksu arıtma tesisinde Ostman ve ark. (2012) inceleme başlatmış ve toplamda 31 uyuşturucu madde ve metabolitini arıtma tesisi giriş sularından aldıkları numuneler üzerinde araştırmışlardır. Alınan atıksu örneklerini SPE ve LC-MS/MS ile

analiz etmişlerdir. Araştırma sonucu 31 yasadışı uyuşturucu ya da ilaçtan 13 tanesini tespit etmişlerdir. Bunlar codeine, morphine ve tramadol bileşikleridir. Tramadol en fazla tüketim payını almakta ve bu maddenin en fazla tüketildiği şehir 11500 nüfuslu Örnköldsvik şehri olduğu görülmüştür. Bu şehir araştırma yapılan 31 şehir arasında en düşük nüfuslu şehirler kategorisindedir. Cocaine ve metaboliti benzoylecgonine'in en az tüketime sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Van Nuijs ve ark. (2011) Belçika'nın Brüksel şehrinde büyük bir arıtma tesisinde yaptıkları araştırmada cocaine, amphetamine, ecstasy, methamphetamine, methadone, heroin ve bu maddelere ait metabolitleri incelemişlerdir. 24 saatlik alınan numuneleri SPE ve devamında LC-MS/MS analizi yöntemiyle tayin etmişlerdir. En fazla tüketimin cocaine, en az tüketimin methamphetamine olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca bu maddelerin en çok yılbaşında tüketildiği gözlemlenmiştir.

Krizman ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada seçilen heroin, cocaine, amphetamine, ecstasy, methamphetamine, kenevir, codeine ve methadone gibi uyuşturucu maddelerin mekânsal ve zamansal tüketimleri üzerine inceleme yapmışlardır. Çalışmalarını Hırvatistan'ın 6 farklı nüfusa sahip olan şehirlerinde yürütmüşlerdir. Analizlerde SPE ve LC-MS/MS sistemini kullanmışlardır. En yaygın yasadışı uyuşturucular marijuana, cocaine ve heroin olduğu gözlemlenmiştir. Uyuşturucu tüketimi belirgin bölgesel ve mevsimsel farklılıklar göstermiştir. Kıyı ve kıtasal şehirler arasında mevsimsel farklılıklar gözlenmiş ve en fazla kullanımın en büyük şehirde olduğu belirlenmiştir.

Festivallerde yasadışı uyuşturucu kullanımı ilk olarak, madde kullanım yaygınlığı tahmin edilerek ve görüşmeler yoluyla bildirilen anketlerle incelenmiştir. WBE'nin festivallerde yasa dışı uyuşturucu kullanımının niteliği ve kapsamı hakkında yararlı bilgiler sağlayabileceği tespit edilmiştir. İsviçre'nin 30.000 nüfuslu kırsal bir şehrinde düzenlenen festivale her gün yaklaşık 50.000 kişi katılmaktadır. 2014 yılında 6 gün, 2015 yılında bir hafta süren festivalin kamp alanlarında portatif tuvaletler kurulup, boşaltmalar kentin atıksu arıtma tesisine iletilmiştir. Atıksu arıtma tesisinin girişinden örnekler alınıp LC-MS/MS ile analiz edilmişlerdir. Yapılan analizler sonucu en fazla tüketilen madde her iki festivalde de benzoylecgonine'dir. 2014 yılındaki festivalde 6-acetylmorphine maddesi tespit edilememiştir. Tüketim çokluğuna göre diğer tespit edilen yasadışı uyuşturucu maddeler şöyledir; ecstasy, marijuana, amphetamine, methamphetamine, 6-acetylmorphine. Festivalin olmadığı bir haftadan alınan örneklerle

festival haftası kıyaslandığında ise, festival günleri madde kullanımı bakımından oldukça yoğun olduğu görülmüştür.

Atıksu Arıtma Tesislerine (AAT'ler) ulaşan metabolitler AAT'lerin bulunduğu bölgede yaşayan insanlar arasında yasadışı uyuşturucu kullanımını analiz etmek için oldukça faydalıdır. Bu şekilde, belirli bir bölgede yaşayan her bir birey için ilaç kullanım oranlarının araştırılmasına gerek yoktur ve bu nedenle bu yöntemin diğer yöntemlerden nispeten daha güvenilir olduğu düşünülmektedir. Türkiye'de WBE ilk olarak yasadışı uyuşturucu kullanım oranının oldukça yüksek olduğu Adana ilinde uygulanmıştır. Numuneler Sıvı Kromatografi Kütle Spektrometresi (LC-MS / MS) ile analiz edilmiştir. Bu örneklerde, cocaine ve ana metaboliti benzoylecgonine, amphetamine, methamphetamine, 3,4-metilendioksi-metamfetamin (MDMA (ecstasy)), 3,4-metilendioksi-afetamin (MDA) ve 3,4-metilendioksi (MDA) dahil olmak üzere amphetamine benzeri uyarıcılar konsantrasyonları (MDEA), morphine, codeine, heroin metaboliti 6-acetylmorphine (6-MAM), marijuana metaboliti 11-nor-karboksi-THC (THC-COOH) ve D9-tetrahidrokanabinol (THC), 11- ana metaboliti dahil olmak üzere afyonlar hidroksi (THC-OH) bileşikler izlenmiştir. Çalışma Adana ilinde Seyhan ve Yüreğir AAT olarak bilinen en büyük iki AAT'de gerçekleştirilmiştir. Seyhan AAT Adana ilinin toplam nüfusunun %45.5'inin (1007952 kişi), Yüreğir AAT ise Adana İlinin toplam nüfusunun %23.6'sının (522265) atıksuyunu arıtmaktadır. Bu AAT'lerinde, aktif çamur işlemine uygun olarak mekanik ön arıtma ve biyolojik arıtma gerçekleştirilmektedir. Her mevsim bir hafta boyunca 24 saatlik (11–17 Ekim 2016, 18–24 Ocak 2017, 30 Mayıs – 5 Haziran 2017 ve 18–24 Ağustos 2017) kompozit atıksu örnekleri toplanmıştır. Alınan örneklerde Türk Uyuşturucu ve Uyuşturucu Bağımlılığı İzleme Merkezi (TÜBİM) tarafından Adana ilinde adli soruşturmalarda yaygın olarak kullanıldığı gösterilmiş 13 yasadışı uyuşturucu ve metabolitin varlığı araştırılmıştır. Analizlerde, MDEA, 6-acetylmorphine, marijuana ve THC hariç olmak üzere atıksu örneklerinde yaygın olarak araştırılan yasadışı uyuşturucu ve metabolitlerin çoğu tespit edilmiştir. En yaygın olarak tespit edilen ilaçlar arasında tüm atık su örneklerinde ecstasy, MDA, morphine ve codeine bulunmaktadır. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi için cocaine ve ana metaboliti benzoylecgonine için tespit sıklığı, Yüreğir Atıksu Arıtma Tesisi için ana metabolit marijuana için tespit sıklığı daha yüksek olarak belirlenmiştir. Analizler ayrıca incelenen bileşiklerin çoğunun örnekleme dönemlerinde düşük konsantrasyonlarda tespit edildiğini ortaya koymuştur. Dikkat çeken en yüksek konsantrasyonlar sırasıyla ecstasy (46-6037 ng/L), marijuana (34-440 ng/L), codeine

(35-146 ng/L) ve benzoylecgonine (3.2-99 ng/L) için tespit edilmiştir. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi için cocaine (2.2 ng/L), benzoylecgonine (50 ng/L), morphine (42 ng/L) ve codeine (55 ng/L) konsantrasyonları Yüreğir AAT'sine göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Seyhan ve Yüreğir AAT'lerinde ölçülen yasadışı uyuşturucuların ve metabolitlerinin konsantrasyonları, diğer ülkeler için bildirilen konsantrasyonlara benzer veya önemli ölçüde daha düşük olarak tespit edilmiştir. Tahmini en yüksek yasadışı uyuşturucu tüketim oranı marijuana (3577 mg/1000 p/gün (15-64 yaş)), ardından ecstasy (130 mg/1000 p/gün (15-64 yaş)), Heroin (31 mg/1000 p/gün (15-64 yaş)) ve cocaine (18 mg/1000 p gün (15-64 yaş)). Marijuana tüketim oranının diğer ülkeler için bildirilenlerden yaklaşık iki kat daha düşük olmasına rağmen, Adana ilinde en sık kullanılan yasadışı uyuşturucu olduğunu göstermiştir. İki AAT arasındaki tahmini marijuana tüketim oranında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.001$), Yüreğir AAT için tahmini oran Seyhan AAT'dekinden daha yüksektir. Parti ilaçlarının tüketim oranları, yani cocaine ve ecstasy de iki AAT arasında önemli bir fark yaratmıştır ($p < 0.001$). Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi için cocaine miktarı daha yüksek iken Yüreğir Atıksu Arıtma Tesisi için ecstasy miktarı daha fazladır. Her iki AAT için ortalama hafta içi (Pazartesi, Salı, Çarşamba ve Perşembe) ve hafta sonu (Cuma, Cumartesi, Pazar) yasadışı uyuşturucu tüketim oranları hesaplanmıştır parti ilaçları için tüketim oranları, hafta sonu ve hafta içi tüketim oranları arasında önemli bir fark ($p > 0.001$) tespit edilmiştir. Seyhan Atıksu Arıtma Tesisi için cocaine tüketimi daha yüksek ve hafta sonu boyunca ecstasy tüketimi hafta içi günlere göre daha yüksek olarak bulunmuştur. Çalışmadaki tüketim oranları ile diğer ülkeler için bildirilenler arasında yapılan karşılaştırma sonucunda cocaine, Amphetamine, methamphetamine, ecstasy, Heroin ve marijuana için tahmin edilen oranlarda önemli bir farklılık göstermiştir. Çalışmadaki tahmini cocaine tüketim oranları Avrupa ülkeleri için bildirilenlerden birkaç kat daha düşük bulunmuştur. Ayrıca Adana ili için ortalama ecstasy tüketimi diğer ülkelerdekenden daha yüksek bulunmuştur. Konumu nedeniyle Türkiye geniş çaplı yasadışı mallara maruz kalmaktadır. Bu konum, Afganistan'daki Heroin üretim alanlarının ve Avrupa'daki tüketim pazarlarının kavşak noktasında yer almaktadır. Belirli bir bölgede yasadışı uyuşturucu kullanım oranının birçok nedenden dolayı zaman içinde değiştiği yaygın olarak bilinmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada elde edilen sonuçlar sadece örnekleme dönemlerini temsil etmektedir ve bu nedenle Adana İlindeki yasadışı uyuşturucuların tahmini toplam tüketim oranlarına uygulanamamaktadır. Ayrıca Türkiye, özellikle Adana İli, yasadışı uyuşturucu kaçakçılığı konusunda önemli

bir rotada bulunmaktadır; bu nedenle, nakil sırasında ele geçirilen ilaçların yüzdesini tahmin etmek zordur. WBE, yasadışı uyuşturucu tüketimindeki eğilimlerin ve uzamsal değişikliklerin gerçek zamanlı değerlendirilmesi için umut verici bir tamamlayıcı araçtır. WBE'nin bir diğer avantajı, sürekli örnekleme stratejisi kullanarak yasadışı uyuşturucu tüketim oranlarındaki değişiklikleri takip edebilmesidir. Çalışmanın sonuçları Seyhan AAT'nin hizmet verdiği nüfusta cocaine tüketiminin daha yüksek olduğunu, Yüreğir AAT'nin hizmet verdiği nüfusta marihuana tüketiminin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, Adana ili, Türkiye'de atıksu analizi kullanarak yasadışı uyuşturucu tüketim tahminlerini araştıran ilk rapordur.

İstanbul tarihi değeri ve büyük kozmopolit nüfusu nedeniyle ülkenin ticaret ve tarihi merkezidir. Şehrin şu anki nüfusunun 15 milyon olduğu tahmin edilmektedir. Genel popülasyon tarafından kullanılan uyuşturucu miktarının tahmini için iyi bilinen atıksu esaslı epidemiyoloji çalışması İstanbul'un Beyoğlu ve Çatalca bölgeleri için uygulanmıştır. Çalışma da, amphetamine (AMP), methamphetamine (METH), 3,4 methylenedioxymethamphetamine (MDMA) (ecstasy), cocaine (COC) (benzoylecgonine), ve cannabis (THC-COOH) tüketim seviyesi araştırılmıştır. Çatalca ilçesi, 69.000 nüfusa hizmet veren bir atık su arıtma tesisi (AAT) içeren geniş bir yüzölçümüne (1715 km²) sahip kırsal bir bölgedir ve tesis bölgedeki tüm merkezi alanı kaplamaktadır. Beyoğlu ilçesi ise 8,66 km²'lik yüzölçümü içinde çok sayıda eğlence tesisi ve 236000 nüfuslu eski kentin merkezidir. Ancak, bu bölgede temsili AAT yoktur; bunun yerine örnekleme, ilçenin yaklaşık %90'ını kapsayan üç ana kollektör aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bölgenin kompozit atıksu örnekleri otomatik olarak üç su toplayıcıdan otomatik su örnekleyici ile toplanmıştır. Bu üç menholün akışını ölçmek için portatif akış ölçerler kullanılmıştır. Beyoğlu ve Çatalca bölgelerinin atıksularını toplayan AAT giriş atıksuları katı faz ekstraksiyon yöntemi ile estrakte edildikten sonra sıvı kromatografi-tandem kütle spektrometresi (LC-MS/MS) sistemi ile analizler gerçekleştirilmiştir. Hedef bileşikler için LOD değeri 0.91-151 ng/L, LOQ değeri ise 3-500 ng/L arasında elde edilmiştir. Katı faz ekstraksiyon geri kazanımı ve tekrarlanabilirlik deneyleri sonucunda, (50 mL musluk suyuna 50, 250, 750 ng/L mix solüsyon spike, 50 mL atıksuya 500 ve 1000 ng/L mix solüsyon spike) bileşikler için elde edilen geri kazanım değerleri %80'nin üzerinde, RSD değerleri ise %11.9'un altında elde edilmiştir. Gerçek numunelerin analizleri sonucunda, cannabis (kendir tohumu) araştırılan analitler arasında en yaygın kullanılan madde olarak tespit edilmiştir. Amphetamine, methamphetamine, ecstasy, cocaine, ve cannabis

bileşiklerinin ardışık yedi gün boyunca, iki bölgedeki, ortalama tüketimleri 27.2, 322, 331, 385, ve 1224 mg/day/1000 kişi olarak tespit edilmiştir. İstanbul da elde edilen sonuçlar farklı şehirlerde elde edilen günlük tüketim miktarları ile mukayese edildiğinde Beyoğlundaki cocaine tüketiminin Züriç ile benzer iken Barcelona'daki değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Beyoğlu'nda tespit edilen günlük methamphetamine yükünün ise diğer şehirler ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu, Çatalca'daki methamphetamine yükünün ise güney Avustralya hariç genellikle diğer ülkelerdeki tüketimden yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki izleme bölgesinde de Amphetamine yükü pek çok şehirde tespit edilenden daha düşük bulunmuştur. Ecstasy tüketimi Beyoğlu'nda önemli miktarda yüksek iken, Çatalca'daki kullanım miktarı Berlin'deki ile benzerdir (Mercan ve ark., 2019).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kimyasallar ve Cihazlar

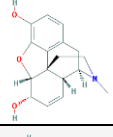
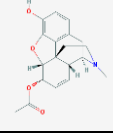
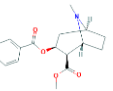
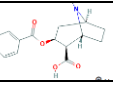
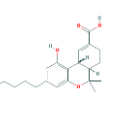
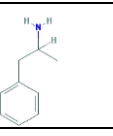
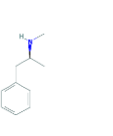
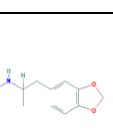
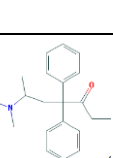
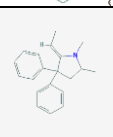
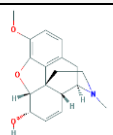
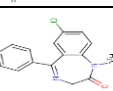
Tablo 3.1’de çalışmada incelenen uyuşturucu bileşik grupları ve bileşik isimleri görülmektedir. Morphine, 6-acetylmorphine, cocaine, benzoylecgonine, (±)-11-nor-9-Carboxy- Δ 9-THC, amphetamine, methamphetamine, 3,4-methylenedioxyamphetamine (±) (ecstasy), methadone, 2-ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine perchlorate (EDDP), codeine, morphine-D3, 6-acetylmorphine-D3, cocaine-D3, benzoylecgonine-D8, (±)-11-nor-9-Carboxy- Δ 9-THC-D3, amphetamine-D8, methamphetamine-D9, -3,4-methylenedioxyamphetamine (±)-MDMA-D5, methadone-D9, EDDP-D3, codeine-D3 standartları Absolute Standards’dan temin edilmiştir.

