



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONYA KANALİZASYON SİSTEMİNE
KAÇAK DEŞARJLARIN BİYOFİLM
TOPLAYICI AHTAPOT KULLANILARAK
İZLENMESİ**

Ümran ÇİÇEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2016
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ümran ÇİÇEK tarafından hazırlanan “Konya Kanalizasyon Sistemine Kaçak Deşarjların Biyofilm Toplayıcı Ahtapot Kullanılarak İzlenmesi” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN

.....

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Fatma BEDÜK

.....

Üye

Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN

.....

Üye

Doç. Dr. Senar AYDIN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet COŞKUN
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 seminar 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.

Ümran ÇİÇEK

04.01.2016

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

KONYA KANALİZASYON SİSTEMİNE KAÇAK DEŞARJLARIN BİYOFİLM TOPLAYICI AHTAPOT KULLANILARAK İZLENMESİ

Ümran ÇİÇEK

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Fatma BEDÜK

2016, 114 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN

Doç. Dr. Senar AYDIN

Yrd. Doç. Dr. Fatma BEDÜK

Hızlı endüstriyel gelişme ve kentleşme sonucu birçok ülkede önemli çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Ormanlar, tatlı su kaynakları, denizler ve canlı yaşamı için önemli olan kaynaklar endüstrileşme ve kentleşmeden olumsuz etkilenmektedir. Bazen bu kaynakların olumlu kullanım imkanları tamamen sona ermektedir. Endüstriyel deşarjlardan kaynaklanan bu etkilerin önlenmesi için endüstriyel kuruluşların atıksularını arıtarak yönetmeliklerle belirlenen değerlerin altına düşürmesi istenmektedir. Deşarj limitleri alıcı ortam veya kanalizasyon sistemine deşarj edilme durumuna göre değişmektedir. Bazı endüstriyel kuruluşlar arıtma sistemlerinin kurulması için gereken yatırımları yapmaktan kaçınmakta veya kurulan arıtma tesisleri gerektiği şekilde işletilmemektedir. Bu durumda cezai yaptırımlar uygulanmaktadır. Endüstriyel kuruluşlar bu yaptırımlar karşısında kaçak deşarj yapma yoluna gidebilmektedir. Kaçak deşarjların tespit edilmesi bu noktada önem arz etmektedir.

Konya Kenti sanayi kuruluşlarında atıksu arıtma tesisi yaygın olmayıp kuruluşlar atıksularını kanalizasyon sistemine deşarj edebilmektedir. Bu deşarjlar, Konya Atıksu Arıtma Tesisi'nde ani yük artışlarına neden olmakta ve arıtma çamurunda birikebilmektedir. Kaçak deşarjların tespiti mümkün olmadığından kuruluşlar üzerinde bir baskı oluşmamaktadır. Bu çalışmada uygulanan izleme sistemi kaçak deşarjların tespiti sağlamaktadır. Almanya Braunschweig ve Bielefeld'de uzun yıllardır uygulanan bu izleme sistemi model alınarak hazırlanan bu çalışma, Türkiye'de ilk defa Konya'da uygulanmıştır. Kaçak deşarj sorunu ülkenin her yerinde karşılaşılan bir problem olup Konya'daki bu uygulama diğer şehirler için de örnek teşkil edecektir.

Bu çalışmada Konya kanalizasyon sistemine sanayi kuruluşları tarafından gerçekleştirilen kaçak deşarjların tespiti sağlanmıştır. Bu amaçla kanalizasyon sistemindeki kritik noktalara yerleştirilen biyofilm toplayıcılar (ahtapot) aylık periyotlarla izlenerek data oluşturulmuştur. Kanalizasyon sistemindeki atıksu karakteristiğinin değişimini yansıtan bu data kaçak deşarjlarla oluşan sapmaların tespitine olanak sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar, izleme yapılan tüm noktalarda Almanya Braunschweig ve Bielefeld'de belirlenmiş referans değerlerin üzerinde deşarj olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle 3. izleme noktasında Cr, Zn, Ni; 6. izleme noktasında Cu, Zn, 10. izleme noktasında Cu deşarjının yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. 3. izleme noktasında bir galvaniz tesisi ve subap fabrikasından ve 6. izleme noktasında bir galvaniz tesisinden ağır metal içeriği yüksek deşarj yapıldığı tespit edilmiştir.

Bu tezde elde edilen bulgular sonucunda yöntemin farklı ülkelerde uygulanabilirliğinin değerlendirileceği uluslararası bir proje hazırlanmış ve Excellence Center for Development Cooperation-Sustainable Water Management-Germany (EXCEED) tarafından "Joint Research Proposals-2016" desteği alan iki projeden biri olmuştur.

Anahtar kelimeler: Biyofilm toplayıcı, endüstriyel atıksu, kaçak deşarj, kanalizasyon, Konya.

ABSTRACT

MS THESIS

MONITORING OF ILLEGAL DISCHARGES TO KONYA SEWER SYSTEM BY USING BİYOFİM COLLECTOR OCTOPUS

Ümran ÇİÇEK

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Necmettin Erbakan University
The Degree of Master of Science In Environment Engineering**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Fatma BEDÜK

2016, 114 Pages

Jury

Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN

Doç. Dr. Senar AYDIN

Yrd. Doç. Dr. Fatma BEDÜK

Many serious environmental problems appear in many countries as a result of rapid industrial development and urbanization. Forests, spring waters, seas and sources critical for living beings are all negatively affected by industrialization and urbanization. Possible usage of these sources sometimes find an end. So as to prevent these negative effects caused by industrial discharges, industries are forced to treat their wastewaters to meet regulated parameters. Limit values vary according to receiving discharge body. Some of the industrial establishments either avoid to make an investment for wastewater treatment or do not operate established treatment plant. This events require punishments. Industries sometimes prefer to make indirect discharges so as to avoid payments. Thus, determination of illegal discharges have a necessity.

Wastewater treatment plants are not common in individual industries in Konya. These industries make illegal discharges to sewerage system. These discharges cause peak loads in Konya Wastewater Treatment Plant and can accumulate in sludge. There is no pressure on these industries, because it is not possible to determine illegal discharges. This method, which has been adopted from Braunschweig and Bielefeld, is applied to Konya city for the first time in Turkey. Illegal discharges are common in whole country and this study in Konya can be a good model for the other cities.

In this study, illegal discharges to Konya sewer system are determined. For this purpose, monthly data is gained by positioning biyofim collectors to critical points in sewer system. These data gives the variation of wastewater characteristics which help to determine peak loads caused by illegal discharges. Conducted results in all monitoring points demonstrated that discharges exceed the reference values gained in Braunschweig and Bielefeld, Germany. Especially Cr, Zn, Ni in 3rd monitoring point; Cu, Zn in 6th monitoring point; Cu in 10th monitoring point were in high level.

Determinations of this thesis were used to prepare an international project about the applicability of the method in different countries and deserved to be one of the two projects supported by Excellence Center for Development Cooperation-Sustainable Water Management-Germany (EXCEED)

Keywords: Biofim collector, industrial wastewater, illegal discharge, sewerage, Konya.

ÖNSÖZ

Öncelikle bu çalışma konusunu bana öneren ve tez çalışmam boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Danışmanım Yrd. Doç. Dr. Fatma Bedük'e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezi jüri üyelerinden Sayın Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN ve Sayın Doç. Dr. Senar AYDIN'a yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle katkıda buldukları için teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca gösterdiği anlayış ve sevgisi için eşim Canmer ÇİÇEK'e ve her zaman maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ümran ÇİÇEK
KONYA-2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Endüstriyel Atıksular.....	3
2.1.1. Endüstriyel Atıksuların Sınıflandırılması.....	3
2.1.2. Endüstriyel Atıksuların Özellikleri	4
2.1.3. Endüstriyel Atıksuların Çevresel Etkileri	7
2.1.4. Ağır Metallerin Kaynak ve Etkileri.....	10
2.2. Konya İli Sanayisi	14
2.2.1. Konya Sanayisinin Türkiye Genel Sanayisi İçindeki Yeri.....	14
2.2.2. Konya Sanayisinde Atıksu Arıtma	16
2.2.3. Konya Kentsel Atıksu Karakteristiği	16
2.2.4. Konya İli Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği.....	21
2.3. Biyofilm	22
2.3.1. Biyofilmin Özellikleri	22
2.3.2. Biyofilmin Gelişimi.....	23
2.3.3. Biyofilm Yaşam Modunun Ekolojik Avantajları	25
2.3.4. Biyofilm Gelişimini Etkileyen Çevresel Faktörler.....	26
2.3.5. Su Ortamındaki Kirleticilerin Biyofilmde Tutunma Mekanizması.....	27
2.4. Biyofilm Toplayıcı Sistemi	29
2.4.1. Sistemin Almanya’da Kullanımı	29
2.4.3. Sistemin Özellikleri.....	31
3. MATERYAL VE METOD	33
3.1. Materyal	33
3.2. Metod	33
3.2.1. Numune noktalarının belirlenmesi	33
3.2.2. Numune noktalarının izlenmesi	36
3.2.3. Ağır Metal Analizleri	37

3.2.4. Fizikokimyasal Analizler	39
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	42
4.1. Referans Değerler	42
4.2. Almanya Braunschweig İzleme Sonuçları	43
4.3. Almanya Bielefeld İzleme Sonuçları	45
4.4. Konya'daki Uygulama Sonuçları	46
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ÇİZELGELER LİSTESİ

- Çizelge 1.1.** Endüstride kullanılan ağır metaller
- Çizelge 2.1.** Konya sanayisinin sektörel dağılımı
- Çizelge 2.2.** Kanalizasyon sistemine deşarj edilecek endüstriyel atıksularda sağlanması gereken sınır değerler
- Çizelge 3.1.** Metot validasyon parametreleri
- Çizelge 4.1.** Ağır Metal referans değerleri
- Çizelge 4.2.** 1. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.3.** 1. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.4.** 2. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.5.** 2. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.6.** 3. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.7.** 3. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.8.** 4. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.9.** 4. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.10.** 5. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.11.** 5. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.12.** 6. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.13.** 6. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.14.** 7. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.15.** 7. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.16.** 8. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.17.** 8. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.18.** 9. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.19.** 9. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.20.** 10. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.21.** 10. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri
- Çizelge 4.22.** Numune noktalarına ait atıksu örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1.** Konya sanayisindeki bazı arıtma sistemleri
- Şekil 2.2.** Pseudomas aeruginosa suşunun biyofilm oluşum süreci
- Şekil 2.3.** Matriksteki kirleticileri sorplayan hücre yapıları
- Şekil 2.4.** Biyofilm hücresinin TEM görüntüsü
- Şekil 2.5.** Sedimentler üzerinde oluşan biyofilmin su içersindeki kirleticilere etki mekanizması
- Şekil 3.1.** Biyofilm toplayıcı ve sıyırma aparatı
- Şekil 3.2.** Biyofilm örnekleme noktaları
- Şekil 3.3.** Biyofilm örnekleme fotoğrafları
- Şekil 3.4.** Ağır metal analiz basamakları
- Şekil 4.1.** Braunschweig Kwsteinhof sokak Cr, Cu, Zn değişimi
- Şekil 4.2.** Braunschweig Hamburg sokak Cr, Cu, Zn değişimi
- Şekil 4.3.** Bielefeld Uygulaması analiz sonuçları histogramı
- Şekil 4.4.** 1. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
- Şekil 4.5.** 2. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.6.** 2. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.7.** 2. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.8.** 2. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.9.** 2. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.10.** 2. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.11.** 2. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.12.** 2. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
- Şekil 4.13.** 3. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.14.** 3. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.15.** 3. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.16.** 3. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.17.** 3. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.18.** 3. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.19.** 3. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.20.** 3. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
- Şekil 4.21.** 4. nokta zamana bağlı Cr değişiminin değerlerle karşılaştırması
- Şekil 4.22.** 4. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

Şekil 4.23. 4. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.24. 4. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.25. 4. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.26. 4. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.27. 4. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.28. 4. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
Şekil 4.29. 5. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.30. 5. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.31. 5. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.32. 5. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.33. 5. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.34. 5. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.35. 5. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.36. 5. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
Şekil 4.37. 6.nokta zamana bağlı Cr değişiminin değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.38. 6. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.39. 6. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.40. 6. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.41. 6. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.42. 6. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.43. 6. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.44. 6. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
Şekil 4.45. 7. nokta zamana bağlı Cr değişiminin değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.46. 7. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.47. 7. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.48. 7. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.49. 7.nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.50. 7.nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.51. 7. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.52. 7. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
Şekil 4.53. 8. nokta zamana bağlı Cr değişiminin değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.54. 8. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.55. 8. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.56. 8. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

Şekil 4.57. 8. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.58. 8. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.59. 8. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.60. 8. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
Şekil 4.61. 9. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.62. 9. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.63. 9. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.64. 9. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.65. 9. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.66. 9. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.67. 9. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.68. 9. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları
Şekil 4.69. 10. nokta zamana bağlı Cr değişiminin değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.70. 10. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.71. 10. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.72. 10. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.73. 10. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.74. 10. nokta zaman bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.75. 10. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması
Şekil 4.76. 10. nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramlar

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μg : Mikrogram

μL : Mikrolitre

g: Gram

mg: Miligram

kg: Kilogram

L: Litre

m^3 : Metreküp

mL: Mililitre

Kısaltmalar

AAT: Atıksu Arıtma Tesisi

AKM: Askıda Katı Madde

TAKM: Toplam Askıda Katı Madde

KM: Kuru Madde

BOİ: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

KOİ: Kimyasal Oksijen İhtiyacı

HCl: Hidroklorik asit

HNO_3 : Nitrik asit

Cd: Kadmiyum

Cr: Krom

Cu: Bakır

Pb: Kurşun

Zn: Çinko

Hg: Civa

Ni: Nikel

Fe: Demir

SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

ICP- OES: İndüktif Eşleşmiş Plazma- Optik Emisyon Spektrometresi

1. GİRİŞ

Endüstriyel atıksular, evsel atıksulardan farklı olarak, nütrient içeriği düşük, pH salınımı ve metal içeriği yüksek sulardır. Endüstriyel atıksuların karakteristiği, kuruluşun faaliyet saatlerine göre gün içerisinde önemli değişimler gösterebilmektedir. 8 veya 12 saatlik vardiyalarla çalışan fabrikalar olduğu gibi bazı fabrikaların gün boyunca üç vardiya çalışması söz konusu olabilmektedir. Vardiya saatlerine göre gün içinde en az iki kez pik deşarj olması ve bazı gün ve saatlerde deşarj olmaması mümkündür. Evsel atıksuların karakteristiği önemli bir değişim göstermezken, aynı tip faaliyet gösteren endüstriyel kuruluşların dahi çok farklı karakteristikte atıksuyu oluşabilmektedir. Endüstriyel atıksuların özellikleri kullanılan hammaddeye ve prosese bağlıdır (Jern, 2006).

Bazı endüstriyel atıksular aşırı organik içerikli, kolayca biyolojik olarak ayrışabilirken bazı atıksular aşırı inorganik içerikli veya zehirleyici özellikte olabilir. Yani toplam askıda katı madde (TAKM), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) bir-iki mg/L'den birkaç bin mg/L'ye kadar değişim gösterebilmektedir. Endüstriyel atıksular bazı parametreler bakımından çok zengin olabilirken arıtma için gerekli diğer parametreler bakımından aşırı fakir olabilir. Kanalizasyona (pH 6-pH 9) ya da alıcı ortama deşarj için uygun pH değerinde bulunmayabilir. Bir endüstriyel tesis içerisinde de zamana ve prosese bağlı olarak oluşan atıksuyun karakteri diğerlerinden oldukça farklı olabilmektedir. Arıtma proseslerine karar vermeden önce mutlaka endüstriyel atıksu karakterizasyonu yapılması ve uygun arıtma metotlarının belirlenmesi gerekmektedir. Canlıların yaşam kalitelerinin bozulmaması ve gelecek kuşaklara daha iyi bir dünya bırakılması için endüstriyel atıksuların belirlenen standartları sağlayacak seviyede arıtılması kaçınılmaz bir durumdur (Jern, 2006).

Alınması gereken arıtma önlemleri ve kullanılması gereken arıtım teknolojileri atıksuların kalitatif ve kantitatif özelliklerine göre belirlenir. Bu özellikleri kısaca şöyle özetlenebilir:

Organik madde miktarı, çözülmüş tuzlar, zehirli maddeler, renk ve bulanıklık, askıda katı maddeler, sıcaklık, pH, nutrient maddeler, yağ ve gres, radyoaktif maddeler, fenol ve fenol türevleri, bakteriyolojik kirleticiler, tat ve koku yapan bileşikler, tarım ilaçları, asitler ve bazlar, petrol ve petrol türevleri ve diğer bozunmayan atıklar.

Bilindiği gibi dünya su tüketiminde; önemli bir bileşen de endüstriyel sulardır ve ülkeler teknolojik olarak geliştikçe endüstriler için su gereksinimi de artmaktadır. Her endüstriyel proses, doğal su sistemlerine zararlı olabilecek atıklar üretebilir. Deşarj edilen suyun kalitesi ve miktarı, bu atıkların çevredeki zararları hakkında fikir verebilirken hesaplanamayacak sonuçlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle atıksuların fabrika içinde kontrolü ve planlanması gerekmektedir. Geri kazanma, geri devir gibi alternatiflerin değerlendirilmesinden sonra kalan ve atılacak olan su miktarlarının ve kalitesinin belirlenmesi gereklidir.

Fabrikada su korunumu temin edildikten sonra geri kalan atıkların arıtılması amacı ile atıksuların kalitesi belirlenmeli ve arıtma seçenekleri araştırılmalı ve değerlendirilmelidir. Her endüstri için kirlilik karakteristikleri farklı olacağından önerilecek arıtma yöntemleri de farklılık gösterecektir (şengül, 1985).

Toplanan atıksu numuneleri üzerinde endüstrinin tipine göre aşağıda sıralanan fiziksel, kimyasal veya biyolojik parametrelerin bazılarının ölçümü yapılır. Ancak herhangi bir endüstri için bütün parametrelerin aranması ve ölçülmesi gereksizdir (Arceivala,1976).

a) Fiziksel parametreler: Renk, koku, bulanıklık, sıcaklık, toplam katı madde, çökebilen katı madde, askıda katı madde, organik ve anorganik katı madde, iletkenlik, radyoaktivite.

b) Kimyasal parametreler: pH, alkalinite, asidite, azot, fosfor, gres ve yağlar, deterjanlar, KOİ, BOİ, ağır metaller, toksik maddeler.

c) Biyolojik parametreler: Toksik maddeler için bio-sınama deneyi, koliform, diğer organizmalar, balık biyodeneyi gibi biyolojik testler uygulanır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Endüstriyel Atıksular

2.1.1. Endüstriyel Atıksuların Sınıflandırılması

Endüstride proste, proses dışında ve çalışanların ihtiyaçları için su kullanılmaktadır. Bu sebeple endüstriyel atıksu kaynakları sınıflandırılırken suyun kullanım yeri ve kirletici özellikleri dikkate alınmaktadır. Buna göre endüstriyel atıksular üç ana sınıfa ayrılmaktadır (Tünay, 1996; Alp, 2009). Bunlar;

Proses Atıksuları

Proses atıksuları, proseslerde su kullanımı sonucunda veya proses sırasında oluşan ve kirlenmiş olan atıksulardır. Proses atıksularına aşağıdakiler örnek olarak verilebilir (Tünay, 1996; Alp, 2009).

- Metal son işlemlerinde kaplama banyolarının dökülmesi,
- Plastik üretiliminde reaksiyon suları ve ürün yıkama suları,
- Gübre üretiminde ana çözelti atıksuları,
- Boya endüstrisinde tank yıkama atıksuları,
- Temaslı soğutma atıksuları,
- Açıkta depolanan maddelerin sızıntısı dolayısı ile yağmur suları,
- Temizlik ve yıkama suları

Proses Dışı Atıksular

Proses dışı atıksular, kirlenme içermemeleri veya az kirletici içermeleri ve arıtma ihtiyaçlarının sınırlı olduğu atıksulardır. Proses dışı atıksulara aşağıdakiler örnek olarak verilebilir (Tünay, 1996; Alp, 2009).

- Temassız soğutma suları,
- Kazan suyu (yumuşatma ünitesi) hazırlama atıksuları,
- Kazan kondensat suları,
- Rejenerasyon atıksuları,
- Kirlenmemiş saha drenaj suları,
- Yağmur suları.

Evsel Nitelikli Atıksular

Evsel nitelikli atıksular, personelin duş, tuvalet kullanımları, kafeterya, yemekhane, misafirhane gibi yerlerden kaynaklanan atıksulardır. Kirleticileri, evsel atıksulara benzemekle beraber kirletici parametrelerin değerleri ve birbirlerine oranları evsel atıksudan farklılık gösterebilirler (Tünay, 1996; Alp, 2009).

2.1.2. Endüstriyel Atıksuların Özellikleri

Endüstriyel atıksular birçok kirletici parametreyi yüksek konsantrasyonda içerebilmektedir. Endüstrinin yapısı ve alıcı ortamın planlanan kullanım amacına bağlı olarak atıksudaki bu maddelerin deşarjdan önce analiz edilmesi ve uzaklaştırılması gerekir. Bu parametreler şöyle özetlenebilir (Jern, 2006)

Çözünmüş oksijenin azalmasına neden olacak çözünmüş organik maddeler: Tüm alıcı sularda minimum çözünmüş oksijen seviyesini sağlamak üzere alıcı ortamdaki çözünmüş organiklerin miktarları sınırlandırılmıştır. Su ortamı atmosferden ve su canlılarının fotosentetik aktiviteleri sonucu oluşan oksijen kaynaklarına sahiptir. Bu ortamın belirli bir oksijen transfer kapasitesi bulunmaktadır. Algler su ortamında oksijen oluşturmada önemli rol almaktadırlar. Organik ve inorganik maddelerin biyolojik (BOİ) ya da kimyasal (KOİ) oksidasyonlarında oksijen kullanmaları neticesinde su ortamındaki çözünmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonunda azalmalar olmaktadır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonunun aşırı azalması septik şartları oluşturmaktadır. Bu şartlarda oluşan anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalar kötü kokular ortaya çıkarmaktadır.

Askıda katılar: Hareketsiz bölgelerde katıların çökmesi su canlılarını etkiler. Organik katı içeren çamur örtüleri bozunma sürecinde oksijen kullanımı ve kötü kokulu gaz çıkışına neden olur. Çökebilen partiküller suda yaşayan bitki yaprakları üzerinde ve su kaynağının tabanında birikerek çamur tabakalarını oluşturmaktadır. Biriken çamur tabakası içerisinde bulunan organik maddeler zamanla ayrışarak kötü kokular ortaya çıkmaktadır.

Eser organikler: Alıcı su içme suyu olarak kullanılacaksa deşarj edilecek endüstriyel atıksuların fenol ve diğer organik maddeleri içermemesi gerekir. Endüstriyel atıksular bu maddeler giderilmeden deşarj edilmişse ilave su arıtımı gerekir.

Ağır metal, siyanür, ve toksik organikler: Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) özel limit gerektiren toksik organik ve inorganik kimyasalların bir listesini yapmıştır. Ağır metallerle ilgili detaylı bilgi Bölüm 1.3'te verilmiştir.

Renk ve bulanıklık: Değişik amaçlı su kullanımında zararlı olmamakla birlikte estetik problem arz ederler. Kağıt üretimi gibi bazı endüstrilerde renk giderimi için henüz ekonomik bir yöntem geliştirilmemiştir. Organik ve inorganik maddelerin oluşturduğu bulanıklık suyun berraklığını etkilemektedir. Bulanıklık ışığın nüfuz etme mesafesini ve dolayısıyla fotosentezi azaltır. Su içerisinde yaşayan canlıların yiyeceklerine ulaşması bulanıklık sebebiyle zorlaşmaktadır.

Azot ve fosfor: Atıksu göl, gölet ve diğer rekreasyon alanlarına deşarj edilecekse azot ve fosfor, ötrofikasyonu hızlandırıp istenmeyen alg büyümesine yol açar. Azot ve fosfor bileşiklerinin su ortamına deşarjları ile canlı aktivitelerinde artış olmasına sebep olmaktadır. Canlıların aktivitelerinde meydana gelen artış aşırı büyümelerine sebep olabilir. Bitkiler ve alglar bu canlılardandır. Bu aşırı büyüme ve artışlar su ortamında bulanıklık oluşturmakta, çözülmüş oksijen tükenmesine yol açmakta ve toksik etki yapabilmektedir. Kirlenmemiş su ortamında alg büyümesi yada artışı sınırlıdır. Çünkü su ortamı nutrient bakımından zengin olmadığından büyüme sınırlı olabilmektedir. Azot, fosfor, karbon gibi makro nutrientler ile kobalt, magnezyum, kalsiyum, potasyum, mangan, bakır ve demir gibi mikro nutrientlerin su ortamında bulunması halinde, ötrofikasyon oluşumu için yeterli besi maddesi bulunmaktadır. Endüstriyel atıksular arıtılırken fosforun yada azotun aşırı giderimi ötrofikasyonun önlemesi için gerekmektedir. Ötrofikasyon için gerekli şartlar ve besi maddelerinin mevcut olması halinde alg patlamaları olabilir. Estetik sorunlar oluşması yanı sıra alg patlaması balık türleri ve üretimini azaltmaktadır. Genelde endüstriyel atıksular azot ve fosfor bakımından fakirdir.

Biyolojik ayrışmaya dirençli refrakter maddeler: Belirli bir su kalitesi için bu tür maddeler istenmeyebilir. Deterjanlardan kaynaklanan ABS (alkil benzen sulfonat) biyolojik olarak ayrışmaz ve köpüğe neden olur. Bazı refrakter maddeler de su canlıları için toksiktir. Bazı endüstriyel atıksular inhibitör ya da toksik maddeleri içermektedir. Bir ekosistemde bu maddelerin bulunması ortamda sadece dayanıklı türlerin kalmasına sebep olmaktadır. Duyarlılığı düşük türler yok olacaktır. Biyolojik sistemler üzerinde etkisi olan

böyle bütün maddelerin bilinmesi yalnız çevrenin korunması açısından değil aynı zamanda bu atıksuların biyolojik sistemlerle arıtılabilirliği açısından da önemlidir. Bu kirleticilerin arıtma sonrası çok küçük konsantrasyonlarda bulunmaları bile alıcı su ortamları üzerinde olumsuz etkiler oluşturması yeterlidir.

Uçucu maddeler: Hidrojen sülfür ve diğer uçucu organikler hava kirliliği probleminde dolayı yönetmeliklerce kısıtlanmışlardır.

Yağ ve yüzen maddeler: Suda çökmeyen yani yüzen partikül maddeler ise su üzerinde köpük tabakalarını oluşturmaktadır. Bu tabaka ışık geçirgenliğini ve çözülmüş oksijenin dağılımını da olumsuz yönde etkilemektedir. TAKM yanı sıra endüstriyel atıksularda yağ ve gres de bulunabilir. Bu yağ ve gresin bir kısmı organik olabilirken, ekseriya bölümü mineral kökenlidir. Mineral yada organik olmasına bakılmaksızın yağ ve gres hava ile su arasında geçişleri engelleyen bir bariyer görevi görmektedir. Böylece havadan su ortamına oksijen girişi engellenir.

Sıcaklık: Evsel atıksuların aksine, endüstriyel atıksuların sıcaklığı çoğunlukla ortam sıcaklığında daha yüksek olabilmektedir. Alıcı su ortamında sıcaklığı yükselmesi oksijenin çözünürlüğünü azaltmaktadır. Alıcı ortamdaki suda ani sıcaklık artışı sıcaklığa duyarlı su canlılarının ölümüne sebep olmaktadır. Isı artışı her canlı organizmada farklı etkiler yapmaktadır. Bazı canlı türlerinin daha hızlı üremelerine sebep olabilir. Bu büyümenin de sınırlı olması gerekmektedir. Aksi halde sınırlı canlı türü suda baskın halde bulunur.

Patojenik (Hastalık yapıcı) etkiler: Patojenler hastalık yapıcı organizmalardır. Bu organizmaların insan yada hayvanla teması neticesinde enfeksiyon oluşmaktadır. Patojenler bakteriler, virüsler, protozoalar ve helmintleri içermektedir. Evsel ve tıbbi atıksularda fazla sayıda patojen mikroorganizma bulunurken, endüstriyel atıksularda genelde patojen mikroorganizma bulunmaz. Fakat tarım sanayiden kaynaklanan atıksularda patojen mikroorganizmalar bulunabilir. Patojenleri ihtiva eden atıksular alıcı ortamlara deşarj edildiğinde su kaynağı da kirletilmiş olur ve su temini için yapılan arıtmada dezenfeksiyon yapılması önem kazanır (Öztürk ve ark., 2004).

2.1.3. Endüstriyel Atıksuların Çevresel Etkileri

Endüstriyel atıksuların yeterli ölçüde arıtılmadan alıcı ortamlara deşarjı veya tarımsal sulama amaçlı kullanılması alıcı ortamda önemli olumsuz etkilere neden olmakta ve yetiştirilen ürünler diğere birçok organik kirleticinin yanı sıra ağır metal yüküne sahip olabilmektedir. Dünyada 20 milyon hektar arazinin endüstriyel deşarjlarla kirlenmiş arıtılmamış atıksularla sulandığı tahmin edilmektedir. Birçok Avrupa ülkesinde ve Kuzey Amerika'da arıtılmamış atıksular zirai sulama amaçlı olarak uzun yıllar kullanılmıştır. Paris'te kısmen arıtılmış atıksuların sulama amaçlı kullanımı 19. yüzyılın ikinci yarısına kadar sürmüştür. Çin, Meksika, Peru, Mısır, Lübnan, Hindistan ve Vietnam'da atıksular bitki besin kaynağı olarak onlarca yıl kullanılmıştır (Drechel ve ark., 2010).

Akdeniz ülkelerindeki zirai gıda üretiminde temiz su sıkıntısı en önemli kısıt olmuştur. Bu sorunun aşılması için arıtılmış evsel atıksularla sulama teşvik edilmektedir. Küresel ısınmanın beraberinde getirdiği yağış miktarındaki azalmanın sonucu olarak su talebinin yeterince karşılanamaması önemli bir problem olarak tüm dünya ülkelerinin karşısına çıkmakta ve ülkemiz gibi kurak ve yarı-kurak bölgelerde bu durum daha belirgin olarak yaşanmaktadır. Mevcut su kaynaklarının hızla kirlenmesi ile var olan su kaynaklarının kullanılabilirliği azalmakta, iyi kalitedeki sular evsel ihtiyaçlar için kullanılırken daha düşük kaliteli suların ise sulama amaçlı kullanımı tercih edilmektedir. Türkiye'nin tahıl ambarı olarak nitelendirilen Konya havzası da yakın zamana kadar arıtılmamış atıksularla sulanmıştır. Çiftçiler, azot ve fosfor gibi nütrient içeriği yüksek olan atıksuların yetiştirdikleri ürünün verimini arttıracaklarını düşünürken atıksu içinde bulunabilecek tüm endüstriyel toksik kirleticileri göz ardı etmektedirler.

Hindistan'da birçok bölgede zirai alanlarda endüstriyel atıksular sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır. İlaç, petrokimya, boya, pestisit gibi alanlarda üretim yapılan sanayi bölgesinden çıkan atıksularla sulanan ıspanak, domates vb. sebzelerde yüksek oranlarda As, Cd, Cr, Pb ve Ni tespit edilmiştir (Tiwari ve ark., 2011).

Çin'de atıksu ile sulanan alanların %45'i yüksek seviyede ağır metal ile kontamine olduğu tespit edilmiştir. Çin'de yaklaşık 30 yıl boyunca endüstriyel atıksular ile sulanan alanlar tarımsal amaçla kullanılmaya başlanınca endüstriyel atıksu ile sulama işlemi sona erdirilmiştir. Ancak aradan 14 yıl geçmiş olmasına rağmen Cd, Zn ve Pb konsantrasyonlarının toprağın kullanımı için verilen limit değerleri aştığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçları ağır metaller ile kirlenen topraklarda uzun yıllar geçse bile metal

kirliliğinin sürekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur (Li vd., 2009). Çin’de tarımsal amaçla kullanılan topraklardaki ağır metal kirliliği toprak, tahıl (buğday, fasülye) ve sebze (karnabahar) örneklerinde araştırılmış ve değerlendirilmiştir. Alt tabakalardaki toprak örnekleri ile mukayese edildiği zaman üstten alınan toprak örneklerinin Hg, Cd, Cu, Pb, Zn ve As bakımından daha kirli olduğu ve pek çok tarımsal alanın yüksek seviyede Cd ve Hg içerdiği tespit edilmiştir. 15 yıl önce toprakta tespit edilen Cd ve Hg konsantrasyonunun arttığı görülmüştür. Sebze ve tahıl ürünlerinde sağlığı tehdit edecek boyutta ağır metal tespit edilmemiş olmasına rağmen, elde edilen çalışma sonuçları ağır metal kirliliğinin tarımsal ürünlerin kalitesini etkilediğini göstermiştir (Huang vd., 2007).

Tarımsal topraklardaki ağır metallerin yüksek miktarlardaki birikimi sadece çevresel kirliliğe sebep olmamakta ürün tarafından yüksek miktarda ağır metal alınması yiyeceklerin kalite ve güvenliğini etkileyebilmektedir. Çin’de en gelişmiş bölgelerin birinde ürün, çeltik ve topraktaki ağır metal konsantrasyonu araştırılmıştır. Analiz sonuçları pek çok örnekleme alanındaki ürün, çeltik ve toprakta yüksek miktarda Cd ve Pb tespit edilmiştir. Kentsel ve endüstriyel aktivitelerin etkisi ve tarımsal kimyasalların kullanımı sonucu tarımsal amaçlı kullanılan toprakların ağır metaller ile kirlendiği tespit edilmiştir (Wong vd., 2002). Çin’de tarımsal topraklardaki ağır metal kontaminasyonunu değerlendirmek ve çevresel kalitesini belirlemek amacıyla 38 bölgeden alınan 908 örnekte Cd, Cr, Pb, Hg, Cu, Zn, Ni ve As ağır metallerinin varlığı araştırılmış ve tarımsal toprakların yaklaşık %15’inde ağır metal konsantrasyonu limit değerlerin üzerinde tespit edilmiştir. İncelenen metallere Cd kirliliği en yüksek iken bunu Ni, As ve Zn metalleri izlemiştir (Jie-liang vd., 2007).

Ağır metaller akuatik çevreye çeşitli kaynaklardan girebilmektedir. Birçok ağır metal toprak ve kayalar gibi doğal kaynaklardan biyojeokimyasal döngüye girerken aynı zamanda metal endüstrisi deşarjları gibi endüstriyel kaynaklardan da su havzalarına ulaşarak kabul edilebilir konsantrasyonların üzerine çıkmaktadır (Aydın ve ark., 2010). Bazı metallerin yüksek konsantrasyonları insan sağlığı için zararlıyken, bazı metallerin çok düşük konsantrasyonları bile canlı yaşamı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ağır metaller insanlarda nörolojik problemlere, kemik hastalıkları ve kardiyovasküler problemlere, renal hastalıklara ve çeşitli kanserlere neden olmaktadır (Guo ve ark., 2011; Debelius ve ark., 2011).

Alıcı su ortamlarında ağır metaller beslenme zinciri ile direkt olarak balıkların besinlerini oluşturan fitoplanktonlar ya da sudaki diğer tüketici organizmalar yolu ile balıklara geçmektedir. Ağır metallerin balıklardaki konsantrasyonu balık türünün beslenme alışkanlığına bağlıdır. Ağır metallerin vücuda alınması metale bağlı olup balığın doku ve organları arasında da ayırım göstermektedir. Yapılan bir çalışmada herbiver balıklardaki konsantrasyonun karnivor balıklardaki konsantrasyondan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çünkü beslenme zincirinde daha üst basamaklarda bulunan balıklar çoğunlukla diğer balıklarda bulunan metalleri bünyelerine almaktadır.