Uyuşturucu bileşiklerinin konsantrasyonu ve matriks etkisini azaltmak için J.T. Baker marka 24 port vakum manifoldu içeren katı faz ekstraksiyon (solid phase extraction, SPE) sistemi kullanılmıştır. HPLC saflığında metanol, etilasetat, asetonitril, hidroklorik asit (%37), formik asit (%98), amonyum çözültisi (%25) Merck’den temin edilmiştir. 1.2 μ m gözenek çapına sahip glass fiber filtre Whatman’dan, 0.45 μ m nylon membran filtre Sartorius’dan temin edilmiştir. Katı faz ekstraksiyonu için kullanılan Oasis HLB (Hydrophilic Lypophilic) (60 mg, 3 mL) ve Oasis MCX (150 mg, 6 mL) kartuşları Waters Corporation’dan temin edilmiştir (Şekil 3.1). Yüksek saflıkta azot gazı nitrojen jeneratöründen elde edilmiştir (Peak Scientific).

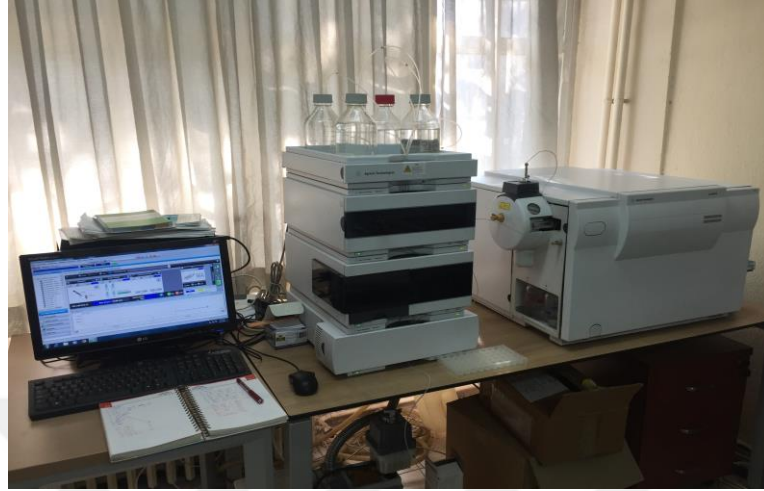


Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Oasis HLB ve Oasis MCX kartuşları

Çizelge 3.1. Proje kapsamında araştırılacak bileşikler ve bazı özellikleri (Pubchem, 2018)

Araştırılacak ilaç ve metabolitleri		Atılım oranı (%)	Molekül ağırlığı (g/mol)	25°C'de çözünürlüğü (mg/L)	LogKow	Pka	Kimyasal yapısı
Eroin	MOR (Morphine)	%42 MOR	285.34	149 (20°C)	-0.1	8	
	6-AM (6-Acetylmorphine)	% 1.3 6-AM	327.38	-	-	-	
Kokain	COC (Cocaine)	% 1-9 ana form	303.36	1800 (22°C)	2.3	8.61	
	BE (Benzoylecgonine)	% 35-54 BE	289	1605	- .32	2.15	
Esrar	THC-COOH ((±)-11-nor-9-Carboxy-Δ ⁹ -THC) (Marijuana)	%0.5 THC-COOH	344	-	-	-	
Amfetaminler	AM (Amphetamine)	%30 ana form	135	2800	1.76	10.1	
	ME (Methamphetamine)	%43 ana form %4-7 AM	149	5*10 ⁵	2.07	9.9	
	MDMA (3,4-metilen dioksi-N-metilamfetamin) (Ecstasy)	%26-65 ana form %1 MDA	193	5400	2.28	9.4	
Metadon	MET (Methadone)	%5-50 ana form	309.45	-	3.93	8.94	
	EDDP (2-etil iden-1,5 dimetil-3,3 difenil pirrodilin)	%3-25 EDDP	277.411	-	-	-	
Kodein	CO (Codeine)	%70 ana form	299.37	9000 (20 °C)	1.19	8.21	
Diazepam	DZP (Diazepam)	%10 ana form	284.74	66	2.82	3.4	

Uyuşturucu bileşiklerinin kantitatif analizleri Agilent marka sıvı kromatografi kütle spektrometre dedektör (liquid chromatography/mass spectrometry, LS/MSD) (şekil 3.2) ile gerçekleştirilmiştir.



şekil 3.2. Sıvı kromatografi kütle spektrometre dedektörü (LC-MS) sistemi (Agilent)

3.2. Atıksu Örneklere

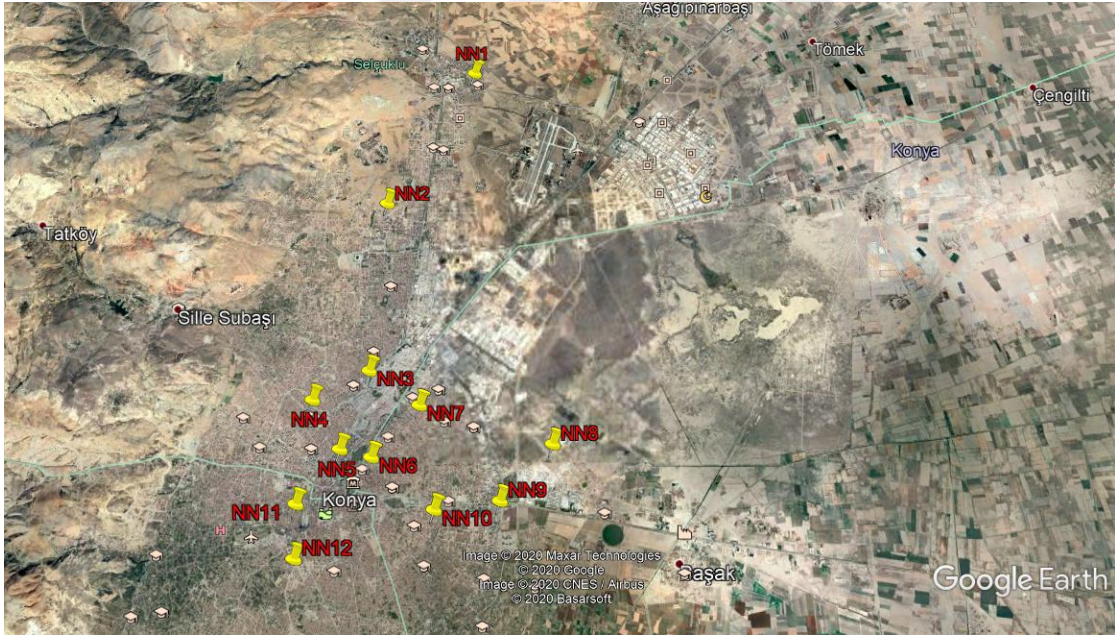
Konya ilinin Selçuklu, Karatay ve Meram ilçelerini kapsayacak şekilde seçilen kanalizasyon sisteminin 12 farklı noktasından atıksu örnekleri alınmıştır. Atıksu örnekleri 26.09.2019 tarihinde hafta içi ve 29.09.2019 tarihinde hafta sonu olarak alınmıştır. Atıksu örneklerinin alındığı noktalar ve noktaların hangi mahallelerden gelen atıksuları içerdiğine dair bilgi Tablo 3.2’de verilmiştir.

Örnekleme noktalarında ilk 6’sı Konya ilinin Selçuklu ilçesinde, 7-8-9-10 numaralı örnekleme noktaları Karatay bölgesinde, 11 ve 12 numaraları örnekleme noktaları ise Meram Bölgesinde bulunmaktadır.

Çizelge 3.2. Kanalizasyon sistemi atıksu örnekleme noktaları

Numune Noktaları	Kapsadığı Mahalleler	İlçe
NN1	Bosna, Kosova, Sancak	Selçuklu
NN2	Beyhekim, Yazır, Binkonutlar, Cumhuriyet, Malazgirt	Selçuklu
NN3	Dumlupınar, Sakarya, Aydınlikevler, Hüsamettin Çelebi	Selçuklu
NN4	Akıncılar, Bedir	Selçuklu
NN5	Nişantaşı	Selçuklu
NN6	Sultanmesut	Selçuklu
NN7	Erenler, Ulubatlı Hasan, Karacıgan	Karatay
NN8	Tatlıcak	Karatay
NN9	Fetih	Karatay
NN10	Doğuş, Mengene, Akebe, Orhangazi	Karatay
NN11	Akşemsettin, Hocacıhan, Şeker, Havzan, Aşkan	Meram
NN12	Harmancık, Arif Bilge, Büyük-Küçük Kovanağzı	Meram

NN: Numune noktası

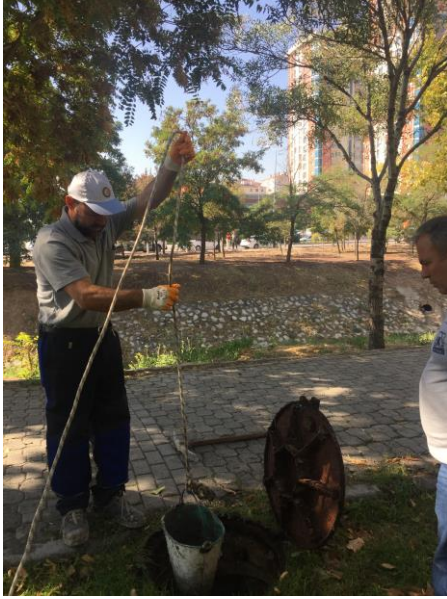


Şekil 3.3. Numune noktalarının harita üzerinde yerlerinin gösterimi

Şekil 3.4 - Şekil 3.15’de kanalizasyon sisteminden atıksu örnekleri alınırken çekilen bazı fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 3.4. Kanalizasyon NN1



Şekil 3.5. Kanalizasyon NN2



Şekil 3.6. Kanalizasyon NN3



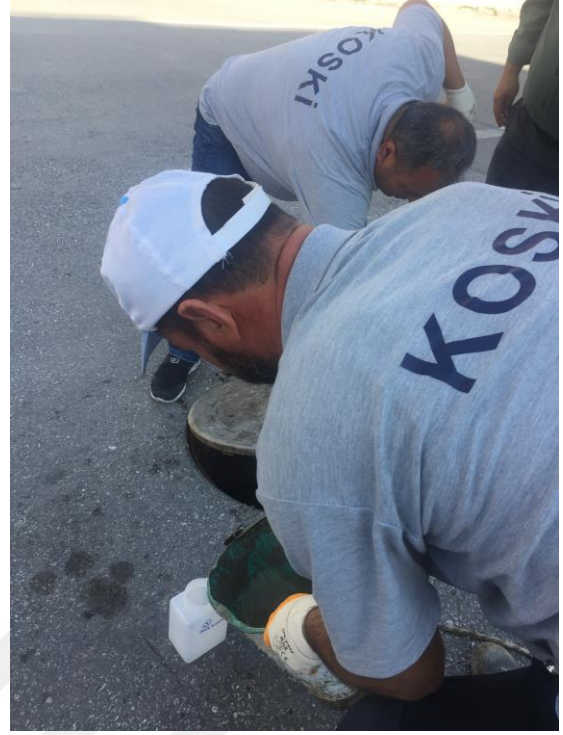
Şekil 3.7. Kanalizasyon NN4



Şekil 3.8. Kanalizasyon NN5



Şekil 3.9. Kanalizasyon NN6



Şekil 3.10. Kanalizasyon NN7



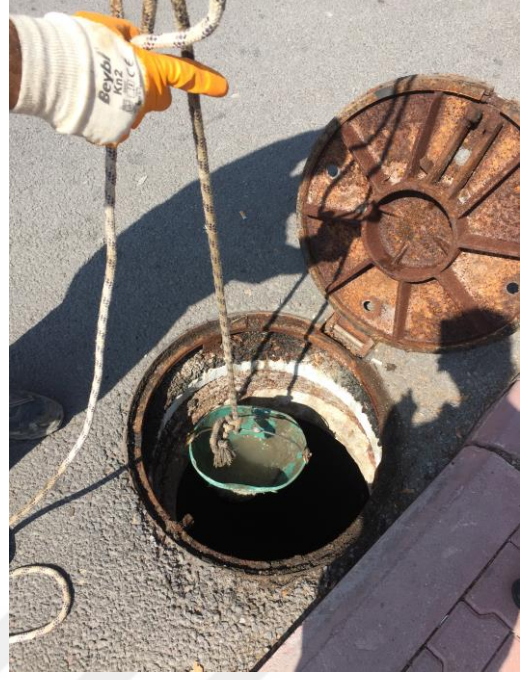
Şekil 3.11. Kanalizasyon NN8



Şekil 3.12. Kanalizasyon NN9



Şekil 3.13. Kanalizasyon NN10



Şekil 3.14. Kanalizasyon NN11



Şekil 3.15. Kanalizasyon NN12

3.3. Atıksu Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Analizleri

Atıksu örneklerinin pH ve EC ölçümleri Hach marka portatif pH ve elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçüm cihazı ile (Şekil 3.16), askıda katı madde (AKM) ölçümleri ise Standart Metotlara göre (APHA, 1992) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.17). KOİ analizleri WTW marka spektrofotometre ile hazır kitler kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.16. Atıksu örneklerinin pH ve Eİ ölçümleri



Şekil 3.17. Atıksu örneklerinin AKM ölçümleri



Şekil 3.18. Atıksu örneklerinin KOİ ölçümleri

3.4. Atıksu Örneklerinin Ön İşlemi ve Ekstraksiyonu

Atıksu örnekleri 1.2 μm gözenek çapına sahip cam fiber filtreden süzildükten sonra 0.45 μm gözenek çapına sahip nylon membran filtreden geçirilmiştir (Şekil 3.19). Su örneklerinin ön ekstraksiyonu SPE sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Atıksu örneklerinde bulunan uyuşturucu ve metabolitlerinin tespiti için kullanılacak analitik prosedür EPA Method 1694 (US EPA, 2007) esas alınarak bazı modifikasyonlar ile geliştirilmiştir. Ekstraksiyon metodunun şartlarını optimize etmek için Oasis HLB ve Oasis MCX kartuşları farklı şartlarda çalışılmıştır. Hedef bileşiklerin atıksudan yüksek geri kazanım verimini belirlemek için bileşik gruplarına ait tüm bileşikleri içeren standart karışımın uygun konsantrasyonu nihai konsantrasyon 50 ng/L, 200 mL saf su içerisine spike edilmiştir. Spike çalışmaları sonucunda elde edilen numuneler katı faz ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edilerek geri kazanım değerleri tespit edilmiştir. Ekstraksiyon için literatürde uyuşturucu bileşiklerinin tespiti için kullanılan üç farklı yöntem denenmiştir. Bunlar:



Şekil 3.19. Atıksu örneklerinin ön işlemi

İlk yöntemde, Oasis HLB kartuş (200 mg, 6 cc) 2x2.5 mL methanol, ardından 2x2.5 mL saf su ile yaklaşık 2 mL/dk akış hızında şartlandırıldıktan sonra spike bileşikleri içeren 200 mL numune yaklaşık 1 mL/dk akış hızında kartuşa yüklenmiştir. Numune ön konsantrasyonundan sonra kartuş içerisindeki fazla suyun uzaklaştırılması için 15 dakika süresince kartuştan hava geçirilmiştir. Kartuş içerisindeki bileşiklerin elüsyonu 4x2.5 mL methanol ile yaklaşık 1 mL/dak akış hızında gerçekleştirilmiştir. Ekstrakt azot gazı altında kuruyana kadar buharlaştırılmış ve 400 μ L methanol içerisinde yeniden çözülmüştür. Hedef bileşiklerin kantitatif analizleri LC/MS sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

İkinci yöntem de, Numunelerin pH'ını ayarlamak için 0.1 N HCl ve NaOH çözeltileri kullanılmıştır. Oasis MCX kartuş (150 mg, 6 cc) 2x3mL methanol, ardından 2x3 mL pH'ı 2 olan saf su ile yaklaşık 2 mL/dak akış hızında şartlandırıldıktan sonra

spike bileşikleri içeren 200 mL numune yaklaşık 1 mL/dak akış hızında kartuşa yüklenmiştir. Numune ön konsantrasyonundan sonra kartuş içerisindeki fazla suyun uzaklaştırılması için 15 dakika süresince kartuştan hava geçirilmiştir. Kartuş içerisindeki bileşiklerin elüsyonu 2x2.5 mL metanol, 2x.5 mL %5 amonyum çözeltisi içeren metanol ile yaklaşık 1 mL/dak akış hızında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen eluatlar birleştirilerek ekstrakt azot gazı altında kuruyana kadar buharlaştırılmış ve 400 µL metanol içerisinde yeniden çözülmüştür. Hedef bileşiklerin kantitatif analizleri LC/MS sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

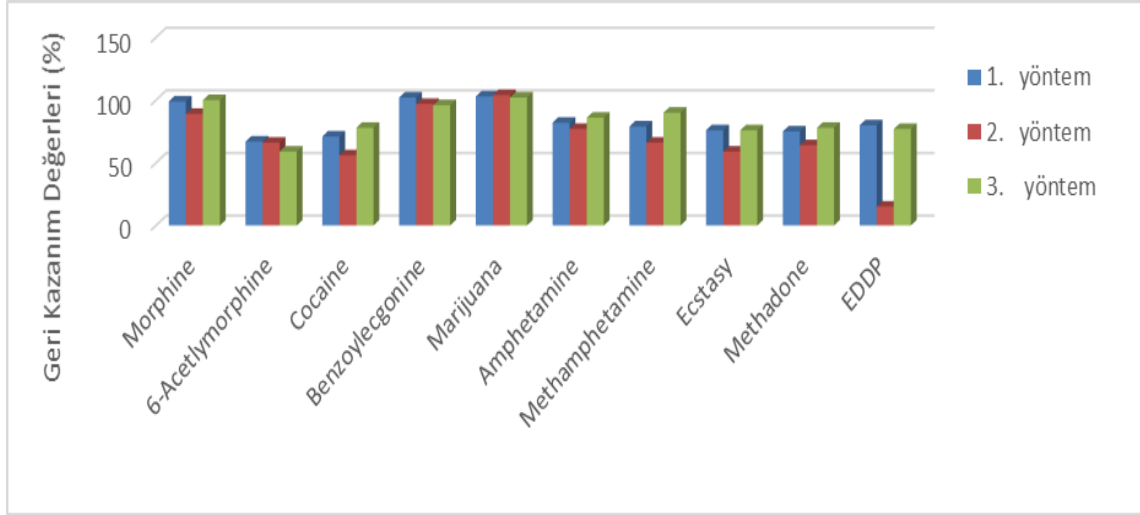
Son yöntemde ise, Oasis HLB kartuş (200 mg, 6 cc) 2 mL etilasetat, 2 mL metanol ve 2 mL safsu ile yaklaşık 2 mL/dak akış hızında şartlandırıldıktan sonra spike bileşikleri içeren 200 mL numune yaklaşık 1 mL/dak akış hızında kartuşa yüklenmiştir. Numune ön konsantrasyonundan sonra kartuş içerisindeki fazla suyun uzaklaştırılması için 15 dakika süresince kartuştan hava geçirilmiştir. Kartuş içerisindeki bileşiklerin elüsyonu 2x1 mL metanol, 2x1 mL etilasetat ile yaklaşık 1 mL/dak akış hızında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktlar birleştirildikten sonra azot gazı altında kuruyana kadar buharlaştırılmış ve 400 µL metanol içerisinde yeniden çözülmüştür. Hedef bileşiklerin kantitatif analizleri LC/MS sistemi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.20. Atıksu örneklerinin SPE işlemi

Şekil 3.21’de hedef bileşiklere ait geri kazanım değerleri verilmiştir. Elde edilen sonuçlar içerisinde uyuşturucu bileşik ve metabolitleri için yüksek geri kazanım veriminin ve düşük %RSD değerlerinin elde edildiği 1. ekstraksiyon yöntemin atıksu numunelerinin analizi için kullanılması uygun bulunmuştur. Geri kazanım verimini

kontrol etmek için hedef bileşiklere ait döteryum standartlar ekstraksiyondan önce atıksu içerisine spike yapılmış ve elde edilen geri kazanım verimleri dikkate alınarak miktar düzeltmesi yapılmıştır.



Şekil 3.21. Hedef bileşiklere ait elde edilen geri kazanım değerleri (%)

3.5. Validasyon Çalışması

Elde edilen deneysel verilerin analitik kalitesi blank numuneler, standart bileşik geri kazanımı, LC/MS kalibrasyonu ve tune yapılması, dedeksiyon limiti (limit of detection, LOD) ve kantifikasyon limiti (limit of quantification, LOQ) değerleri, doğrusal cevap aralığı, lineerlik, doğruluk, kesinlik ve tekrarlanabilirlik gibi değerlerle ölçülebilir. Böylelikle analizler esnasında meydana gelebilecek hataların minimuma indirgenmesi ile kalite güvencesi sağlanmış ve kalite kontrolü gerçekleştirilmiş olur.

LOD değerleri analizleri yapılan bileşiklerin seyreltilmiş standart solusyonlarının enjeksiyonları sonucunda tespit edilmiştir. LC/MS sisteminde cihazın optimum çalışma şartları belirlendikten sonra enjekte edilen doğrusal cevap aralığındaki standart çözeltide her bir bileşiğe ait S/N oranları software programı vasıtasıyla tespit edilmiştir. S/N oranı 3'e karşılık gelen standart çözelti konsantrasyonu dedeksiyon limiti, S/N oranı 10'a karşılık gelen standart çözelti konsantrasyonu kantifikasyon limitini tanımlamaktadır. LOD ve LOQ değerleri aşağıdaki Eşitlik (3.1) ve Eşitlik (3.2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{LOD} = \frac{3 \times \text{standart çözelti konsantrasyonu}}{\text{S/N oranı}}$$

Eşitlik (3.1)

$$LOQ = \frac{10 \times \text{standart çözelti konsantrasyonu}}{S/N \text{ oranı}} \quad \text{Eşitlik (3.2)}$$

Bir analizde elde edilen sonuçların birbirine yakınlığı veya ortalama değerle herhangi bir değer arasındaki fark kesinlik, analitik yoldan bulunabilecek en güvenilir değerle doğru değer veya doğru kabul edilebilir değer arasındaki fark ise doğruluk olarak tanımlanmaktadır. Kesinlik bir metoda veya cihaza has bir özellik olup kesinliği yüksek olan sonuçların doğruluk değerleri de yüksektir. Yapılan bir analizin kesinliği verilmezse analiz kantitatif bir anlam taşımaz. Kesinlik standart sapma, bağıl standart sapma, varyans, varyasyon katsayısı, yayılma gibi değerlerle hesaplanabileceği gibi bunlardan yararlanılarak hesaplanan tekrarlanabilirlik ve uyarlık kesinlik ölçüleri ile de tespit edilebilir. Her bir bileşik için metodun ve analiz işlemlerinin kesinliği tekrarlanan ölçüm sonuçlarının %RSD (Relatif Standart Sapma) değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. %RSD değerleri Eşitlik (3.3) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{Eşitlik (3.3)}$$

Burada; %RSD Relatif Standart Sapma, SD Standart Sapma, \bar{X} Ortalama değer'dir.

3.6. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi (HPLC-MS) ve HPLC-MS/MS Analizleri

Uyuşturucu ve metaboliti hedef bileşiklerin kantitatif analizleri Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi (High Performance Liquid Chromatography–Mass Spectrometry, HPLC-MS) ve HPLC-MS/MS sistemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analitlerin ayrılması Agilent Poroshell 120 EC-C18 (3.0x100 mm, 2.7 µm) kolon ile donatılmış Agilent 1260 HPLC sistemi ile gerçekleştirilmiştir. HPLC sistemleri pozitif iyon modunda elektro sprey iyonizasyon (ESI) ile işletilmiştir. Öncelikle 1 ng/µL konsantrasyonunda hazırlanan her bileşiğe ait standart scan modda çalışılarak protonlanmış ürün iyonu [M+H]⁺ tespit ve kantifikasyon için belirlenmiştir. Bunun için kullanılan ikili taşıyıcı faz taşıyıcı faz A (%0.5 formik asit ve 2 mM amonyum format içeren su) ve taşıyıcı faz B (methanol)'den oluşmaktadır. Başlangıç taşıyıcı faz oranı %90 (A): %10 (B) olup 1 dak boyunca bu oranda tutulmuştur. Sonra taşıyıcı faz B lineer olarak 3 dak içinde %30'a, 8 dak içinde %70'e, 2 dak içinde %95'e çıkartılmış ve 2 dak bu oranda tutulmuştur. Başlangıç

taşıyıcı faz şartlarına tekrar dönülerek, gelecek enjeksiyondan önce 4 dak bu şartlarda çalışma gerçekleştirilmiştir. Taşıyıcı faz akış hızı 0.5 mL/dak, kolon sıcaklığı 35°C ve enjeksiyon hacmi 2 µL'dir. Hedef bileşiklere ait analitik parametreler Tablo 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Hedef bileşikler için LC-MS/MS sistemine ait analitik parametreler

Bileşik ismi	Alınma zamanı (dak)	Precursor (m/z)	Product-1 (m/z)	Collision energy-1 (V)	Product-2 (m/z)	Collision energy-2 (V)
Morphine	3.00	286.2	165	-35	153	-45
6-Acetylmorphine	5.65	328.2	165.1	-30	211	-24
Cocaine	6.36	304.2	182.1	-16	82	-48
Benzoylcegonine	6.42	290.1	77	-60	167.8	-17
Marijuna	10.75	345	327	-10	299	-17
Amphetamine	6.08	136.1	119	-2	91	-12
Methamphetamine	6.06	150	118.9	-9	90.9	-17
Ecstasy	6.01	194.1	163.1	-8	105.1	-24
Methadone	7.23	310.2	265.2	-12	105	-28
EDDP	6.84	278.2	234	-15	186	-25
Codeine	5.43	300.2	165.1	-40	128.1	-60
Diazepam	8.63	285.1	193.1	-32	154.1	-24

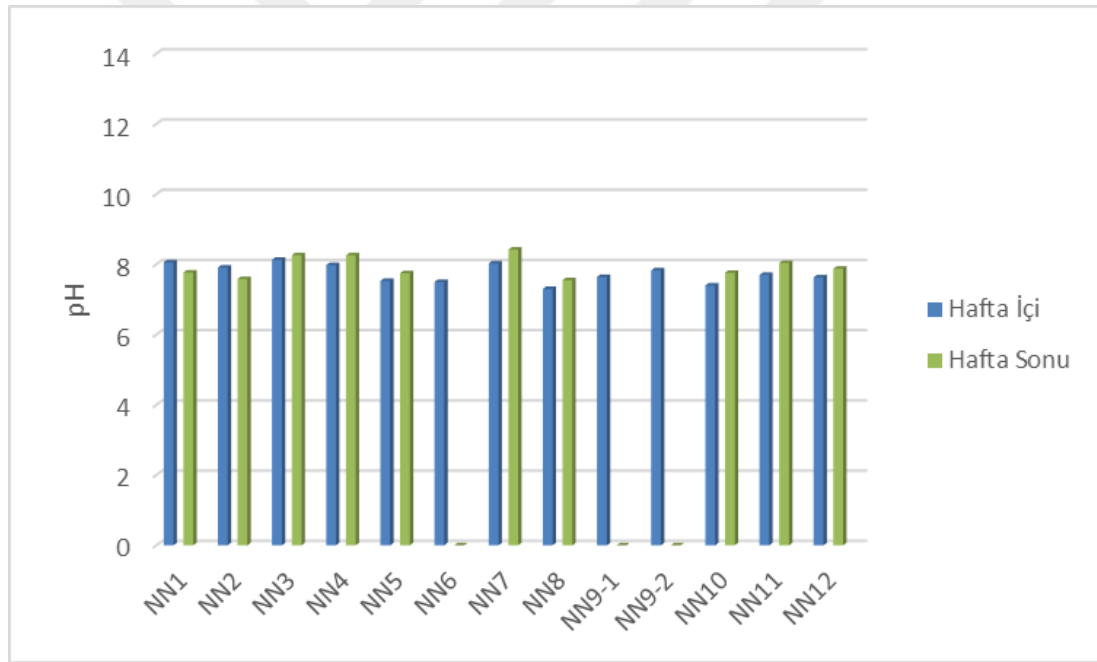
Çizelge 3.4. Hedef bileşiklere ait analitik parametreler

Bileşik ismi	Lineer aralık (µg/L)	R ²	LOD (ng/L)	LOQ (ng/L)
Morphine	0-50	0.999	0.002	0.008
6-Acetylmorphine	0-50	0.999	2.705	9.017
Cocaine	0-50	0.998	0.001	0.005
Benzoylcegonine	0-50	0.997	0.064	0.215
Marijuna	0-50	0.997	9.220	30.73
Amphetamine	0-50	0.999	0.522	1.740
Methamphetamine	0-50	0.999	0.001	0.003
Ecstasy	0-50	0.999	0.001	0.006
Methadone	0-50	0.998	0.001	0.001
EDDP	0-50	0.998	0.001	0.004
Codeine	0-50	0.999	1.228	4.093
Diazepam	0-50	0.998	0.049	0.165

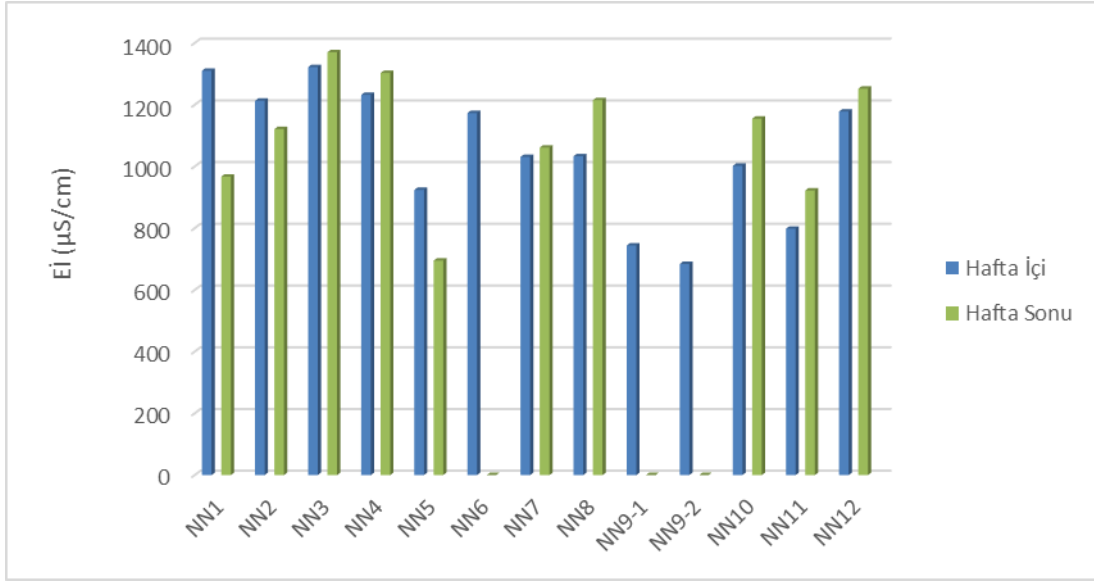
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Atıksu Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Analiz Sonuçları

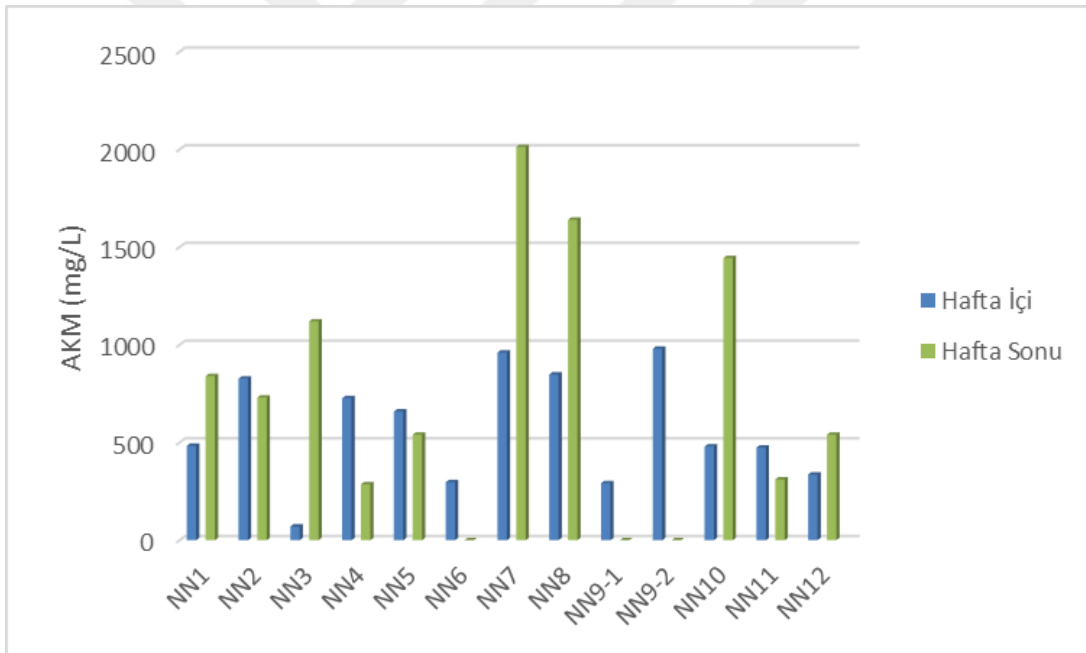
Şekil 4.1 - Şekil 4.4 kanalizasyon sisteminden hafta içi ve hafta sonu alınan atıksu örneklerinin pH, Eİ, AKM ve KOİ analiz sonuçları verilmiştir. Hafta içi örneklerinde pH değerinin 7.1-8.2, Eİ değerinin 668-1320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, AKM değerinin 72-988 mg/L, KOİ değerinin 115-520 mg/L arasında değiştiği görülmektedir. Hafta sonu alınan örneklerinde pH değerinin 7.58-8.45, Eİ değerinin 696-1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, AKM değerinin 280-2020 mg/L, KOİ değerinin 200-530 mg/L arasında değiştiği görülmektedir. Atıksu örneklerinin hafta sonu ve hafta içi fiziko-kimyasal analiz sonuçları mukayese edildiğinde pH, Eİ ve KOİ değerlerinin çok farklılık göstermediği, ancak hafta sonu AKM değerlerinin genellikle daha yüksek olduğu görülmektedir.