Endüstriyel atıkların toplanması, arıtılması ve uzaklaştırılması konusunda çeşitli alternatifler mevcuttur. Endüstriler tarafından uygulanabilen alternatifler aşağıda özetlenmiştir:

1. Endüstriler ham atıklarını doğrudan kanalizasyona deşarj edebilirler.
2. Endüstriler atıksularını belediyenin öngördüğü limitlere kadar ön arıttıktan sonra kanalizasyon şebekesine verebilirler.
3. Endüstriler atıklarını tam olarak arıttıktan sonra alıcı ortama (nehir, göl, deniz, toprak veya kanalizasyon) deşarj edebilirler.
4. Endüstriler atıklarını ileri derecede arıttıktan sonra geri kazanabilir veya geri kullanabilirler.
5. Endüstriyel atıksular arazi sulamasında kullanılabilir veya toprağa sızdırabilirler.
6. Endüstriler atıklarını daha başka işlemler ve geri kazanma için diğer bir endüstriye satabilirler.
7. Ön arıtmadan sonra derin deniz deşarjı ile uzaklaştırabilirler.
8. İleri arıtmadan sonra derin kuyu enjeksiyonu yöntemini uygulayabilirler.
9. Endüstriler proses atıklarını fabrika bölgesinden uzağa taşıyabilirler.
10. Buharlaştırma işleminden sonra, sıkıca kapalı kaplarda deniz dibine veya terk edilmiş maden gibi yerlere verme (toksik atıklar ve radyoaktif atıklar için) suretiyle uzaklaştırılabilirler.

Hangi uzaklaştırma ve arıtma yöntemi seçilirse seçilsin, dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

1. Kentsel kanalizasyon şebekesinin ve diğer tesislerin korunması,
2. Kentsel arıtma tesisinin korunması ve çalışmasına engel olunması,

3. Toplum sağlığının korunması,
4. Endüstriyel atıksu tarımda kullanılacaksa toprağın ve bitkilerin zarar görmemesi,
5. Yeraltı su kaynaklarının kirlenmemesi,
6. Boşaltılan atıksuların; endüstri, tarım, insan toplulukları, su ürünleri, taşıma, turizm vs. göz önünde tutularak nehir, göl, haliç ve denize deşarj standartlarına uygun nitelikte olması,
7. Kirliliğin sudan havaya veya sudan toprağa iletilmesinin önlenmesi (Arceivala, 1976).

2.1.4. Ağır Metallerin Kaynak ve Etkileri

Ağır metaller toksik etkileri ve birikim özellikleriyle, çevre için önemli ölçüde kirlilik oluşturmaktadırlar (Omgbu ve Kokogbo, 1993). Ağır metaller endüstriyel atıksularda yaygın olarak bulunmaktadır. Metal içeren endüstriyel atıksular ve belediye atıksularının deşarjı ile çevreye ve halk sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı metaller üzerine yapılan çalışmalar oldukça önem kazanmıştır.

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve bir çok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi fizyolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan civadır. Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya da bağlıdır. Örneğin nikel bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir (Kahvecioğlu ve ark., 2004).

Bazı sistemlerde ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağlı olarak değiştir. Bu tür organizmalarda metallerin konsantrasyonu dikkate alınmalıdır. Bu nedenle özellikle düzenli olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon değerleri sınırlandırılmıştır ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunludur. Ağır metallerin insan

metabolizmasında oluşturdıkları etki dikkate alınarak bir sınıflandırma yapılacak olursa (Kahvecioğlu ve ark., 2004).

- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler,
- Fizyolojik ve taşınım sistemlerine etki edenler,
- Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler ,
- Alerjen olarak etki edenler,
- Spesifik etki edenler ,

olarak sıralamak mümkündür. Çizelge 1.1’de farklı endüstri türlerinde kullanılan ve atıksuyunda bulunan ağır metaller verilmiştir.

Çizelge 1.1. Endüstride kullanılan ağır metaller (San, 2007)

Endüstri Türü	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-alkali üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi (Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+

Ağır metallerin nehirlerde ve sulu ortamlarda birikmesi hem akuatik yaşamı olumsuz yönde etkilemekte, hem de besin zinciri içerisinde insan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca bazıları, çevrede lipofil özellik kazanarak su, bitki ve hayvanlarda birikip besin zinciri ile insanlara ulaşmaktadır (Malik, 2004). Atıksularda ağır metal bulunması, evsel nitelikli atık suların arıtma verimini etkilemekte ve oluşacak çamurun özellikle tarımsal amaçlı kullanımını engellemektedir. Ağır metal kirliliği içeren atık sular, genellikle Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) değeri düşük asidik sulardır. Bu nedenle, ağır metal içeren endüstriyel atık suların kanalizasyon sistemine deşarj edilmemesi büyük önem arz etmektedir (Türkman ve ark., 2001).

Buna bağlı olarak da yüksek verimde çalışabilen ve metal gideriminde etkili olan biyolojik arıtma proseslerinin geliştirilmesi oldukça cazip hale gelmiştir. Biyolojik arıtma

prosesleri içinde özellikle aktif çamur prosesleri, yarım yüzyıldan fazladır evsel ve endüstriyel atıksu arıtımında kullanılmaktadır (Wong ve ark., 1997). Bilindiği gibi tüm biyolojik arıtma sistemlerinde atıkların giderimi ve zararsız ürünlere dönüştürülmesi bakteri faaliyeti sayesinde mümkün olmaktadır. Her ne kadar metal içeren atıksular biyolojik arıtmadan önce ön arıtıma tabi tutulsa da, mevcut metal içeriği biyolojik arıtmadaki bakteri faaliyetini azaltacak veya durduracak seviyede olabilir (Şimşek ve Çelebi, 1996). Bir çok sistemin metal girişi ile performansının etkilenmesi sonucunda, atık organiklerin giderimi inhibe olmakta, katıların verimli ayrışması azalmakta, çamur özellikleri değişmektedir (Wong ve ark., 1997).

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayınımları söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayınımları önemli miktarlara ulaşabilmektedir. Ağır metallerin çevreye yayınımlarının da etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Havaya atılan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar ve aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde solunurlar. Ağır metaller endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olurlar (Kahveciğlı ve ark., 2004).

Ağır metallerin, özellikle Pb'un, üreme ve gelişmeye etkileri son yıllarda üzerinde durulan konulardan biri olmuştur. Japonya'da gerçekleşen metilciva zehirlenmesi gebelik döneminde fetusun maruziyete karşı hassasiyetini ortaya koymuştur. Çok sayıda çocuğun kurşun içeren boyalardan zehirlenmesi konunun önemine dikkat çekmiştir (Clarkson ve ark., 1985). Yüksek konsantrasyonda Pb çocukların bilişsel gelişimini olumsuz etkilemekte, erişkinlerde kardiyovasküler sorunlara yol açmaktadır. Cd böbreklere zarar vermekte, iskelet ve üreme sistemini olumsuz yönde etkilemektedir. Cu, Mn ve Zn düşük miktarlarda yararlı oldukları halde yüksek konsantrasyonları toksik etki yaratmaktadır. Ağır metaller ayrıca kemik hastalıklarına, solunum problemlerine, kalp hastalıklarına, astıma ve çeşitli kanser türlerine neden olmaktadır (Khan ve ark., 2014).

Cd sanayinin bir yan ürünüdür. Özellikle alaşımlarda, elektrokaplama, pigmentlerde, polivinil plastikler için stabilizatör olarak, pillerde, demir ve çelikte korozyona karşı korumak için kullanılmaktadır. Çevre koruma kararları nedeniyle Cd kullanımı dünya çapında sınırlandırılmıştır. Yine de birçok tüketim ürününde bulunabilir ve aynı zamanda fungusid olarak da kullanılmaktadır. Cd'un antropojenik ana kaynakları, fosfatlı gübre kullanımı, evsel arıtma çamurunun toprağa uygulanması, atmosferik birikim, madencilik ve ergitme faaliyetleridir. Cd içeren cevherler fosfat gübrelerinin üretimi için kullanıldığında bu ürünler 340 mg/kg'a kadar Cd içerebilmektedirler. Bununla birlikte uzun vadeli çalışmalar bu gübrelerin kullanıldığı topraklarda yetişen bitkiler tarafından Cd alımında anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir (Sarkar, 2002).

Cd'un, daha düşük konsantasyonlarının bitkiler, omurgasızlar ve omurgalılar için Zn, Pb veya Cu'dan çok daha yüksek oranda toksik olduğu bilinmektedir. Fitotoksosite, ağırlıklı olarak bitki türlerine ve ortamdaki Cd konsantrasyonuna bağlıdır. Bitkilerde Cd toksisitesi tipik belirtileri, solma, kırmızı-turuncu yaprak rengi, büyümede azalma pirinç ve turp gibi farklı türler için tanımlanmıştır. Cd, bitkinin metabolik süreçlerine müdahale eder, kök büyümesini engeller, iç ve dış kök yapılarında hasara, kökte hidrolitik su iletkenliğinin azalmasına, besin absorpsiyonu ve besin dengesizliğine, klorofil içeriğinin azalmasına, stomaların açılması ve iletkenliğin azalmasına neden olur, fotosentez ile ilgili enzimatik faaliyetlere müdahale eder.

İnsanda Cd, kalsiyumun (Ca) ve D vitaminin metabolizmasını engeller ve osteomalachia gibi (veya osteoporoz) kemik dejenerasyonuna neden olur. İdrar yoluyla Ca kaybını artırır. Genel olarak gıda ürünlerinde Cd transferi önemli bir sorundur, bu ürünlerin tüketimi genel nüfus için Cd'a maruz kalmanın en önemli yoludur (Sarkar, 2002).

Ni başlıca elektro-kaplamalarda, alaşım üretiminde, Ni-Cd bataryalarda, elektronik bileşenlerde kullanılır. Ni'in en yaygın kullanım alanı paslanmaz çelik üretimidir. Bu nedenle otomobiller, bataryalar, madeni paralar, mücevherler, cerrahi implantlar, mutfak aletleri gibi çok çeşitli ürünlerde bulunur. Çevresel ortamlarda Ni'in başlıca kaynakları, madencilik ve eritme endüstrisi, fuel oil ve kömür yakma işlemleridir. Konya'da faaliyet gösteren otomotiv sanayi Ni kirliliğinin esas kaynağı olabilir.

Ni'in toprakta bulunan toplam tolere edilebilir miktarı 100 mg/kg civarındadır. Bitkilerin normal koşullarda Ni içerikleri kuru madde üzerinden 1 mg/kg'ı

geçmemektedir. Bitkilerde Ni güçlü bir zehir etkisi yapar. Ni'in ağır metaller içerisinde, özellikle Zn'dan 8 kat daha fazla zehirli olduğu bilinmektedir. Ni zehirlenmesinin bitkiler üzerinde belirtileri; tahıllarda yapraklar üzerinde boydan boya solgun sarı çizgiler oluşumu, bitki köklerinde tahribat, daha sonra tüm yaprakta beyazlaşmadır. Yüksek dozlarda ise yaprak uçlarında yanma başlamaktadır. Cd ve Ni'in diğer sağlık etkilerinin yanı sıra insanlarda kanserojen etki yarattığı tespit edilmiştir (HSDB, 2014).

2.2. Konya İli Sanayisi

Konya sanayisi günümüzde birçok sektörde üretim yaparak, tarihsel olarak kullanılan tahıl ambarı kimliğinin yanına sanayi şehri kimliğini de eklemiştir. Konya'nın bir özelliği de; sanayisinin belli tür ürünlere dayalı olmayıp oldukça geniş bir sektörel alanda üretim yapmasıdır. Konya sanayisi makine sanayisinden kimyaya, tekstilden otomotiv yedek parçaya, elektrik-elektronikten gıdaya, ambalajdan kâğıt sanayine kadar oldukça değişik üretim alanlarında faaliyet göstermektedir. Konya, 130 ülkeye ihracat yapmaktadır (Anonim).

2.2.1. Konya Sanayisinin Türkiye Genel Sanayisi İçindeki Yeri

Kentsel gelişimde en önemli özellik olan sanayi, önceki dönemlerde Türkiye'de sanayi bölgeleri olarak gösterilen Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz'de gelişmiş iken, son 20-30 yıl içinde Eskişehir, Kayseri, Afyon ve Konya gibi kentlerde sanayi önemli hale gelmiş ve "Noktasal bir sanayi alanı" oluşturmuşlardır. Konya kentinde sanayi kolları Eskişehir, Kayseri gibi kentlerin sanayilerine benzemekle birlikte coğrafi şartlara bağlı olarak bir takım farklılıklar mevcuttur (Anonim).

Konya il genelinde sırasıyla,

- Başka yerlerde sınıflandırılmamış makine ve teçhizat imalatı,
- Motorlu kara taşıtı,
- Römork ve yarı römork imalatı,
- Ana metal sanayi,
- Gıda ve içecek imalatı sektörleri ön plana çıkmıştır.

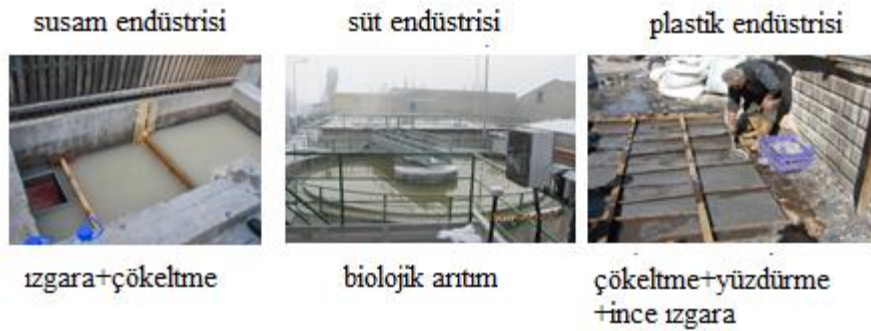
Çizelge 2.1'de Konya Sanayisinin sektörel dağılımı verilmiştir

Çizelge 2.1. Konya Sanayisinin Sektörel Dağılımı (Aka, 2007)

Sıra	Sanayi Sektörü	%
1	Maden, Kimya, Cam ve İlaç sanayi	5,9
2	İnşaat Müt. Hizmetleri, Beton Mamülleri	6,0
3	Gıda Sanayi	3,3
4	Şeker ve Şekerli Maddeler Sanayi	4,0
5	Un İmalatı Sanayi	4,0
6	Yem, Yem Katkı Maddeleri Sanayi	2,8
7	Ambalaj Sanayi	4,4
8	Tekstil, Konfeksiyon, Triko ,İplik, Halı Sanayi	4,1
9	Deri, Plastik, Kauçuk Mamülleri Sanayi ve Ayakkabı Sanayi	6,4
10	Ağaç, Mobilya, Kağıt Üretim ve Basım Sanayi	4,0
11	Döküm Sanayi	6,6
12	Metal Eşya ,Demir, Sac, Tel, Çivi, Cıvata Sanayi	6,4
13	Elektrik Makina ve Malz., Isıtma-soğutma Sanayi	6,1
14	Tarım Alet ve Makineleri Sanayi	5,1
15	Sondaj Makineleri ve Sulama Ekipmanları Sanayi	4,0
16	Endüstri Makineleri ve Ekipmanları Sanayi	4,9
17	Değirmen, Yem Fabrikası ve Gıda Sanayi	3,9
18	Hidrolik Makineleri ve Asansör Sanayi	3,5
19	Motor iç Aksamı ve Dişli Sanayi	5,2
20	Oto Aktarma Organ, Parça, Fren Ekipman Sanayi	4,9
21	Oto Dış Aksamı, Damper, Karasör ve Kabin san.	4,2
	TOPLAM	100

2.2.2. Konya Sanayisinde Atıksu Arıtma

Konya İli birleşik kanalizasyon sistemine sahip olup yağmur suyu, evsel ve endüstriyel atıksular bu sistemle Kentsel Atıksu Arıtma Tesisine ulaşmaktadır. Konya kentsel atıksu arıtma tesisi 2010 yılında işletmeye alınmıştır ve konvansiyonel yöntemlerle arıtım yapılmaktadır. Kentte organize sanayi bölgesi kimyasal arıtma tesisine sahiptir. Birçok münferit tesiste de basit arıtma yöntemleri uygulanmaktadır. Şekil 2.1’de Konya sanayisinde faaliyet gösteren bazı sanayi kuruluşlarında işletilen arıtma tesislerinin fotoğrafları verilmiştir. Konya’da şehrin farklı bölgelerine dağılmış olan bazı sanayi kuruluşları ise arıtma sistemlerine sahip değildir. Özellikle galvanizleme yapan işletmeler ağır metal içeriği yüksek atıksu deşarjı yapmaktadır. Bu deşarjların Konya Su Kanalizasyon İşleri (KOSKİ) tarafından tespit edilmesi durumunda cezalar uygulanmakta veya kanalizasyona deşarj izni verilmemektedir. Sanayi kuruluşları deşarj limitlerini aşan konsantrasyonda kirletici içeren atıksularını günün farklı saatlerinde kanalizasyona verebilmektedir. Çoğu zaman deşarjların tespiti mümkün olamamaktadır. Ağır metal içeriği yüksek deşarjlar atıksu arıtma tesisinin yükünü arttırmakta ve arıtma çamurunda birikmektedir. Bu nedenle kaçak deşarjların tespit edilerek yaptırımların uygulanması gerekmektedir.



Şekil 2.1. Konya sanayisindeki bazı arıtma sistemleri

2.2.3. Konya Kentsel Atıksu Karakteristiği

Konya kentinde ekonomik ve teknolojik gelişmeye paralel olarak faaliyet gösteren endüstrilerin tür ve sayılarının artmasına bağlı olarak endüstrilerden kaynaklanan atıksu miktarları ve Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ) kanalizasyon şebekesine deşarj edilen kirletici tür ve miktarı da artmıştır. Konya kentsel atıksuyunda çeşitli kirletici parametrelerin değerlendirildiği birçok çalışma yapılmıştır. Konya kenti atıksularını Tuz

Gölü'ne taşıyan Ana Tahliye Kanalı'ndan alınan atıksu numunelerinde ağır metal konsantrasyonlarının tespiti amacıyla yapılmış çalışmalar Çizelge 2.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.2. Ana Tahliye Kanalı atıksu numunelerinde ağır metal konsantrasyonları ile ilgili yapılmış çalışmalar (mg/L)

Bileşik	Aydın (2000)	Aydın vd. (2004)	Aydın vd. (2005)	Korkmaz (2006)	Aydın vd. (2006)		
					1. pom.	2. pom.	3. pom.
Cr	0.009-0.069	<dl -0.080	0.047	0.009-0.069	0.01-0.02	0.01-0.02	0.01
Pb	0.009-0.21	<dl -0.032	0.038	0.009-0.21	0.01-0.03	0.01-0.03	0.03
Cd	0.00075-0.005	<dl -0.030	0.036	0.00075-0.009	-	-	-
Cu	0.002-0.0093	<dl -0.120	0.046	0.002-0.0175	0.07-0.120	0.01-0.05	0.01
Ni	-	<dl -0.080	0.021	-	0.02-0.08	0.01-0.07	0.01
Zn	0.06-0.15	<dl -0.510	0.198	0.06-0.15	0.4-0.5	0.35-0.4	0.17
Hg	0.0001-0.0179	-	-	0.0001-0.0179	-	-	-

Aydın vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada Konya Ana Tahliye Kanalı atıksularının Tuz Gölü'nün kirliliğine etkisi incelenmiştir. Tahliye Kanalı boyunca 5 noktadan bir yıl süreyle numuneler alınmıştır. Su numuneleri Apa Baraj çıkışından, atıksu örnekleri Keçili Deresi birleşim kolu, 3 nolu pompa istasyonu, Tutupbeli tüneli çıkışı ve Tuz Gölü girişinden alınmıştır. Kanaldan ayda bir alınan su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmış, I nolu pompa istasyonu ve Tuz Gölü Girişi (Gölyazı Köprüsü) noktalarından alınan örneklerde ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Su örneklerinin analizleri sonucunda pH 7.8-8.4, Eİ 390-760 µmho/cm, TÇK 230-456 mg/L, sıcaklık 8.8-30.6 °C, Ç.O. 6.5-8.5 mg/L, BOİ₅ 2.7-5.6 mg/L, KOİ <20-25 mg/L, NH₃-N 0.05-1.22 mg/L, NO₂-N 0.001-0.015 mg/L, NO₃-N 0.06-25.98 mg/L, PO₄-P 0.04-0.52 mg/L, Na 4.6-9.2 mg/L, K 0.39-1.17 mg/L, Ca 44-90 mg/L, Mg 17.01-36.4 mg/L, atıksu örneklerinin analizleri sonucunda pH 6.8-8.5, Eİ 785-6550 µmho/cm, TÇK 502-4192 mg/L, sıcaklık 2.4-30 °C, Ç.O. 0-7.5mg/L, BOİ₅ 3.9-290 mg/L, KOİ 35-706 mg/L, NH₃-N 1.27-43.3 mg/L, NO₂-N 0.01-0.45 mg/L, NO₃-N 0.116-10.83 mg/L, PO₄-P 0.19-9.72

mg/L, Na 11.5-690 mg/L, K 2.34-24.57 mg/L, Ca 60-528 mg/L, Mg 41.3-290.4 mg/L olarak bulunmuştur. Atıksu örneklerinde ağır metal analizleri sonucunda Cd 0.00075-0.005 mg/L, Zn 0.06-0.15 mg/L, Cu 0.002-0.0093 mg/L, Pb 0.009-0.21 mg/L, toplam Cr 0.009-0.069 mg/L, Hg 0.0001-0.0179 mg/L olarak bulunmuştur. Ana Tahliye Kanalı'ndan yılda ortalama olarak taşınan ağır metal yükleri 69.9 kg Cd, 3120 kg Zn, 158.4 kg Cu, 1272 kg Pb, 520 kg T-Cr, 152 kg Hg olarak tespit edilmiştir. Baraj çıkışından alınan su numuneleri ABD tuzluluk sınıflamasına göre C₂-S₁ sınıfına, Wilcox sınıflamasına göre iyi su sınıfına girmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğinde sulama suyu sınıflandırmasına göre C₂-S₁ (Orta tuzlu, az sodyumlu) sınıfı suyun II. sınıf (iyi) su olduğu belirlenmiştir. Konya atıksularının kanala verildiği Keçili Kolundan alınan numuneler su ABD tuzluluk su sınıfına göre C₄-S₁ (Çok tuzlu, az sodyumlu) ve Wilcox sınıflamasına göre şüpheli kullanılamaz sınıfında belirlenmiştir. Ağır metal konsantrasyonlarının ise deşarj limitlerinin altında olduğu ve uzun zamanda Tuz Gölü'nde birikerek limitlerin üstüne çıkabileceği sonucuna varılmıştır.

Aydın vd. (2005) yaptıkları çalışmada Konya atıksularının karakterizasyonunu belirlemişlerdir. İstanbul yolu, Anadolu sanayi, 1. Organize Sanayi, Motorlu sanayi ve Terfi merkezinden ayda bir olmak üzere bir yıl süre ile atıksu örnekleri alınmıştır. Alınan atıksu örneklerinin bulanıklık, AKM, pH, BOİ₅, KOİ, TN, NO₃-N, PO₄-P, TC, TIC, TOC, Cr ve Pb analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda bulanıklık 3-171 NTU, AKM 4-1240 mg/L, pH 6.3-8.1, BOİ₅ 16-307mg/L, KOİ 12-460 mg/L, TN 9-217 mg/L, NO₃-N 0.4-10 mg/L, PO₄-P 1.1-12.4 mg/L, TC 16-84 mg/L, TIC 8-81 mg/L, TOC 0-65 mg/L, Cr 0.01-0.51 mg/L, Pb 0-0.42 mg/L olarak bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda, genel olarak Konya atıksuyunun orta kirlilikte evsel atıksu özelliği taşıdığı belirlenmiştir.

Aydın vd. (2006) Konya Ana Tahliye Kanalı'ndaki atıksudan ve sedimentten aldıkları numunelerde bor ve ağır metal konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Ana Tahliye Kanalı'nın 32, 40 ve 50. km'lerinden alınan numunelerde ICP-AES ile Fe, Cr, Cu, Pb, Zn ve Ni konsantrasyonları incelenmiştir. Atıksu örnekleri su yüzeyinin 30 cm aşağısından, sediment örnekleri taban yüzeyinin 5 cm aşağısından alınmıştır. Sedimentte bulunan ağır metal konsantrasyonları: 1.noktada (32. km) Fe 5000±600 mg/kg, Cr 69±18 mg/kg, Cu 27±4 mg/kg, Ni 35±13 mg/kg, Pb 20±1 mg/kg, Zn 245±25 mg/kg, 2.noktada (40. km) Fe 10200±1000 mg/kg, Cr 43±11 mg/kg, Cu 6±3 mg/kg, Ni 29±5 mg/kg, Pb 6±2 mg/kg, Zn 58±10 mg/kg, 3.noktada (50. km) Fe 1200±400 mg/kg, Cr 8±1 mg/kg, Cu

3±<1 mg/kg, Ni 6±2 mg/kg, Pb <1 mg/kg, Zn 8±4 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Atıksuda bulunan ağır metal ve bor konsantrasyonları: 1.noktada (32. km) Fe 130-860 µg/L, Cr 10-20 µg/L, Cu 70-120 µg/L, Ni 20-80 µg/L, Pb 10-30 µg/L, Zn 400-500 µg/L, B 700-1600 µg/L, 2.noktada (40. km) Fe 80-560 µg/L, Cr 10-20 µg/L, Cu 10-50 µg/L, Ni 10-70 µg/L, Pb 10-30 µg/L, Zn 350-400 µg/L, B 900-1700 µg/L, 3.noktada (50. km) Fe 40-300 µg/L, Cr 10 µg/L, Cu 10 µg/L, Ni 10 µg/L, Pb 30 µg/L, Zn 170 µg/L, B 900-1400 µg/L olarak tespit edilmiştir. Sedimentlerden alınan numunelerde ağır metal konsantrasyonu Fe>Zn>Cr>Ni>Cu>Pb olarak bulunurken, atıksu numunelerinde yapılan analizlerde ağır metal konsantrasyonlarının deşarj standartlarına göre izin verilen maksimum değeri geçmediği görülmüştür. Bor konsantrasyonu tarım alanlarının sulanmasında müsaade edilen değerden (0.3 mg/L) daha yüksek bulunmuştur.

Aydın vd. (2005) Konya kenti endüstriyel atıksuyunun karakterizasyonunu ve kontrol yöntemlerini belirlemişlerdir. Faaliyette olan endüstri kuruluşlarının proses ve atık türleri yerinde incelenmiş, KOSKİ kanalizasyon şebekesine bağlı olan 337 adet tesisin kanalizasyona bağlantı noktasından atıksu numuneleri alınmıştır. Konya kentinde faaliyet gösteren endüstriyel kuruluşların KOSKİ kanalizasyon şebekesine bağlantı noktasından ve Konya'nın bütün atıksularının (evsel, endüstriyel ve yağmur) toplandığı ve terfi edildiği Aslım Atıksu Terfi Merkezi'nden alınan atıksu numunelerinin, AKM, TKM, yağ-gres içeriği standart metodlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. pH ve sıcaklık ölçümleri WTW marka 2001 model multine P4 pH-metre ile, KOİ, BOİ ve TKN, NH₃-N, NO₃-N, NO₂-N, PO₄-P, Cd, T-Cr, Zn, Fe, Cu, Ni, Pb analizleri Dr.Lange CADAS 30S marka 2001 Model spektrofotometre ile Dr.Lange marka hazır kitleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Konya atıksuyunun analizleri sonucunda KOİ 623-1011 mg/L, BOİ 284-479 mg/L, AKM 745-1054 mg/L, TKM 1160-2150 mg/L, yağ-gres 180-468 mg/L, pH 5.53-6.64, sıcaklık 11.2 °C, TKN 57.6-72.4 mg/L, NH₄-N 42.6-59.4 mg/L, NH₃ 30.8-39.4 mg/L, NO₃ 1.94-2.39 mg/L, NO₂ 0.18 mg/L, PO₄ 29.78-99.20 mg/L, PO₄-P 9.54-32.3 mg/L, Cd 0.38-0.42 mg/L, T-Cr 0.11-0.63 mg/L, Zn 0.32-1.35 mg/L, Fe 2.09-4.50 mg/L, Cu 1.71-5.04 mg/L, Ni 0.87-1.91 mg/L, Pb 0.02-0.38 mg/L olarak bulunmuştur. SKKY'ne göre üretim tiplerine göre sınıflandırılan endüstrilerin KOSKİ kanalizasyon sistemine deşarj noktalarından alınan atıksu örneklerinde, SKKY'ne göre alıcı ortama deşarj standartlarına göre bakılması gereken parametrelerin analizleri yapılmıştır. Gıda sanayi KOİ 217-28980 mg/L, AKM 42-7900 mg/L, pH 4.60-10.96, yağ-

gres 4.60-11554 mg/L, cam sanayi KOİ 52-96 mg/L, AKM 80-684 mg/L, Pb 0.43 mg/L, pH 2.10-2.30, tekstil sanayi KOİ 30-2292 mg/L, AKM 13-1020 mg/L, serbest klor 1.36 mg/L, toplam Cr 0.32 mg/L, yağ-gres 5-2930 mg/L, pH 3.7-10.3, deri sanayi KOİ 1153 mg/L, AKM 256 mg/L, yağ-gres 3353 mg/L, krom(VI) 0.62 mg/L, pH 5.30, toplam sülfat 103 mg/L, kimya sanayi KOİ 72-2030 mg/L, AKM 40-2770 mg/L, pH 5.80-13.10 toplam fosfor 0.94-1170 mg/L, toplam azot 1580 mg/L, yüzey aktif madde 0.84 mg/L, metal sanayi KOİ 68-5160 mg/L, AKM 6-2565 mg/L, pH 1.80-9.90, yağ-gres 17-6649, toplam krom 0.13-8.73 mg/L, kurşun 0.08-0.12 mg/L, toplam siyanür 0.42-1.50 mg/L, Ni 0.29-6.16 mg/L, Zn 0.52-76 mg/L, Cu 0.38 mg/L, motorlu ve motorsuz taşıt tamirhaneleri yağ-gres 28-72030 mg/L, NH₄-N 17.40-50.70 mg/L, toplam siyanür 0.01-0.12 mg/L, toplam Cr 1 mg/L, PH 8.05, KOİ 251-8136 mg/L, endüstriyel nitelikli diğer atıksular KOİ 13-1248 mg/L, yağ-gres 2-2705 mg/L, pH 7.20-11.30, AKM 10-561 mg/L olarak bulunmuştur.

Korkmaz (2006) Konya ili atıksularının Tuz Gölü üzerindeki etkilerini belirlemiştir. Konya ana tahliye kanalının çeşitli noktalarından alınan numunelerin fiziksel-kimyasal analizleri yapılmış ve tahliye kanalının Tuz Gölü'ne taşıdığı kirlilik yükü belirlenmiştir. Su örnekleri analiz sonuçları pH 8.1, Eİ 509 µs/cm, TÇK 292.8 mg/L, Sıcaklık 20.4 °C, Ç.O. 7.4 mg/L, BOİ₅ 3.7 mg/L, KOİ <20 mg/L, NH₄-N 0.40 mg/L, NO₂-N 0.0065 mg/L, NO₃-N 5.92 mg/L, PO₄-P 0.17 mg/L, Na 7.3 mg/L, K 0.64 mg/L, Ca 57 mg/L, Mg 27.1 mg/L, SAR 0.2 olarak bulunmuştur. Atıksu örnekleri analiz sonuçları pH 7.3-7.97, Eİ 2447-4963 µs/cm, TÇK 1565-3186 mg/L, sıcaklık 12.2-15.3°C, Ç.O. 0.3-5 mg/L, BOİ₅ 58-197 mg/L, KOİ 103.2-423 mg/L, NH₄-N 8.05-24.86 mg/L, NO₂-N 0.1-0.27 mg/L, NO₃-N 2.40-6.78 mg/L, PO₄-P 1.16-6.4 mg/L, Na 158-365.65 mg/L, K 6.72-10.66 mg/L, Ca 212.6-359.3 mg/L, Mg 122.4-199.4 mg/L, SAR 2.10-3.33 olarak tespit edilmiştir. Tahliye kanalından alınan numunelerin ağır metal analizleri sonucunda kadmiyum 0.00075-0.009 mg/L, çinko 0.06-0.15 mg/L, bakır 0.002-0.0175 mg/L, kurşun 0.009-0.21 mg/L, toplam krom 0.009-0.069 mg/L, civa 0.0001-0.0179 mg/L olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre baraj çıkışında suyun temiz olduğu, ABD tuzluluk sınıflamasına göre baraj çıkışında su C2 – S1 sınıfına (iyi su) girdiğini belirtilmiştir. Ağır metal konsantrasyonlarının atık suların deşarjında izin verilen sınırların altında olduğunu ancak uzun zamanda Tuz Gölü'nde birikerek sınır değerlerin üzerine çıkabileceğini belirtmiştir.

2.2.4. Konya İli Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği

Ülkemizde atıksuların deşarjı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde ki esaslara göre belirlenmiştir. Deşarj edilecek atıksuların sınır değerleri arıtma tesisine ve suyun arıtıldıktan sonraki kullanım amacına göre değişmektedir. Deşarj standartlarının belirlenmesinde alıcı ortam özellikleri de göz önünde bulundurulmaktadır.

Atıksuların kanalizasyon şebekesine bağlanmalarına, vidanjör ve benzeri bir araç ile taşınarak kanalizasyon şebekelerine boşaltılmalarına, kanalizasyon şebekesi bulunmayan yerlerde çevre kirlenmesine yol açmayacak bir düzeyde arıtılarak uzaklaştırılma ve uygun alıcı ortama verilmeleri ile kanalizasyon şebekesinin kullanım ve korunmasına ilişkin esas, yöntem ve kısıtlamalar Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği ile belirlenmiştir.

Kanalizasyon şebekesine deşarj edilecek endüstriyel atıksularda sağlanması gereken sınır değerleri Çizelge 2.2'de verilmiştir. KOSKİ tarafından talep edilmesi durumunda söz konusu limit değerler yükseltilebilir.

Çizelge 2.2. Kanalizasyon sistemine deşarj edilecek endüstriyel atıksularda sağlanması gereken sınır değerler (Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği, 2009)

Parametreler	Atıksu Örneğinde İzin Verilebilir Maks. Değer
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	1000 mg/L
Askıda Katı Madde (AKM)	400 mg/L
Toplam Azot (N)	60 mg/L
Toplam Fosfor (P)	20 mg/L
Yağ ve gres	200 mg/L
Anyonik Yüzey Aktif Madde (Deterjan)	Biyolojik olarak parçalanması mümkün olmayan yüzey aktif maddelerin deşarjı yasaktır.
Arsenik (As)	3 mg/L
Antimon (Sb)	3 mg/L
Kalay (Sn)	5 mg/L
Bor(B)	3 mg/L
Kadmiyum (Cd)	2 mg/L
Toplam - Krom (Cr)	5 mg/L
Bakır (Cu)	2 mg/L
Kurşun (Pb)	3 mg/L
Nikel (Ni)	5 mg/L
Çinko (Zn)	10 mg/L
Civa (Hg)	0.2 mg/L
Gümüş (Ag)	5 mg/L
Toplam Siyanür (CN)	10 mg/L
Fenoller	10 mg/L
Toplam Sülfür (S)	2 mg/L
Sülfat (SO ₄)	1700 mg/L
Sıcaklık	40° C
pH	6-10

2.3. Biyofilm

2.3.1. Biyofilmin Özellikleri

Mikroorganizmaların çoğu filmler, floklar, yığımlar, granüller veya çamurlar gibi kütlelerin üzerinde yaşarlar. Bu yaşam formları biyofilm olarak adlandırılırlar ve metaller dahil bütün elementlerin biyojeokimyasal döngülerinde yer alırlar. Yüksek hidrofilik matrikse sahip olan hücre dışı polimerik maddelere yapışan biyofilm organizmalar bu maddelerle kompleks ilişkiler geliştirirler ve bunun sonucunda çok hücreli organizma özelliğine sahip olurlar (Flemming, 2008).

Sıvıların bulunduğu kapların çeperlerinde, kayalarda, sedimentlerde, toprakta, yaprakların üzerinde, tende, dişlerde, implantlarda veya yaraların üzerinde bulunan mikroorganizmaların analizi klasik mikrobiyolojik yöntemlerle mümkün değilken, son on yıl içinde aktif bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu araştırmalar sonucunda biyofilmler

yeryüzündeki mikroorganizmaların dominant formları olarak tanımlanmıştır. Yeryüzündeki mikroorganizmaların genellikle tek bir hücre olarak yaşamadıkları, özellikle agregatlarda karışık kültürler içerdikleri bilinmektedir. Agregatlar mikrokolonilerin yanı sıra yüzeylerinde düzensiz dağılmış veya bütünleşik filmler içerirler. Tüm bu yapıları biyofilm adı verilmektedir. Biyofilmler yeryüzünde 3.5 milyar yıl önce tespit edilmiş ilk yaşam formlarıdır. Biyofilmler, buzullarda, okyanusların dibinde 1000 bar basınç altında, ultra saf suda veya yüksek konsantrasyonlu tuz çözeltilerinde dahi tespit edilebilmektedirler. Biyofilmler, konsantre dezenfektan borularında veya nükleer enerji santralleri gibi yüksek radyoaktif ortamlarda da oluşabilirler. Hemen hemen tüm canlı organizmaların yüzeyinde kolonize olabilmeleri kronik akut ve ölümcül hastalıklara yol açabilmektedir. Biyofilmler oksijen, karbon, azot, sülfür, fosfor ve daha pek çok metalin biojeokimyasal dönüşümünde yer alırlar (Flemming, 2008).

Biyofilm biyolojik arıtım amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, metaller, petrol sızıntıları, azot bileşikleri ve evsel atıksu arıtımı için organizmaların kullanımı yaygındır. Fakat uygunsuz biyofilm oluşumundan dolayı problemler yaşanmaktadır. İngiltere’de evlerden kaynaklanan insan dışkımasının neden olduğu 9 milyon hastalık vakası olduğu tahmin edilmektedir. Bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve evsel hijyenin artırılması için yönetimler tedbirler almaktadır (Garrett ve ark, 2008).

Gıda sanayinde biyofilm yüzey akışını engelleyen ciddi bir mühendislik problemidir. Korozyon oranında sıvı sürtünme direncini artırır bu da enerji kayıplarına yol açar. Yüzeylerde ve gıda işleme ortamlarında oluşan patojen mikroflora kontaminasyonlara yol açar. Gıda ile temas eden yüzeylerden mikroorganizmalar tamamen kaldırılamaz ve biyotransfer potansiyelini arttırarak biyofilm olgunlaşmasına yol açar (Garrett ve ark, 2008).

Petrol endüstrisinde sülfat indirgeyici bakterilerden kaynaklanan biyofilm oluşumu sorun oluşturur. Ekipmanlarda korozyona filtrasyonda tıkanıklıklara yol açar. Böyle kontaminasyonlar hidrotermal deliklerden oluşan sıcaklığa dayanıklı organizmalardan kaynaklanmaktadır (Garrett ve ark., 2008).

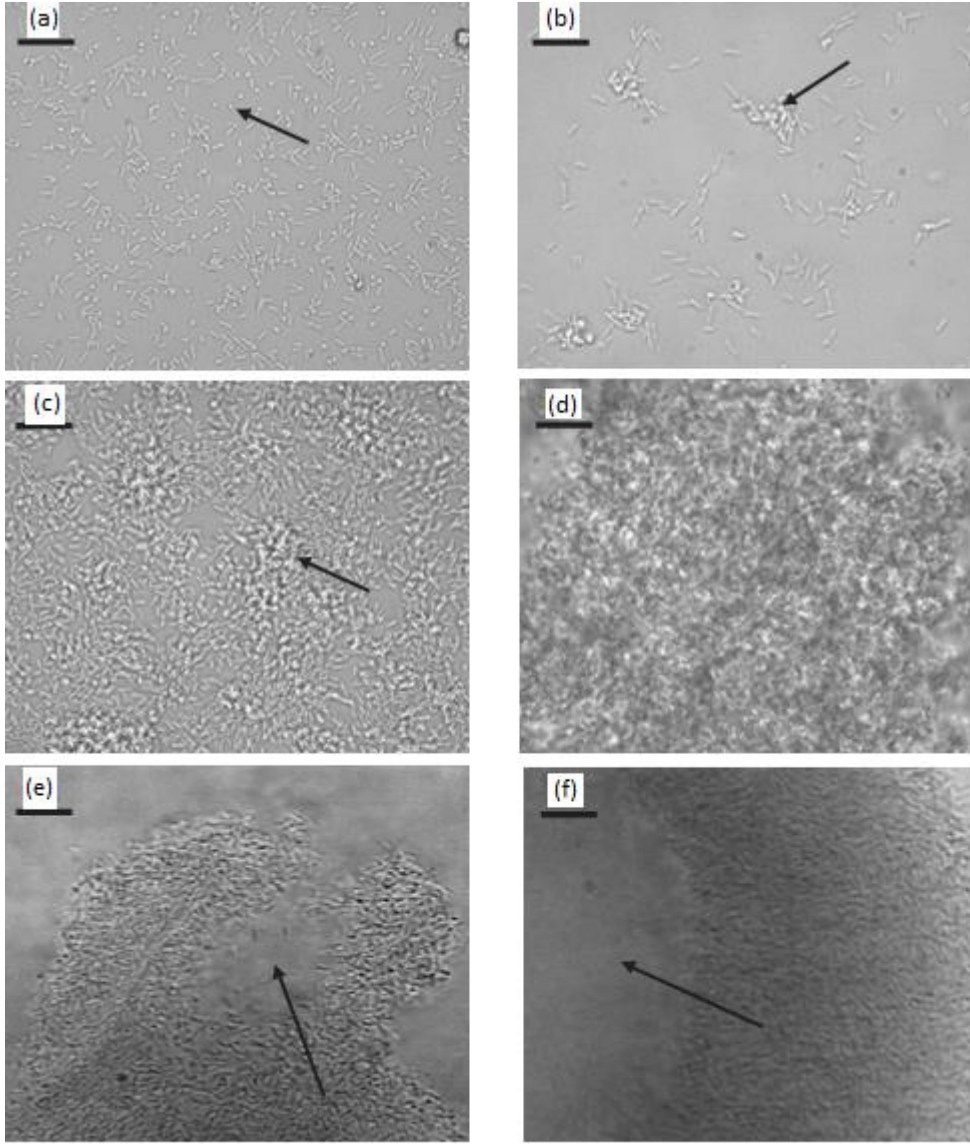
2.3.2. Biyofilmin Gelişimi

Biyofilmin oluşumunun anlaşılabilmesi için pek çok organizma araştırılmıştır. En çok kullanılan model, *Pseudomonas aeruginosa*, sistik fibroz hastalarının akciğerlerinde

kolonize olan bir organizma tarafından oluşturulan biyofimdir. Ancak bu organizma biyofilm oluşturan tüm organizmaları temsil etmemektedir. Farklı koşullarda farklı organizmalar farklı biyofilmler oluştururlar. Heterojenite biyofilmin en önemli özelliklerinden biridir ve laboratuvar dışında saf kültür olarak bulunmaları zordur (Flemming, 2008).

Pseudomonas aeruginosa suşunun biyofilm oluşum süreci ışık mikroskobu altında incelenmiş ve görünüşler Şekil 2.2’de verilmiştir. Herbir görüntü biyofilm gelişiminin belirgin bir bölümünü oluşturmaktadır: (a) ilk tutunma; bakterilerin substrata yapışması, (b) hücre kümesinin doğuşu, (c) olgunlaşma-1; hücrelerin kalınlaşması, (d) olgunlaşma-2; hücre kümelerinin yaklaşık 100 µm olan maksimum kalınlığa ulaşması, (e) ve (f) dispersiyon (Flemming, 2008).

Bazı değişiklikler olmakla birlikte biyofilm oluşumu bu 5 aşama ile açıklanabilir. Biyofilmin gelişimi için ilk aşamadan son aşamaya kadar 9-12 gün geçer. İlk aşama substrat ile ilk temas ilk dakikalarda gerçekleşir ve bu “ilk tutunma” olarak tanımlanır. Bu gelişme aşamasında bazı hücrelerin geri dönüşümlü olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.2a). İkinci aşama geri dönüşümsüz aşamadır. Birbirine temas halinde çok sayıda hücrenin kümeleştiği gözlenmiştir (Şekil 2.2b). Bu aşamada oluşan hücre kümeleri son aşamaya kadar kalır (9-12 gün inkübasyon). Gelişimin üçüncü aşaması olan “olgunlaşma- 1” de hücre kümelerinin giderek katmanlaştığı gözlenir (Şekil 2.2c). Bu aşamada hücre zaman içinde 10 µm’den kalın olur ve nokta olarak tanımlanır. Sondan bir önceki aşamada ise hücreler maksimum 100 µm’ye ulaşır ve bu aşama “olgunlaşma-2” olarak adlandırılır (Şekil 3.1d). 9-12 gün sonra bakterilerin dispersiyonu nedeniyle yapılarında değişiklikler gözlenmiştir (Şekil 2.2.e-f). Şekil 2.3’e hücre kümesinin enine bir kesitinden alınan görüntüdür. Boşlukta kalan bakteriler hareketlidir. Şekil 3.1.f’de hücre duvarında tam bir yayılma olayı görülmektedir (Flemming, 2008).



Şekil 2.2. *Pseudomonas aeruginosa* suşunun biyofilm oluşum süreci

2.3.3. Biyofilm Yaşam Modunun Ekolojik Avantajları

Biyofilm canlı türü, tek hücreli planktonik canlı türüne kıyasla birçok avantaj sağlamaktadır. En büyük avantajlarından bir tanesi hücrelerin karşılıklı ilişkiler içerisinde bir sinerji oluşturmasıdır. Buna en önemli örnek amonyak ve nitrit oksitleyen bakterilerdir. Amonyak oksitleyen bakteriler nitrit üretmekte, nitrit oksitleyen bakteriler ise bu ürünü substrat olarak kullanmaktadır. Nitrifikasyon prosesi atıksu arıtma tesislerinde uzun zamandır başarıyla kullanılmaktadır. Biyofilmin diğer önemli avantajı

genetik değişimdir. Genetik değişim sonucunda biyoçeşitlilik artmakta ve oluşan türler kirleticilerin indirgenmesi, dış etkenlere direnç gibi adaptasyonlar geliştirmektedirler (Flemming, 2008).

Mikrobiyal yaşam formunun oluşumu ve incelenmesinde biyofilm artık daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Biyofilm mikroorganizmaların askıda ve izole edilmiş durumlarda farklı davranışlarını gösterir. Bu yüzden biyofilm araştırmaları çevre mikrobiyolojisi ve mikroorganizmaların doğal ortamlarını özelliklerini ortaya çıkarmada çok önemlidir. Biyofilm uygulamaları diğer bilim dallarının anlaşılmasına da katkı sağlamıştır. Ancak biyofilm gelişimini etkileyen değişkenleri kontrol etmek oldukça zordur. Bu nedenle biyofilm araştırmaları devam etmektedir.

2.3.4. Biyofim Gelişimini Etkileyen Çevresel Faktörler

pH etkisi

pH değişiklikleri bakteri büyümesi üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir ve bu nedenle sık sık kullanılan deterjan ve dezenfektan maddeler bakteri ölümüne neden olmaktadır. Bakteriler bir çok farklı hücre işlemleri ile ortaya çıkan protein etkinliğini ve sentezini ayarlayarak iç ve dış pH'daki değişikliklere cevap verir. Yapılan çalışmalar asit etkisinin yavaş olması sonucu hücre yaşama şansının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum bakterilerin küçük çevresel değişikliklere uyum sağlayabileceğini göstermektedir. Ancak bazı durumlarda pH değişikliklerine kolayca uyum sağlanmaz (Garrett ve ark., 2008).

Reolojik ve biyofim yapışkan özellikleri

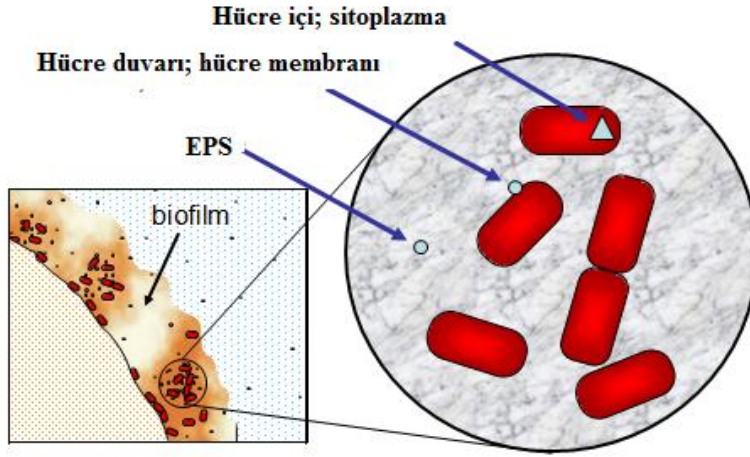
Hem karışık türler hem saf kültür biyofilm viskoelastik akışkanlar gibi davranırlar. Yapışkanlık özelliği sıcaklık artışına bağlı olarak değişir. Alginat, ksantan gibi hücre dışı polimerik maddeler ve hidrojen bağına göre olan jellan zankı agrega yüksek hidratlı viskoelastik jel oluşturmaz. *P. Aeruginosa* gibi bakteriyel alginat asetillenmiş üronik asitlerin varlığı biyofilmin hidrasyon kapasitesini artırır. Bu özellik biyofilme mekanik stabilite sağlar. Polisakkaritlerin sıcaklığını arttırmak kritik bir nokta elde edilene kadar yavaş yavaş jel benzeri bir madde oluşturur. Kritik noktada jel bir çözelti oluşturur. Böyle bir davranış viskoziteyi etkileyerek biyofilm uyumunu etkileyebilir (Garrett ve ark., 2008).

Sıcaklık etkisi

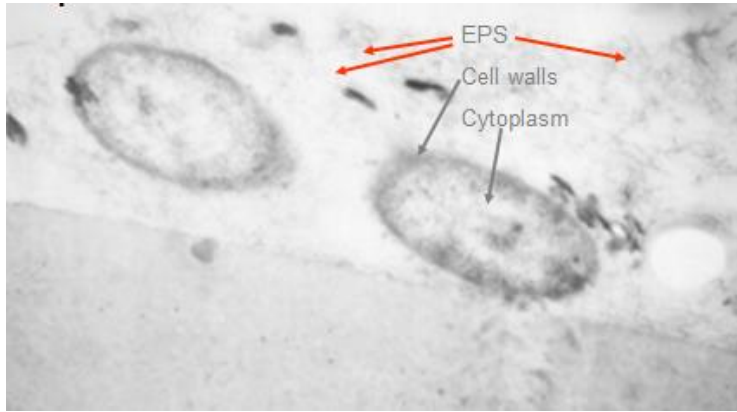
Mikroorganizmalar için optimum sıcaklık besin alımına bağlı olarak biyofilm oluşumunu hızlandırır. Besin metabolizması direkt olarak enzimlere bağlıdır. Yani biyofilm oluşumu bir çok fizyolojik ve biyokimyasal sistemlerin gelişimini kontrol eden enzimlere bağlı olabilir. Sıcaklık enzimlerin reaksiyon oranıyla ilişkilidir ve bu nedenle hücreler üzerinde de etkilidir. Optimum sıcaklıkta bakteri popülasyonunun sağlıklı büyümesi sağlanır. Bunun aksine optimum sıcaklıktan uzak değerler bakteri büyüme verimliliğini azaltır (Garrett ve ark., 2008).

2.3.5. Su Ortamındaki Kirleticilerin Biyofilmde Tutunma Mekanizması

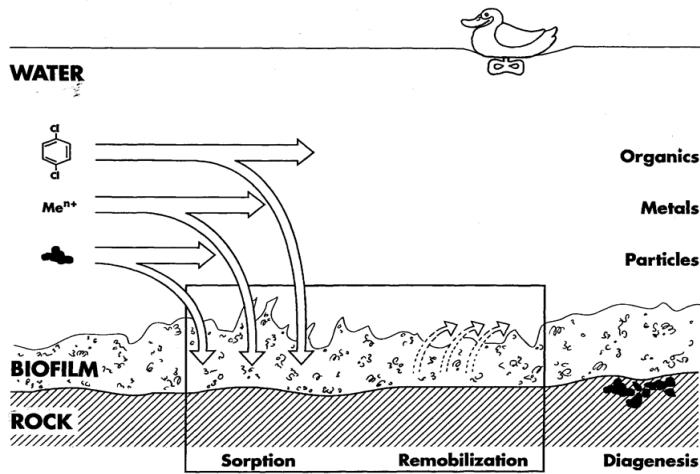
Biyofilm ile temas halinde bulunan su ortamındaki kirleticiler biyofilm tarafından sorplanmaktadır. Bu tutulma biyofilmin ekstraselüler polimerik yapısında (EPS), hücre duvarında ve hücre içindeki sitoplazmada gerçekleşmektedir. EPS biyofilm hücresinin mikroçevresini oluşturmakta ve hücrenin yaşamını direkt etkilemektedir. EPS hücrenin bir yüzeye tutulmasını, mikrobiyal agregatların kohezyonunu sağlar ve hücre enzimlerini korur. Hücreler arası boşlukları doldurarak hücreye şekil verir ve üç boyutlu olmasını sağlar. Hücrenin immobilize olmasını ve böylece tutunduğu yüzeyde uzun süre kalmasını sağlar. EPS, atıksu içinde bulunan ve hücre için gerekli nütrientleri sorplayarak hücreye aktarır. Bunu yaparken atıksu içerisindeki ağır metaller, poliklorlu bifeniller (PCB), farmasötikler gibi kirleticileri de sorplar. Şekil 3.2’de matriksteki kirleticileri sorplayan hücre yapıları verilmiştir. Şekil 3.3’te ise bir biyofilm hücresinin mikroskop görüntüsü görülebilmektedir. Görüntü termal elektron mikroskopu (TEM) altında polimer bir yüzeyin 3 hafta süre ile nehir suyunda tutulması sonucu oluşan hücre yapısıdır. Şekil 3.4’te sedimentler üzerinde oluşan biyofilmin su içerisindeki kirleticilere etki mekanizması verilmiştir (Flemming 2015).



Şekil 2.3. Matriksteki kirleticileri sorplayan hücre yapıları



Şekil 2.4. Biyofilm hücresinin TEM görüntüsü



Şekil 2.5. Sedimentler üzerinde oluşan biyofimin su içerisindeki kirleticilere etki mekanizması

Matriksteki kirleticilerin hücredeki sorpsiyonu adsorpsiyon; yani yüzeyde tutulma ve absorpsiyon; yani hücre içinde tutulma şeklinde gerçekleşir.

EPS'deki sorpsiyon yüzeyleri;

- Katyonik gruplar; amonyak, proteinler, amino şekerler,
- Anyonik gruplar; $-\text{COO}^-$, HPO_4^{2-} , SH^- , SO_4^{2-} (uronik asit, proteinler, hümikler)
- Polar gruplar; hidrojen bağları, OH grupları,
- Non-polar gruplar; aromatik amino asitler (proteinler), polifenoller (hümikler)

Metallerin biyofilme bağlanma mekanizması sorpsiyon, iyon değiştirme, kompleks oluşturma ve çökelmedir. Spaeth ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada kirleticilerin hücre içinde ve EPS'de tutulma yüzdeleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre benzen hücre içinde %5, EPS'de %69; tolüen hücre içinde %11, EPS'de %71; m-xylene hücre içinde %23, EPS'de %65 tutunmuştur.

2.4. Biyofilm Toplayıcı Sistemi

Endüstriyel atıksular birçok kirletici parametreyi yüksek konsantrasyonda içermekte ve alıcı ortama deşarj edilmeden önce arıtılması gerekmektedir. Deşarj limitleri *alıcı ortam* veya *kanalizasyon sistemine* deşarj edilme durumuna göre değişmektedir. Bazı endüstriyel kuruluşlar arıtma sistemlerinin kurulması için gereken yatırımları yapmaktan kaçınmakta veya kurulan arıtma tesisleri gerektiği şekilde işletilmemektedir. Deşarjın kanalizasyon sistemine yapılması durumunda, kentsel atıksu arıtma tesisine tasarlananın üstünde kirlilik yükü girmesi ve arıtma veriminin hedeflenen ölçüde olmaması söz konusudur.

2.4.1. Sistemin Almanya'da Kullanımı

Biyofim toplayıcılar Almanya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Almanya'da bu sistem uygulamaya başlanmadan öncede bacalardan girilerek kanal içinde biriken sedimentin sıyırılması yoluyla kirletici birikimi izlenmiştir. Uygulanan bu yöntem zorluğu ve dezavantajları nedeniyle biyofim toplayıcıların kullanılması düşünülmüştür. Almanya Braunschweig'da 36 noktada 15 yıldır numuneleme yapılmaktadır. Endüstriyel kaçak

deşarjların tespitini sağlayan bu yöntem basit, ucuz ve etkili bir yöntem olması dolayısıyla tüm ülkede kabul görmüştür.

Bielefeld’de biyofilmle numuneleme ilk 1994 yılında başlanmıştır. 1996 yılında ise kanalizasyon sisteminde rutin kontroller başlamıştır. 2001 yılında Kintrup ve Wunsch’e göre referans değerleri belirlenmiştir. 2004 yılında yaygın bir kullanıma erişilmiştir. 2005 yılında bir bilgisayar yazılımı ile datanın değerlendirilmesi kolaylaştırılmıştır. Bu yazılım sayesinde numune noktalarıyla ilgili tüm bilgiler, noktaların koordinatları, daha önceki analiz sonuçları, civardaki sanayi tipleri gibi pek çok bilgi görüntülenebilmektedir. Kentte 2800 biyofilm numunesi alınmaktadır. Genellikle kadmiyum, krom, bakır, çinko, nikel, kurşun, civa gibi metaller analiz edilmektedir. Örnek kontrol noktaları 1500 rutin nokta 1100 fabrika çıkış noktası olacak şekilde ayrılmıştır. Bu verilere göre histogramlar çizilerek datalar oluşturulmuştur. Uygulama ilk olarak ağır metaller ve PCB bileşiklerinin izlenmesi için kullanılmış, daha sonra diğer kirletici parametrelerin izlenmesi için de uygun olduğu tespit edilmiştir. Metod üzerindeki çalışmalar halen devam etmektedir. Almanya’da uzun yıllardır uygulanan izleme sistemi model alınarak hazırlanan bu çalışma, Türkiye’de ilk defa Konya’da uygulanmıştır.

Uygulayıcılar periyodik olarak toplantılar yapmakta ve konu ile ilgili tecrübelerini paylaşmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar 16 Haziran 2015’te 4. sü gerçekleştirilen “Exchange of experience for users of biyofim analysis to control indirect dischargers” isimli toplantıda paylaşılmıştır.

2.4.2. Sistemin Kullanım Amaçları

Almanya’da endüstriyel deşarjların tespiti için kanalizasyon içinde oluşan biyofilmden sıyırma yapılarak analiz yapılmaktaydı. Bu yöntem işçiler için önemli bir zorluk yaratmasının yanı sıra kanal içinde oluşan biyofilmdeki geçmiş birikimler sonuçları etkileyebilmekteydi. Bu nedenle bacalardan kanalizasyon içine kolayca yerleştirilebilecek bir malzeme kullanılması düşünüldü. Yüzeyinde biyofilmin gelişmesi için alan sağlayan çok kollu plastik bir malzeme biyofilm toplayıcı olarak kullanıldı. Zamanla yaşanan tecrübeler yüksek akışların olduğu dönemde biyofim toplayıcıların bağlanması için kullanılan ipin kopmasına ve malzemenin kaybedilmesine neden

olduğunu ortaya koydu. Bundan sonra yüksek akışlı noktalar için çelik tel ile bağlanmış biyofilm toplayıcılar kullanılmaya başlandı.

Biyofilm toplayıcı sistemin kullanım amaçları şu şekilde sıralanabilir;

- Kanalizasyon sistemlerinde kirletici parametrelerin izlenmesi,
- Kirletici deşarj noktasının tespiti,
- Kompozit numune almanın zor olması dolayısıyla örneklemenin kolaylaştırılması.

2.4.3. Sistemin Özellikleri

- Biyofilm toplayıcıdan alınan biyofilm numunesinin analizi ile elde edilen data rutin değerlerin tespitini sağlar.
- Rutin değerden sapan değerler örnekleme yapılan noktaya deşarj yapıldığını gösterir.
- Deşarj yapıldığı tespit edilen noktanın memba tarafına doğru sanayi kuruluşları incelenerek gerekirse yeni noktalara örnekleme yerleştirilir.
- Biyofilm numunesindeki kirletici konsantrasyonundan atıksu içerisindeki kirletici konsantrasyonunun tespiti mümkün değildir.
- Uzun yıllar ortalamasıyla oluşturulmuş data ile mukayese yapılarak sapmalar tespit edilmektedir.
- Özellikle biyofilm toplayıcılar yeni kullanılmaya başlandığında üzerinde biyofilm toplanması zor olmaktadır.
- Yağlı atık olan noktalarda biyofilm oluşumu daha fazla olmaktadır.
- Biyofilm toplayıcı, polietilenden üretilmiş ve kollarının daha sabit durması için içerisinde sert bir plastik geçirilmiştir.
- Maliyeti yaklaşık olarak 4 €'dur.
- Biyofilm toplayıcı kanala yerleştirildikten sonra 2-4 hafta içerisinde, tercihen 2 haftanın sonunda sıyırma işlemi gerçekleştirilmektedir.
- 2 haftadan önce film tabaka oluşmazken 4 haftanın üstünde çok kalınlaşan ve plastiğin kopmasına neden olan film oluşmaktadır.
- Yapılan çalışmalar ahtapot üzerindeki biyofilmin kanal kenarlarında oluşan filme benzer yapı içerdiğini ortaya koymaktadır.

- Biyofilmin daha kalın veya ince olması kirletici içeriği bakımından çok önemli farklar yaratmamaktadır.
- Kirleticiler su ve biyofilm arasında denge halinde kalmaktadır.
- Sıyrmada ahtapotun tüm yüzeyi alınmadığı halde bu durumun sonucu etkilemediği belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Numuneleme işlemini ithal bir ürün olan biyofilm toplayıcı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Projede kullanılan biyofilm toplayıcı polietilenden üretilmiş bir malzeme olup kollarının daha sabit durması için içerisinde sert bir plastik geçirilmiştir. Materyalin sıyırılması için sıyırma aparatı kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Biyofilm toplayıcı ve sıyırma aparatı

3.2. Metod

3.2.1. Numune noktalarının belirlenmesi

Çalışmanın ilk basamağında biyofilm toplayıcılar çeşitli endüstriyel faaliyetlerin olduğu 9 noktaya ve evsel yerleşimlerin olduğu 1 noktaya yerleştirilmiştir. Kanalizasyon sisteminde biyofilm toplayıcıların yerleştirildiği numune noktaları akış yönü ve sanayi tesislerinin konumu dikkate alınarak belirlenmiştir. Endüstriyel deşarj gerçekleştirilmeyen evsel atıksuların bulunduğu noktaya yerleştirilen biyofilm toplayıcıdan alınan örnekler evsel nitelikli atıksu referans değerlerin belirlenmesini sağlamıştır. Çalışmanın ikinci basamağında, yüksek deşarj olduğu tespit edilen noktaların membaındaki sanayi kuruluşlarının kanalizasyona deşarj yaptığı noktalara biyofilm toplayıcılar yerleştirilmiştir. Şekil 3.2’de biyofilm toplayıcı yerleştirilen biyofilm örnekleme noktalarının fotoğrafları verilmiştir.

1. Set örnekleme noktaları ve menbaındaki sanayi çeşitleri:

- 1. NOKTA :** Evsel atıksu niteliğinde
- 2. NOKTA:** Araç parça yıkama sanayi, halı yıkama, araç boyama
- 3. NOKTA:** Tır bakım sanayi parça ve yağ değişimi, oto yıkama, galvanez
- 4. NOKTA:** Oto yıkama, mobilya ve marangozlar sanayi
- 5. NOKTA:** Oto yıkama, galvanez
- 6. NOKTA:** Marangoz sanayi, oto sanayi, yedek parçacılar
- 7. NOKTA:** Araç parçaları yıkama
- 8. NOKTA:** Galvanez, bakır kaplama, döküm
- 9. NOKTA:** Boyacılar, alüminyum ve çinko kaplama
- 10. NOKTA:** Plastik geri dönüşüm, galvanez, emaye ve döküm sanayi

2. Set örnekleme noktaları ve menbaındaki sanayi çeşitleri:

1. numunelemede yüksek değerlerin tespit edildiği noktaların daha detaylı incelenmesi için yeni noktalar belirlenerek biyofim toplayıcılar yerleştirilmiştir.

- 3. NOKTA:** Tır bakım sanayi parça ve yağ değişimi, oto yıkama, galvanez

Yüksek Çıkan Parametreler: Cr, Zn, Ni

3.1. Nolu nokta: Galvanez tesislerinin mansabı

3.2. Nolu nokta: Supab fabrikası önü

- 6. NOKTA:** Marangoz sanayi, oto sanayi, yedek parçacılar

Yüksek Çıkan Parametreler: Cu, Zn

6.1. Nolu nokta: Galvanez tesisinin mansabı

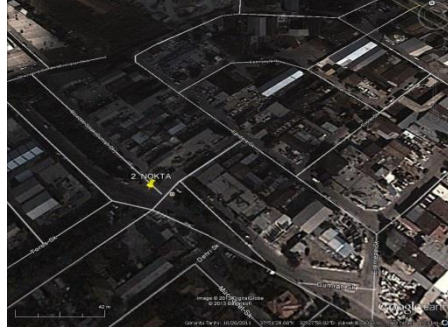
10. NOKTA

Yüksek çıkan parametre: Cu

10.1. Nolu nokta: Dökümcü tesislerin mansabı



1. Numuneleme noktası



2. Numuneleme noktası



3. Numuneleme noktası



4. Numuneleme noktası



5. Numuneleme noktası



6. Numuneleme noktası



7. Numuneleme noktası



8. Numuneleme noktası



9. Numuneleme noktası



10. Numuneleme noktası

Şekil 3.2. Biyofilm örnekleme noktaları

3.2.2. Numune noktalarının izlenmesi

Numune noktaları hem biyofilm örnekleri, hem de atıksu örnekleri alınarak izlenmiştir. Biyofilm toplayıcılar genel olarak 4 haftalık periyodların sonunda özel sıyrıcı aparat kullanılarak sıyrılmıştır. Sıyrılan biyofilm aşağıda belirtilen parametreler bakımından izlenmiştir. Ayrıca biyofilm numunesi ile birlikte aynı noktadan alınan anlık atıksu örnekleri aynı parametreler bakımından izlenmiştir. Şekil 3.3'de biyofilm örnekleme fotoğrafları verilmiştir. İzlenen kirletici parametreler;

- Biyofilm örneklerinde; ağır metaller; kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), bakır (Cu), nikel (Ni), çinko (Zn), civa (Hg)
- Atıksu örneklerinde; kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), bakır (Cu), nikel (Ni), çinko (Zn), civa (Hg), pH, Elektriksel iletkenlik (Eİ), Askıda Katı Madde (AKM) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)



Biyofilm oluşumu



1. Nokta biyofilm numunesi



Biyofilm sıyırma işlemi



2. Nokta biyofilm numunesi

Şekil 3.3. Biyofilm örnekleme fotoğrafları

3.2.3. Ağır Metal Analizleri

Biyofilm ve atıksu örneklerinde Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg analizleri gerçekleştirilmiştir. Biyofilm örnekleri mikrodalga özütleme (microwave digestion) tekniği ile hazırlandıktan sonra, atıksu örnekleri ise gerekli ön işlemler yapıldıktan sonra ICP-OES kullanılarak analiz edilmiştir.

Numune noktalarından alınan biyofilm örnekleri öncelikle etüvde kurutulmuş ve % nem içeriği belirlenmiştir. Kuru maddeden 0.5 gr tartılmıştır. Daha sonra numunelere HCl (2.5 mL) ve HNO₃ (7.5 mL) ilave edilerek mikrodalga özütleme (HACDRB200) işlemi gerçekleştirilmiştir. Filtre kağıdından süzülen numunelerin ağır metal analizleri ICP- OES (Optima 2100 DV) cihazında gerçekleştirilmiştir.

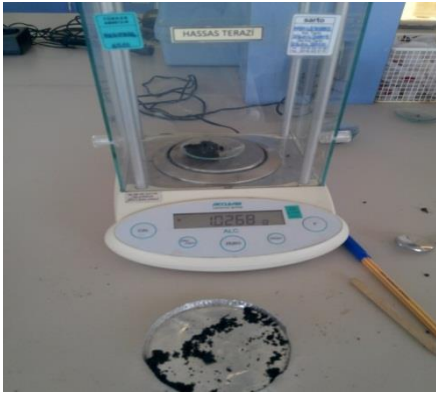
Atıksu numunelerine ise %65'lik HNO₃ eklenerek ön işlem yapılmış, ağır metal analizleri aynı cihazla gerçekleştirilmiştir. Ağır metal analizleri işlem basamaklarının fotoğrafları Şekil 3.4'de verilmiştir.



Etüvde kurutma işlemi



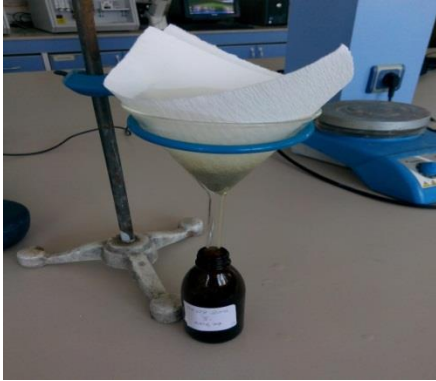
Etüvden çıkan kuru numune



Kuru numune tartma işlemi



Mikrodalga özütleme işlemi



Süzme işlemi



ICP (ICP-OES Optima 2100 DV) cihazı

Şekil 3.4. Ağır metal analiz basamakları

ICP (ICP-OES Optima 2100 DV) cihazı'na ait Metot Validasyon Parametreleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Tekrarlanabilirlik için sertifikalı standart kullanılmıştır. Tekrarlanabilirlik sonuçlarından RSD değerleri hesaplanmıştır. Örnekte ölçülebilen fakat kesin olarak miktarı belirlenemeyen en düşük miktar olarak tanımlanan Tayin limiti

(LOD) RSD değerinin 3 katı alınarak hesaplanmıştır. Sonucun belirli bir güvenilirlikle raporlanabildiği en küçük değer olarak tanımlanan ölçüm limiti (LOQ) RSD değerinin 10 katı alınarak hesaplanmıştır. Metoda etki eden tüm belirsizlik unsurları dikkate alınarak genişletilmiş belirsizlik herbir parametre için tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Metot Validasyon Parametreleri

Parametreler	Genişletilmiş Belirsizlik	lm Limiti (LOQ)	Tespit Limiti (LOD)	Birim
Cd	0.01	2.00	0.67	µg/L
Cr	0.04	2.00	0.67	µg/L
Cu	0.07	10.00	3.33	µg/L
Hg	0.25	1.00	0.33	µg/L
Ni	0.07	6.00	2.00	µg/L
Pb	0.24	10.00	3.33	µg/L

3.2.4. Fizikokimyasal Analizler

Atıksu rneklerinin pH, Elektriksel iletkenlik (Eİ) (Hacklange HQ4OB multimeter), Askıda Katı Madde (AKM) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) analizleri standart metotlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

KOİ Analizi

KOİ Analizi standart metod TS 2789; Açık Reflaks titrimetrik metoda göre gerçekleştirilmiştir. Numunenin 10 mL' si, reaksiyon balonuna alınır ve $5 \pm 0,01$ mL potasyum dikromat çözeltisi ilave edilir. Balona birkaç adet kaynama taşı atılır.

Gümüş sülfat-sülfürik asit çözeltisinin 15 mL'si yavaşça ilave edilir ve yoğunlaştırıcıya bağlanır. Reaksiyon kabı 10 dakikada kaynama sıcaklığına getirilir ve 110 dakika kaynama işlemine devam edilir. Reaksiyon karışımının sıcaklığı $148 \pm 3^{\circ}\text{C}$ olmalıdır.

Kaynama işlemi bitince balon, soğuk suda yaklaşık 60°C ' ye hızlı bir şekilde soğutulur. Soğutucu az miktarda deiyonize su ile çalkalanır ve yoğunlaştırıcıdan uzaklaştırılır. Karışımın son hacmi 75 mL oluncaya kadar deiyonize su eklenir ve oda sıcaklığına getirilir.