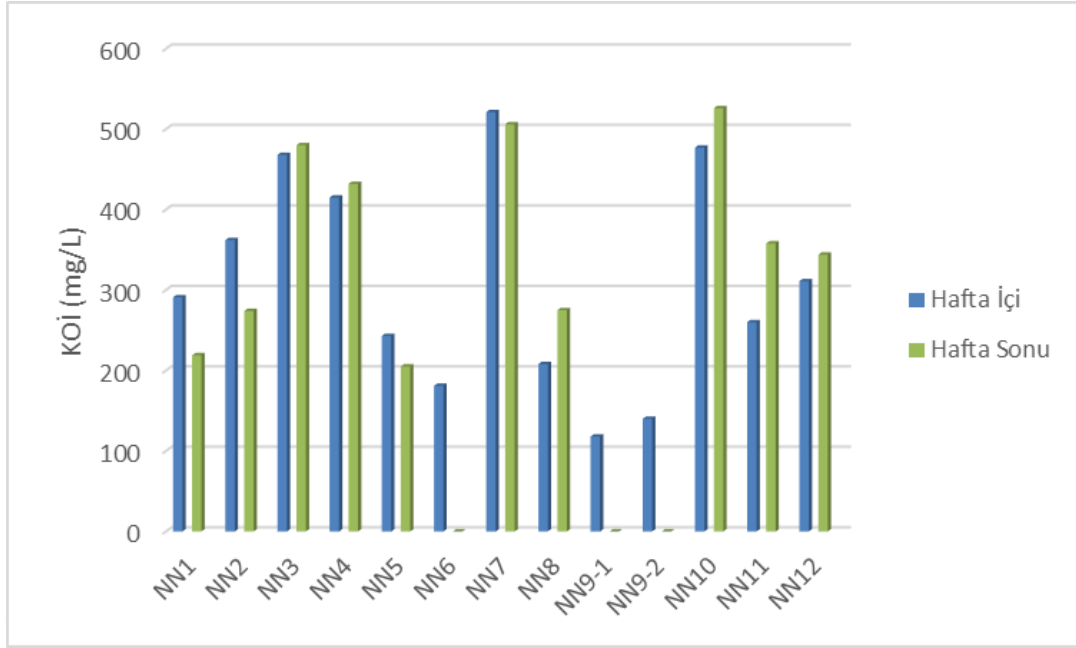
Şekil 4.1. Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin pH sonuçları



Şekil 4.2. Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin Eİ sonuçları



Şekil 4.3. Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin AKM sonuçları

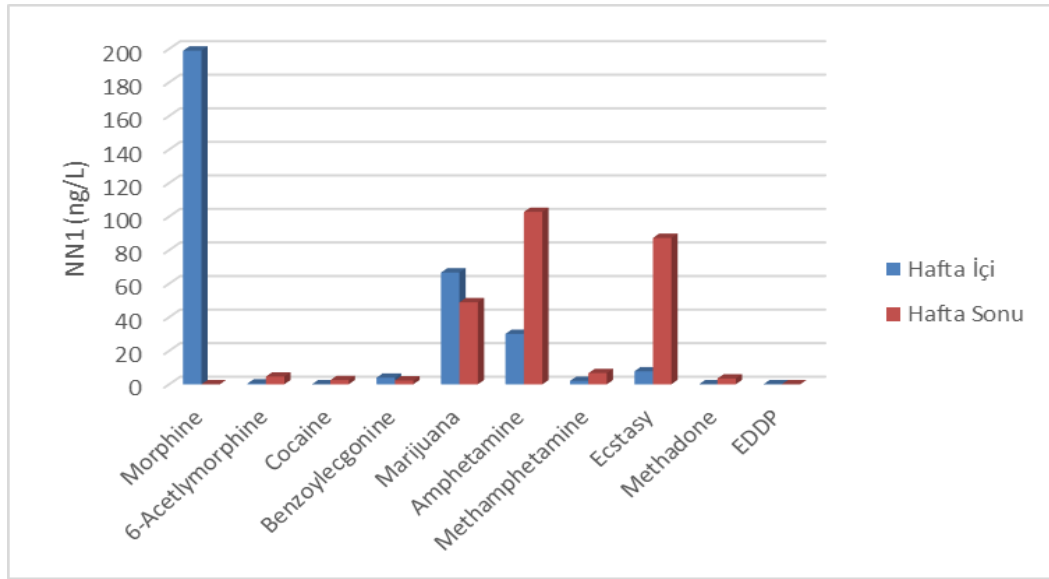


Şekil 4.4. Kanalizasyondan alınan atıksu örneklerinin KOİ sonuçları

4.2. Kanalizasyon Sisteminde Tespit Edilen Uyuşturucu Maddelerin Konsantrasyonları

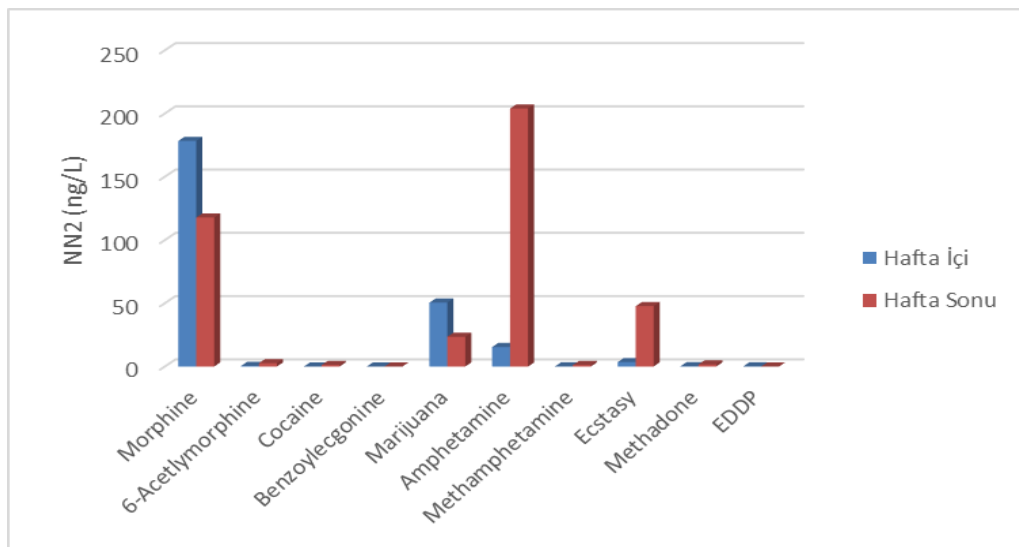
Kentsel atıksu kanalizasyon sisteminde tespit edilen uyuşturucu maddelerinin numune noktalarına göre değerlendirilmesi yapıp grafiksel olarak şekillendirildi.

Şekil 4.5’de gösterildiği üzere NN1 noktasından alınan numunelerden elde edilen sonuçlara göre 199 ng/L konsantrasyon seviyesi ile hafta içi morphine değeri diğer maddelere göre en fazla tüketim göstermiştir. Hafta içi en çok kullanılan diğer maddeler ise sırasıyla 66.6 ng/L ile marijuna ve 30.1 ng/L konsantrasyon seviyesi ile amfetaminedir. Hafta sonu 103 ng/L tüketimi tespit edilen amfetamine maddesini 87.3 ng/L ecstasy takip etmiştir. Hafta sonu tüketimi eser miktarda olan maddeler ise morphine ve EDDP’dir.



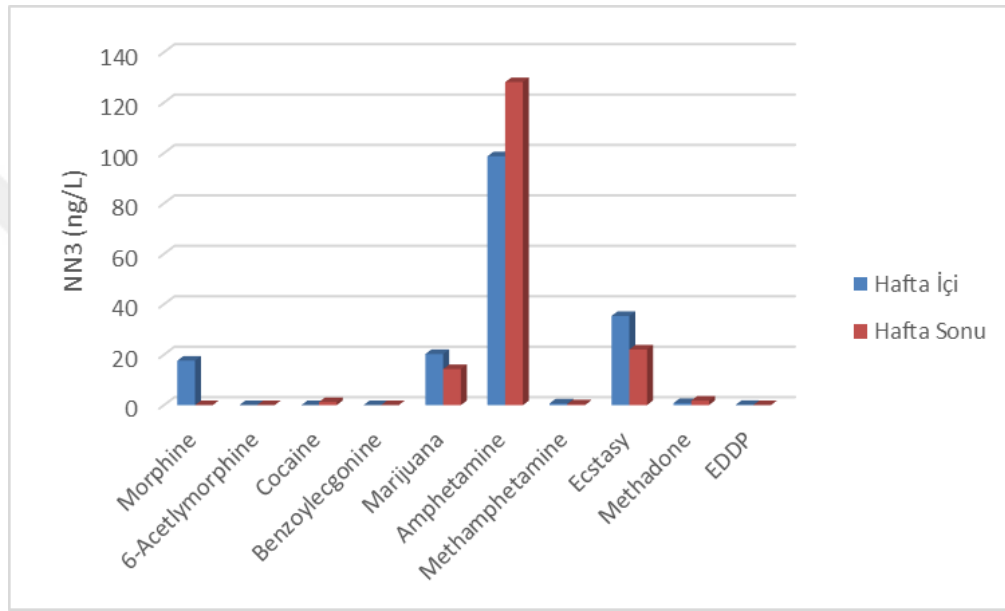
Şekil 4.5. NN1’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN2’de tespit edilen en yüksek değerdeki madde amfetamine olup 204 ng/L olarak hafta sonu ölçülmüştür. Hafta içi tespit edilen amfetamine değeri ise 15.4 ng/L’dir. Hafta sonu tüketilen diğer bir madde ise 118 ng/L konsantrasyondaki morphine’dir. Morphine maddesi hafta içi 178 ng/L tespit edilme seviyesine göre en fazla tüketimi göstermiştir. Benzoylcegonine, NN2’de tüketimi hafta içi de hafta sonu da dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Hafta içi 0.005 ng/L konsantrasyonla en az tüketilen madde cocaine olmuştur. EDDP ise 0.095 ng/L ile cocaine’i takip etmiştir. Hafta sonu EDDP tüketimi ise görülmemiştir.



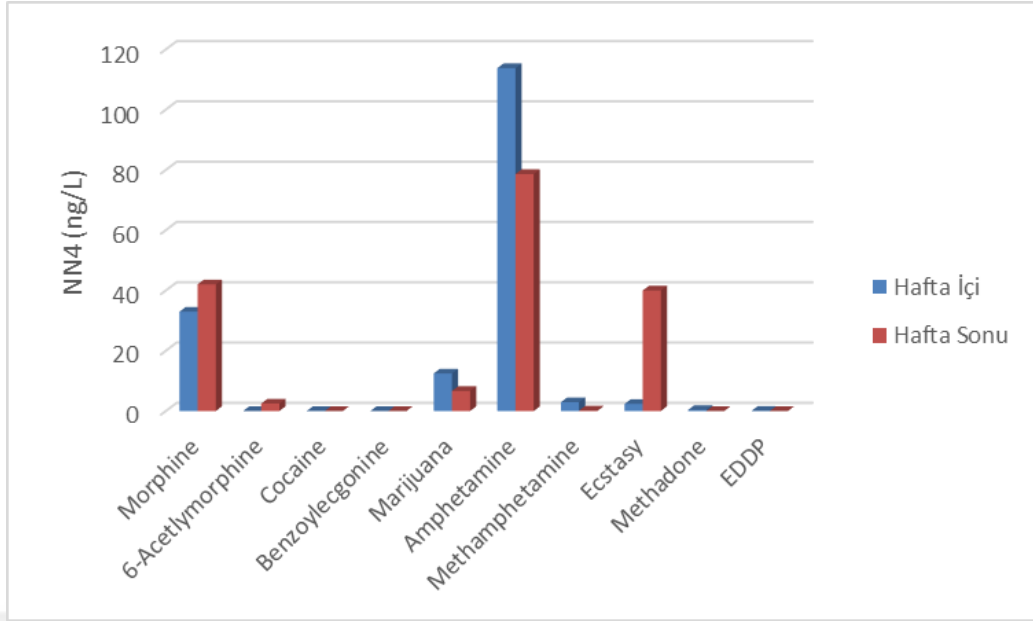
Şekil 4.6. NN2’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere NN3 grafiğinde amfetamine sütunu dikkat çekmektedir. En fazla kullanılan madde hafta sonu 128 ng/L ve hafta içi 98.7 ng/L konsantrasyonla amfetamine’dir. 6-Acetylmorphine ve benzoylecgonine maddelerinin kullanımına NN3 bölgesinde dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Hafta içi cocaine maddesi 0.003 ng/L en az kullanımı tespit edilirken bu maddeyi EDDP takip etmiştir. Hafta sonu EDDP kullanımı gözlenmemiştir. NN3 bölgesinde ecstasy (35.4 ng/L) hafta içi en çok tüketimin olduğu ikinci madde olmuştur.



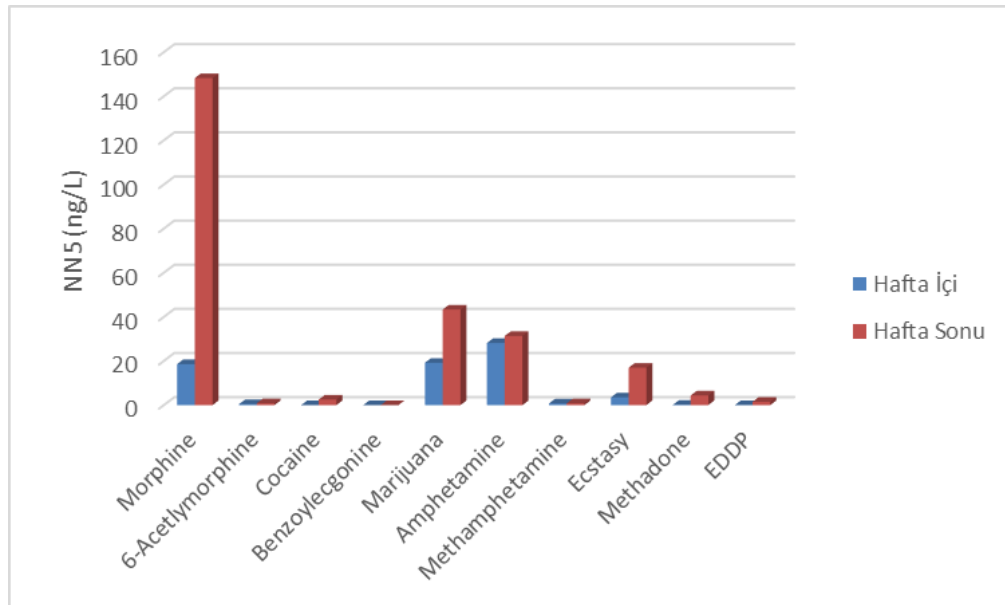
Şekil 4.7. NN3’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN4 tespit edilen verilere göre amfetamine kullanımı hafta boyunca en yüksek skalaya sahip olmuştur (Şekil 4.8). Amfetamine’nin hafta içi tespit edilen miktarı 114 ng/L, hafta sonu tespit edilen tüketim miktarı ise 78.6 ng/L’dir. Hafta sonu bu yüksek verileri morphine maddesi (42 ng/L) devam ettirmiştir. Ecstasy ise hafta sonu 40 ng/L konsantrasyonla takip etmiştir. Hafta içi diğer bir yüksek veri morphine maddesinde görülmüştür. Benzoylecgonine maddesi ise hafta boyunca dedeksiyon limiti altında kalmıştır. EDDP (0.079 ng/L), cocaine (0.009 ng/L) ve methadone (0.375 ng/L) maddeleri hafta içi en düşük kullanıma sahipken hafta sonu dedeksiyon limiti altında kalmıştır.



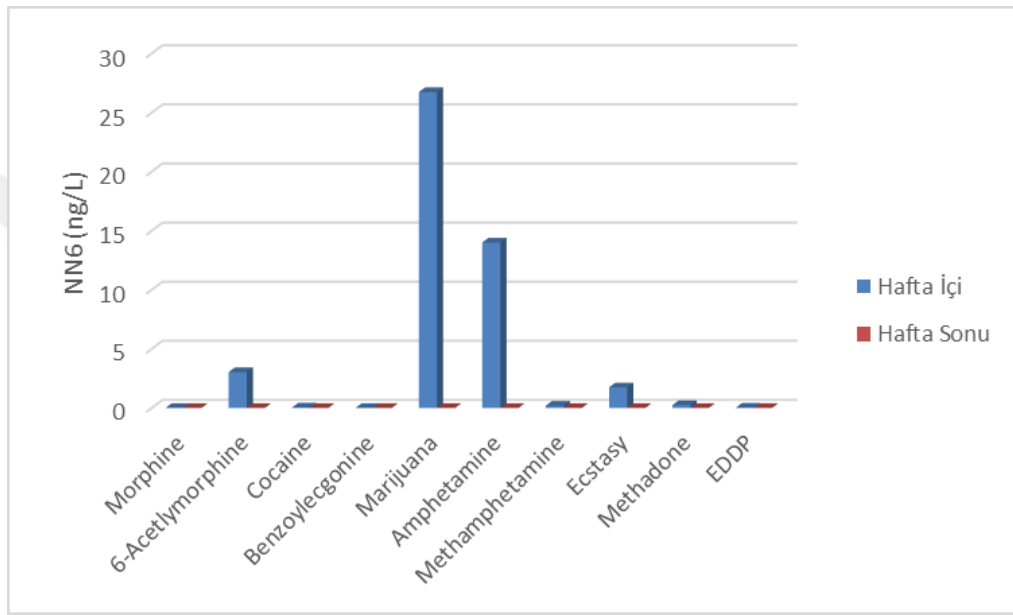
Şekil 4.8. NN4'de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

Morphine kullanımı NN5 bölgesinde 148 ng/L seviyesiyle hafta sonu zirvedeyken hafta içi ise 18.6 ng/L olarak tespit edilmiştir. Hafta sonu marijuana 43,3 ng/L konsantrasyona erişmiş, hafta içi ise 19.2 ng/L seviyesinde gözlemlenmiştir. Şekil 4.9'daki grafiğinde amphetamine seviyesi hafta içi (28.2 ng/L) ve hafta sonu (31.4 ng/L) birbirine yakın değer göstermiştir. Benzoylcegonine dedeksiyon limiti altında kalmıştır.