Dikromatın fazlası 1-2 damla ferroin indikatörü kullanılarak titre edilir. Mavi-yeşilden kırmızı-kahverengine geçiş dönüm noktası olarak alınır. 10 mL deiyonize saf su numune gibi işlem uygulanarak kr analizi yapılır.

Kimyasal oksijen ihtiyacı aşağıdaki formüle göre hesaplanır;

$$KOİ = \frac{8000 \cdot C \cdot (V_1 - V_2)}{V_0}$$

8000: Sonucu mg O₂/L cinsinden ifade edebilmek için dönüştürme faktörü.

C : Amonyum demir (II) sülfatın hesaplanmış derişimi, mol/L

V₀ : Deney numunesinin seyreltmeden önceki hacmi(seyreltilme yapılmışsa), mL

V₁ : Kör deney titrasyonun da kullanılan amonyum demir (II) sülfatın hacmi, mL

V₂ : Deney numune çözeltisinin titrasyonun da kullanılan amonyum demir (II) sülfatın hacmi, mL

Sonuç mg O₂/L olarak verilir.

AKM Analizi

AKM analizi standart gravimetrik metod SM 2540D'ye göre gerçekleştirilmiştir. Numuneler oda sıcaklığına gelmeleri için bekletilir. Her bir süzgeç için kütle kaybının 0,3 mg 'dan daha az olduğuna emin olunmalıdır. Süzgeç havadaki nem ile dengeye gelmesi için terazi yanında bekletilir ve daha sonra süzgeç terazi kullanılarak 0,1 mg doğrulukla tartılır, tozdan korunması için desikatörde tutulmalıdır. Süzgeç düzgün yüzeyi aşağı gelecek şekilde süzme cihazına yerleştirilir ve vakum pompasına bağlanır.

Numune şişesi iyice çalkalanır ve gerekli hacimde numune silindire bir defada aktarılır. Numune tam doldurulmuş bir şişeden alınırsa, numunenin bir kısmı ikinci şişeye aktarılır. Her iki şişedeki numunenin, şişeler ileri geri çalkalanarak iyice karışması sağlanır. Kullanılmadan önce ikinci şişenin kuru ve temiz olduğundan emin olunmalıdır.

Not: Numune hacmi süzgeç üzerinde kalan kuru atık miktarı 5 mg – 50 mg arasındaki optimum tayin aralığı içinde olacak miktarda belirlenir. Ancak numunenin hacmi 1 L'yi geçmemelidir. Sonucun geçerli sayılması için en az 2 mg kuru artık elde edilmiş olmalıdır. Numunenin hacmi % 2 veya daha iyi doğrulukla ölçülür. Numunenin hacmi 25 mL' den az ise, tartılarak belirlenir.

Numune süzülür, ölçülü silindir yaklaşık 20 mL damıtık su ile yıkanır ve aynı su, süzgeci yıkamak için de kullanılır. Huninin iç yüzeyleri de 20 mL damıtık su ile yıkanır. Numune 1000 mg/L'den daha fazla çözünmüş katı madde içeriyorsa, her yıkamada 50 mL damıtık su kullanılarak süzgeçler 3 kez yıkanır. Süzgecin kenarlarının da yıkanmasına özen gösterilmelidir.

Not: Süzme genellikle 1 dakikadan daha az bir sürede gerçekleştirilir. Ancak bazı tip sular gözenekleri tıkayan veya daraltan maddeler ihtiva ederler. Bu durum numune hacmine bağlı olarak süzme süresini arttırır. Süzgeçte bu tür bir tıkanıklık tespit edilirse tayin daha küçük hacimler kullanılarak gerçekleştirilir.

Süzgeç yeterince kurduğunda vakum uygulamasına son verilir. Süzgeç uçları düz olan bir çift pens yardımıyla dikkatlice huniden alınır, istenirse süzgeç katlanabilir. Süzgeç kurutma desteğine yerleştirilir ve etüvde $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de en az 1 saat en fazla 14-16 saat kurutulup teraziyi çevreleyen hava ile dengeye gelmesi için bekletilir ve tartılır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

İzleme yapılan 9 endüstriyel nokta ve 1 evsel nokta için toplam 113 örnek alınmıştır. Endüstriyel noktalar için elde edilen değerlerin ortalaması alınarak referans değer belirlenmiştir. Endüstriyel bölgedeki atıksuyun ağır metal içeriğinin evsel bölgedeki seviyede olması beklenmemektedir. Bu nedenle sapma değerleri belirlenirken kullanılan referans değer endüstriyel bölge datasının ortalaması alınarak bulunan değerdir. Ayrıca evsel bölge için de referans değer belirlenerek sapmalar tespit edilmiştir.

4.1. Referans Değerler

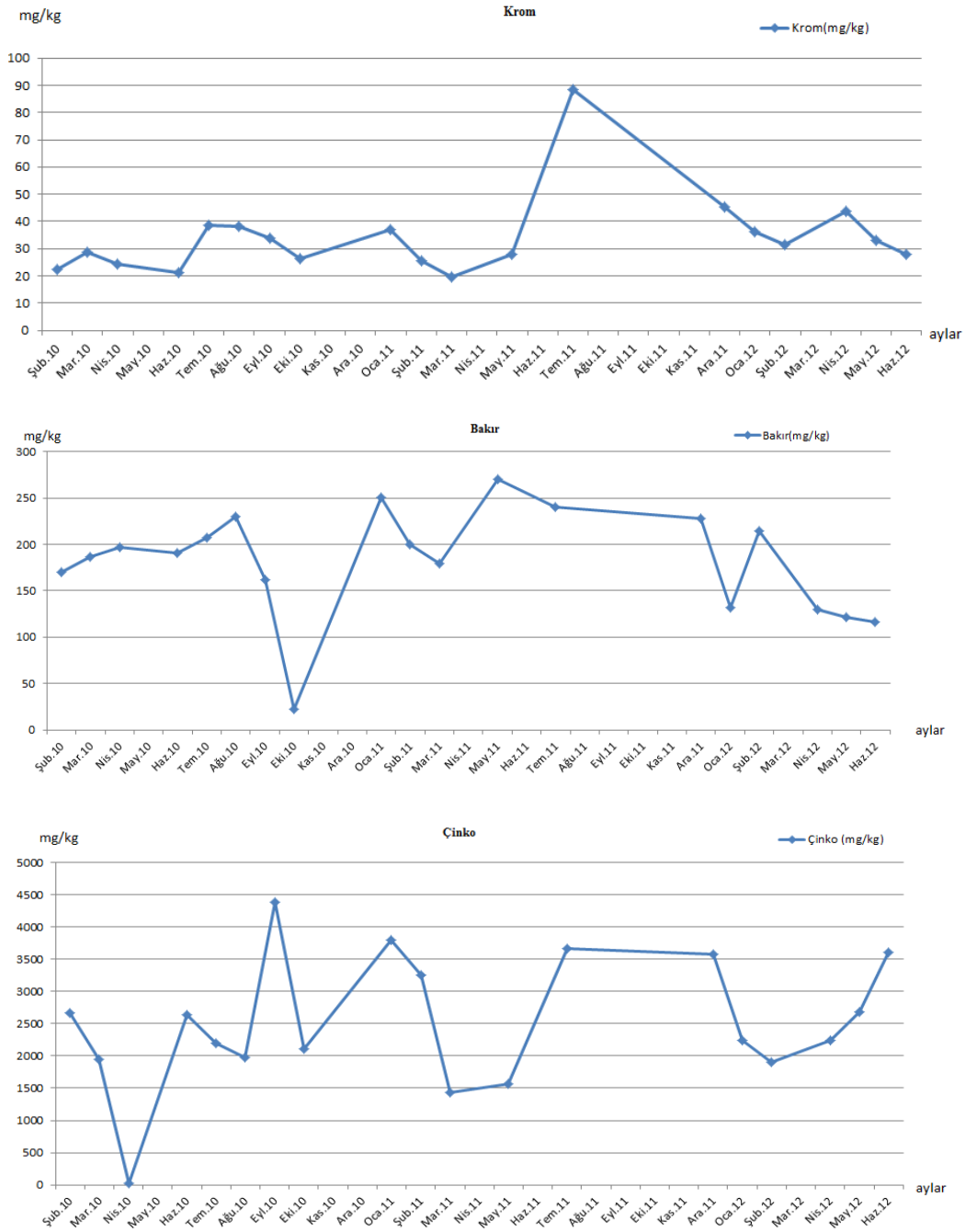
Elde edilen data Almanya Braunschweig ve Bielefeld için elde edilen data ile de kıyaslanmıştır. Bu amaçla Braunschweig referans değeri 2010-2012 yıllarında endüstriyel bölgede elde edilen datanın ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bielefeld ortalaması da 1500 rutin endüstriyel noktada yapılan analizler sonucunda elde edilen ve Bielefeld’de referans olarak kabul edilen data ile belirlenmiştir. Çizelge 4.1’de kullanılan referans değerler verilmiştir. Konya için belirlenen ağır metal referans değerleri Cd hariç tüm bileşikler için Almanya’da belirlenmiş olan referans değerlerin çok üzerindedir. Bunun nedeni Konya’da izlenen tüm noktalarda yüksek ağır metal deşarjının sürekli olarak gerçekleşmesidir.

Çizelge 4.1. Ağır metal referans değerleri

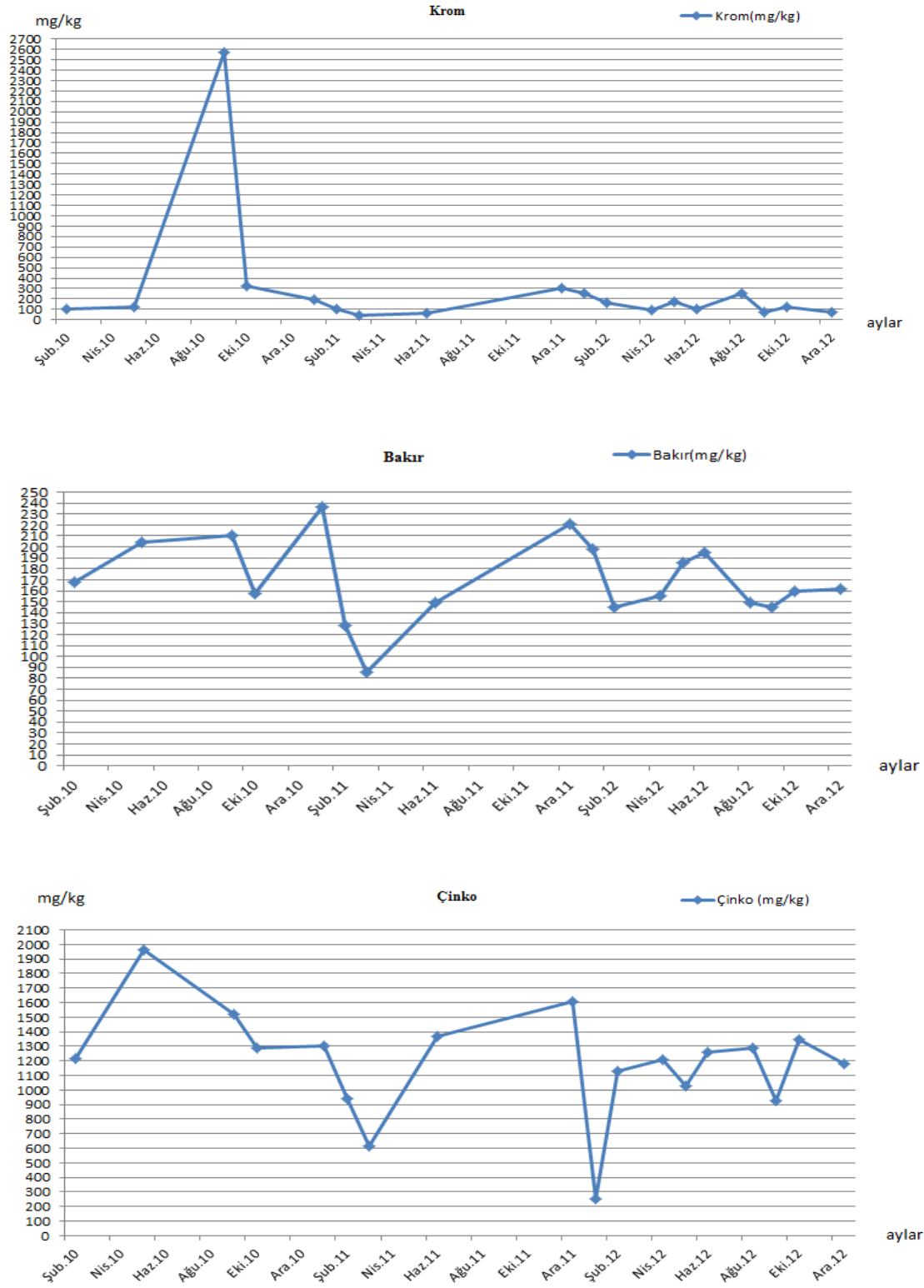
Braunschweig referans değerleri (mg/kg KM) (2010-2012 ortalaması)						
Cr	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
50	114	718	30	44	2.5	0.8
Bielefeld referans değerleri (mg/kg KM) (1500 rutin nokta)						
Cr	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
24	250	800	17	34	0.7	0.6
Konya referans değerleri (mg/kg KM) (9 endüstriyel nokta ortalaması)						
Cr	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
434	360	1872	129	128	8	0.7
Konya evsel bölge referans değerleri (mg/kg KM)						
Cr	Cu	Zn	Ni	Pb	Hg	Cd
19	29	103	36	9	12	0.2

4.2. Almanya Braunschweig İzleme Sonuçları

Şekil 4.1’de Braunschweig Kwsteinhof Sokak, Şekil 4.2’de Hamburg Sokak için 2010-2011-2012 yıllarında analiz edilen Cr, Cu ve Zn sonuçları örnek olarak verilmiştir. Bu yıllarda elde edilen verilere göre Kwsteinhof Sokak için Cr değeri 20-70 mg/kg, Cu 60-149 mg/kg Zn ise 19-852 mg/kg arasında; Hamburg Sokak için Cr 43-2570 mg/kg, Cu 85-237 mg/kg, Zn 254-1960 mg/kg arasında değişmektedir.



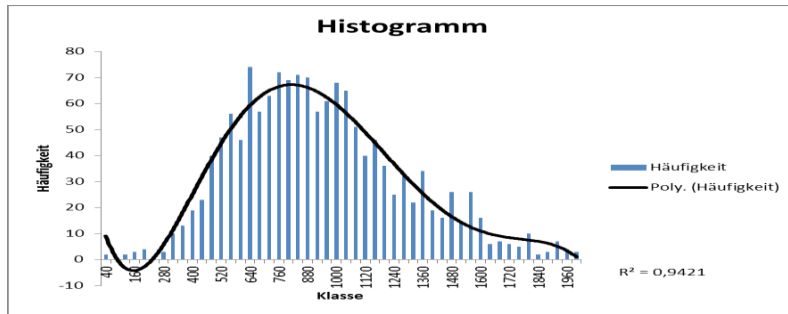
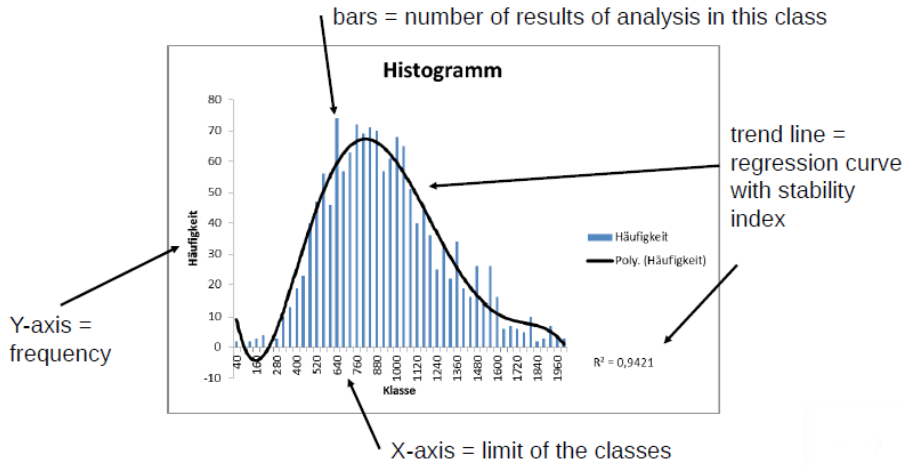
Şekil 4.1. Braunschweig Kwsteinhof Sokak Cr, Cu ve Zn değişimi



Şekil 4.2. Braunschweig Hamburg Sokak Cr, Cu ve Zn değişimi

4.3. Almanya Bielefeld İzleme Sonuçları

Bielefeld’de 1994 yılında ilk örnekleme yapılmıştır. 1996 yılında kanalizasyon sistemindeki rutin kontrollere başlanmıştır. Kentte yıllık olarak 2800 numune alınmaktadır. Alınan biyofilm örneklerinde Cd, Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg gibi metaller izlenmektedir. Örnek kontrol noktaları 1500 rutin nokta 1100 fabrika çıkış noktası olacak şekilde ayrılmıştır. Bu verilere göre histogramlar çizilerek datalar oluşturulmuştur. 2005 yılında geliştirilen bir bilgisayar yazılımı ile tüm endüstriyel kuruluşların konum ve özellikleri, deşarjları vb. tüm bilgiler izlenebilmektedir. Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd için belirlenmiş olan referans değerler sırasıyla 24, 250, 800, 17, 0.7 ve 0.6 mg/kg’dır.



Şekil 4.3. Bielefeld uygulaması analiz sonuçları histogramı

4.4. Konya'daki Uygulama Sonuçları

Evsel yerleşimlerin bulunduğu 1. Nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.2'de, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Bu nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçlarının ortalaması alınarak evsel bölge referans değeri belirlenmiştir. Ayrıca histogramlar oluşturularak belirli konsantrasyon aralığının tespit edilme sıklığı ortaya konmuştur. Elde edilen biyofilm analiz sonuçları değerlendirildiğinde Cr, Ni, Pb ve Hg'nın bazı aylarda referans değerinin çok üzerindeki konsantrasyonlarda tespit edildiği görülmüştür. Özellikle Mayıs ayında yapılan 2. örneklemede Hg konsantrasyonu 103,56 mg/kg olarak tespit edilmiş olup referans değerinin 10 katına ulaştığı gözlenmiştir. Hg, evsel yerleşim bölgelerinde diş hekimi muayenehanelerinde oluşan atıksulardan kaynaklanabilmektedir. Bu durum Bielefeld için bir sorun teşkil etmektedir. Bielefeld'de kanalizasyon sistemini Hg deşarjından korumak amacıyla diş hekimi muayenehanelerinde amalgam dolguların atıksudan ayrılabilmesi için arıtma sistemlerinin kurulması istenmektedir. Ancak Konya için bu sorunun varlığı bu çalışma ile ortaya konmuş olup henüz öncelikler arasına alınmamıştır.

Çizelge 4.2. 1. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

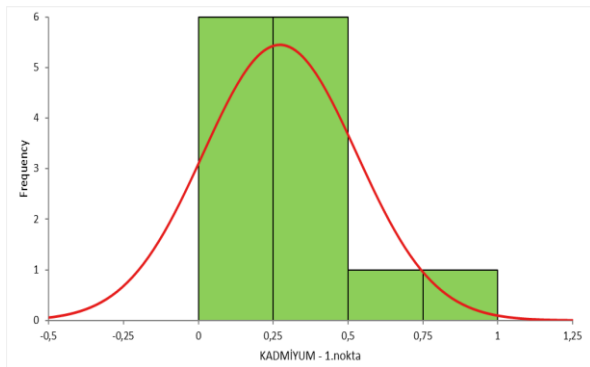
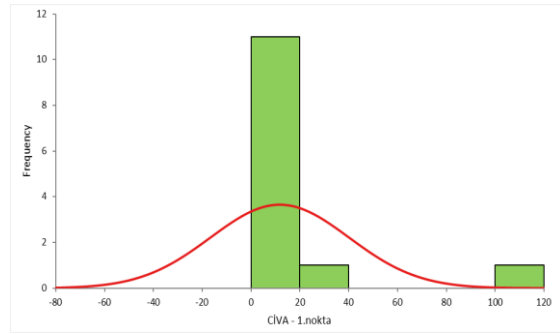
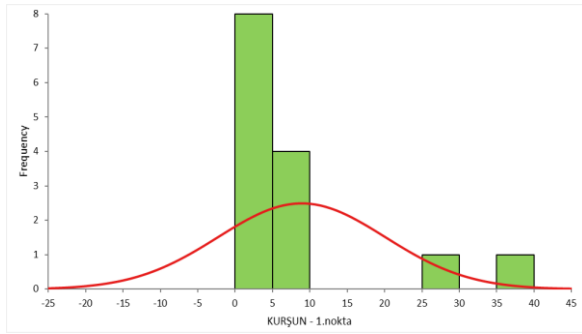
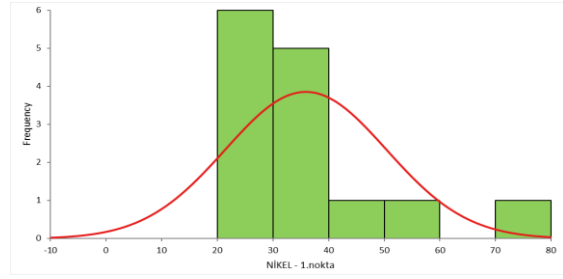
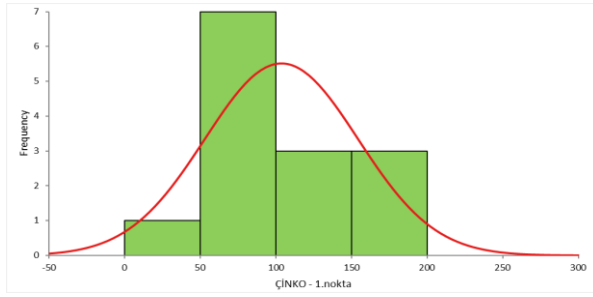
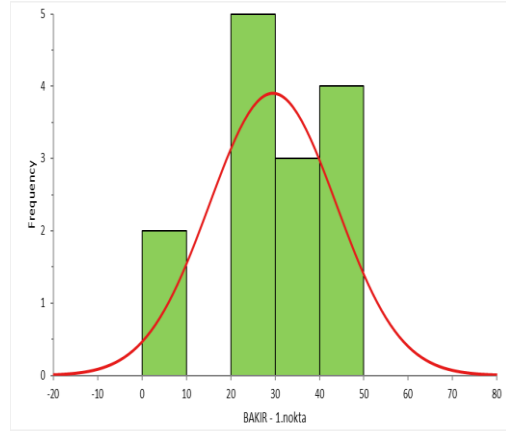
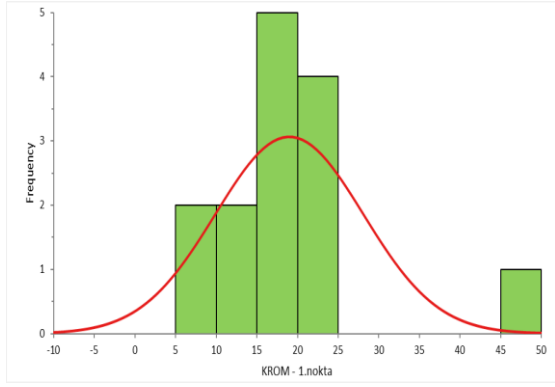
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	24,96	3,56	94,68	38,64	27,74	3,07	0,30
Mayıs 1.-2013	23,70	48,06	1,68	29,19	9,11	25,08	0,45
Mayıs 2.-2013	19,74	27,54	75,34	24,04	2,78	103,56	0,25
Temmuz-2013	45,36	2,64	90,20	31,62	4,06	4,09	0,07
Ağustos-2013	17,36	37,52	88,18	44,04	9,62	0,23	0,08
Eylül-2013	15,12	21,80	52,10	73,38	3,37	1,08	0,40
Ekim-2013	20,26	43,52	164,00	57,52	3,57	-	0,76
Kasım-2013	15,66	30,44	125,04	35,86	2,10	6,58	0,49
Aralık-2013	19,65	41,12	168,18	34,14	8,87	5,25	0
Ocak-2014	14,55	38,36	183,10	22,68	2,67	1,24	0,64
Şubat-2014	20,30	46,50	144,92	28,62	2,37	0,60	0,37
Haziran-2014	9,98	24,52	73,09	22,63	5,71	0,75	<dl
Temmuz-2014	12,34	23,17	122,95	37,27	39,99	0,37	<dl
Ağustos-2014	6,85	24,08	66,40	22,88	2,41	0,84	<dl
Referans	19	29	103	36	9	12	0.2

Çizelge 4.3. 1. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	12,75	43,90	179,20	23,39	2,40	<dl	<dl
Mayıs 1.-2013	57,58	140,50	594,80	84,99	20,03	0,17	9,34
Mayıs 2.-2013	1,00	76,06	388,80	11,42	<dl	1,74	2,44
Temmuz-2013	21,94	132,50	454,00	101,90	5,00	<dl	<dl
Ağustos-2013	41,94	142,00	48,15	148,60	45,00	0,67	<dl
Eylül-2013	50,16	83,59	273,90	121,90	10,16	1,37	14,03
Ekim-2013	84,25	208,60	930,70	215,90	8,00	0,24	15,12
Haziran-2014	29,27	75,32	310	40,36	7,00	5,51	1,76
Ağustos-2014	21,43	117,70	406,70	82,72	17,01	<dl	<dl
Yönetmelik Sınır Değ.(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

Çizelge 4.3.'te verilen yönetmelik sınır değerleri, Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği ile belirlenmiş değerlerdir. Evsel yerleşim bölgelerinde sınır değerleri aşan ağır metal deşarjı beklenmemektedir. Ancak alınan atıksu numuneleri anlık numunelerdir. Bu nedenle yüksek konsantrasyonların tespiti mümkün olmayabilir. Biyofim analiz sonuçları daha uzun periyodları temsil edebilecek kompozit örnekleme yapması dolayısıyla, değerlendirilebilecek sonuçlar vermektedir.

Şekil 4.4.'te 1. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları verilmiştir. Histogram grafikler belli konsantrasyon aralıklarının görülme sıklığını yansıtır. Olması gereken aralık dışında kalan değerlerin görülmesini sağlar. 1. numuneleme noktası Cr histogramına bakıldığında en çok 15-20 mg/kg aralığında tespit edildiği görülmektedir. Bu nedenle 45-50 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlar rutinin dışında deşarjı ortaya koymaktadır. Cu 20-30 mg/kg; Zn 0-200 mg/kg; Ni 20-80 mg/kg arasında değişen konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Pb ise 0-5 mg /kg aralığında tespit edilirken, 40 mg/kg değerindeki sonuç rutinin dışında deşarjı ortaya koymaktadır. Hg en fazla 0-20 mg/kg aralığında dağılmakla birlikte 100-120 mg/kg aralıklarındaki konsantrasyonlara da ulaşmıştır. Cd ise en çok 0-0,5 mg /kg aralığındaki konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. 1. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasının evsel nitelikli atıksu olması nedeniyle ağır metaller diğer noktalara göre düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. 1. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

2. Nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.4'te, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. 2. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasında araç parça yıkama, araç boyama ve halı yıkama endüstrileri yer almaktadır. Araç boyama ve parça yıkama işlemleri sonucu atıksularda genel olarak Pb, Cd ve Ni oluşmaktadır. Ayrıca bu endüstrilerden Fe, Zn gibi ağır metaller de atılmaktadır. 2. Nokta'dan anlık olarak alınan atıksu örneklerinde bu bileşiklerin yönetmelik sınır değerini aşan konsantrasyonları tespit edilmemiştir. Ancak Temmuz 2013 tarihli örneklemede Zn değerinin KOSKİ yönetmelik sınır değeri olan 10000 µg/L'yi aştığı tespit edilmiştir.

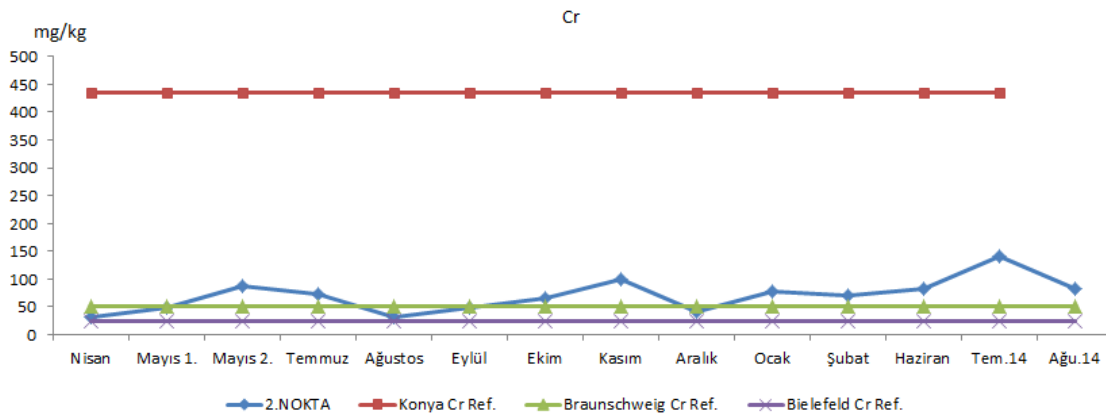
Çizelge 4.4. 2. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	30,22	30,56	592,8	11,69	7,31	1,45	0,31
Mayıs 1.-2013	47,84	48,92	1173	77,88	12,99	3,30	0,78
Mayıs 2.-2013	87,6	31,14	1277,2	23,12	8,14	31,72	0,24
Temmuz-2013	71,78	36,6	661,6	13,36	8,72	129,02	0,11
Ağustos-2013	31,46	172,74	483,4	38,58	151,38	0,31	1,26
Eylül-2013	48,92	62,86	463,6	40,94	8,88	0,98	0,71
Ekim-2013	65,52	63,88	3129,2	49,68	24,55	yok	1,01
Kasım-2013	100,16	63,82	2848	57,98	19,01	3,16	0,64
Aralık-2013	41,6	83,7	581,6	82,66	41,82	5,61	<dl
Ocak-2014	77,42	146,86	896,4	59,48	38,54	2,59	1,2
Şubat-2014	71,1	43,8	1756,8	19,85	18,04	0,67	0,47
Haziran-2014	82,98	60,26	1460,2	54,41	17,41	2,03	<dl
Temmuz-2014	141,75	191,05	2012,78	156,63	125,99	6,25	<dl
Ağustos-2014	82,56	109,88	1158,6	89,26	50,84	1,5	<dl

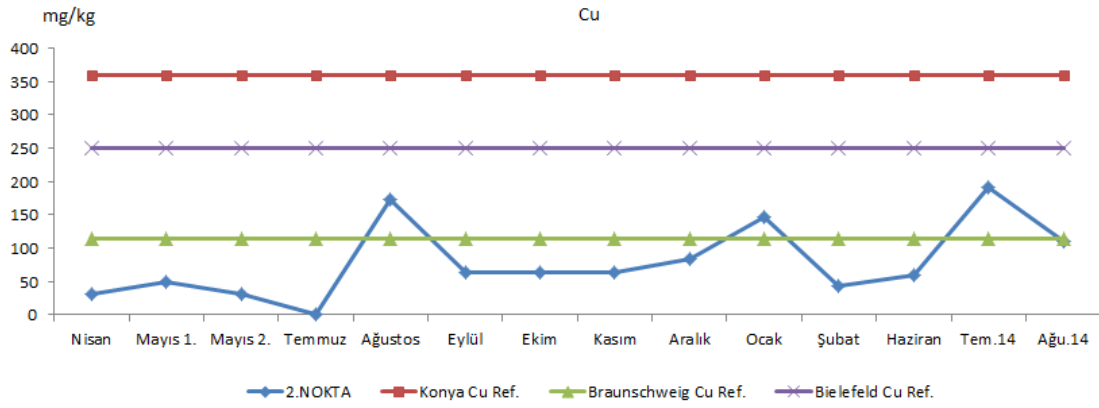
Çizelge 4.5. 2. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	84,54	96,17	2073	24,91	18,75	0	<dl
Mayıs 1.-2013	238	209,6	6502	466,5	60,11	0,73	12,48
Mayıs 2.-2013	155,4	29,74	1622	17,48	<dl	0,68	2,26
Temmuz-2013	741,2	543,4	13080	208,9	146,8	0,78	<dl
Ağustos-2013	89,13	253,8	1553	91,56	56,06	<dl	<dl
Eylül-2013	364,6	438,5	4538	233,3	79,69	0,64	17,01
Ekim-2013	112,9	104,1	5052	91,7	15,22	0,67	13,65
Haziran-2014	14,8	25,3	391	16,68	19,3	1,7	1,4
Ağustos-2014	212,2	64,9	876,9	433	70,3	33,54	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri (µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

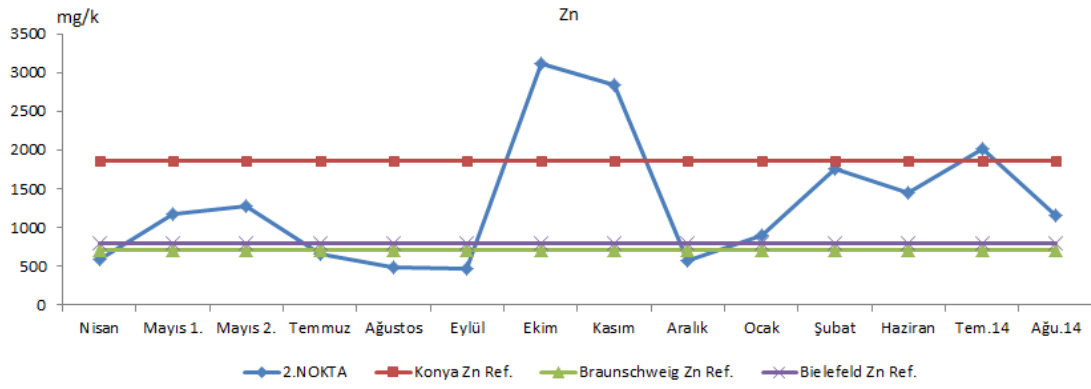
2. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.5 - 4.11'de verilmiştir. Şekil 4.12'de 2. numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. Konya için belirlenen (Çizelge 4.1) ağır metal referans değerleri Cd hariç tüm bileşikler için Almanya'da belirlenmiş olan referans değerlerin çok üzerindedir. Bunun nedeni Konya'da izlenen tüm noktalarda yüksek ağır metal deşarjının sürekli olarak gerçekleşmesidir. Konya için elde edilen sonuçların çoğu Almanya referans değerlerini aşmaktadır. 2. Nokta için elde edilen sonuçlar bu noktadaki ağır metal deşarjının diğer noktalara kıyasla düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Cr, Cu, Ni için Konya referans değerini aşan deşarj olmamıştır. Zn için Ekim, Kasım 2013 tarihlerinde, Ni için Temmuz 2014 tarihinde, Pb için Temmuz 2013 ve Ağustos 2014 tarihlerinde, Hg için Temmuz 2013 tarihinde, Cd için Ağustos, Ekim 2013, Ocak 2014 tarihlerinde Konya referans değerini aşan deşarj tespit edilmiştir. Herbir bileşiğin belli konsantrasyondaki deşarj sıklığını gösteren histogramlarda da (Şekil 4.12) genel ortalamanın dışına çıkan data izlenebilmektedir. 2. numuneleme noktası histogram grafiklerine göre Cr 70-90 mg/kg , Cu 60-80 mg/kg, Zn 500-1500 mg/kg, Ni 0-25 mg/kg, Pb 0-25 mg/kg, Hg 0-10 mg/kg, Cd 0-0,5 mg/kg aralıklarında yoğun olarak tespit edilmiştir. 2. numuneleme noktası için süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmamıştır. Bu nedenle bu noktanın membanda yeni örnekleme gerçekleştirilmemiştir.



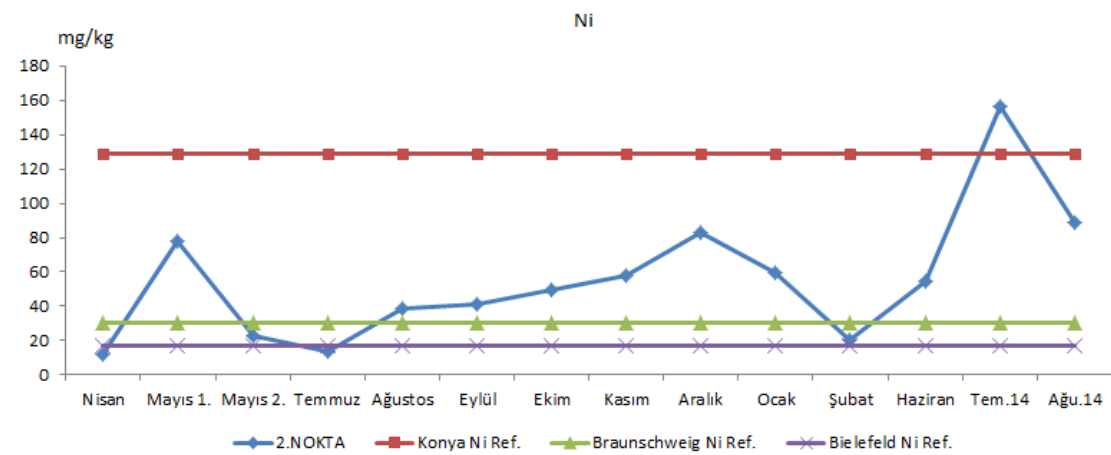
Şekil 4.5. 2. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



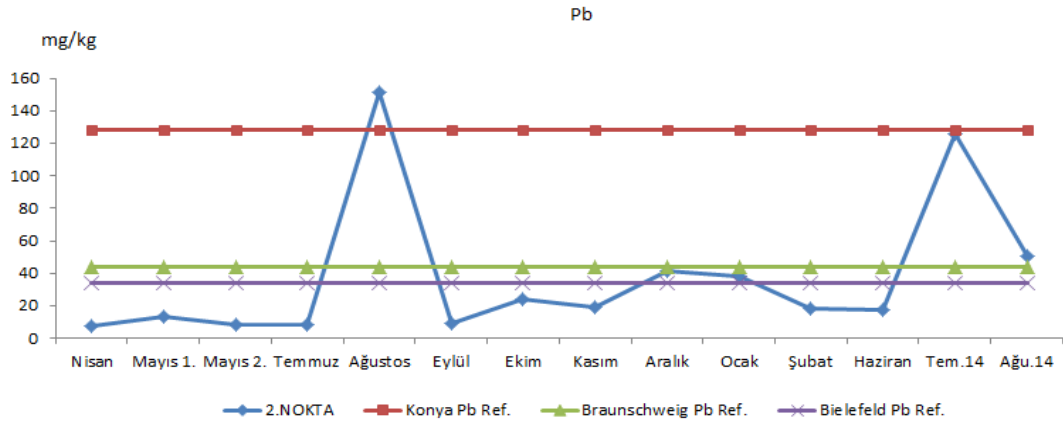
Şekil 4.6. 2. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



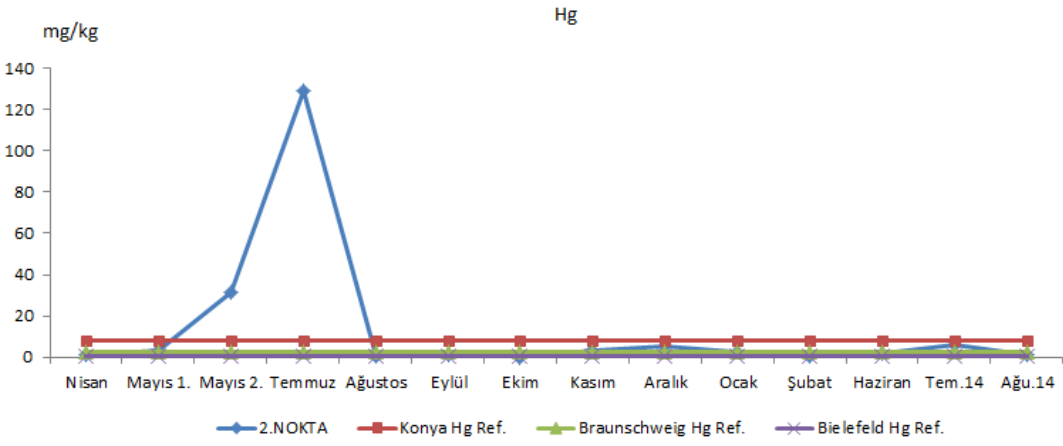
Şekil 4.7. 2. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



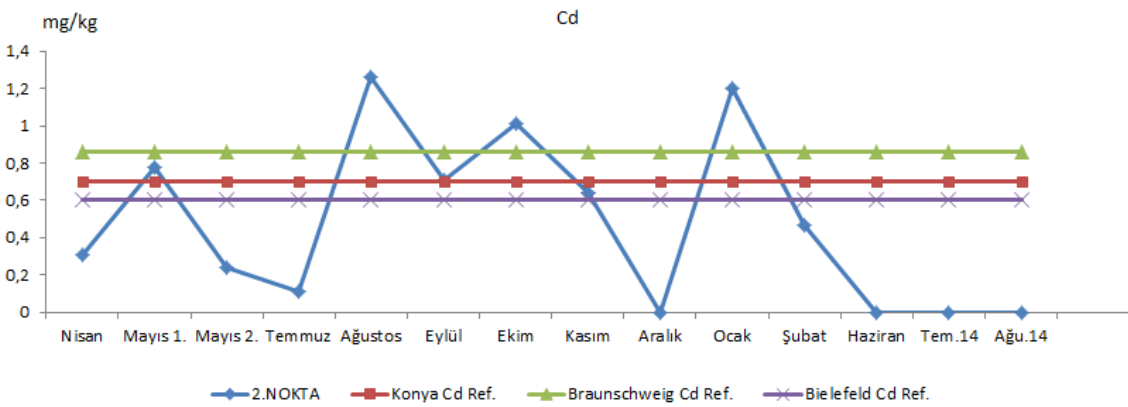
Şekil 4.8. 2. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



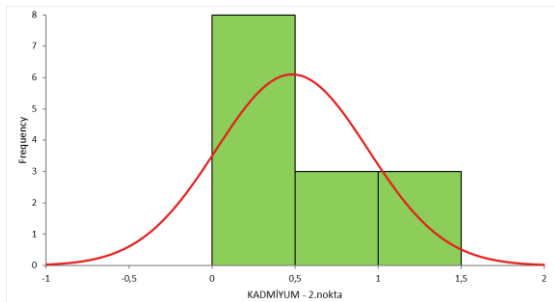
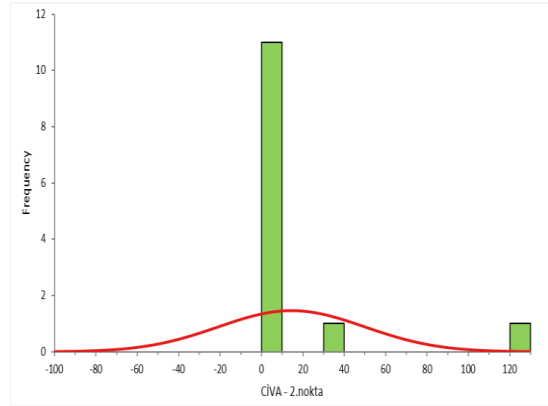
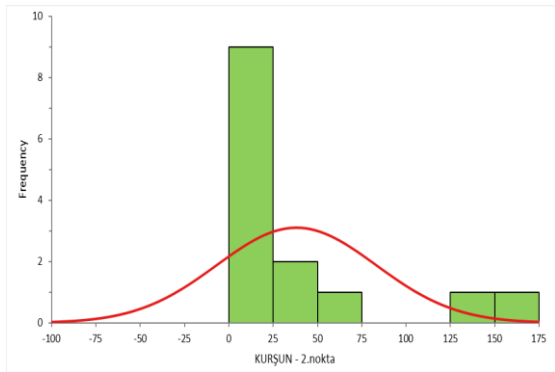
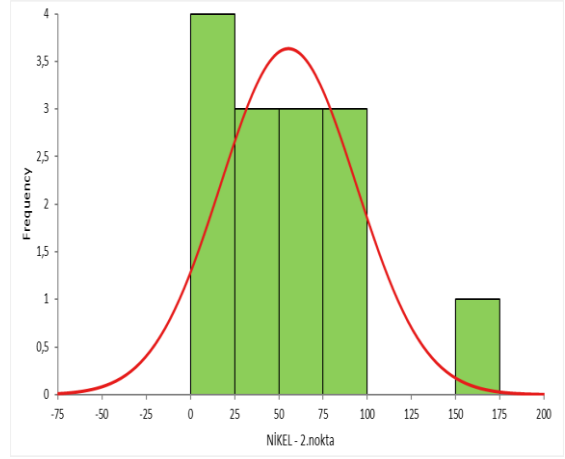
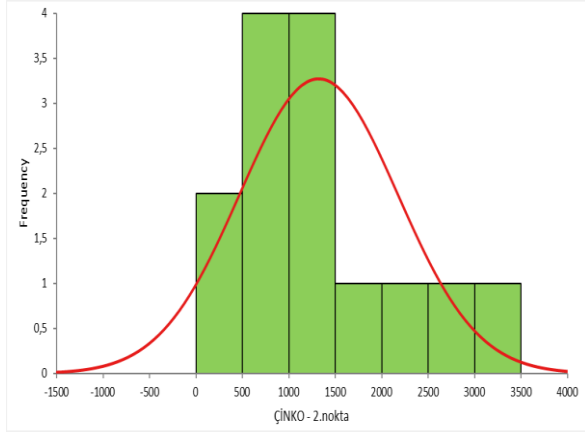
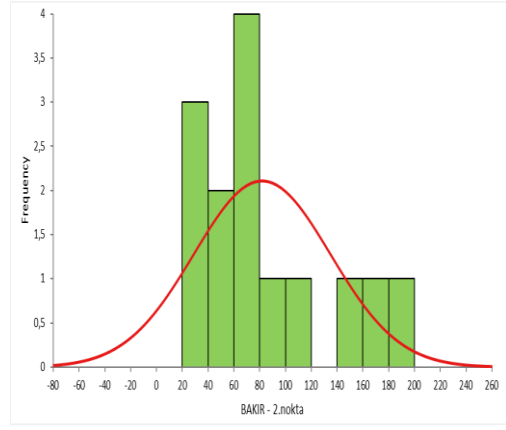
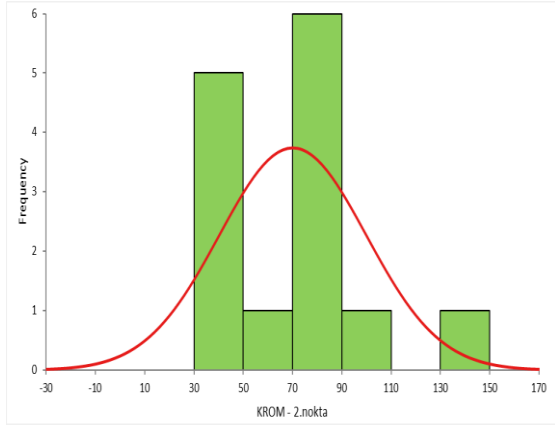
Şekil 4.9. 2. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.10. 2. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.11. 2. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.12. 2. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

3. numuneleme noktasından alınan biyofim örneklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.6'da, atıksu örneklerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. 3. numuneleme noktası olarak belirlenen noktada tır bakım sanayi, yağ değişimi, oto yıkama ve galvaniz kaplama endüstrileri atıksularını içermektedir. Özellikle galvaniz kaplama işleminde Hg, Cd, Cr, Pb, Cu gibi ağır metaller yapılan işleme bağlı olarak atıksularda bulunmaktadır. 3.noktadan anlık olarak alınan atıksu örneklerinde Cr ve Zn yönetmelik sınır değerlerini aşan konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Ni için Ağustos, Eylül, Ekim 2013 ve Haziran 2014'te sınır değeri aşan konsantrasyonlarda tespit edilirken Cu, Zn, Pb, Hg, Cd sınır değerinin altında kalmıştır.

Çizelge 4.6. 3. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

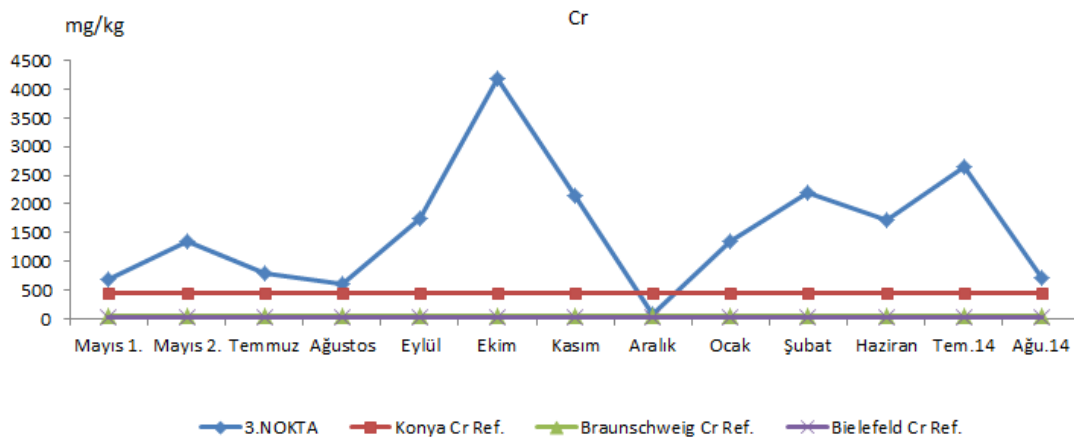
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Mayıs1.-2013	681,80	214	3136	531,60	65,34	0,96	0,76
Mayıs2.-2013	1354,80	110,80	3500	192,84	53,74	22,50	0,44
Temmuz-2013	785,60	199,86	3880	544,80	62	31,76	0,40
Ağustos-2013	603	141,44	2908	824,40	50,76	0,28	0,29
Eylül-2013	1752,60	208,20	3690	406,40	82,18	1,44	0,65
Ekim-2013	4180	230,96	7124	854,80	123,16	-	0,92
Kasım-2013	2132	189,24	4252	1090,80	117,52	24	1,38
Aralık-2013	75,06	10,06	150,86	56,42	5,25	3,19	<dl
Ocak-2014	1339,60	120,88	3282	694	52,16	1,28	1,02
Şubat-2014	2194	147,74	3006	526,60	73,08	0,74	0,68
Haziran-2014	1722,72	256,90	3600,81	3299,71	121,41	1,37	<dl
Temmuz-2014	2646,20	70,15	6617,70	89,27	94,91	15,37	<dl
Ağustos-2014	709,60	103,72	1441,20	24,06	39,28	0,17	<dl

Çizelge 4.7. 3. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

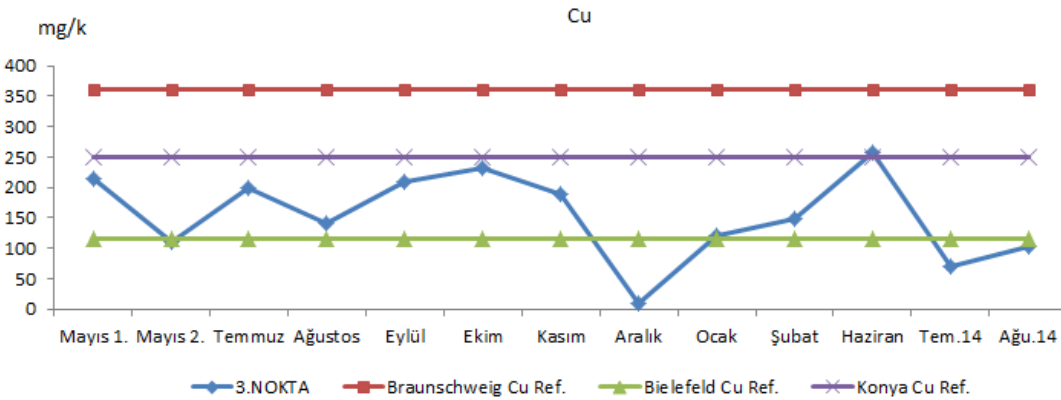
Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	9298	213,80	1620	2815	38,12	<dl	<dl
Mayıs1.-2013	10680	522,30	9318	1584	170,60	<dl	3,44
Mayıs2.-2013	8915	411,20	160400	2529	201	9,07	3,45
Temmuz-2013	10790	730,40	16000	3027	235,40	<dl	<dl
Ağustos-2013	24930	1306	44220	14800	737,60	<dl	<dl
Eylül-2013	10550	396	16520	5140	113,50	0,93	14,36
Ekim-2013	40990	1832	49660	15460	1797	0,85	19,87
Haziran-2014	<dl	847	9416	9876	251	16,71	<dl
Temmuz-2014	6597	875	21090	2079	409	2,52	<dl
Ağustos-2014	1618	177,10	14830	5254	31,16	0,78	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

3. numuneleme noktasına ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.13 - 4.19'da verilmiştir. Cr, Zn, Ni Aralık 2013 hariç diğer zamanlarda Konya ve Almanya

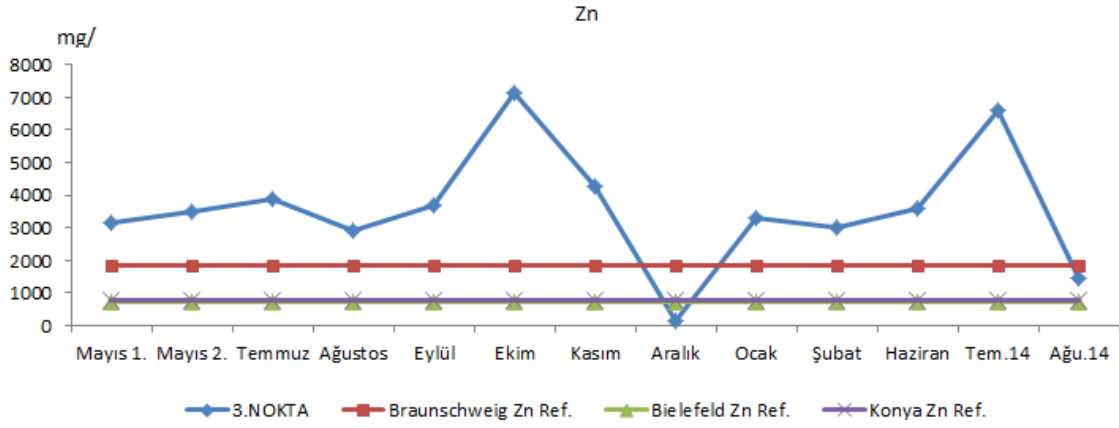
referans değerlerinden yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Cu Konya referans değerinden düşük konsantrasyonlardadır. Hg Mayıs2, Temmuz, Kasım 2013, Temmuz 2014 tarihlerinde referans değerlerinden yüksek konsantrasyonlarda tespit edilirken Cd Kasım 2013 ve Şubat 2014 dışında Konya ve Almanya referans değerlerinin altında kalmıştır. İzleme noktası için süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmuştur. Bu nedenle bu noktanın membaında yeni örnekleme gerçekleştirilmiştir.



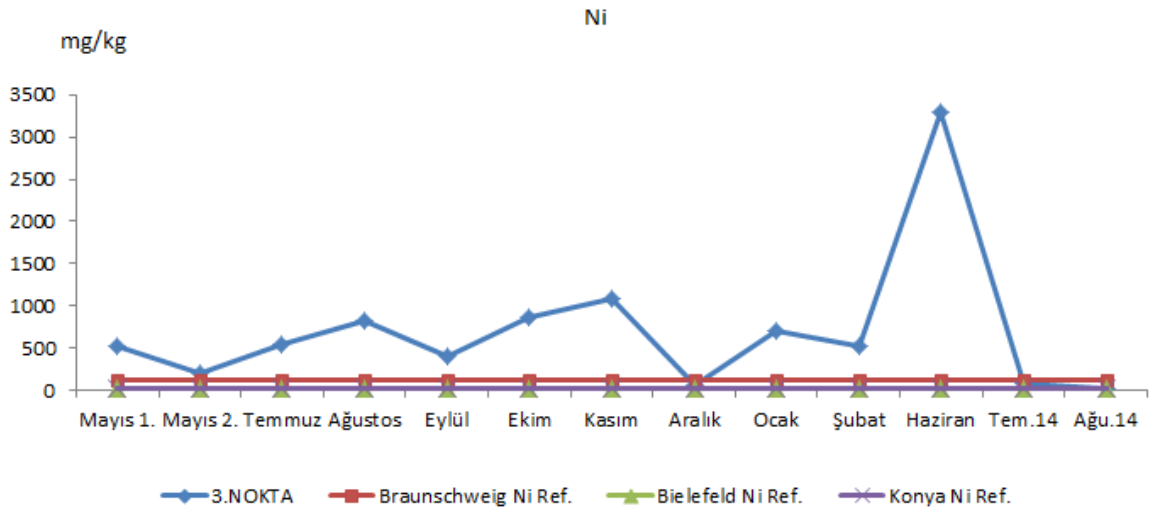
Şekil 4.13. 3. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



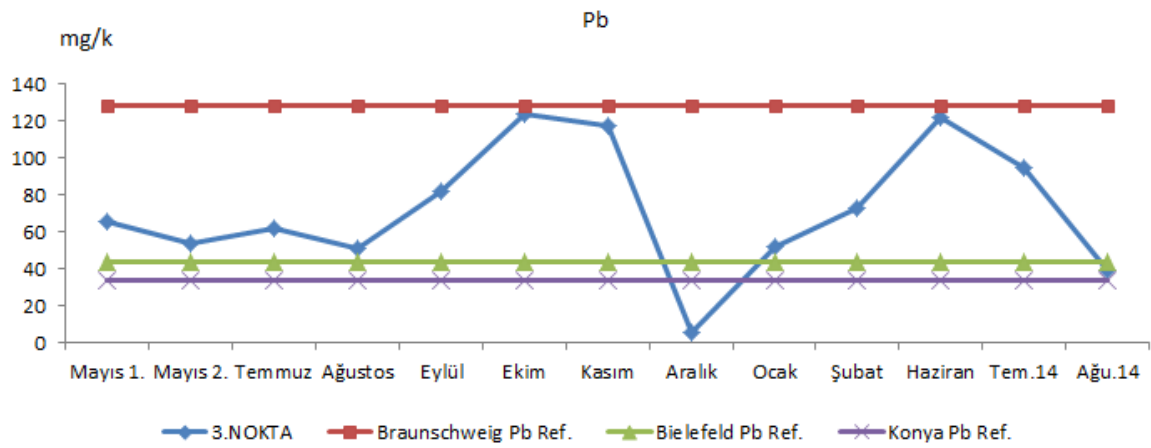
Şekil 4.14. 3. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



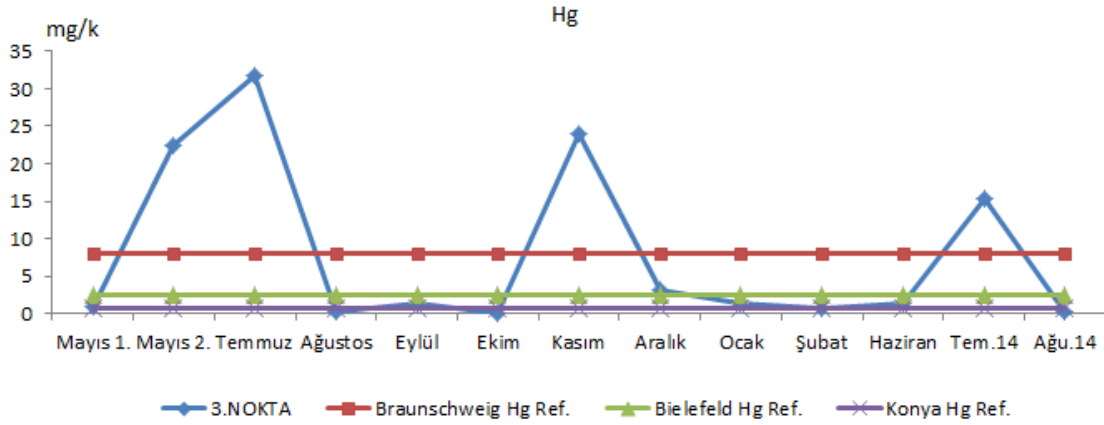
Şekil 4.15. 3. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



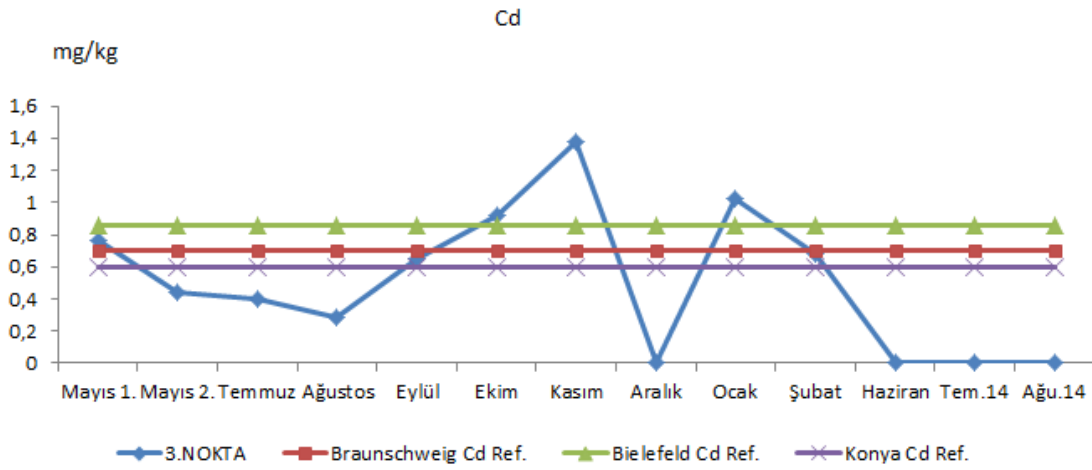
Şekil 4.16. 3. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.17. 3. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

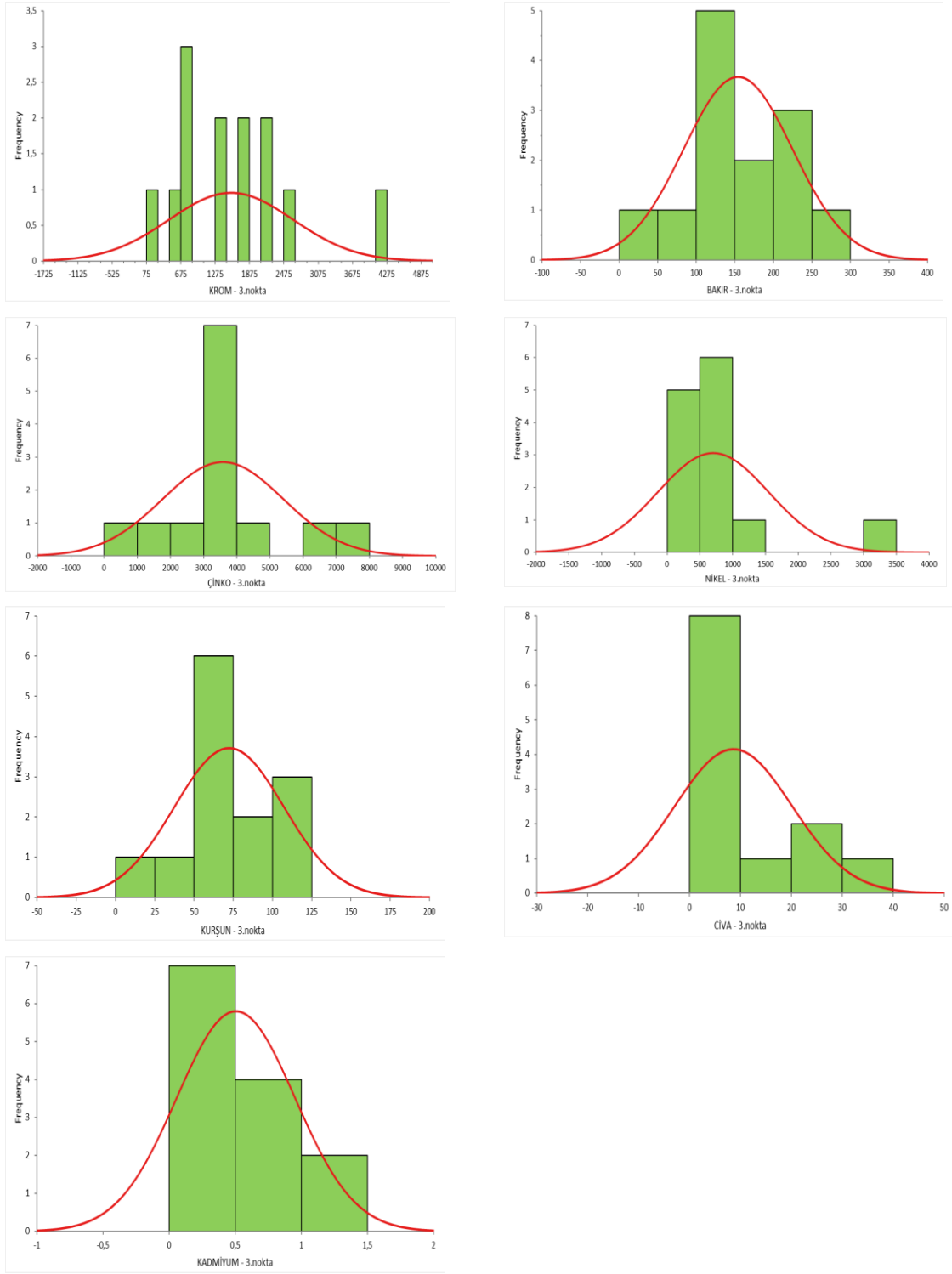


Şekil 4.18. 3. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.19. 3. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

Şekil 4.20’de 3. numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. 3. numuneleme noktası histogram grafikleri incelendiğinde Cr en çok 675- 875 mg/kg aralığında tespit edilmekle birlikte 4075-4275 mg/kg aralığındaki değerlere kadar yükselmesi yüksek deşarj yapıldığını ortaya koymaktadır. Bu konsantrasyon değerleri Cr’un referans değeri olan 434 mg/kg değerinden çok yüksektir. Cu sıklıkla 100-150 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Zn biyofilm histogramları incelendiğinde Zn konsantrasyonu 3000-4000 mg/kg aralığında daha fazla bulunmuştur. Bu aralık Zn referans değeri olan 1872 mg /kg değerinin üstündedir. Ni’de aynı şekilde referans değeri 129 mg/kg iken bu değer çok üstünde 500-1000 mg/kg konsantrasyon aralığında sıklıkla tespit edilmiştir.



Şekil 4.20. 3. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

4. Nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.8’de, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. 4. nokta oto yıkama, mobilya ve marangozlar sanayi atık sularını içermektedir. Bu noktadan anlık olarak alınan atıksu örneklerinde Cu için Mayıs1, Ağustos, Eylül 2013, Temmuz 2014, Zn için Mayıs1, Eylül 2013, Temmuz 2014 , Pb için Mayıs1, Eylül 2013 tarihlerinde KOSKİ yönetmelik sınır değerlerini aşan konsantrasyonlarda tespit edilmiştir.

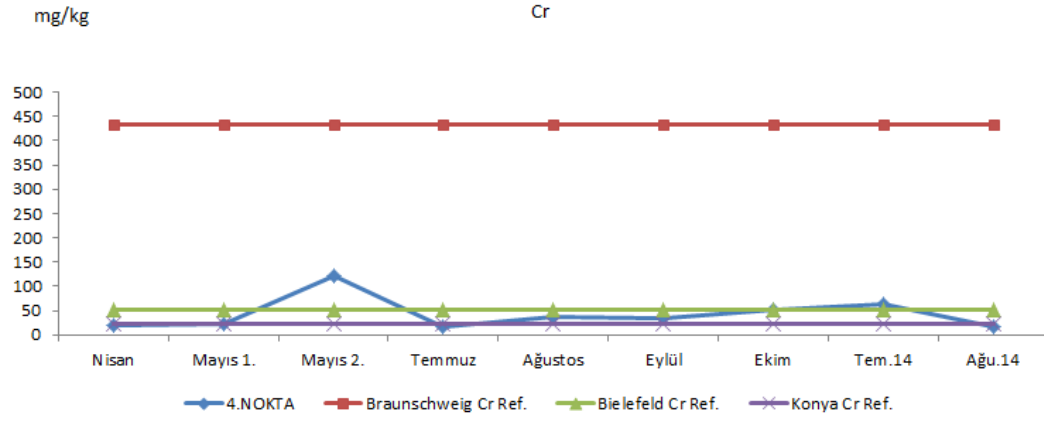
Çizelge 4.8. 4. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	18,71	78,7	1,68	16,88	41,62	1,87	0,41
Mayıs1.-2013	23,04	715,8	761,2	17,04	580,4	1,16	0,91
Mayıs2.-2013	121,3	252,6	1109,6	26,76	145,32	30,56	0,4
Temmuz-2013	15,64	92,96	165,84	5,98	20,32	67,6	<dl
Ağustos-2013	37,34	152,06	264,2	19,51	54,2	0,58	0,13
Eylül-2013	33,72	396,2	518,2	16	168,26	1,22	0,68
Ekim-2013	51,24	292,12	532,8	28,93	159,4	-	0,92
Temmuz-2014	62,13	278,74	717,18	17,87	137,19	0,53	<dl
Ağustos-2014	17,15	179,42	28,88	11,84	90,86	0,08	<dl

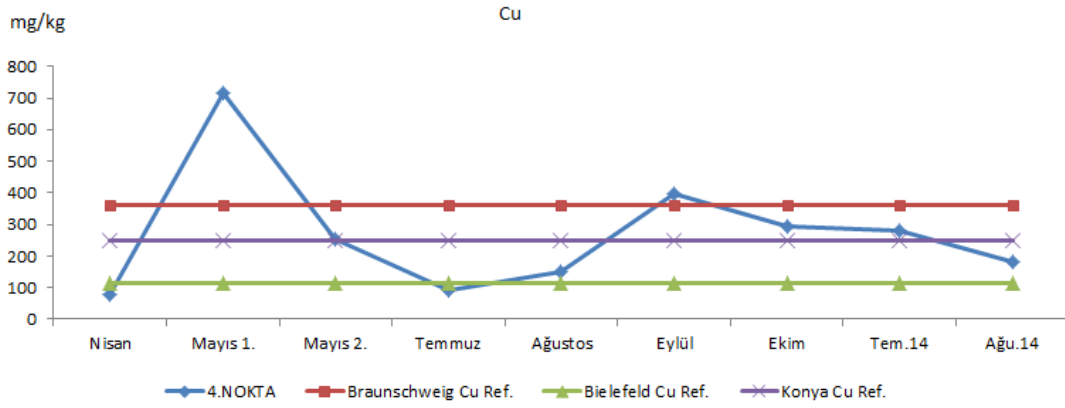
Çizelge 4.9. 4. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	36,21	107,49	460,70	31,42	62,24	<dl	<dl
Mayıs1.-2013	264,50	9630	10430	214,80	9277	<dl	9,17
Mayıs2.-2013	152,70	696,40	2461	15,27	235	0,12	2,78
Ağustos-2013	287,90	2597	5993	180,70	1196	0,52	1,35
Eylül-2013	902,60	25550	31850	645	11000	1,08	43,83
Ekim-2013	216,50	96,96	756,70	77,53	<dl	<dl	14,92
Haziran-2014	125	312	1746	43,50	240	1,93	1,28
Temmuz-2014	705	3684	11330	169	1414	0,32	<dl
Ağustos-2014	75,77	950,10	1353	51,34	449,9	<dl	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

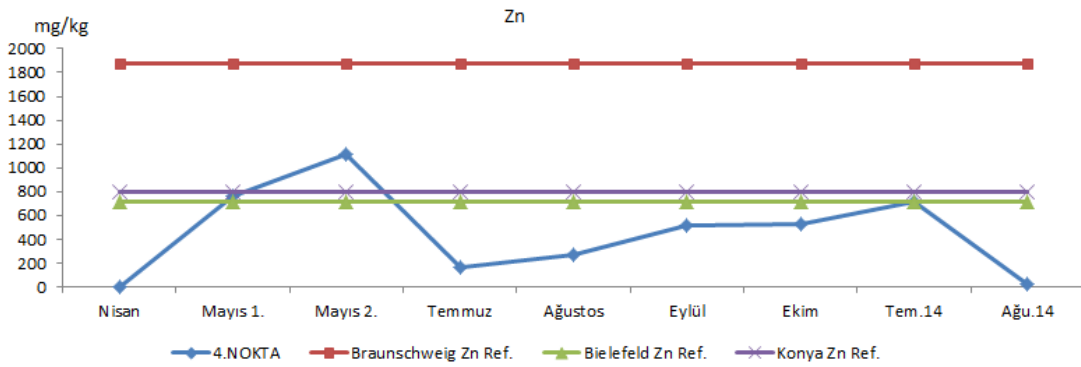
4. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.21 - 4.27’de verilmiştir. Cr, Zn, Ni ağır metal konsantrasyonu Konya referans değerlerinden yüksek konsantrasyonlarda tespit edilirken Cu için Mayıs1, Eylül 2013, Pb için Mayıs1 2013, Hg için Temmuz 2013, Cd için Mayıs1, Ekim 2013 tarihlerinde Konya referans değerini aşan deşarj tespit edilmiştir.