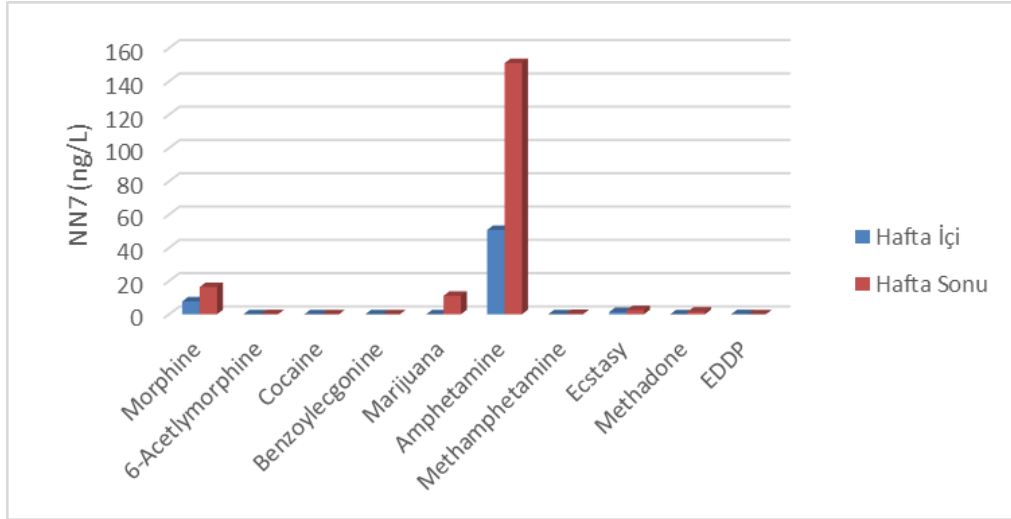
Şekil 4.9. NN5'de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN6 bölgesinden hafta sonu örnek alınmamıştır. Hafta içi ise marijuana maddesi 26.7 ng/L konsantrasyon seviyesi ile en çok tüketilen madde olarak tespit edilmiştir. 14 ng/L ile amfetamine, marijuana maddesini takip etmiştir. En az tüketilen maddeler ise EDDP (0.027 ng/L), cocaine (0.045 ng/L) ve methamphetamine (0.190 ng/L) olmuştur. Morphine ve benzoylecgonine maddeleri ise dedeksiyon limiti altında kalmıştır. (Şekil 4.10)



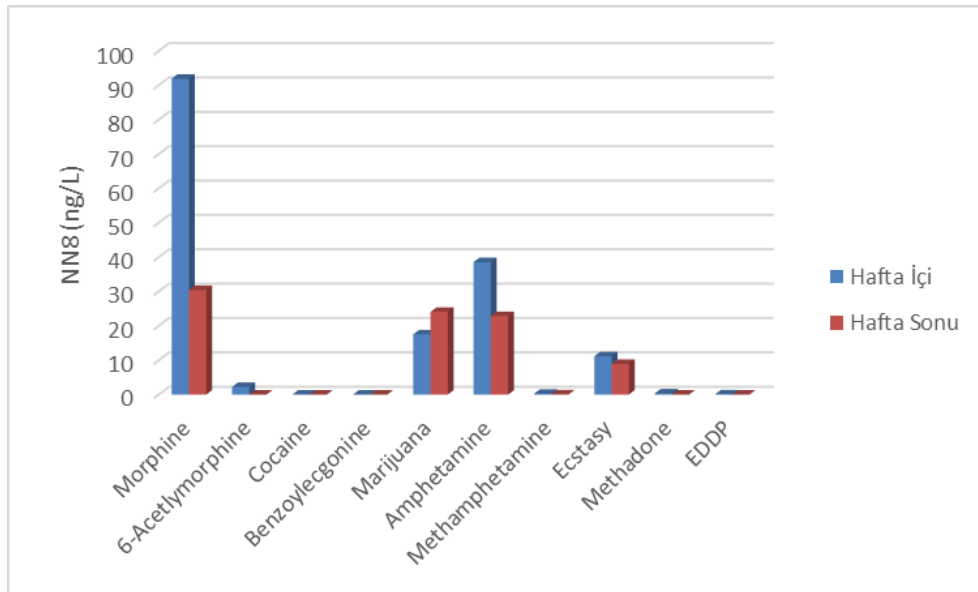
Şekil 4.10. NN6'de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

Şekil 4.11'de görüldüğü üzere NN7 bölgesinde amphetamine maddesi en yüksek tespit edilen maddedir. Hafta sonu kullanımı (151 ng/L) hafta içi (50.7 ng/L) kullanımından oldukça yüksektir. Şekildeki grafik üzerinde de görüldüğü gibi hafta sonu morphine konsantrasyonu 16.4 ng/L seviyesi ile amphetamine'i takip etmiştir. NN4 bölgesinde benzoylecgonine dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Cocaine ise 0.004 ng/L hafta içi eser miktarda tespit edilip hafta sonu bulunmamıştır. Hafta içi dedeksiyon limiti altında kalan diğer maddeler ise 6-acetylmorphine ve marijuana'dır. Hafta sonu ise EDDP dedeksiyon limiti altında kalan bir diğer maddedir.



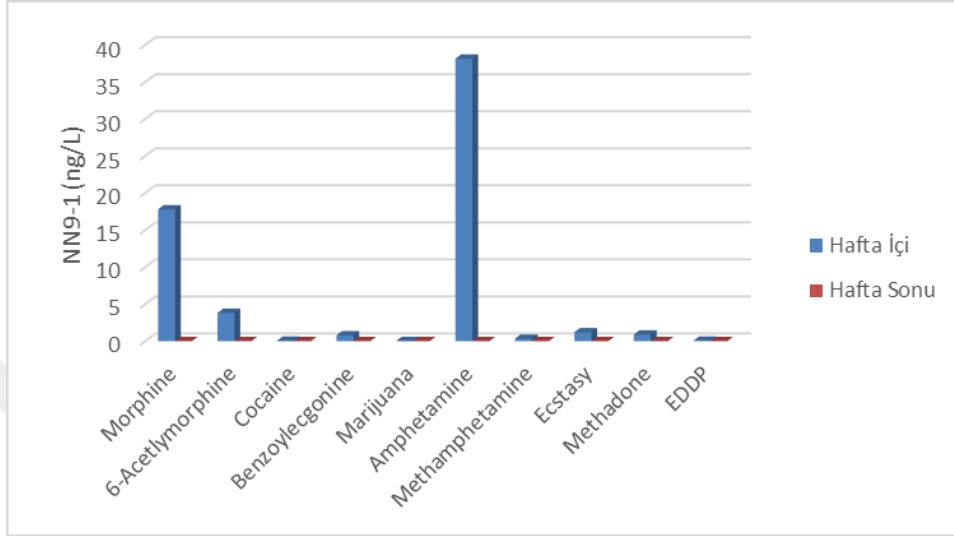
Şekil 4.11. NN7’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

Morphine NN8 bölgesinde hafta içi en çok tüketilen madde olmuştur (Şekil 4.12). Hafta içi morphine tüketimi 91.9 ng/L, hafta sonu ise 30.4 ng/L tespit edilmiştir. Hafta içi çok tüketilen bir diğer madde ise 38.6 ng/L konsantrasyon değeri ile amphetamine’dir. Hafta sonu en yüksek tüketilen madde morphineden sonra marijuana (24.1 ng/L) olmuştur. Benzoyllecgonine maddesi NN8 bölgesinde dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Hafta sonu 6-acetylmorphine, cocaine, methadone ve EDDP maddeleri de bu bölgede dedeksiyon limiti altında kalmıştır.



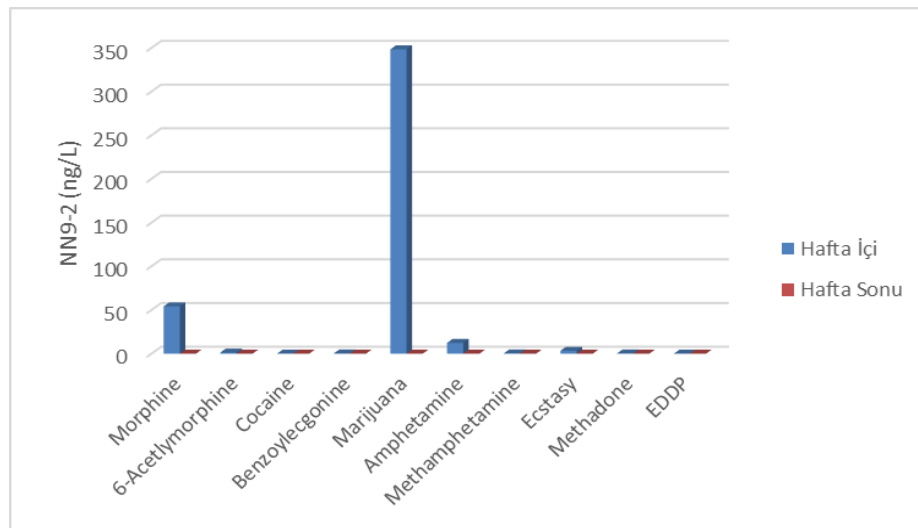
Şekil 4.12. NN8’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

Şekil 4.13’de görüldüğü gibi NN9-1 bölgesinde hafta sonu analiz yapılmamıştır. Hafta içi ise amfetamine (38.1 ng/L) en çok tespit edilen madde olup onu morphine (17.8 ng/L) ve 6-acetylmorphine (3.8 ng/L) maddeleri takip etmiştir. Marijuana ise bölgede tespit edilmemiştir.



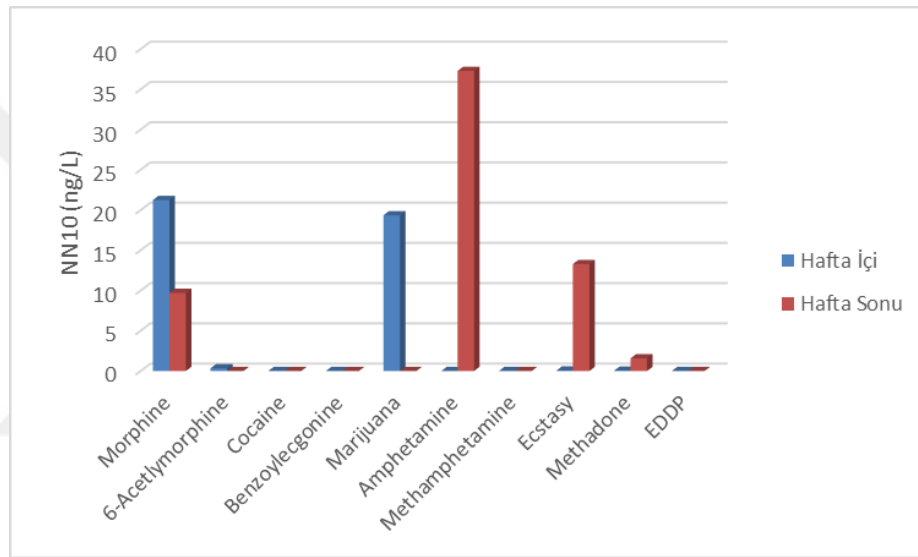
Şekil 4.13. NN9-1’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN9-2 noktasından hafta sonu örnek alınmamıştır (Şekil 4.14). Hafta içi ise marijuana kullanımının 348 ng/L konsantrasyonla en çok kullanılan madde olduğu tespit edilmiştir. Morphine ise 54.1 ng/L bulunurken 12.3 ng/L ile amfetamine maddesine rastlanmıştır. EDDP maddesi ise dedeksiyon limiti altında kalmıştır.



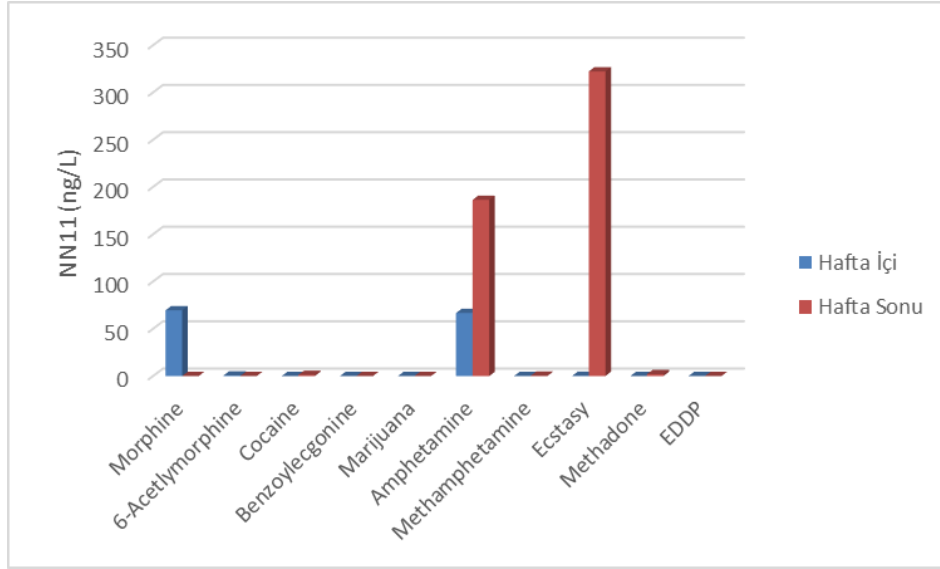
Şekil 4.14. NN9-2’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN10 örnek noktasından alınan verilere göre cocaine, benzoylecgonine ve EDDP maddeleri dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Amphetamine ise hafta içi kullanımı görülmezken hafta sonu 37.3 ng/L konsantrasyon seviyesi ile en çok tespit edilen madde olmuştur. Hafta sonu yüksek kullanımı 13,3 ng/L ile ecstasy, 9.72 ng/L ile morphine ve 1.59 ng/L ile de methadone takip etmiştir. Şekil 4.15’de de görüldüğü gibi hafta sonu başka madde tespit edilmemiştir. Hafta içi en yüksek tespit edilen madde morphine (21.3 ng/L) olmuştur. Morphine’i 19.4 ng/L seviyesi ile marijuana takip etmiştir.



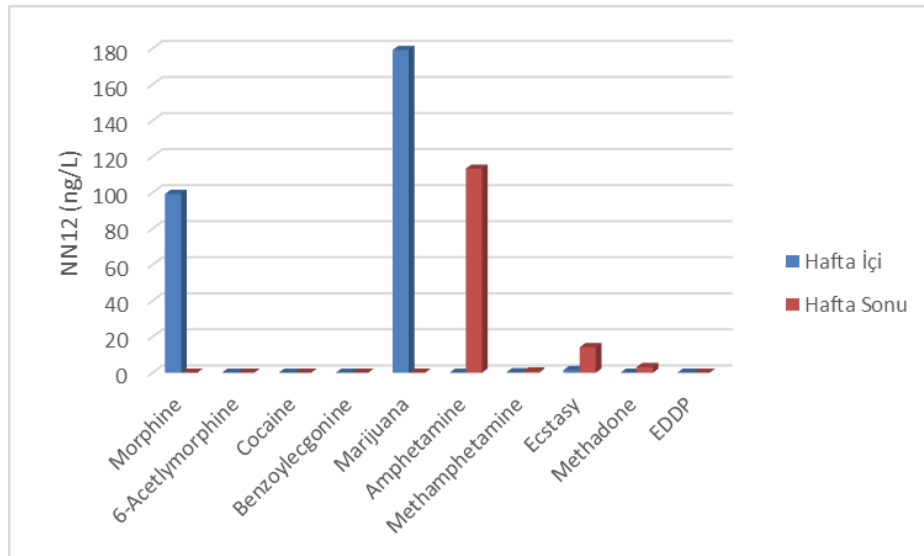
Şekil 4.15. NN10’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN11 bölgesine ait şekil 4.16’deki grafikte de görüldüğü üzere ecstasy 322 ng/L konsantrasyon seviyesi ile en çok tespit edilen madde olmuştur. Ecstasy hafta sonu böyle yüksek rakama ulaşırken hafta içi ise tam tersi bir bulgu ile 0.219 ng/l seviyesinde elde edilmiştir. Hafta sonu bir diğer yüksek tespit edilen madde ise 186 ng/L amphetamine’dir. Hafta içi en çok tespit edilen maddeler 69.6 ng/L ile morphine ve 66.7 ng/L ile amphetamine’dir. Benzoylecgonine, Marijuna ve EDDP maddeleri ise dedeksiyon limiti altında kalmıştır.