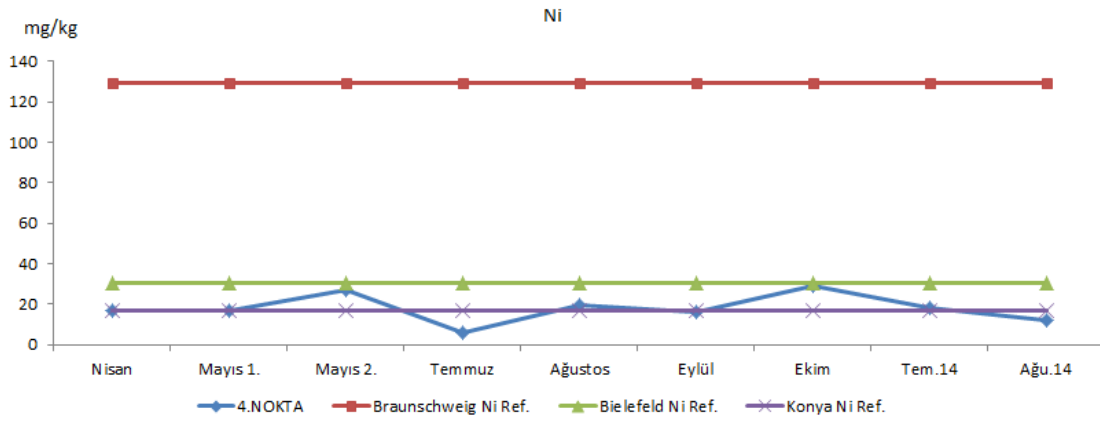
Şekil 4.21. 4. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



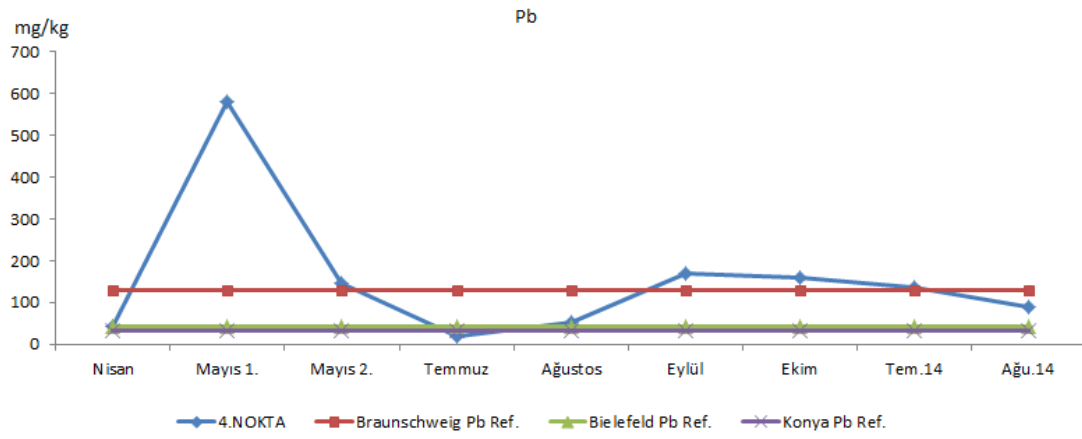
Şekil 4.22. 4. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



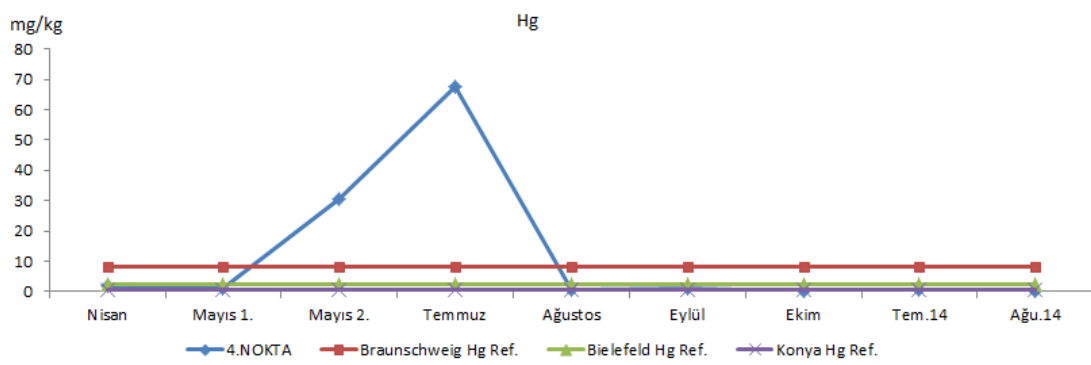
Şekil 4.23. 4. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



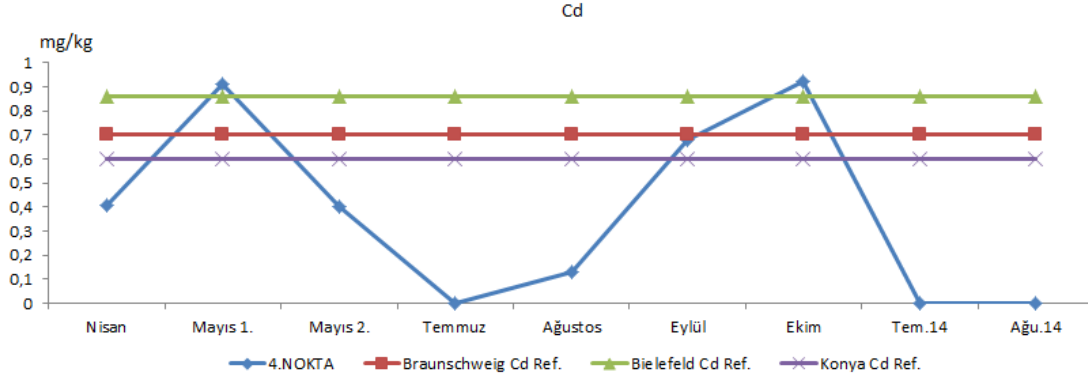
Şekil 4.24. 4. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.25. 4. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

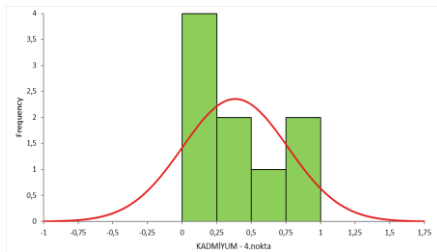
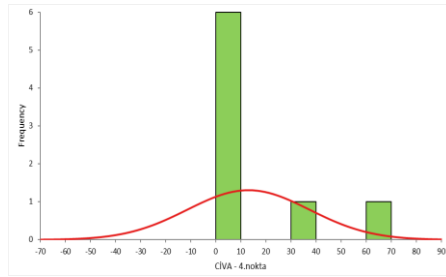
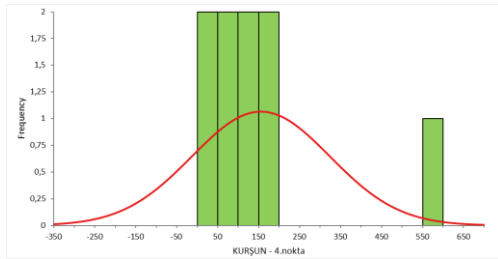
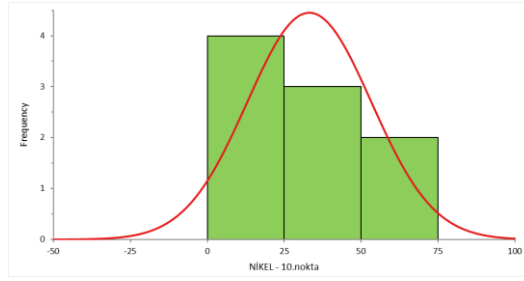
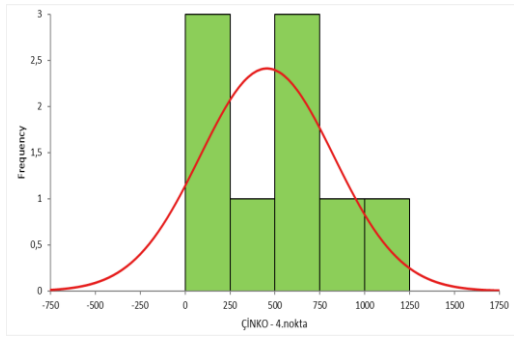
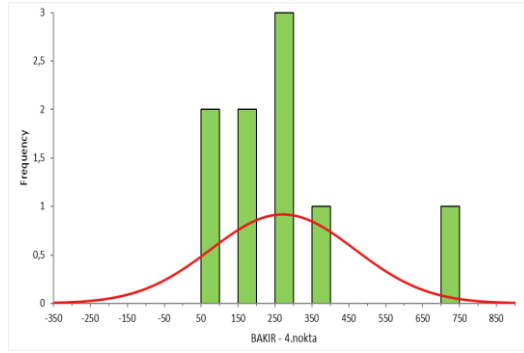
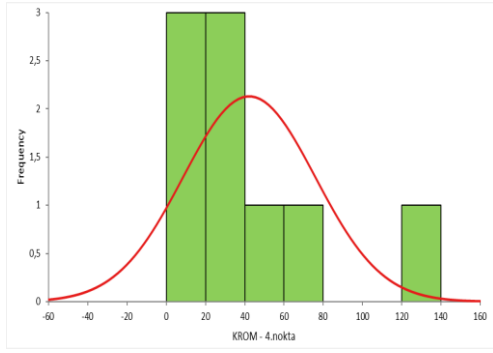


Şekil 4.26. 4. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.27. 4. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

Şekil 4.28’de 4. numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. 4. numuneleme noktası histogram grafikleri incelendiğinde Cu sıklıkla 250-300 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlarda tespit edilirken 700-750 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlara ulaşarak referans değer olan 360 mg/kg değerinin üstüne çıkması endüstriyel deşarj yapıldığını ortaya koymaktadır. Zn 0-1250 mg/kg gibi geniş bir konsantrasyon aralığında tespit edilmiştir. Pb 100-200 mg/kg aralığında yoğunlaşırken 550-600 mg/kg aralığında tespit edilmesi kaçak deşarjı ortaya koymaktadır. Bu değer aralığı referans değer olan 128 mg/kg değerinin çok üstündedir. Cd ise sıklıkla 0-1,0 mg/kg aralığında değişen değerlerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.28. 4. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

5. nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.10'da, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. 5. numuneleme noktasında oto yıkama ve galveniz endüstrilerinden kaynaklanan atıksular toplanmaktadır. Bu endüstrilerin faaliyetlerine bağlı olarak atıksuları Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, Ni, Hg, gibi ağır metalleri içermektedirler. 5. Nokta'dan anlık olarak alınan atıksu örneklerinde bu bileşiklerin yönetmelik sınır değerini aşan konsantrasyonları tespit edilmemiştir. Ancak Temmuz 2014 tarihli örneklemede Cr ve Zn değerinin KOSKİ yönetmelik sınır değerini aştığı tespit edilmiştir.

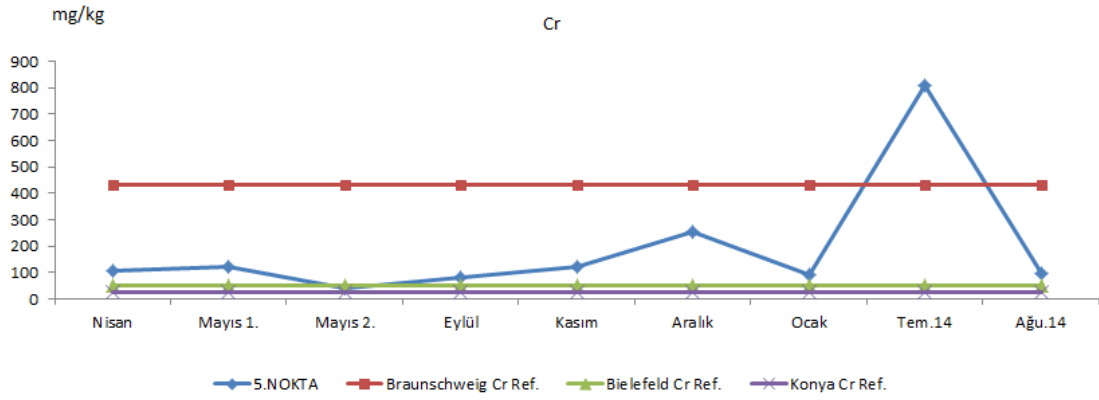
5. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.29 - 4.35'de verilmiştir. Cr, Zn, Ni ağırmetalleri Temmuz 2014 tarihinde Konya referans değerinden yüksek konsantrasyonlara ulaşırken Cu ve Pb Konya referans değerinden düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Cd ise Konya ve Almanya referans değerlerinden düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. 5. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

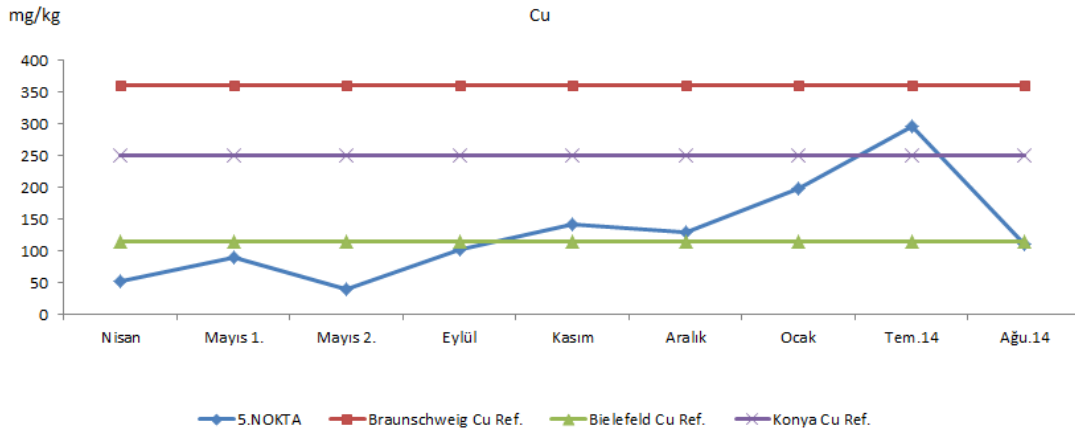
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	109	52,24	475,40	25,34	7,35	1,47	0,27
Mayıs1.-2013	120,80	89,78	442,60	47,50	11,37	1,27	0,3
Mayıs2.-2013	40,22	40,60	327,20	22,88	25,20	5,49	0,19
Eylül-2013	78,62	103,10	458,20	43,92	32,96	2,03	0,51
Kasım-2013	119,38	142,84	833	61,32	14,95	3,75	0,59
Aralık-2013	256,20	129,54	1026,60	50,22	13	1,65	<dl
Ocak-2014	92,60	197,24	1193,60	40,18	75,24	1,23	0,76
Temmuz-2014	806,44	295,15	3397,70	135,89	47,31	3,37	<dl
Ağustos-2014	96,84	111,48	455,60	27,80	33,10	0,06	<dl

Çizelge 4.11. 5. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

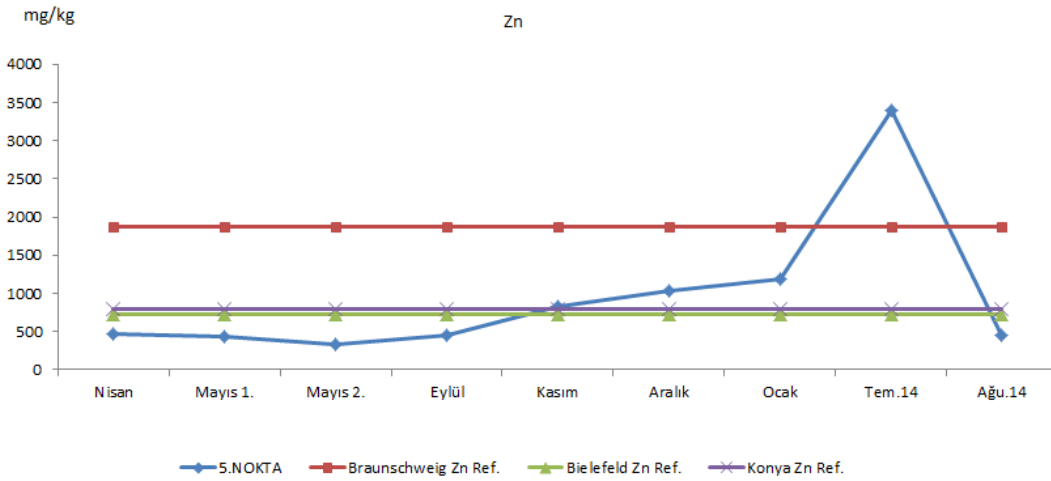
Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (mg/kg)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	85,22	71,29	5792	39,73	10,38	<dl	<dl
Mayıs 1.-2013	267,50	313,50	2088	72,12	37,79	<dl	<dl
Mayıs 2.-2013	161,60	204	1356	56,43	30,52	<dl	2,31
Temmuz-2013	820,50	452,60	5237	254,10	322	<dl	<dl
Ağustos-2013	2460	747,90	6309	1346	77,39	0,87	<dl
Eylül-2013	130,40	149,60	915,90	53,63	43,62	<dl	13,65
Ekim-2013	233,50	102,80	1663	44,22	51,10	<dl	13,35
Temmuz-2014	14290	1260	67610	1214	702	<dl	<dl
Ağustos-2014	233	300,80	1401	206,10	54,73	<dl	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000



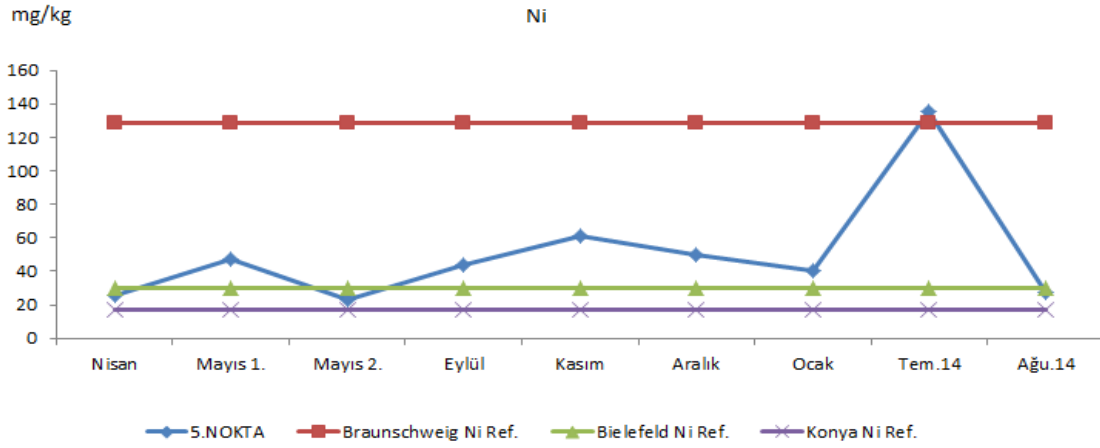
Şekil 4.29. 5. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



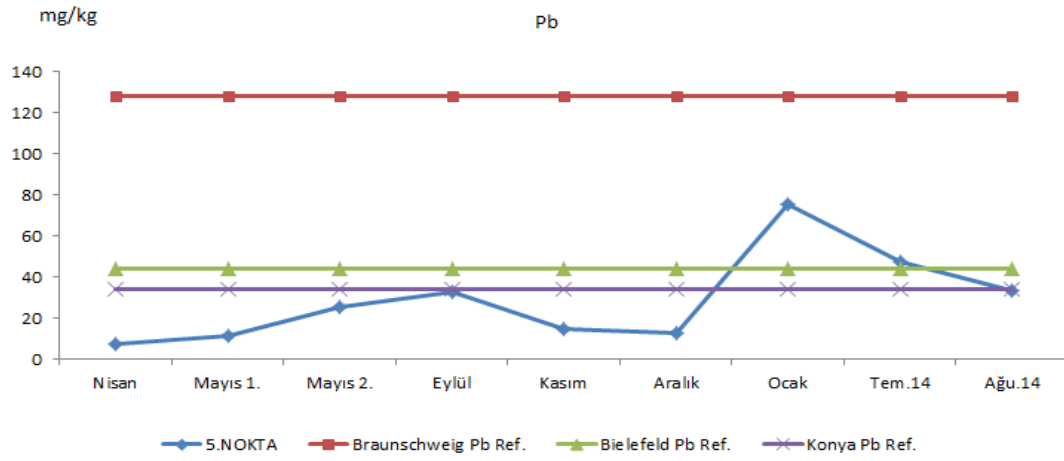
Şekil 4.30. 5. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



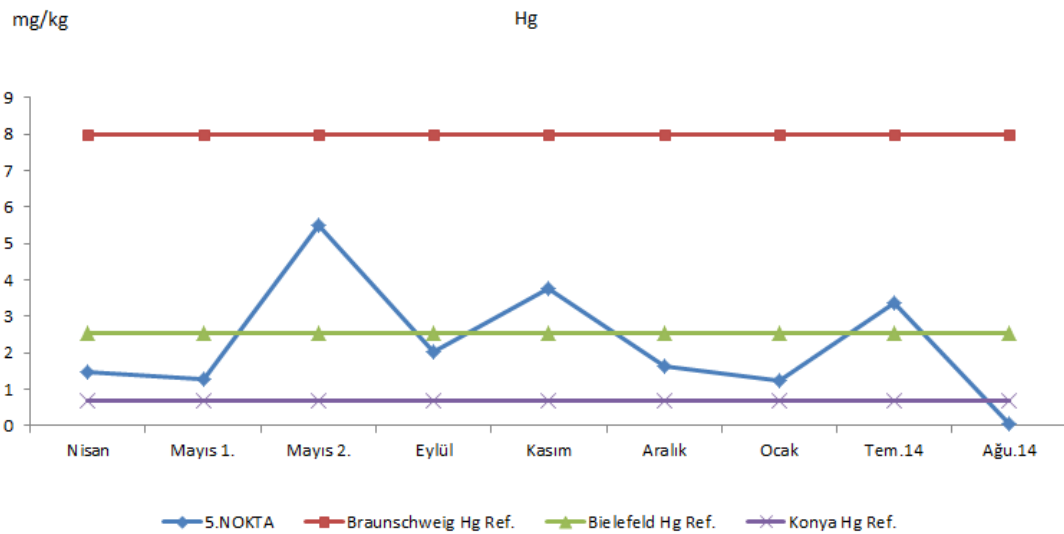
Şekil 4.31. 5. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



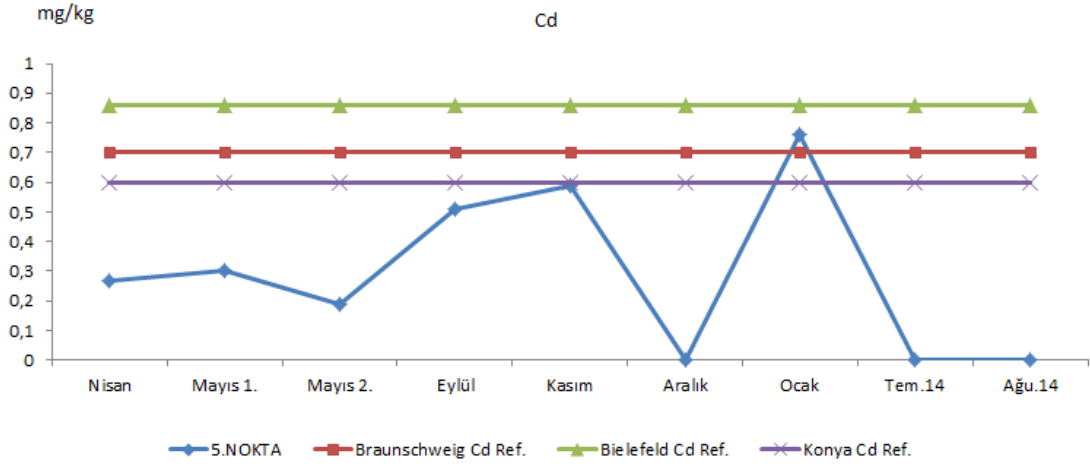
Şekil 4.32. 5. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.33. 5. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

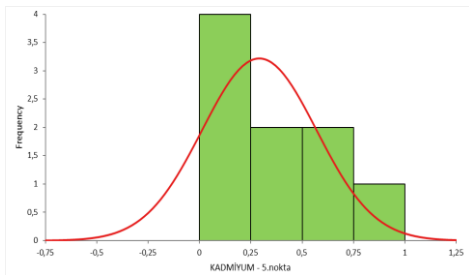
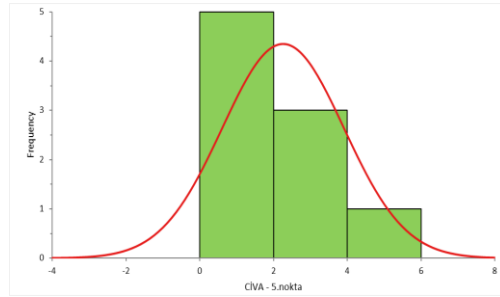
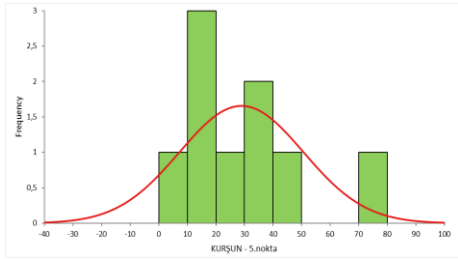
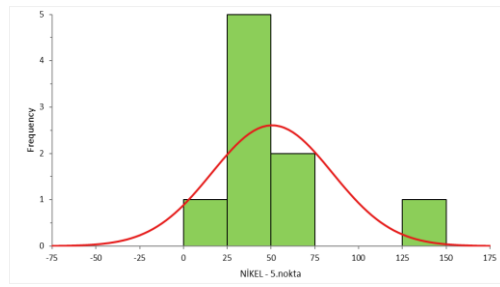
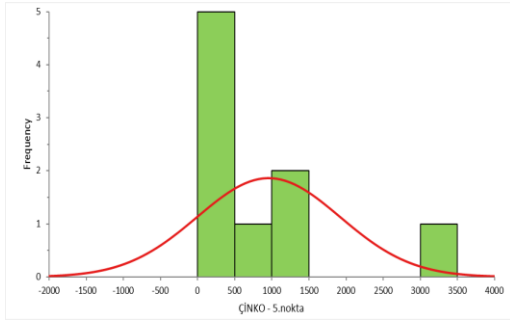
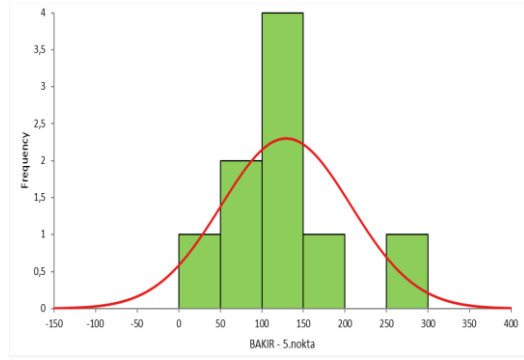
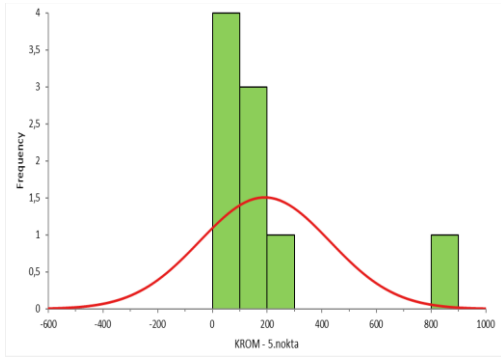


Şekil 4.34. 5. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.35. 5. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

Şekil 4.36'da 5. nokta biyofim örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. 5. numuneleme noktasında Cr en fazla 0-100 mg/kg konsantrasyon aralığında bulunurken 800-900 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlara kadar yükselmesi kaçak deşarjı ortaya koymaktadır. Cu 100-150 mg/kg, Zn 0-500 mg/kg, Ni 25-50 mg/kg Pb 10-20 mg/kg, Hg 0-2 mg/kg , Cd 0-0,25 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlarda sıklıkla tespit edilmiştir. Cu için 250-300 mg/kg konsantrasyonu, Zn için 3000-3500 mg/kg konsantrasyonu, Ni için 125-150 mg/kg konsantrasyonu, Pb için 70-80 mg/kg konsantrasyonu endüstriyel deşarjı ortaya koymaktadır.



Şekil 4.36. 5. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

6. nokta için elde edilen biyofim analiz sonuçları Çizelge 4.12’de, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.13’te verilmiştir. 6. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasında marangozlar sanayi oto sanayi ve yedek parça değişim endüstrilerini kapsamaktadır. Bu tür endüstrilerin atıksularında Zn, Cu gibi ağır metaller atıksuda bulunmaktadır. Anlık olarak alınan atıksu örneğinde de Zn konsantrasyonu Nisan, Mayıs1, Mayıs2, Temmuz, Ağustos, Ekim 2013 tarihlerinde yönetmelik sınır değeri olan 10000 mg/L ‘yi aştığı tespit edilmiştir. Cr Ağustos, Ekim 2013 tarihlerinde, Cu Mayıs1, Ekim 2013 tarihlerinde yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12. 6. nokta biyofim örnekleri ağır metal değerleri

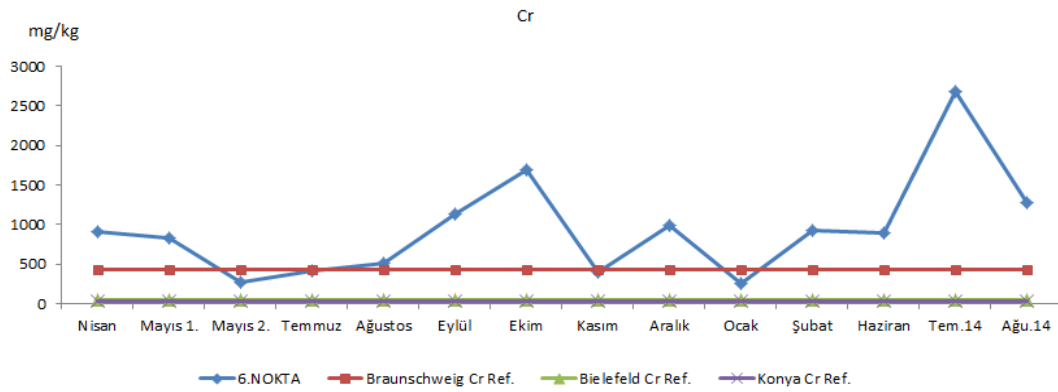
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	915,20	358,40	3526	19,4	342,80	0,64	0,98
Mayıs 1.-2013	837	346	2850	19,74	134,70	1,87	1,81
Mayıs 2.-2013	274,60	308,20	3434	14,12	150,72	4,13	0,49
Temmuz-2013	418,20	173	2502	20,28	67,62	11,03	0,2
Ağustos-2013	505,40	346,60	3428	24,44	149,82	0,31	0,36
Eylül-2013	1131	270,60	4344	14,79	155,96	10,45	0,6
Ekim-2013	1699,20	319,80	9944	27,51	153,04	-	0,97
Kasım-2013	391,80	318,20	5244	18,79	223,40	4,84	0,71
Aralık-2013	983	218,60	1559,20	19,15	72,18	4,13	<dl
Ocak-2014	256,40	145,44	3018	11,52	120,84	1,39	0,77
Şubat-2014	934	299,20	5890	29,70	136,80	0,52	0,68
Haziran-2014	897,26	368,70	3948,81	39,79	203,82	1,15	<dl
Temmuz-2014	2686,24	<dl	11417,70	21,85	207,22	6,79	<dl
Ağustos-2014	1282,80	433	4812	18,29	163,20	1	<dl

Çizelge 4.13. 6. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

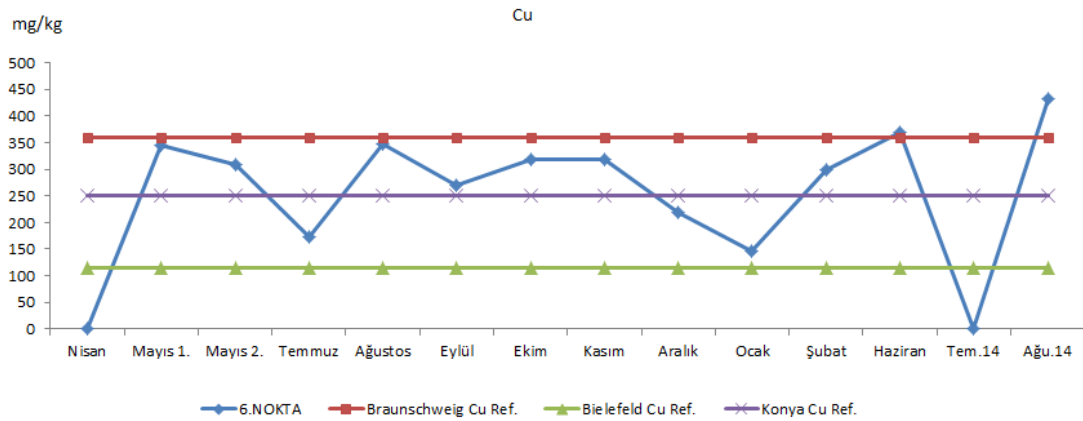
Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	944,70	276,80	19120	51,37	333,2	0,27	<dl
Mayıs 1 -2013	78,41	3298	64710	117,2	1737	<dl	13,27
Mayıs 2.-2013	2384	1728	40590	77,76	1048	2,06	5,18
Temmuz-2013	3360	1218	43540	123,8	646	<dl	<dl
Ağustos-2013	6520	2767	68680	268,2	1649	0,43	1,73
Eylül-2013	3345	143	7447	15,84	232,6	<dl	13,75
Ekim-2013	11340	3195	108300	191,5	1585	0,56	17,57
Haziran-2014	40,06	29,79	596	33,36	24,77	4,89	<dl
Temmuz-2014	629	266	2698	172	90,25	<dl	<dl
Ağustos-2014	75,95	46,49	1664	4,64	97,18	<dl	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

6. numuneleme noktasından alınan biyofim örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması

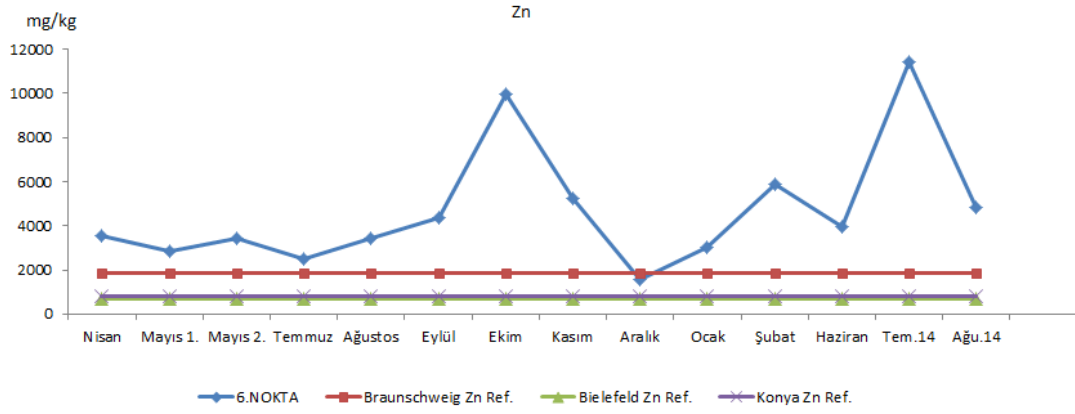
sırasıyla Şekil 4.37 - 4.43'te verilmiştir. Bu noktada Cr, Zn Konya , Braunschweig ve Bielefeld referans değerlerinden yüksek konsantrasyonlarda tespit edilirken Ekim 2013 ve Temmuz 2014 tarihlerinde ani bir artış belirlenmiştir. Cu ve Ni Konya referans değerinden düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Pb Nisan, Kasım 2013, Haziran, Temmuz 2014 tarihlerinde Konya referans değerlerinden yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Hg Konya referans değerinden düşük konsantrasyonlarda seyrederken Temmuz, Eylül 2013 tarihlerinde yükselerek referans değerini aşmıştır. Cd ise Mayıs 1 2013 tarihinde Konya referans değerini aştığı belirlenmiştir. İzleme noktası için süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmuştur. Bu nedenle bu noktanın membaında yeni örnekleme gerçekleştirilmiştir.