Şekil 4.16. NN11’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

NN12 bölgesinde 6-acetylmorphine, cocaine, benzoylcegonine ve EDDP maddeleri dedeksiyon limiti altında kalmıştır (Şekil 4.17). Hafta içi morphine değeri 99.2 ng/L ölçülürken hafta sonu morphine dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Aynı şekilde marijuana hafta sonu tespit edilmezken hafta içi 179 ng/L seviyesi ile en çok tespit edilen madde olmuştur. Amphetamine hafta sonu 113 ng/L seviyesinde tespit edilmiştir. Hafta içi amphetamine maddesi dedeksiyon limiti altında kalmıştır.



Şekil 4.17. NN12’de ölçülen uyuşturucu madde sonuçları, (ng/L)

Çizelge 4.1. Codeine ve diazepam maddelerinin numune noktalarına göre hafta içi ve hafta sonu değerleri

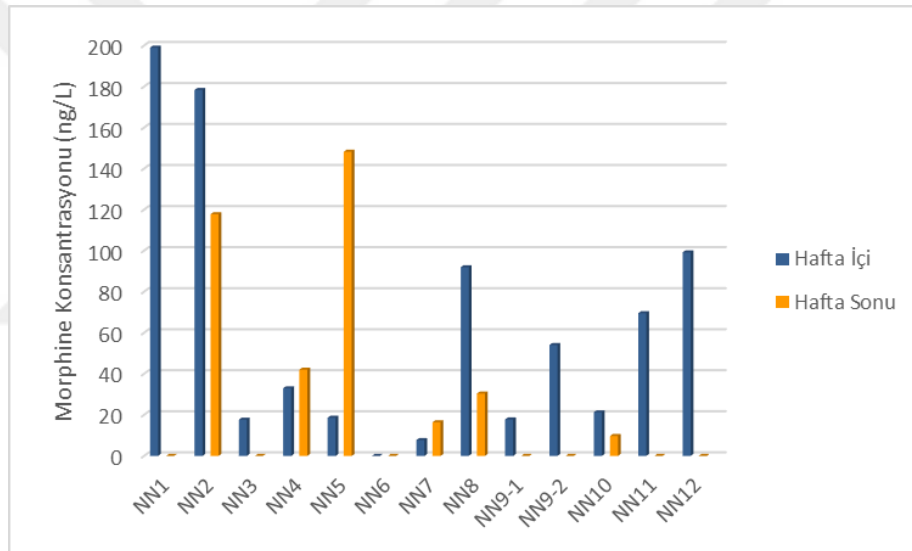
	Codeine		Diazepam	
	Hafta İçi	Hafta Sonu	Hafta İçi	Hafta Sonu
NN1	188	405	0.730	<dl
NN2	338	459	0.067	<dl
NN3	111	531	<dl	<dl
NN4	107	190	0.019	<dl
NN5	167	787	0.104	<dl
NN6	52.4	-	0.088	-
NN7	72.1	98.7	0.110	<dl
NN8	201	157	0.068	<dl
NN9-1	19.9	-	0.210	-
NN9-2	5.1	-	<dl	-
NN10	78.5	120	<dl	<dl
NN11	178	614	<dl	<dl
NN12	298	316	<dl	<dl

Codeine ve diazepam maddeleri psikiyatri ilaçları olduğu için numune noktalarından alınan örneklerdeki uyuşturucu maddelerle kıyaslanmamış ayrı olarak Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre diazepam hafta sonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Codeine ise diazepam’a göre oldukça yüksek oranda tespit edilmiş olup hafta sonu elde edilen değerlerin hafta içinden oldukça yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

4.3. Kanalizasyon Sisteminde Hafta İçi ve Hafta Sonu Tespit Edilen Uyuşturucu Maddelerin Konsantrasyonları

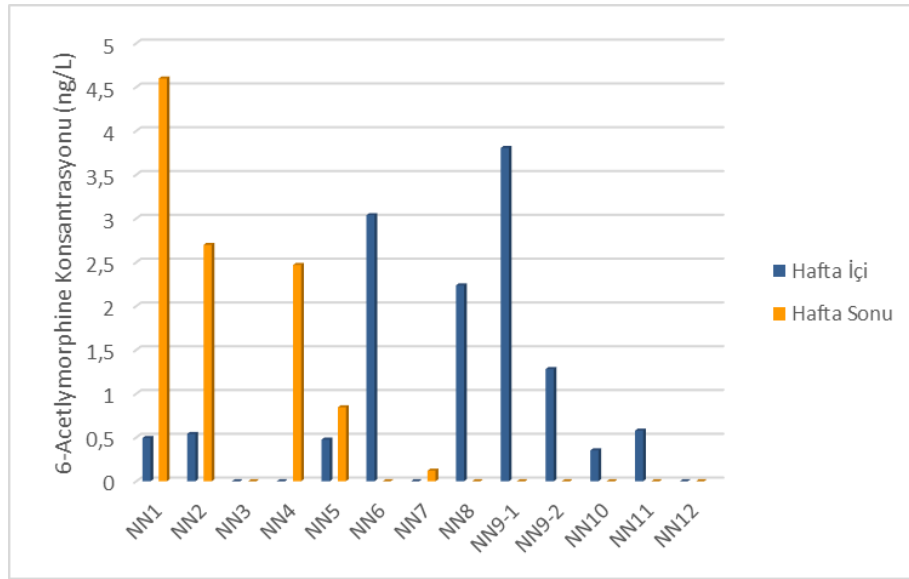
Atık su bazlı yasadışı uyuşturucuları izlemenin önemi, yetkililerin yasadışı uyuşturucularla daha verimli mücadele edebilmek için daha fazla kanıta dayalı gerçeklere ve eğilimlere ve tüketim miktarları hakkında güncellenmiş bilgiye ihtiyaç duymasındır (Mercan ve ark.,2019). Konya kanalizasyon şebeke sisteminde yasadışı uyuşturucu madde kullanımı şebeke sisteminden haftaiçi 13 farklı noktadan, haftasonu 11 farklı noktadan alınan örneklerle konsantrasyon miktarları ng/L olarak ölçülmüştür. 12 farklı uyuşturucu madde konsantrasyon verileri elde edilmiştir.

Şekil 4.18'deki grafiğe göre morphine değerleri belirgin farklılıklar göstermektedir. Öncelikli olarak Numune Noktası 1, NN3, NN6, NN9, NN11 ve NN12 noktalarında hafta sonu morphine kullanımı dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. NN1 bölgesindeki morphine konsantrasyonu şekilde de görüldüğü gibi diğer noktalara oranla en fazla (199 ng/L) tüketime sahiptir. NN6 da ise morphine kullanımı hafta içi de hafta sonu da gözlenmemiştir. Bu grafikte dikkat çeken ise NN9 bölgesinin iki farklı noktasından alınan örneklerde hafta içi morphine değerlerinin arasında ciddi fark görülmesidir. NN9-1 noktasındaki hafta içi morphine konsantrasyonu 17.8 ng/L iken NN9-2 noktası hafta içi morphine konsantrasyonu 54.1 ng/L'dir. NN5 noktasında ise hafta içi morphine konsantrasyonu 18.6 ng/L iken hafta sonu morphine konsantrasyonu 148 ng/L olup ciddi fark olduğu göze çarpmaktadır.



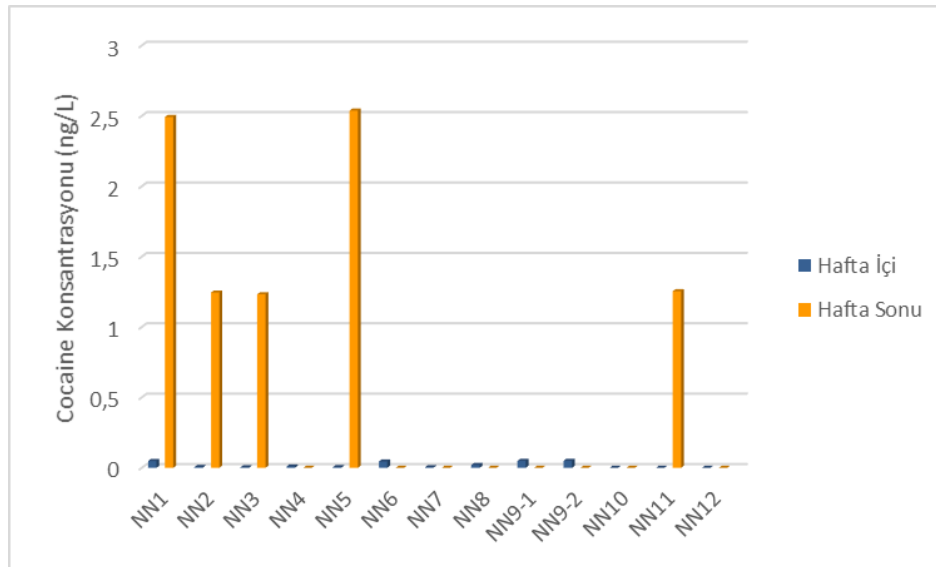
Şekil 4.18. Morphine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Şekil 4.19'da görüldüğü üzere 6-acetylmorphine konsantrasyonu NN3 ve NN12 noktalarında hafta içi de hafta sonu da dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. NN8, NN9, NN10, NN11 noktalarında ise hafta sonu 6-acetylmorphine konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. NN4 ve NN7 noktalarına ise hafta içi 6-acetylmorphine konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Bunun yanında hafta sonu 6-acetylmorphine konsantrasyonunun en fazla tüketildiği NN1 noktasındaki değeri 4.60 ng/L, hafta içi 6-acetylmorphine konsantrasyonunun en fazla tüketildiği NN9-1 noktasındaki değeri ise 3.80 ng/L'dir.



Şekil 4.19. 6-Acetylmorphine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

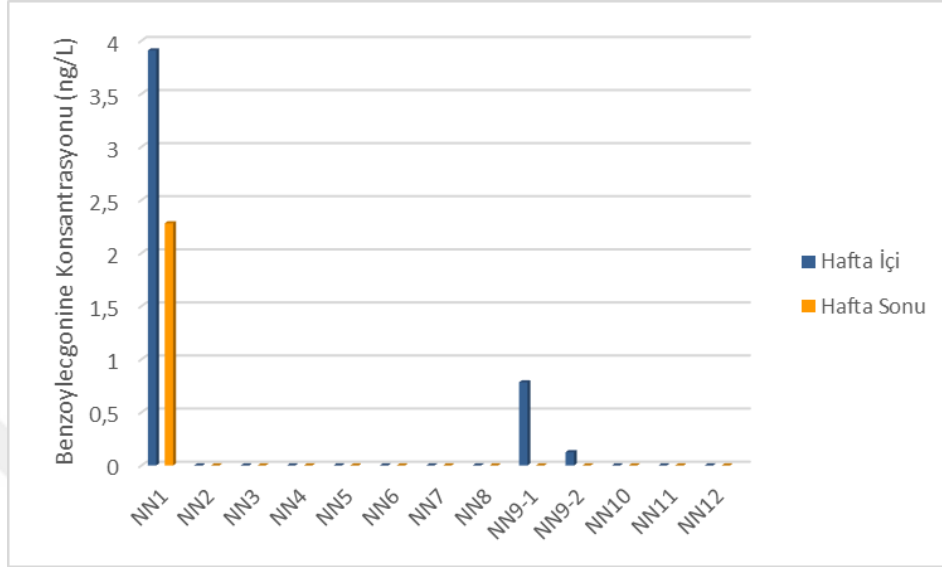
Cocaine tüketiminin en fazla hafta sonu olduğu tespit edilmiştir. NN5 bölgesinde 2.54 ng/L konsantrasyon ile Şekil 4.20’de görüldüğü gibi en fazla tüketim olduğu noktadır. Hafta içi en fazla tüketim ise 0,049 ng/L konsantrasyon ile NN9-1 ve NN9-2 noktalarıdır. Onları ise NN1 bölgesi 0,048 ng/L konsantrasyonla takip etmektedir.



Şekil 4.20. Cocaine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

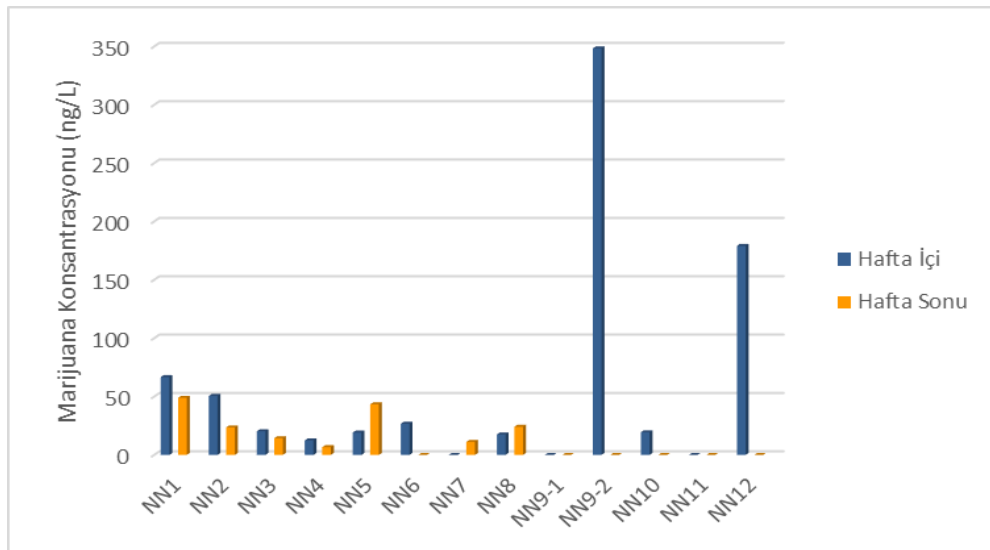
Benzoylcegonine atılımı sadece 3 noktada görülmüştür; NN1 ve NN9-1, NN9-2. NN1 bölgesinde benzoylcegonine miktarı hafta içi 3.91 ng/L, hafta sonu 2.28 ng/L iken

NN9-1 noktasında hafta içi 0,783 ng/L, NN9-2 noktasında ise hafta içi benzoylecgonine tüketimi 0.124 ng/L olduğu tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde benzoylecgonine konsantrasyonu dedeksiyon limiti altında kalmıştır. (Şekil 4.21)



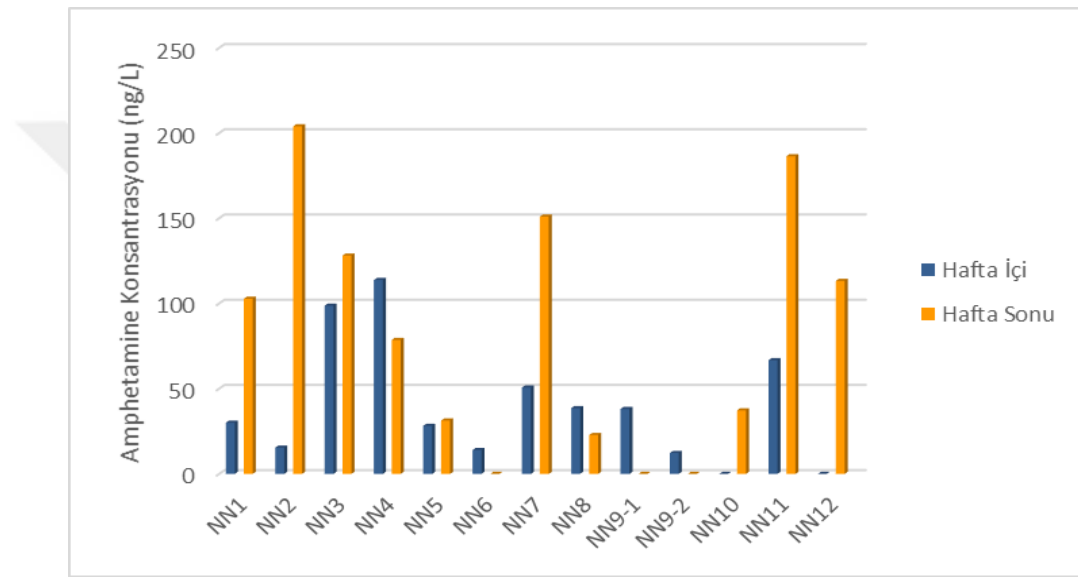
Şekil 4.21. Benzoylecgonine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Şekil 4.22’de de görüldüğü üzere marijuana konsantrasyonu NN9-2 bölgesinde 348 ng/L ile hafta içi en fazla tespit edilen bölge olmuştur. NN9-1 ve NN11 bölgelerinde ise hafta içi – hafta sonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Hafta sonu ise 48.9 ng/L ile NN1 bölgesinde tespit edilmiştir.



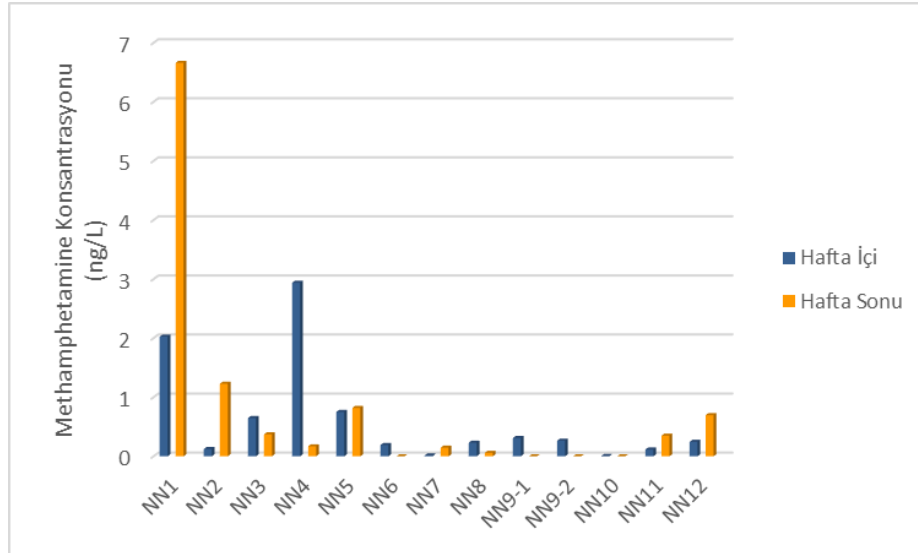
Şekil 4.22. Marijuana konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Amphetamine tüketim konsantrasyonu Şekil 4.23’de görüldüğü gibi hafta sonu hafta içine oranla daha yüksektir. NN2 noktasında hafta sonu en yüksek konsantrasyon seviyesine 204 ng/L ile ulaşılmıştır. Buna karşılık NN5, NN9-1 ve NN9-2 noktalarından alınan hafta sonu numunelerinde amphetamine konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Tekrar NN2 noktasına gelecek olursak hafta içi alınan numunede ise amphetamine konsantrasyonu 15.4 ng/L ile hafta sonu numunesine göre oldukça düşük oranda tespit edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Hafta içi amphetamine konsantrasyonunun en fazla görüldüğü nokta ise 114 ng/L ile NN4 noktasıdır.



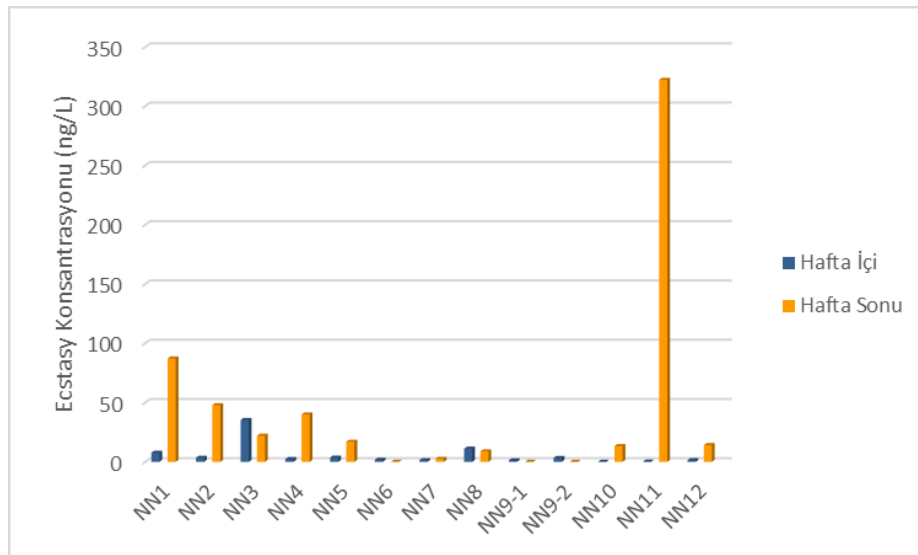
Şekil 4.23. Amphetamine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Methamphetamine tüketim konsantrasyonu en fazla hafta sonu NN1 bölgesinde 6.66 ng/L miktarında tespit edilmiştir. NN1 bölgesi hafta içi tüketimi ise 2.03 ng/L’dir. Hafta içi en fazla tüketim ise NN4 bölgesinde ve 2.94 ng/L seviyesindedir. Aynı bölgede hafta sonu tüketimi ise 0.169 ng/L’dir. Hafta içi dedeksiyon limiti altında kalan bölge yoktur, en düşük seviyede tespit edilen nokta ise 0.004 ng/L ile NN10 noktasıdır. Hafta sonu dedeksiyon limiti altında kalan noktalar ise; NN6, NN9-1, NN9-2 ve NN10’dur.



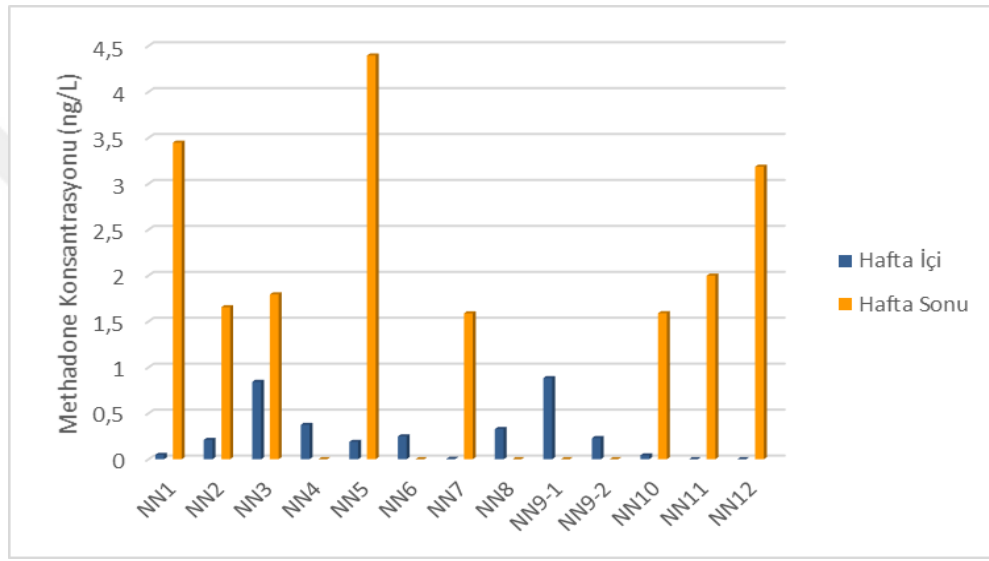
Şekil 4.24. Methamphetamine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Şekil 4.25’de hafta sonu ecstasy konsantrasyon tüketimi 322 ng/L ile en fazla tüketimin görüldüğü bölgedir. Bu değeri yine hafta sonu 87.3 ng/L konsantrasyonla NN1 bölgesi takip etmiştir. Hafta sonu dedeksiyon limitinin altında kalan bölgeler ise NN6, NN9-1 ve NN9-2 noktalarıdır. Hafta içi 35.4 ng/L ile NN3 bölgesinde en fazla konsantrasyon değerine rastlanmıştır. Hafta içi dedeksiyon limiti altında kalan bölge yoktur. Hafta içi en düşük ecstasy konsantrasyonu ise 0.057 ng/L ile NN10 bölgesidir.



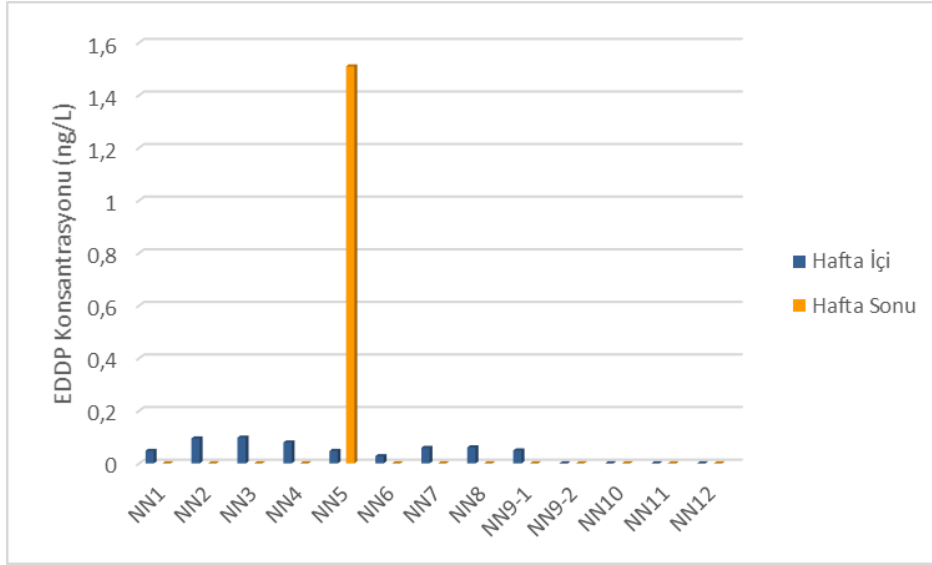
Şekil 4.25. Ecstasy konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Methadone konsantrasyonunun bölgelere göre tüketimi şekil 4.26’da gösterilmiştir. En fazla tüketimin NN5 noktasında hafta sonu 4.39 ng/L olduğu tespit edilmiştir. Yine en yüksek tüketimi hafta sonu NN1 bölgesi 3.45 ng/L ile takip etmektedir. Hafta sonu dedeksiyon limitinin altında kalan bölgeler ise NN4, NN6, NN8, NN9-1 ve NN9-2 noktalarıdır. Hafta içi kanalizasyon sistemine methadone atılımı en yüksek NN9-1 noktasında 0.883 ng/L olarak ölçülmüştür. NN9-2 noktasından methadone konsantrasyonu ise 0.23 ng/L ölçülmüştür. Hafta içi dedeksiyon limitinin altında kalan bölgeler ise NN11 ve NN12 noktalarıdır.



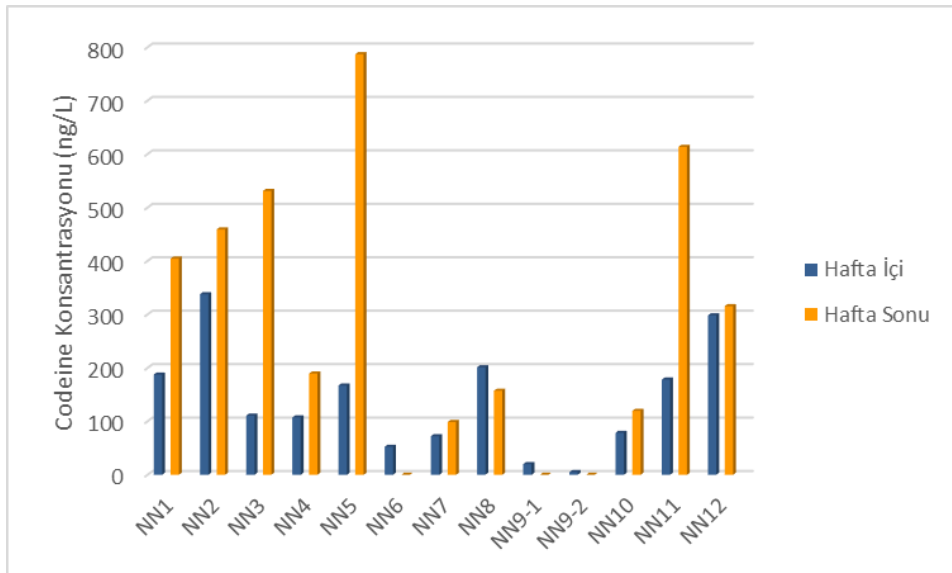
Şekil 4.26. Methadone konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Şekil 4.27’de de görüldüğü üzere EDDP konsantrasyonu hafta sonu sadece NN5 bölgesinde 1.51 ng/L seviyesinde tespit edilmiştir. Hafta sonu diğer tüm bölgelerde EDDP konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Hafta içi 0.098 ng/L konsantrasyon ile NN3 bölgesinde en yüksek değer elde edilmiştir. En düşük ise 0.028 ng/L ile NN6 bölgesinde tespit edilmiştir. Bunun dışında ise hafta içi dedeksiyon limiti altında NN9-2, NN10, NN11 ve NN12 bölgeleri kalmıştır.



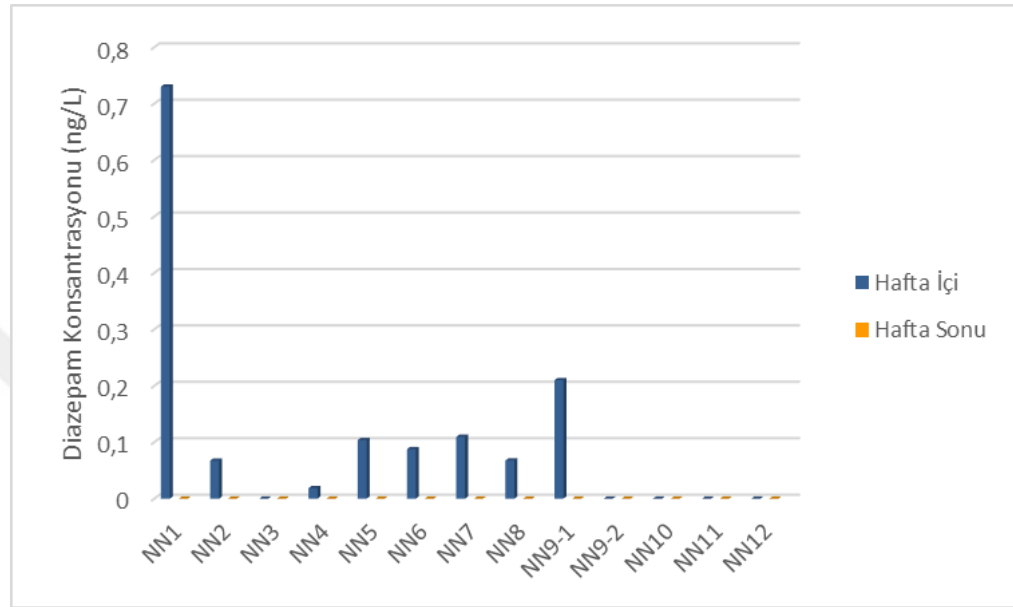
Şekil 4.27. EDDP konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Codeine tüketimi en fazla NN5 bölgesinde 787 ng/L seviyesine hafta sonu ulaşmıştır. Hafta sonu en düşük seviye ise 98.7 ng/L ile NN7 bölgesinde görülmüştür. NN6, NN9-1 ve NN9-2 bölgelerinde hafta sonu codeine konsantrasyonu dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. NN2 bölgesinde 338 ng/L konsantrasyon ile hafta içi en yüksek seviye tespit edilmiştir. Hafta içi en düşük seviye ise NN9-2 bölgesinde 5.10 ng/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.28. Codeine konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

Şekil 4.28’de görüldüğü üzere hafta sonu diazepam konsantrasyonu dedeksiyon limiti altında kalmıştır. Hafta içi ise NN1 bölgesinde 0.730 ng/L ile en yüksek diazepam konsantrasyon seviyesi tespit edilmiştir. Hafta içi en düşük seviye ise 0.019 ng/L ile NN4 bölgesinde tespit edilmiştir. Hafta içi dedeksiyon limiti altında kalan bölgeler ise NN3, NN9-2, NN10, NN11 ve NN12’dir.



Şekil 4.29. Diazepam konsantrasyonunun numune noktalarına göre dağılımı, (ng/L)

4.4. Sonuçların Literatür İle Değerlendirilmesi

Konya Kanalizasyon Sisteminden elde edilen verilerle Avrupa’daki yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, morphine konsantrasyonu Konya kanalizasyon sisteminden elde edilen 64.1 ng/L değere göre Marshall ve ark. (2015) İspanya’da yaptığı çalışmada 12 ng/L sonucuna göre oldukça yüksek olduğu, Postigo ve ark. (2011) İspanya’da yaptığı bir diğer çalışmada ise 2865 ng/L değerle çok çok altında kaldığı tespit edilmiştir.

6-Acetylmorphine İspanya’da AAT girişinden alınan örnekte 145 ng/L (Postigo ve ark., 2011) ile Konya değerinin çok üstündedir. Buna karşılık <0.93 ng/L konsantrasyon değeriyle Zuccato ve ark. (2008) yaptığı çalışmada 6-acetylmorphine Konya’daki bulgunun altındadır.

Konya Kanalizasyon sisteminden elde edilen verilere göre cocaine miktarı 0.888 ng/L ile Zuccato ve ark., (2008), Postigo ve ark. (2011), Metcalfe ve ark. (2011), Baker

ve ark. (2014) ve Adana Seyhan (Daglioglu ve ark.,2019) AAT girişlerinden alınan örneklerdeki değerlerin altında bir veri elde edilmiştir.

Benzoylecgonine, Konya Kanalizasyon Sisteminde 1.94 ng/L tespit edilmiştir. Adana, Yuregir AAT girişi 12 ng/L ile onu takip etmiştir (Daglioglu ve ark., 2019). 1760 ng/L konsantrasyon değeri ile Postigo ve ark. (2011)'nin yaptığı İspanya'da bir AAT girişinden elde ettikleri veri ile en yüksek benzoylecgonine konsantrasyonunu elde etmişlerdir.