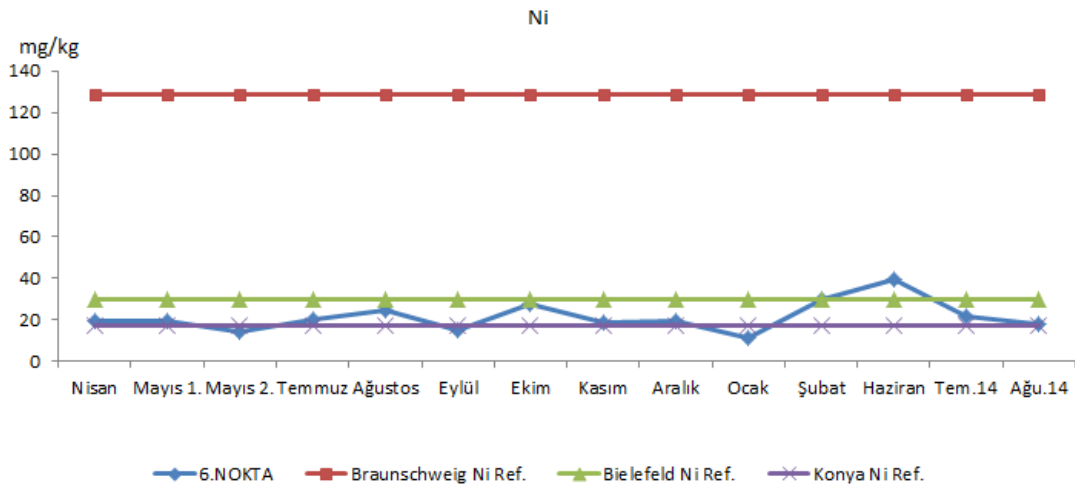
Şekil 4.37. 6. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



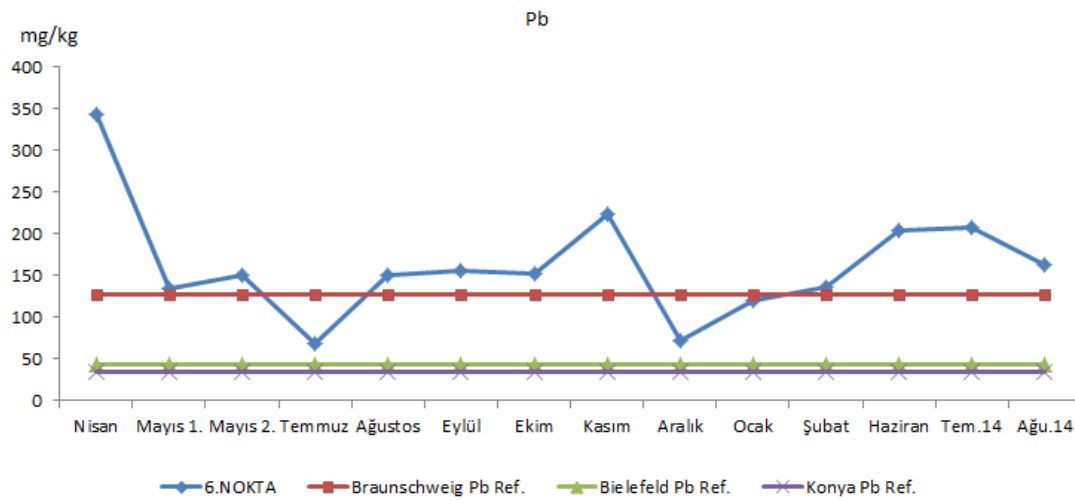
Şekil 4.38. 6. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



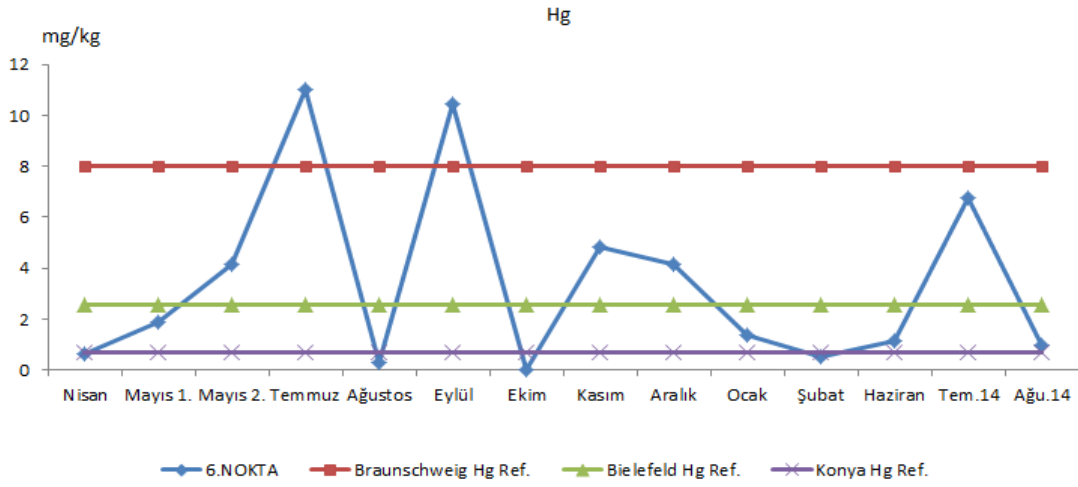
Şekil 4.39. 6. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



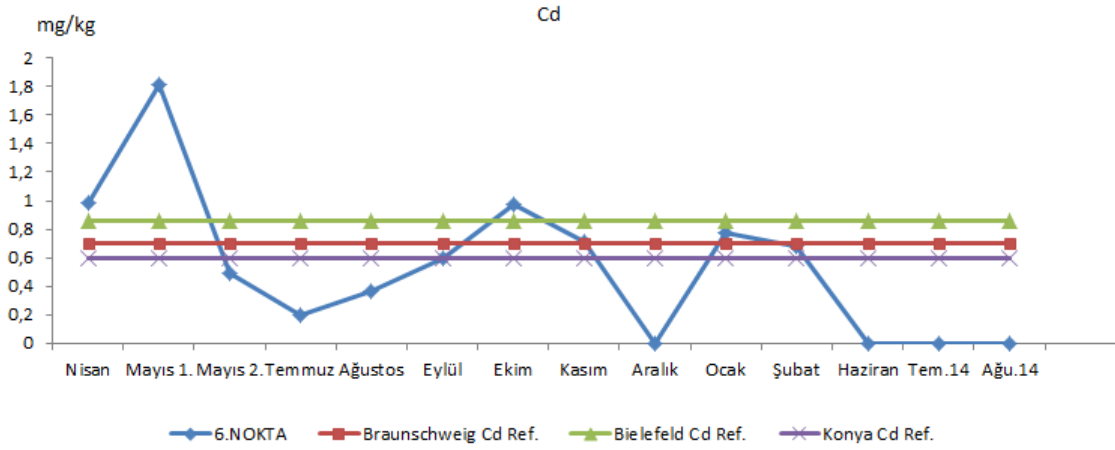
Şekil 4.40. 6. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.41. 6. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

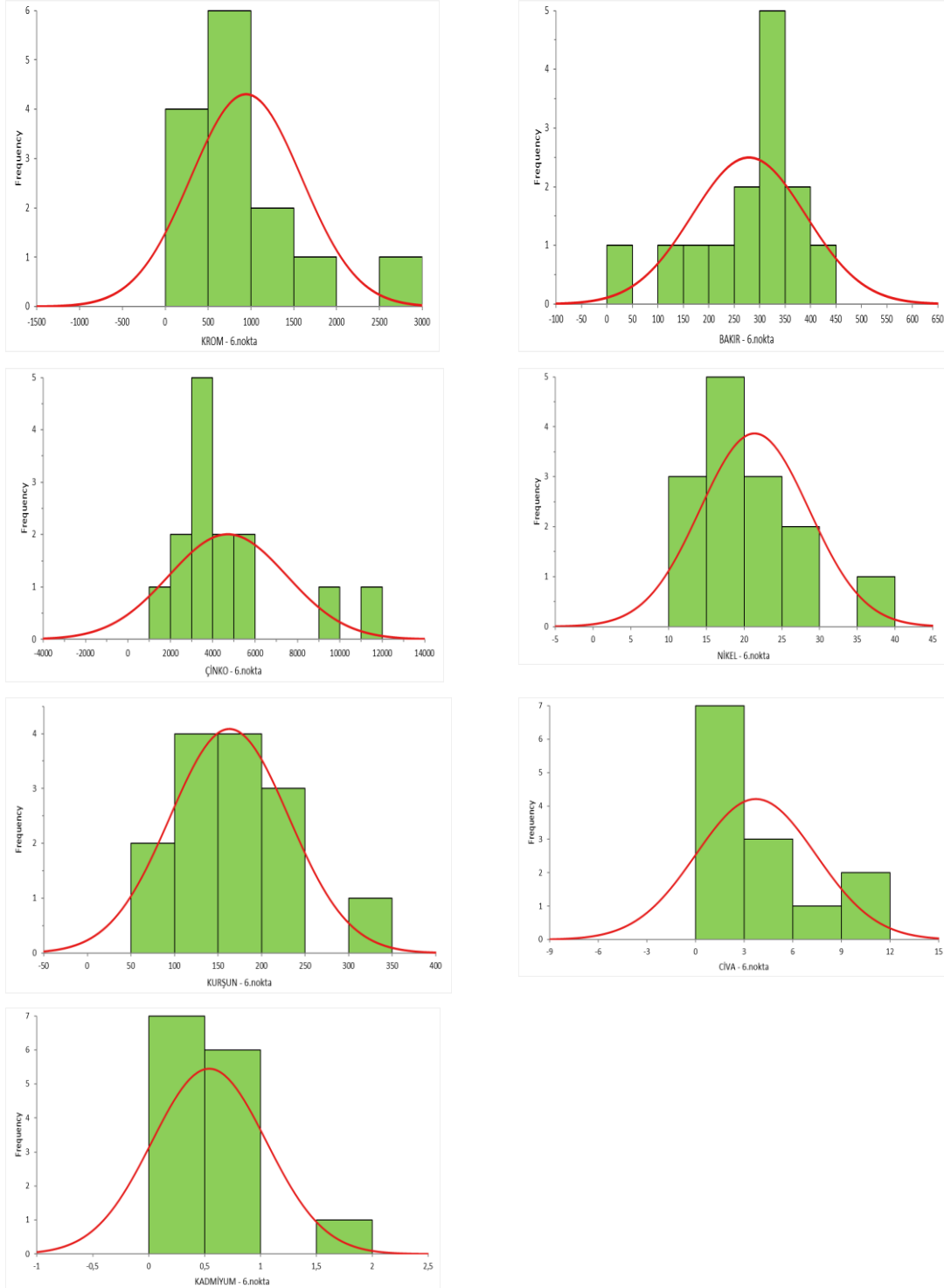


Şekil 4.42. 6. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.43. 6. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması

Şekil 4.44’de 6.numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. 6. numuneleme noktası ağır metal histogramlarına göre Cr sıklıkla 500-1000 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Bu aralık Cr konsantrasyonu için referans değer olan 434 mg/kg değerinden yüksektir. Cu 300-350 mg/kg , Zn 500-600 mg/kg , Ni 15-20 mg/kg aralığında yoğunlaşmıştır. Pb ise 100-300 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlarda sıklıkla tespit edilmiştir. Bu aralıkta Pb referans değerinden yüksek konsantrasyonları içermektedir. Hg sıklıkla 0-3 mg/kg , Cd 0-0,5 mg/kg aralığında tespit edilmiştir.



Şekil 4.44. 6. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

7. nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.14’te, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.15’te verilmiştir. 7. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasında araç parçaları yıkamaya dayalı endüstriler bulunmakta ve gerçekleştirdikleri yıkama işlemine bağlı olarak kanalizasyon sistemine Cu, Zn, Pb gibi ağır metallerin deşarjı gerçekleşmektedir. Buna paralel olarak anlık alınan atıksu örneğinde Eylül, Ekim,

Kasım 2013 tarihlerinde Cu, Mayıs, Eylül, Ekim 2013 tarihlerinde Pb konsantrasyonu KOSKİ yönetmelik değerlerinden yüksek konsantrasyonlara ulaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. 7. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

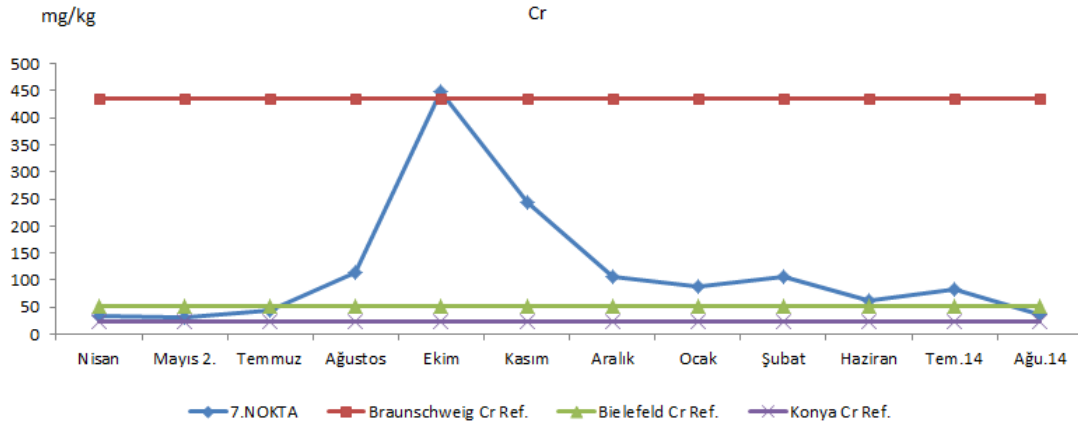
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	33,54	152,94	348,20	30,60	435,80	0,87	0,98
Mayıs 2.-2013	31	156,86	397,20	28,06	342,60	3,24	0,72
Temmuz-2013	45,02	477,80	481,20	36,72	618,40	53,6	0,96
Ağustos-2013	114,50	444,20	479,60	36,04	525,80	0,37	1,24
Ekim-2013	447,60	672,40	854	54,56	1070,40	-	1,74
Kasım-2013	244,80	540,80	792,20	40,34	723	4,04	1,58
Aralık-2013	105,54	373,60	579,40	34,84	625,20	0,55	<dl
Ocak-2014	88,50	313,40	705,20	35,18	661,80	0,47	1,58
Şubat-2014	106,32	250,40	424	39,38	517,60	0,43	0,97
Haziran-2014	62,70	255,90	543,01	47,93	485,43	0,97	<dl
Temmuz-2014	84,11	242,15	835,78	66,21	274,03	1,02	<dl
Ağustos-2014	36,42	188,84	397,60	34,32	191,48	106,5	<dl

Çizelge 4.15. 7. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

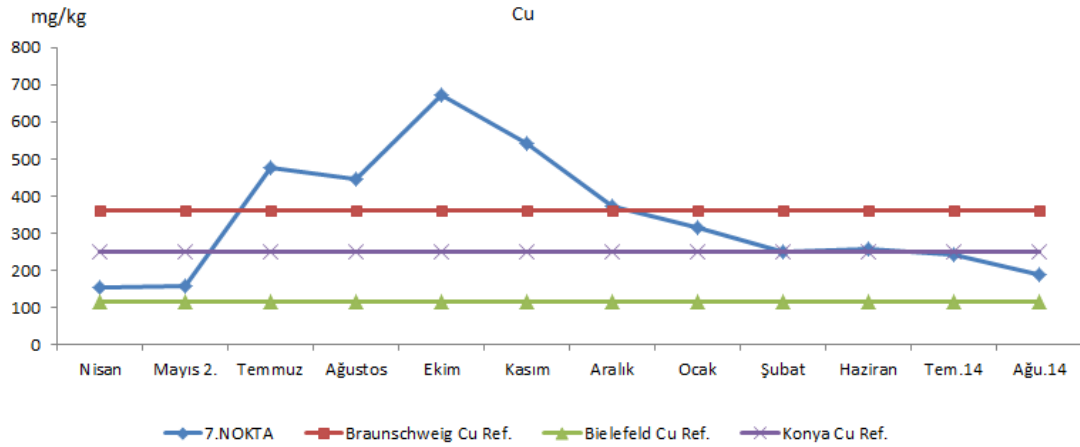
Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	77,68	366,70	1251	69,48	576,60	<dl	<dl
Mayıs 1.-2013	196,90	479,50	2508	70,89	633	<dl	2,55
Mayıs 2 -2013	200,60	1869	3949	229,2	3807	0,54	8,62
Temmuz-2013	144,20	1688	2561	174,10	2264	<dl	1,85
Ağustos-2013	662,60	1323	34,82	169,90	1683	<dl	1,38
Eylül-2013	1520	3956	7852	463,80	6656	0,64	30,43
Ekim-2013	1895	3889	4927	214,90	3291	<dl	22,59
Kasım-2013	828,20	2129	3778	177,20	2351	<dl	23,10
Haz.-2014	29,24	72,26	280	19,65	101	0,48	1,03
Temmuz-2014	372	927	4900	312	1039	<dl	<dl
Ağustos-2014	178	1124	2981	238,30	1155	<dl	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

7. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.45 - 4.51'de verilmiştir. Şekil 4.52'de 7. numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. 7. numuneleme noktasında Cr 0-100 mg/kg, Cu 100-300 mg/kg, Zn 300-500 mg/kg, Ni 30-40 mg/kg, Pb 500-750 mg/kg, Hg 0-5 mg/kg, Cd 0-1 mg/kg aralığındaki konsantrasyonlarda yoğunlaşmıştır. Cr, Zn, Ni için Konya referans değerini aşan deşarj olmamıştır. Cu için Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım 2013, Pb için izleme yapıldığı sürece her ay, Hg için Temmuz 2013, Ağustos 2014, Cd Ekim, Kasım 2013, Ocak 2014 tarihlerinde Konya

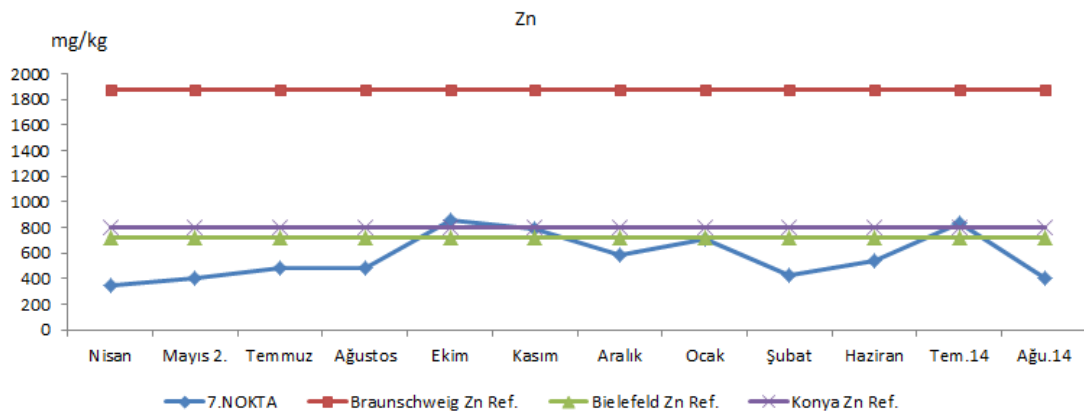
referans değerini aşan deşarjlar tespit edilmiştir. 7. izleme noktası için süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmamıştır. Bu nedenle bu noktanın membaında yeni örnekleme gerçekleştirilmemiştir.



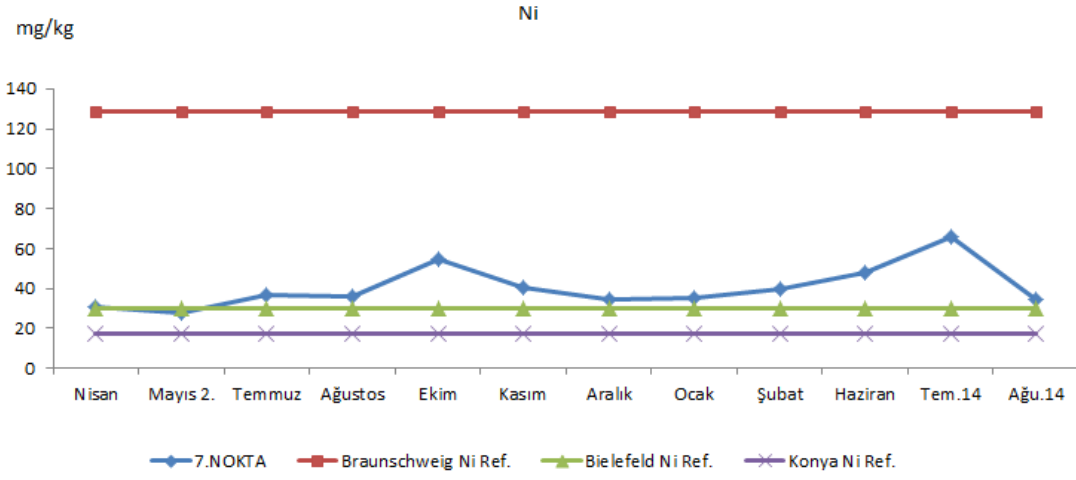
Şekil 4.45. 7. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



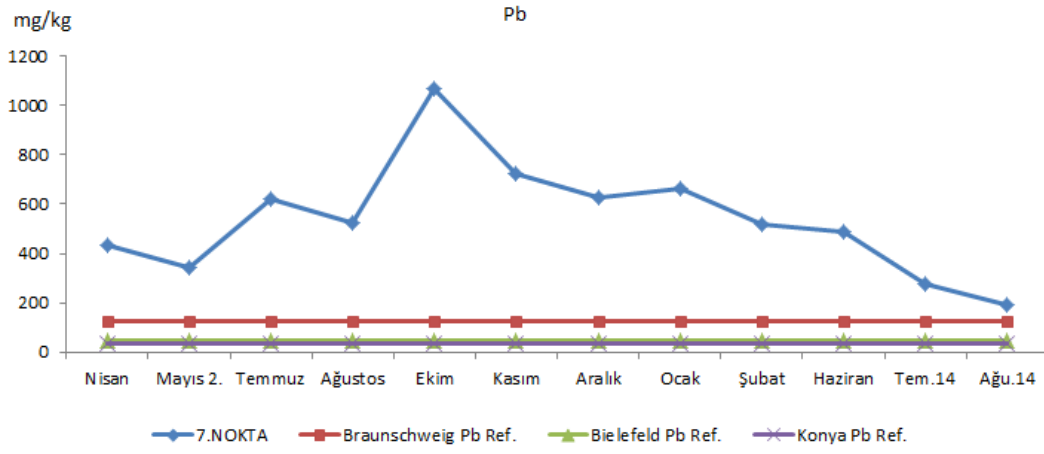
Şekil 4.46. 7. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



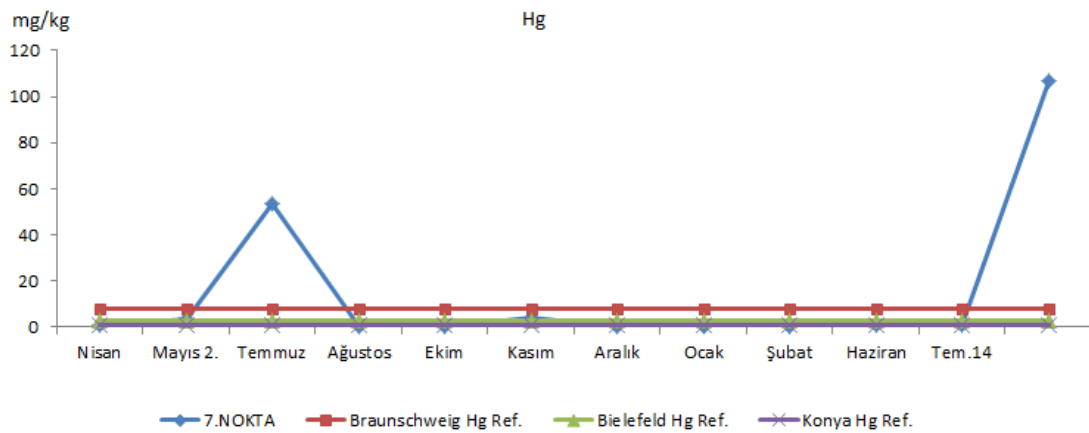
Şekil 4.47. 7. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



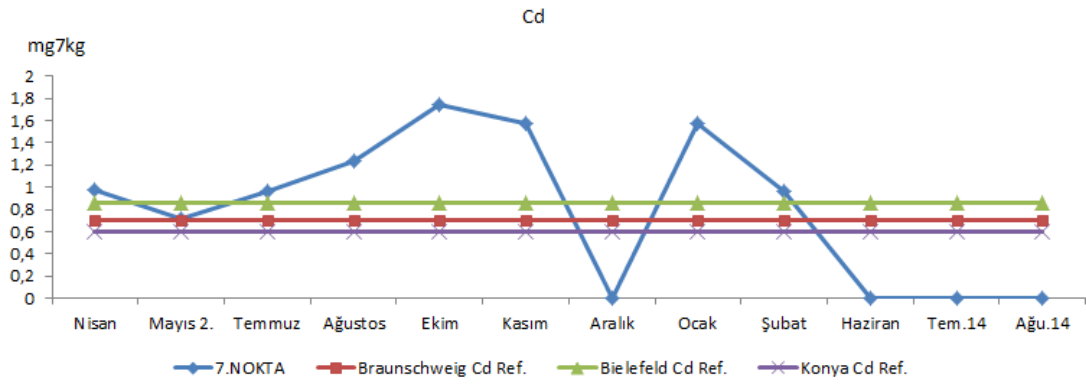
Şekil 4.48. 7. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



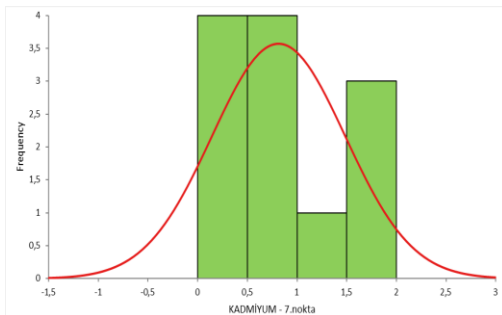
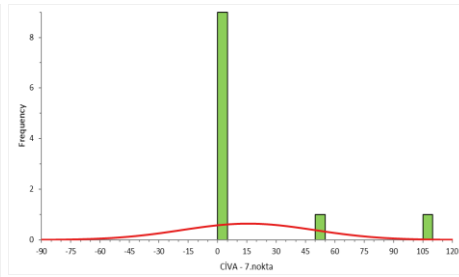
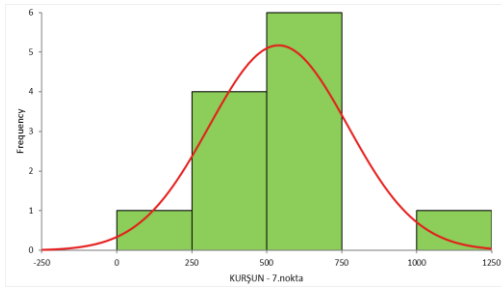
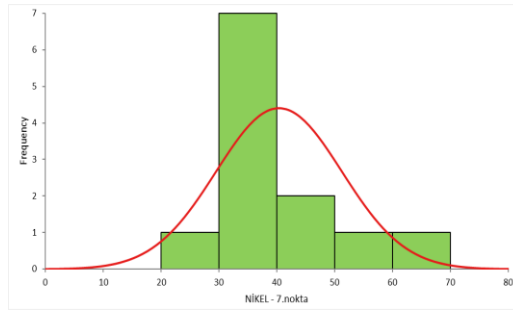
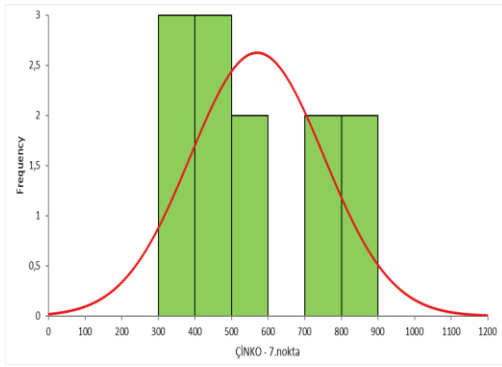
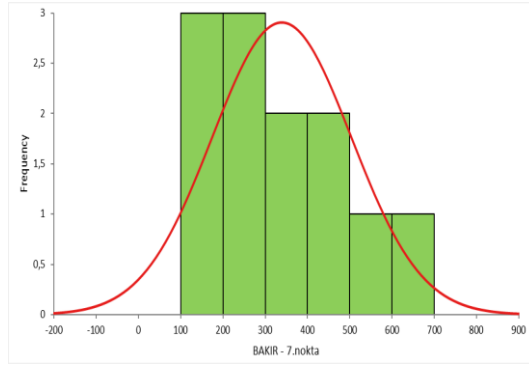
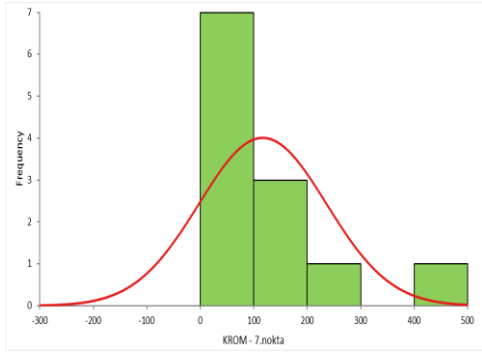
Şekil 4.49. 7. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.50. 7. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.51. 7. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.52. 7. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

8. nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.16’da, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. 8. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasında galvenez, bakır kaplama ve döküm endüstrileri bulunmaktadır. Özellikle bakır kaplamadan kaynaklanan atıksular kanalizasyon sistemindeki Cu, Zn, Fe gibi ağır metallerin konsantrasyonlarını yükseltmektedir. 8. Nokta’dan alınan anlık atıksu örneklerinde Cu ve Zn Mayıs1, Temmuz, Ağustos, Kasım 2013 tarihlerinde KOSKİ yönetmelik sınır değerlerini aştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. 8. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

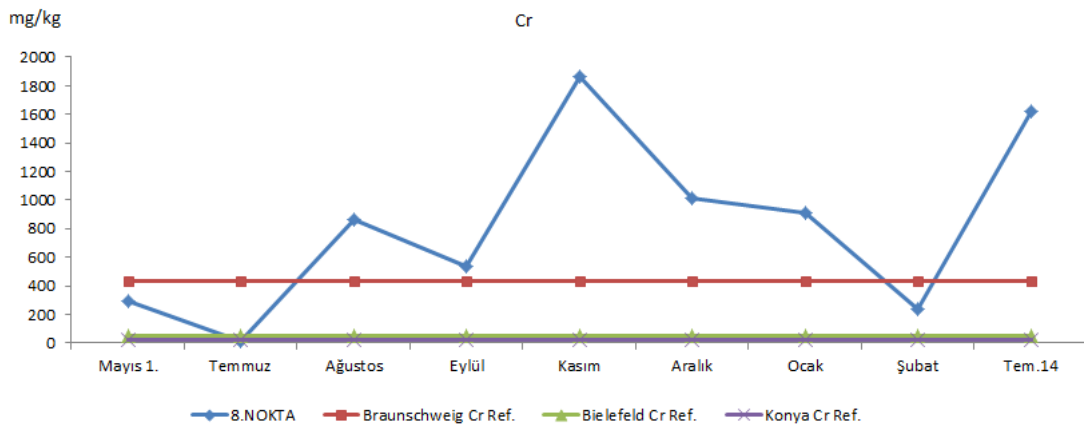
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Mayıs-2013	292,20	407,20	1306,6	53,16	51,84	2,21	0,44
Temmuz-2013	11,39	85,90	134,94	4,18	22,14	5,92	<dl
Ağustos-2013	860,20	924,40	2754	261,20	51,12	0,37	0,69
Eylül-2013	538	1255,20	550	34,36	80,6	2,27	0,59
Kasım-2013	1865,80	1216,80	5488	226,20	52,54	3,46	0,82
Aralık-2013	1015,20	775,80	2240	46,52	49,66	0,91	<dl
Ocak-2014	910	9012	4640	63,54	53,74	0,61	1,13
Şubat-2014	237,80	106,08	1044,80	22,66	23,68	0,49	0,41
Temmuz-2014	1622,20	873,54	6341,70	273,49	93,03	8,49	<dl

Çizelge 4.17. 8. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

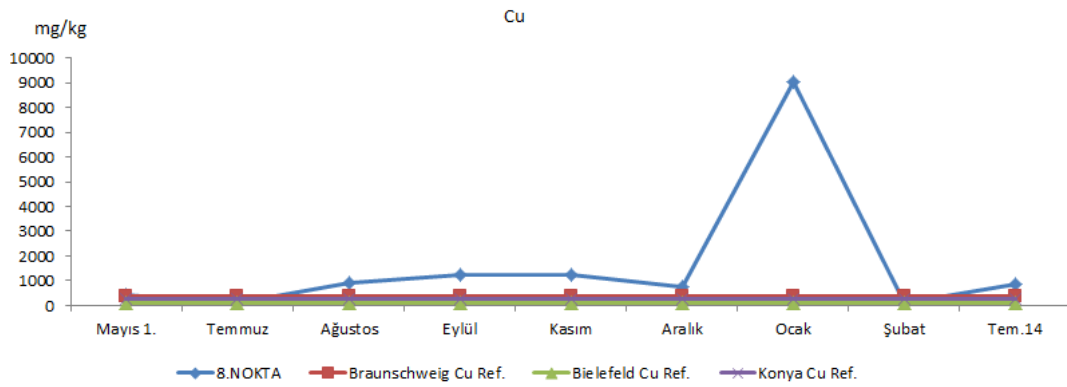
Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	280,9	611,7	712,3	174,6	22,18	0	0
Mayıs 1.-2013	2374	3149	11820	1106	329,4	0	0,84
Mayıs 2.-2013	551,1	595,1	8716	214,9	40,72	0	4,05
Temmuz-2013	3336	3951	20340	708,8	194,7	0	0
Ağustos-2013	1994	2834	13110	612,7	119,3	1,64	0
Eylül-2013	688,4	1455	1309	72,74	179,7	0	13,93
Ekim-2013	1581	1246	5096	453,2	181,2	0	13,63
Kasım-2013	4948	3250	19560	1422	288,9	0	17,48
Haziran-2014	1718	544	5662	1412	467	3,06	0
Temmuz-2014	1914	506	7353	12360	87,13	0	0
Ağustos-2014	686,8	2785	1374	217,1	107	0	0
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

8. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.53 - 4.59’da verilmiştir. Şekil 4.60’da 8.numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. Histogram grafiklerine göre Cr 0-1000 mg/kg, 0-500 mg/kg, Zn 0-1250 mg/kg, Ni 0-100 mg/kg , Hg

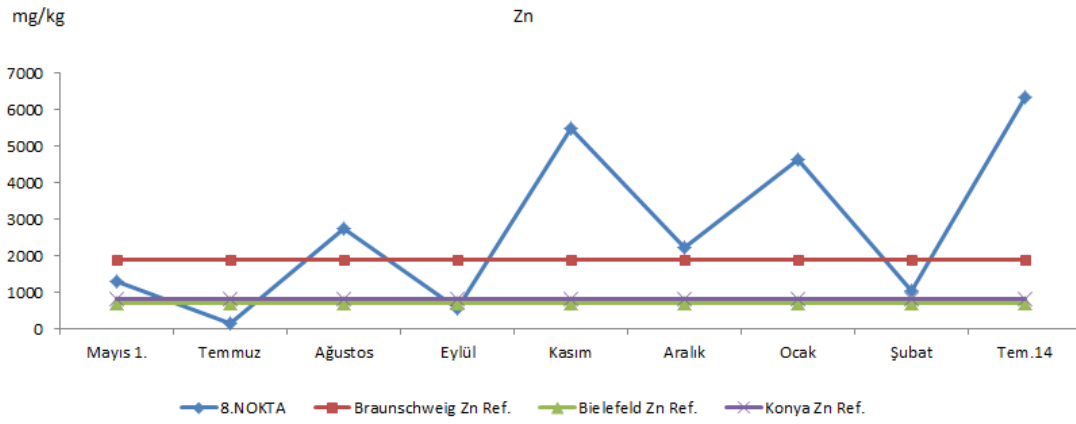
0-3 mg/kg, Pb 40-60 mg/kg, Cd 0-0,5 mg/kg konsantrasyon aralıklarında tespit edilmiştir. Cr ve Cu için Ağustos, Eylül, Kasım, Aralık 2013, Ocak, Temmuz 2014 tarihlerinde, Zn için Ağustos, Kasım, Aralık 2013, Ocak, Temmuz 2014 tarihlerinde, Ni için Ağustos, Kasım 2013, Temmuz 2014 tarihlerinde, Cd için Ocak 2014 tarihlerinde Konya referans değerini aşan konsantrasyonlar tespit edilirken Pb ve Hg için kaçak deşarj tespit edilmemiştir. 8. İzleme noktası için süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmamıştır. Bu nedenle bu noktanın membaında yeni örnekleme gerçekleştirilmemiştir.