Marijuana değeri Daglioglu ve ark. (2019)'nin Adana'da yaptığı çalışmada elde edilen verilerden oldukça düşüktür. Bunun yanında Zuccato ve ark.'nin (2008) yaptığı çalışmaya kıyasla da oldukça yüksek bir seyir elde etmiştir.

2011'de Postigo ve ark.'nin yaptığı çalışmada amfetamine değeri 97 ng/L ile en yüksek bulunurken, 2008'de Zuccato ve ark.'nin River Olona'da bulunduğu konsantrasyon değeri <0.65 ng/L ile Konya Kanalizasyon Sisteminden elde edilen değerlerin çok aşağısındadır.

Metamfetamine değeri en yüksek Postigo ve ark.'nin İspanya'da yaptığı çalışmada 134 ng/L seviyesinde görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen değer ise Zuccato ve ark.'nin 2008'de 1.7 ng/L seviyesinde bulunduğu sonuçtan bile daha düşüktür.

Konya Kanalizasyon Sisteminden elde ettiğimiz sonuçlara göre 31,6 ng/L seviyesinde bulunan ecstasy, Adana Yuregir'de elde edilen değerden (213 ng/L) oldukça düşüktür. (Daglioglu ve ark., 2019)

8450 ng/L seviyesi ile Postigo ve ark. en yüksek methadone değerini İspanya'da 2011'de saptamıştır. Bu değer bizim çalışmamızın çok çok üzerindedir. 3.4 ng/L seviyesi ile 2008 yılındaki çalışmayla arasında uçurum olduğu gözlenmiş olup bu değer de Konya Kanalizasyon Sisteminden elde edilen değerden yüksektir.

EDDP değeri, bu çalışmanın dışında tüm incelenen çalışmalarda yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada 0.786 ng/L seviyesinde iken bu değere en yakın değer 9.9 ng/L le River Lambro'da Zuccato ve ark.'nin yaptığı çalışmada görülmüştür.

Çizelge 4.2. Uyuşturucu maddelerin litaratür değerlendirmesi

	Consantrasyon (ng/L) (AAT Giriş)	Ülke	Kaynak
Morphine	12	Spain	Marshall vd. (2015)
	2865	Spain	Postigo vd. (2011)
	38	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	3.5	River Lambro	
	42	Seyhan, Adana	Daglioglu vd. (2019)
	38	Yuregir, Adana	
6-Acetylmorphine	145	Spain	Postigo vd. (2011)
	<0.93	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	<0.93	River Lambro	
Cocaine	527	Canadian	Metcalfe vd. (2011)
	1286	England	Baker vd. (2014)
	462	Spain	Postigo vd. (2011)
	44	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	15	River Lambro	
	2.2	Seyhan, Adana	Daglioglu vd. (2019)
	0.4	Yuregir, Adana	
	352	Beyoglu, İstanbul	Mercan vd. (2019)
	20.5	Çatalca, İstanbul	
Benzoylcegonine	643	Canadian	Metcalfe vd. (2010)
	1760	Spain	Postigo vd. (2011)
	18.3	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	50	River Lambro	
	50	Seyhan, Adana,	Daglioglu vd. (2019)
	12	Yuregir, Adana,	
	1311	Beyoglu, İstanbul	Mercan vd. (2019)
	29.2	Çatalca, İstanbul	
Marijuana	245	Spain	Postigo vd. (2011)
	<0.48	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	3.7	River Lambro	
	99	Seyhan, Adana	Daglioglu vd. (2019)
	139	Yuregir, Adana	
	210	Beyoglu, İstanbul	Mercan vd. (2019)
	53.7	Çatalca, İstanbul	
Amphetamine	14	Canadian	Metcalfe vd. (2010)
	86	England	Baker vd. (2014)
	97	Spain	Postigo vd. (2011)
	<0.65	River Olona	Zuccato vd. (2008)
		River Lambro	
	6	Seyhan, Adana	Daglioglu vd. (2019)
	8.7	Yuregir, Adana	
	109	Beyoglu, İstanbul	Mercan vd. (2019)

	702	Çatalca, İstanbul	
Methamphetamine	44	Canadian	Metcalfe vd. (2010)
	17	England	Baker vd. (2014)
	134	Spain	Postigo vd. (2011)
	1.7	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	2.1	River Lambro	
	3.1	Seyhan, Adana	Daglioglu vd. (2019)
	3.4	Yuregir, Adana	
	772	Beyoglu, İstanbul	Mercan vd. (2019)
	289	Çatalca, İstanbul	
Ecstasy	27	Canadian	Metcalfe vd. (2010)
	148	England	Baker vd. (2014)
	167	Spain	Postigo vd. (2011)
	1.7	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	1.1	River Lambro	
	203	Seyhan, Adana, Turkey	Daglioglu vd. (2019)
	213	Yuregir, Adana	
	643	Beyoglu, İstanbul	Mercan vd. (2019)
	15.6	Çatalca, İstanbul	
Methadone	84	England	Baker vd. (2014)
	8450	Spain	Postigo vd. (2011)
	8.6	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	3.4	River Lambro	
EDDP	31	Spain	Marshall vd. (2015)
	13550	Spain	Postigo vd. (2011)
	18	River Olona	Zuccato vd. (2008)
	9.9	River Lambro	

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Atıksu analizinden elde edilen veriler kullanılarak, çalışma bölgelerindeki toplumsal uyuşturucu kullanım oranlarının mekânsal ve zamansal değişimi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu alanda; Yeşilay Cemiyeti tarafından, 2017 yılında İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü ile işbirliği ile İstanbul'da yapılan çalışma ve Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından Ekim 2016-Ağustos 2017 tarihleri arasında Adana'da yapılan çalışmalar pilot faaliyetlerdir.

Konya kanalizasyon sisteminin çeşitli noktalarından alınan atıksu örneklerinde (6 Selçuklu, 4 Karatay, 2 Meram) kent içerisindeki atıksu tüketimi ile ilgili bilgi elde edilmesi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Konya ilinde kanalizasyon sisteminden alınan örneklerden elde edilen ortalama değerler morphine için 64.1 ng/L, 6-acetylmorphine için 1.78 ng/L, cocaine için 0.888 ng/L, benzoylcegonine için 1.94 ng/L, marijuana için 50.3 ng/L, amphetamine için 75.8 ng/L, methamphetamine için 0.885 ng/L, ecstasy için 31.6 ng/L, methadone için 1.38 ng/L, EDDP için 0.786 ng/L, codeine için 254 ng/L ve diazepam için 0.085 ng/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar amphetamine hariç diğer bileşikler için Adana ve İstanbul'da elde edilen verilerden düşük olmuştur. Bölge olarak bakıldığında genellikle uyuşturucu bileşiklerinin Selçuklu ve Karatay bölgesinde Meram bölgesinden alınan atıksu örneklerine göre daha yüksek konsantrasyonlarda olduğu tespit edilmiştir.

Amphetamine, ecstasy ve codeine maddelerinin hafta sonu tespit edilen konsantrasyon değerlerinin hafta içi değerlerine göre daha yüksek olduğu, hafta sonu kullanım miktarının fazla olduğunu göstermektedir.

5.2. Öneriler

Bu çalışma kullanılan yasadışı uyuşturucu maddeler ile ilgili 'gerçek zamanlı' bilgi sağlamak ve alınacak önlemlerin faydalı, hızlı ve ekonomik olması için bir araç olmuştur. Atıksu analizi zaman içinde yasadışı uyuşturucuların kullanımının izlenmesinde daha değerli hale gelebilir. Özellikle yasadışı uyuşturucunun nüfus düzeyindeki büyüklüğü ve göreceli kullanımındaki değişiklikleri vurgulayarak uyuşturucu kaçakçılığına ve istismarına karşı stratejiler geliştirmeye yardımcı olabilir. Rutin olarak uygulanıyorsa, bu ilaç istismarına ilişkin Epidemiyolojik Sürveyans Programlarının bir parçası olabilir (Mari ve ark., 2009).

Bu çalışma yasadışı madde atıklarının hafta içi ve hafta sonu bir günlük yüklerinden elde edilen verilere göre yapıldığından yıllık ortalama değerlerini elde etmek için uzun vadeli araştırmalar yapılmalıdır. Uyuşturucu maddeler çevresel konsantrasyonları çok yüksek olmasa da potansiyel olarak insan sağlığı ve ekosisteminin işleyişini etkileyebilir. Cocaine, morphine, amphetamine ve ecstasy, güçlü farmakolojik aktivitelere sahiptir ve sudaki karmaşık karışımlar olarak varlığı, su organizmaları ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Yasadışı uyuşturucu maddelerin atıksu arıtma tesisi çıkışından sonra da akıbeti izlenip arıtılmış suların deşarj edildiği noktalardaki çevresel akıbetine ve bu bileşiklerin sudaki ekosistemler üzerindeki etkilerinin, genellikle ortamda meydana gelen konsantrasyonlara odaklandığı araştırmalar yapılması gerekmektedir. Türkiye'deki diğer şehirlerde de olmak üzere ülke genelinde kanalizasyon sisteminden alınan örneklerle atıksu analizleri yapılarak bölgesel uyuşturucu madde sarfiyatı tespit edilmeli ve önlemler bu doğrultuda alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Aydın S., Ulvi A., Aydın M.E. 2018, Atıksularda Uyuşturucu Maddeler, *Uluslararası Su ve Çevre Kongresi*, 22-24 Mart 2018, Bursa.
- Baselt R. (2008) "Disposition of toxic drugs and chemicals in man". 8th ed. Foster City. California: *Biomedical Publications*.
- Benaglia L., Udrisard R., Bannwarth A., Gibson A., Béen F., Lai F. Y., Essevia P., Delémont O. (2020) "Testing wastewater from a music festival in Switzerland to assess illicit drug use" *Forensic Sci. Int.* 309, 110148
- Bijlsma L., Botero-Coy A.M., Rincon R.J., Penuela G.A., Hernandez F., 2016, Estimation of illicit drug use in the main cities of Colombia by means of urban wastewater analysis, *Science of the Total Environment*, 565, 984-993.
- Boleda MR, Galceran MT, Ventura F. (2007) "Trace determination of cannabinoids and opioids in wastewater and surface waters by ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry" *Journal of Chromatography A*; 1175: 38-48.
- Bones J, Thomas KV, Paull B., 2007, Using environmental analytical data to estimate levels of community consumption of illicit drugs and abused pharmaceuticals, *Journal of Environmental Monitoring*; 9: 701-707.
- Castiglioni S, Zuccato E, Crisci E, Chiabrando C, Fanelli R, Bagnati R., 2006, Identification and measurement of illicit drugs and their metabolites in urban wastewater by liquid chromatography-tandem mass spectrometry" *Analytical Chemistry*;78:8421-9.
- Daglioglu N., Guzel E. Y., Kilercioglu S. (2019), "Assessment of illicit drugs in wastewater and estimation of drugs of abuse in Adana Province, Turkey" *Forensic Sci. Int.* 294, 132-139
- European Monitoring Centre For Drugs And Drug Addiction, *Wastewater Analysis And Drugs: A European Multi-City Study*, 07.03.2018
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, *Türkiye Uyuşturucu Raporu 2018*
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, *İstatistik Bülteni 2018 - Atıksu Epidemiyolojisi*
- Gheorghe A., van Nuijs A., Pecceu B., Bervoets L., Jorens PG, Blust R, 2008, Analysis of cocaine and its principal metabolites in waste and surface water using solid-

- phase extraction and liquid chromatography-ion trap tandem mass spectrometry, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*;391:1309-1319.
- Huerta-Fontela M, Galceran MT, Ventura F., 2007, Ultrapformance liquid chromatography-tandem mass spectrometry analysis of stimulatory drugs of abuse in wastewater and surface water, *Analytical Chemistry*; 79:3821-3829.
- Hummel D., Loffler D., Fink G., Ternes T.A., 2006, Simultaneous determination of psychoactive drugs and their metabolites in aqueous matrices by liquid chromatography mass spectrometry, *Environmental Science & Technology*; 40:7321-7328.
- Irvine R.J., Kostakis C., Felgate P.D., Jaehne E.J., Chen C., White J.M., 2011. Population drug use in Australia: a wastewater analysis. *Forensic Sci. Int.* 210, 69–73.
- Kasprzyk-Hordern B., Dinsdale R.M., Guwy A.J., 2008, Multiresidue methods for the analysis of pharmaceuticals, personal care products and illicit drugs in surface water and wastewater by solid-phase extraction and ultra performance liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*; 391:1293-1308.
- Krizman I., Senta I., Ahel M., Terzic S., 2016. Wastewater-based assessment of regional and temporal consumption patterns of illicit drugs and therapeutic opioids in Croatia. *Sci. Total Environ.* 566–567, 454–462.
- Klupczynska A., Dereziński P., Krysztofiak J., Kokot Z.J., 2016. “Estimation of drug abuse in 9 Polish cities by wastewater analysis” *Forensic Sci. Int.* 260, 14–21.
- Mackuľak, T., Škubák, J., Grabic, R., Ryba, J., Birošová, L., Fedorova, G., Špalková, V. ve Bodík, I., 2014, National study of illicit drug use in Slovakia based on wastewater analysis, *Science of the Total Environment*, 494, 158-165.
- Mackuľak, T., Mosný, M., Škubák, J., Grabic, R. ve Birošová, L., 2015, Fate of psychoactive compounds in wastewater treatment plant and the possibility of their degradation using aquatic plants, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 39 (2), 969-973.
- Mackuľak, T., Bodík, I., Hasan, J., Grabic, R., Golovko, O., Vojs-Staňová, A., Gál, M., Naumowicz, M., Tichý, J. ve Brandeburová, P., 2016, Dominant psychoactive drugs in the Central European region: A wastewater study, *Forensic science international*, 267, 42-51.

- Mercan S., Kuloglu M., Tekin T., Turkmen Z., Dogru A. Ö., Safran A. N., Acikkol M., Asicioglu F. (2019), "Wastewater-based monitoring of illicit drug consumption in Istanbul: Preliminary results from two districts", *Science of Total Environment* 656, 231-238.
- Metcalf C., Tindeler K., Li H., Rodayan A., Yargeau V. Illicit drugs in Canadian municipal wastewater and estimates of community drug use. *Environ Pollut* 2010;158:862-872.
- Ostman M., Fick J., Nasstrom E., Lindberg R.H., A snapshot of illicit drug use in Sweden acquired through sewage water analysis, *Sci. Total Environ.* 472 (2014) 862–871.
- Nas, B., Dolu, T., Ateş, H., Argun, M. E. ve Yel, E., 2017, Treatment alternatives for micropollutant removal in wastewater.
- Nefau T., Karolak S., Castillo L., Boireau V., Levi Y., 2013 "Presence of illicit drugs and metabolites in influents and effluents of 25 sewage water treatment plants and map of drug consumption in France", *Science of the Total Environment* 461–462 (2013) 712–722
- Ort, C., Van Nuijs, A. L., Berset, J. D., Bijlsma, L., Castiglioni, S., Covaci, A., de Voogt, P., Emke, E., Fatta-Kassinos, D. ve Griffiths, P., 2014, Spatial differences and temporal changes in illicit drug use in Europe quantified by wastewater analysis, *Addiction*, 109 (8), 1338-1352.
- Pal R., Megharaj M., Kirkbride K.P., Naidu R., 2012 Fate of 1-(1',4'-cyclohexadienyl)-2- methylaminopropane (CMP) in soil: route-specific by-product in the clandestine manufacture of methamphetamine, *Science of the Total Environment*, 416:39-9
- Postigo C., de Alda M.L., Barceló D., 2011. Evaluation of drugs of abuse use and trends in a prison through wastewater analysis. *Environ. Int.* 37, 49–55.
- T.C Milli Eğitim Bakanlığı, Aile Ve Tüketici Hizmetleri, Uyuşturucu Ve Uyarıcı Maddelerden Korunma
- United Nations Office on Drugs and Crime, 2 Drug Use And Health Consequences, June 2020
- Van Nuijs A.L.N., Moguel J.F., Tarcomnicu I., Bervoets L., Blust R., Jorens P., Neels H., Covaci A., 2011b. Sewage epidemiology - a real-time approach to estimate the consumption of illicit drugs in Brussels, Belgium. *Environ. Int.* 37, 612–621.

- Yadav M.K., Short M.D., Aryal R., Gerber C., van den Akker B., Saint C.P., (2017) "Occurrence of illicit drugs in water and wastewater and their removal during wastewater treatment" *Water Research* 124, 713-727.
- Yavuz O., Aksoy A., 2006 "Örnek Hazırlamada Kati Faz Ekstraksiyonu Metodu", *F.Ü. Sağlık Bil. Dergisi* 2006, 20(3), 259-269
- Zuccato, E., Chiabrando, C., Castiglioni, S., Calamari, D., Bagnati, R., Schiarea, S. ve Fanelli, R., 2005, Cocaine in surface waters: a new evidence-based tool to monitor community drug abuse, *Environmental Health*, 4 (1), 14.
- Zuccato, E., Chiabrando, C., Castiglioni, S., Bagnati, R. ve Fanelli, R., 2008, Estimating community drug abuse by wastewater analysis, *Environmental health perspectives*, 116 (8), 1027-1032.
- (<https://tarihnedio.com/uyusturucu-maddeler-nelerdir/> 14.02.2018)