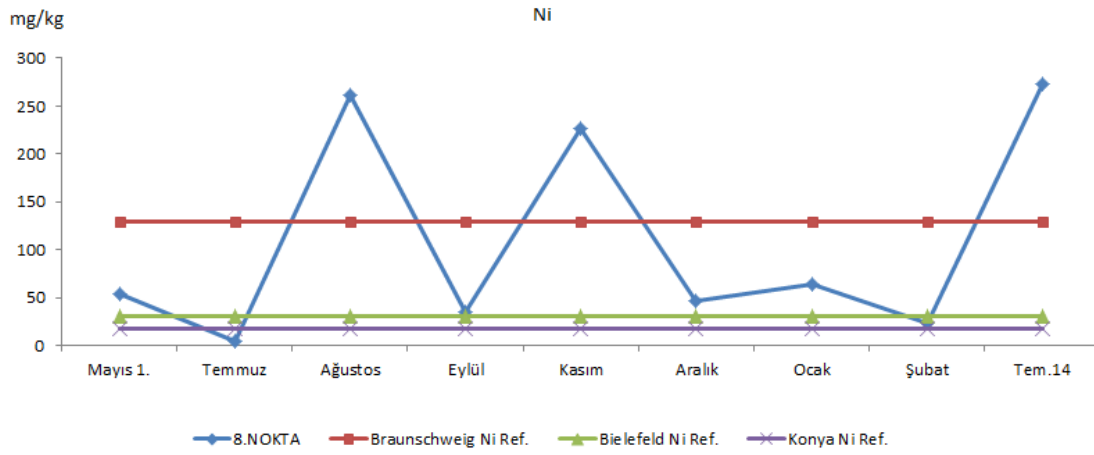
Şekil 4.53. 8. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



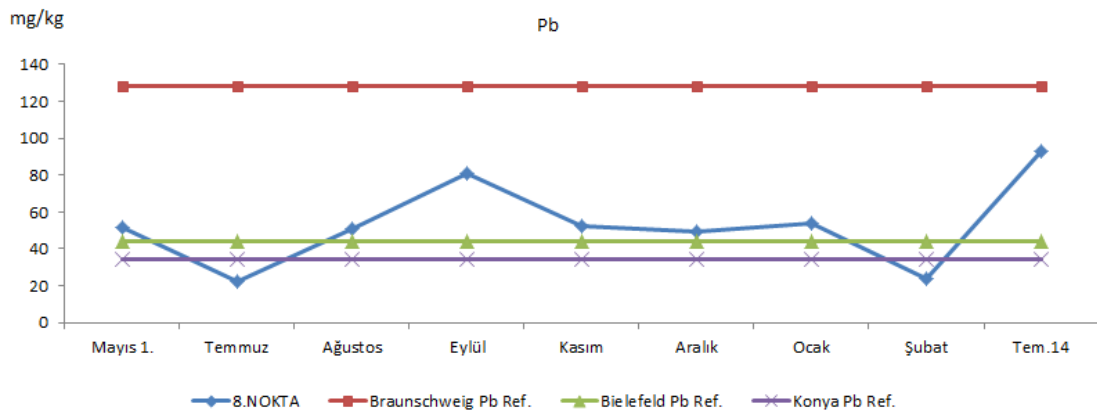
Şekil 4.54. 8. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



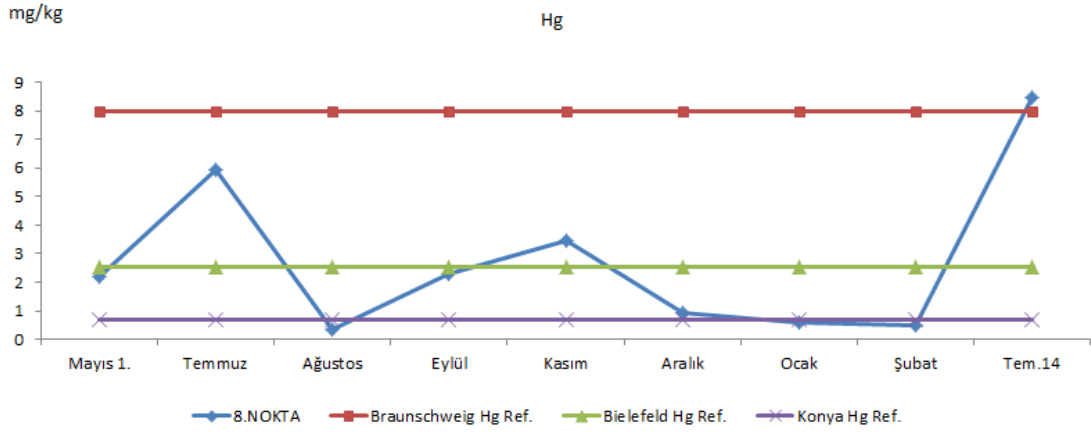
Şekil 4.55. 8. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



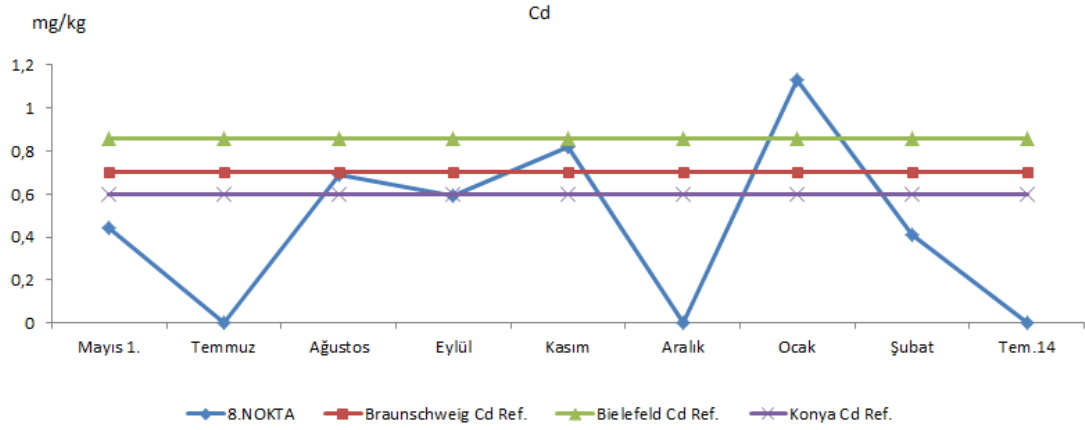
Şekil 4.56. 8. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



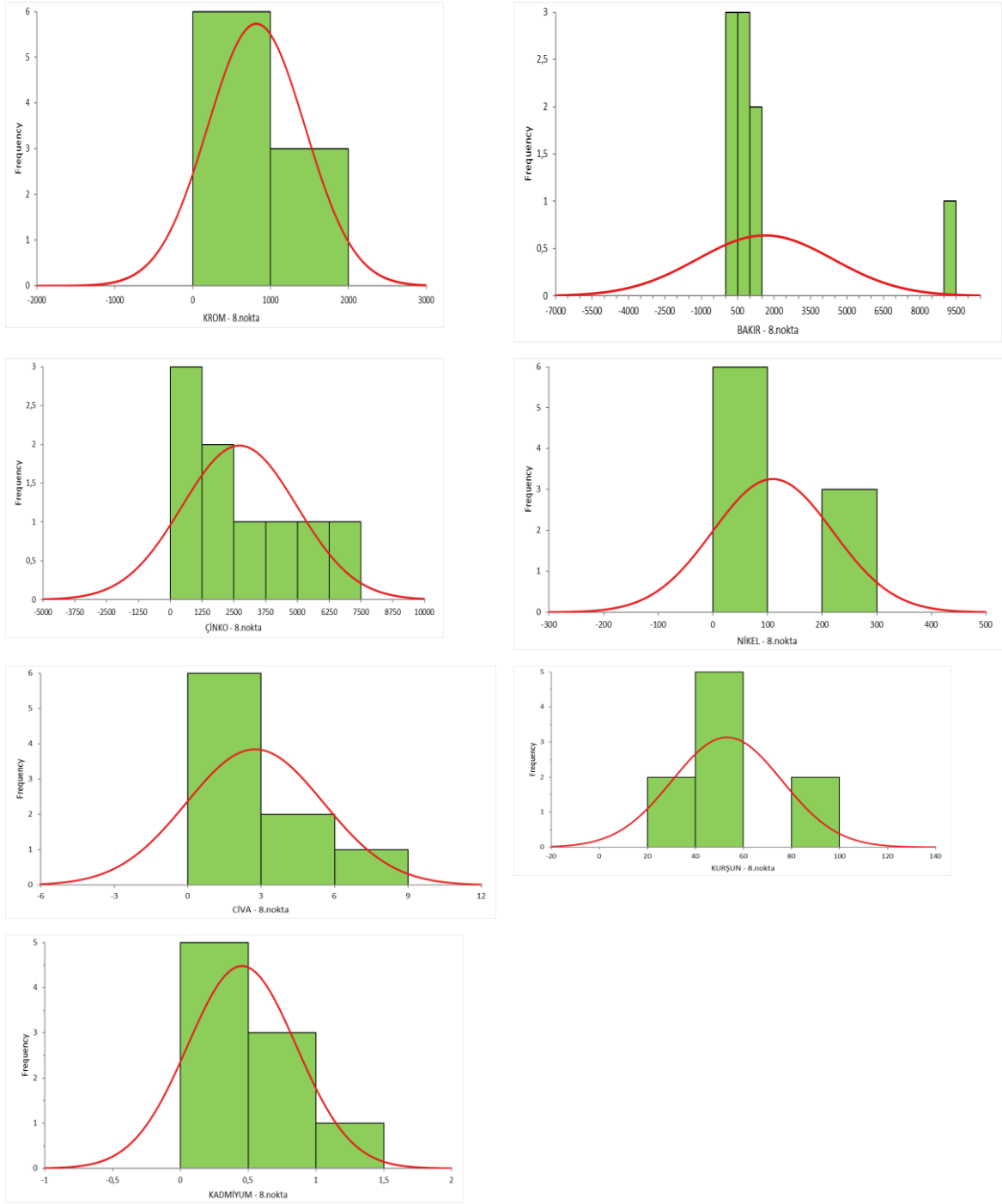
Şekil 4.57. 8. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.58. 8. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.59. 8. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.60. 8. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

9. Nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.18’de, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. 9. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasında boya, çinko ve alüminyum kaplama tesisleri faaliyet göstermektedir. Bu endüstrilerin faaliyeti sonucunda kanalizasyon sisteminde Cr, Cu , Zn, gibi ağır metallere rastlanmaktadır. 9. Nokta’dan anlık olarak alınan atıksu örneklerinde bu bileşiklerin yönetmelik sınır değerini aşan konsantrasyonları tespit edilmemiştir. Ancak Ekim, Kasım 2013 ve Temmuz 2014 tarihli örneklemede Zn değerinin KOSKİ yönetmelik sınır değeri olan 10000 µg/L’yi aştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. 9. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

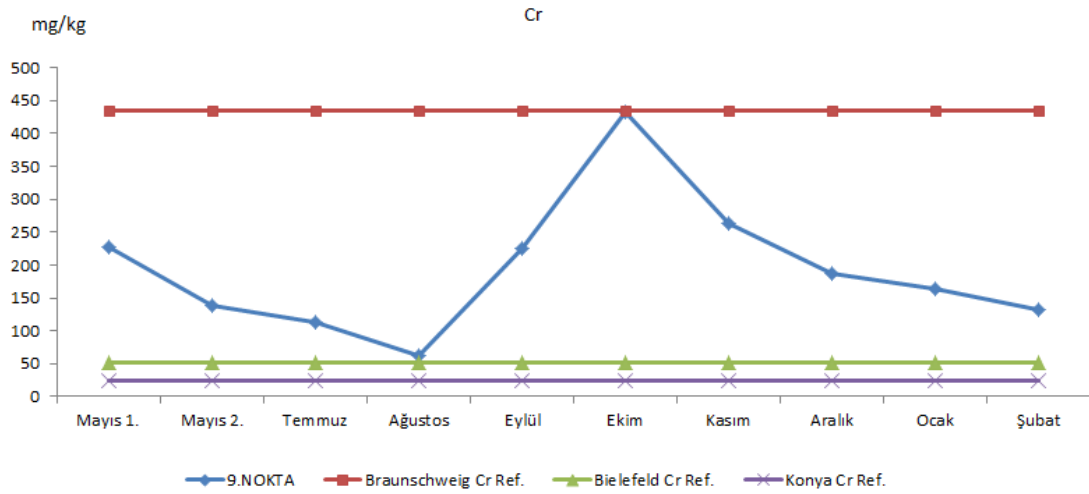
Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Mayıs1.-2013	226,60	404,40	2310	183,08	63,10	1,13	0,72
Mayıs 2.-2013	138,80	392,800	1638,40	104,34	8,75	3,10	0,18
Temmuz-2013	113,24	274,2	932,20	138,56	114,44	7,55	1,58
Ağustos-2013	61,66	123,82	374	62,14	43,44	0,28	0,67
Eylül-2013	224,20	498,60	1877,20	116,02	77,62	1,55	0,77
Ekim-2013	432	976,80	3170,80	247,04	198,88	-	1,66
Kasım-2013	262,40	519,20	2626	188,64	120,96	2,77	1,34
Aralık-2013	186,56	444,40	1303,80	176,22	87,76	0,95	<dl
Ocak-2014	164,28	402,60	1545	144,48	110,88	0,72	1,85
Şubat-2014	131,44	229,80	758	123,16	110,16	0,61	1,05

Çizelge 4.19. 9. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

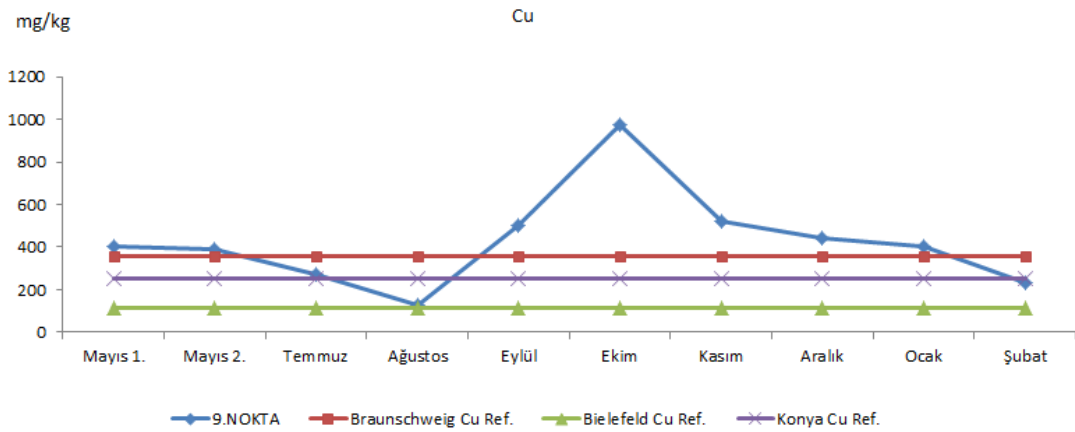
Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	18,06	121,70	399,40	3,33	159,40	<dl	20,98
Mayıs 1.-2013	381,40	583,80	3796	253	145,70	<dl	<dl
Mayıs 2.-2013	525,50	1185	7899	426,80	243,50	<dl	4,02
Temmuz-2013	190,70	234,20	1543	82,80	44,40	<dl	<dl
Ağustos-2013	110,20	212,10	496,50	137,80	101,60	0,29	<dl
Eylül-2013	217,40	421,90	2123	103,30	128,30	<dl	13,56
Ekim-2013	1101	1836	10190	597,90	356,40	0,47	15,17
Kasım-2013	1145	1923	11670	974,90	325,60	<dl	18,64
Temmuz-2014	4693	474	48900	109	526	<dl	<dl
Ağustos-2014	44,94	150,20	466,70	88,83	122,80	<dl	<dl
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

9. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 6.61 - 6.67’de verilmiştir. Şekil 6.68’de 9. numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. Ağır metal histogramlarına göre Cr 100-200 mg/kg, Cu 250-500 mg/kg, Zn 1500-2000 mg/kg, Pb 100-125 mg/kg, Hg 0-

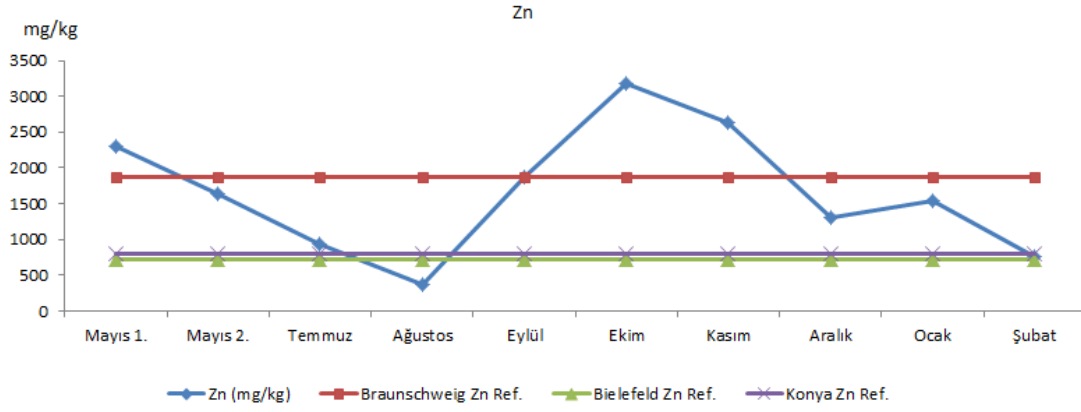
2 mg/kg, Cd 0,5-1 mg/kg ve 1,5-2 mg/kg konsantrasyon aralıklarında tespit edilmiştir. Cr ve Hg için Konya referans değerini aşan deşarj olmamıştır. Cu için Eylül, Ekim, Kasım 2013, Zn için Ekim, Kasım 2013, Ni için Ekim, Kasım, Aralık 2013, Pb için Aralık 2013, Cd için Temmuz, Ekim, Kasım 2013, Ocak, Şubat 2014 tarihlerinde Konya referans değerini aşan deşarj tespit edilmiştir.



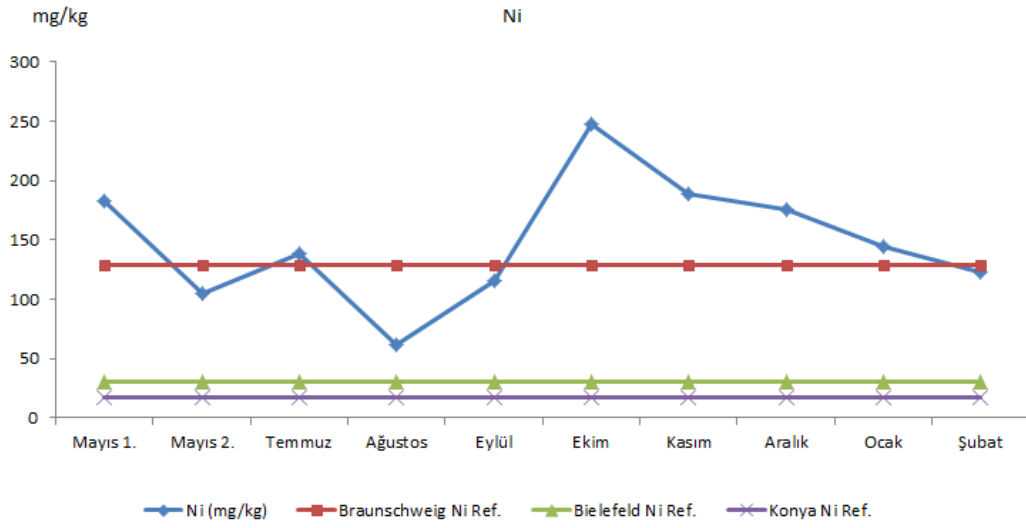
Şekil 4.61. 9. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



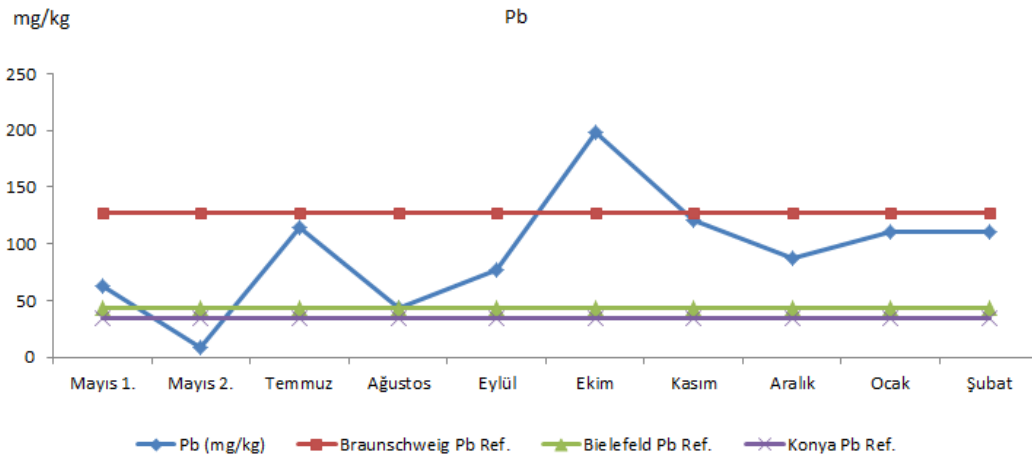
Şekil 4.62. 9. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



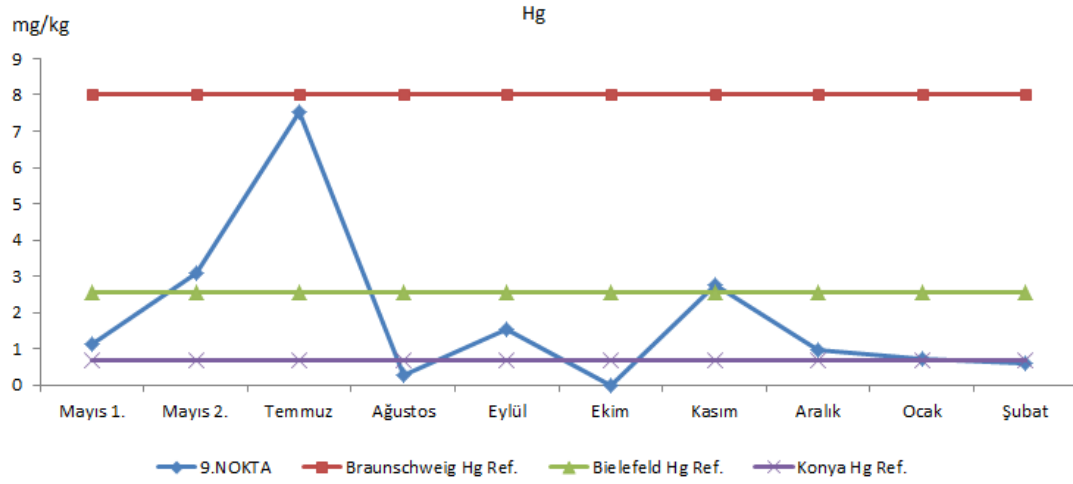
Şekil 4.63. 9. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



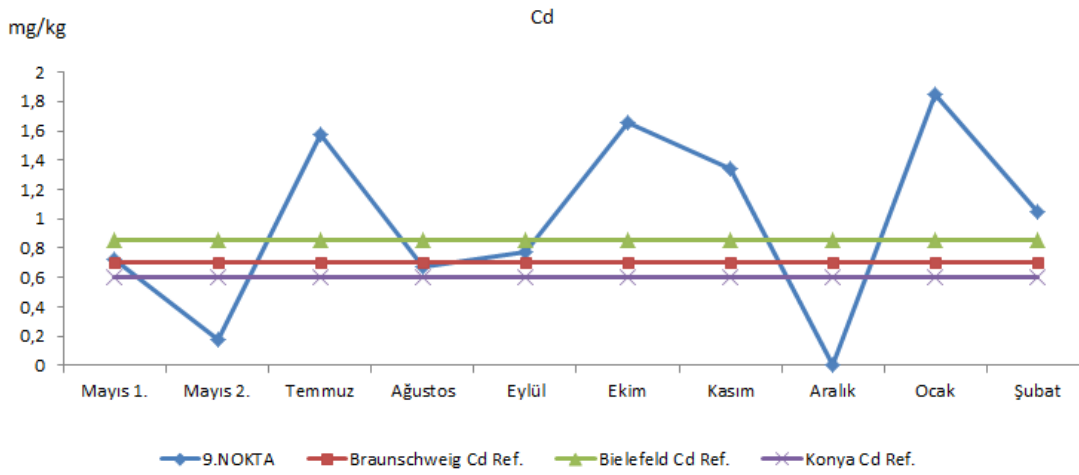
Şekil 4.64. 9. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



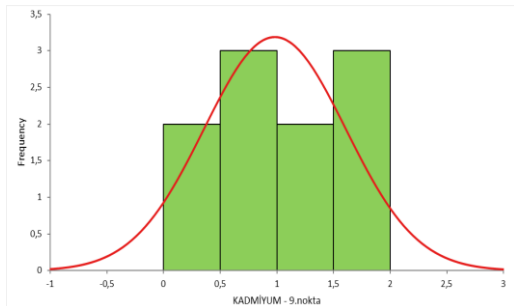
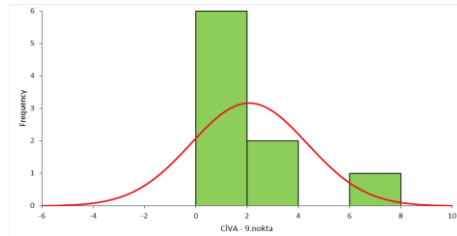
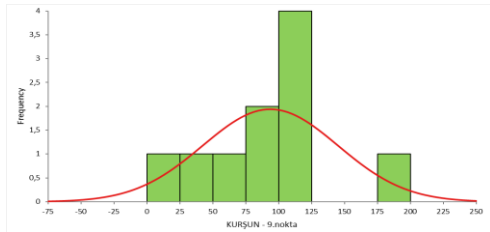
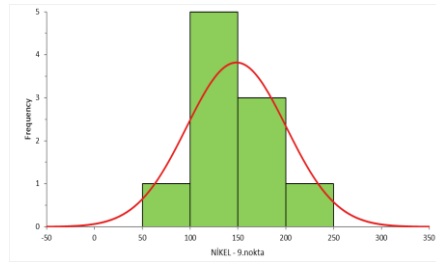
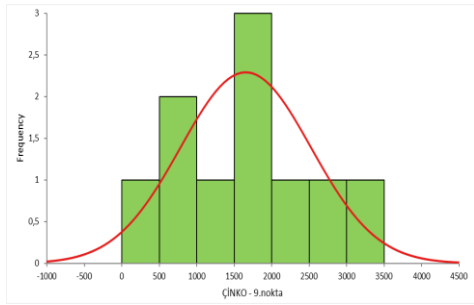
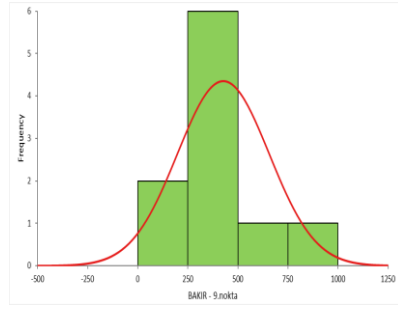
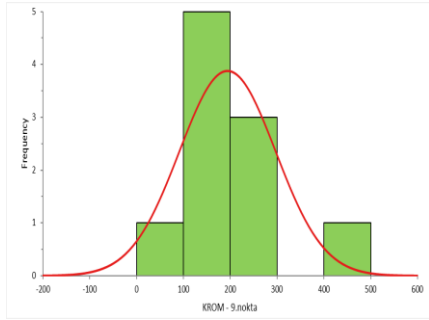
Şekil 4.65. 9. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.66. 9. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.67. 9. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.68. 9.nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

10. Nokta için elde edilen biyofilm analiz sonuçları Çizelge 4.20’de, atıksu analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. 10. nokta olarak belirlenen numuneleme noktasında plastik geri dönüşüm, galvaniz, emaye ve döküm işlemleri gerçekleştirilmektedir. 10. Noktadan anlık olarak alınan atıksu örneklerinde Cr ve Pb için Ekim 2013,Cu için, Mayıs1, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım 2013, Zn için Nisan, Mayıs1, Mayıs2, Temmuz, Ağustos 2014 tarihlerinde KOSKİ yönetmelik sınır değerini aşan deşarj tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. 10. nokta biyofilm örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Nisan-2013	155,32	550,2	0	21,44	78,3	1,29	3,32
Mayıs 2.-2013	170,66	404,6	1071,4	19,59	51,22	3,82	2,17
Temmuz-2013	244,6	691	2448	56,16	113,74	18,21	4,85
Ağustos-2013	345	848,8	2720	42,12	112,44	0,24	3,64
Eylül-2013	58,14	80,74	523,4	12,56	51,9	1,91	1,19
Ekim-2013	557,6	1558,4	4612	63,84	203,96	yok	4,05
Kasım-2013	540,6	1650	3780	48,12	298,6	3,24	3,84
Şubat-2014	226,2	373,6	1666,2	27,76	374,4	0,73	2,44
Temmuz-2014	102,32	133,75	1648,99	6,7	12,97	0	0

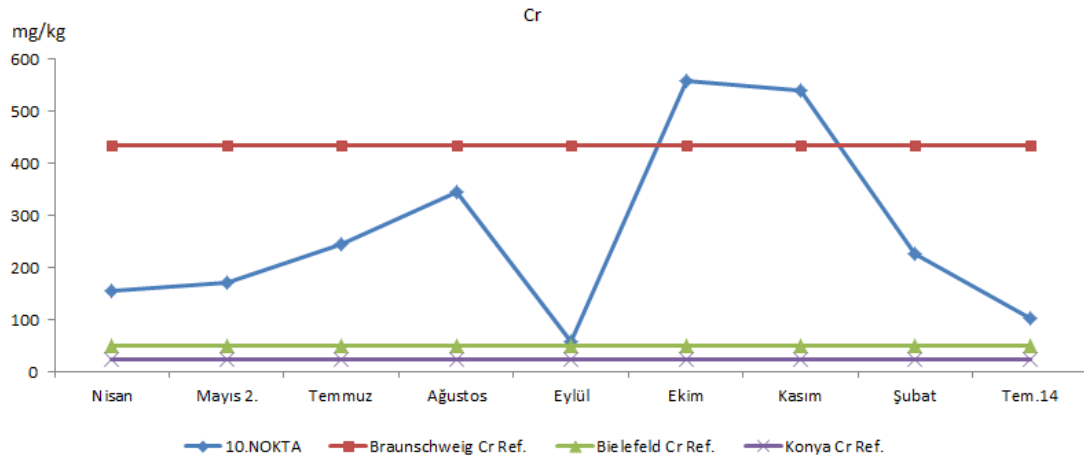
Çizelge 4.21. 10. nokta atıksu örnekleri ağır metal değerleri

Zaman	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Cd (µg/L)
Nisan-2013	1970	4261	16020	176,7	793,1	0,26	19,36
Mayıs 1.-2013	1255	2659	15410	179,2	644,3	0	15,36
Mayıs 2.-2013	1406	1721	18450	49,93	244,9	0	12,78
Temmuz-2013	2582	4754	32320	187,9	422,8	0	27,47
Ağustos-2013	1072	2183	9665	73,64	342,6	0,74	1,49
Eylül-2013	1664	6877	12370	264,4	955	0	37,03
Ekim-2013	8058	14910	47810	951,1	4437	1,65	81,06
Kasım-2013	1856	4702	12690	219,6	1057	1,45	25,93
Haziran-2014	2407	496	5966	2505	363	2,55	0
Temmuz-2014	1301	1129	20150	232	468	0	6,11
Ağustos-2014	2808	3328	57960	661,8	1597	79,41	63,7
Yönetmelik Sınır Değeri(µg/L)	5000	2000	10000	5000	3000	200	2000

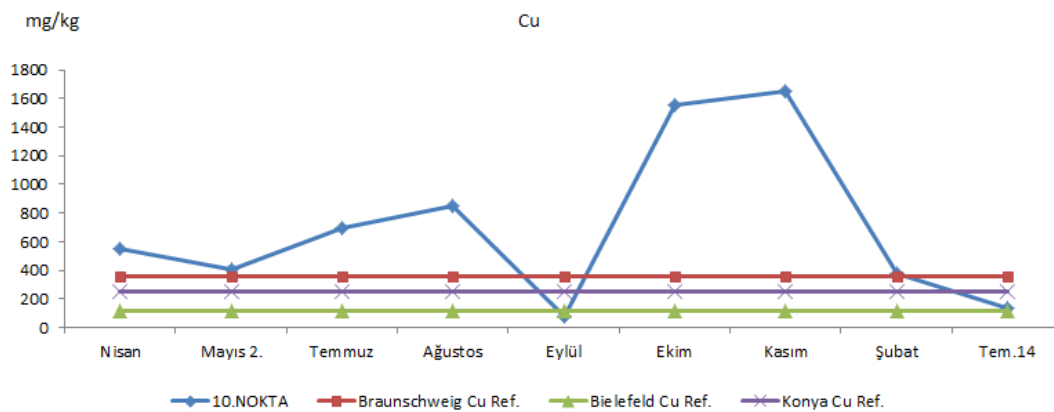
10. numuneleme noktasından alınan biyofilm örneklerine ait Cr, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg ve Cd değerlerinin Konya, Braunschweig ve Bielefeld referans değerleriyle karşılaştırması sırasıyla Şekil 4.69- 4.75’de verilmiştir. Şekil 4.76’da 10. numuneleme noktası biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları yer almaktadır. Histogramlara göre Cr 0-250

mg/kg, Cu 50-60 mg/kg, Zn 1000-2000 mg/kg, Ni 0-25 mg/kg, Pb 0-100 mg/kg, Hg 0-5 mg/kg , Cd 3-4 mg/kg konsantrasyon aralıklarında yoğunluk göstermiştir.

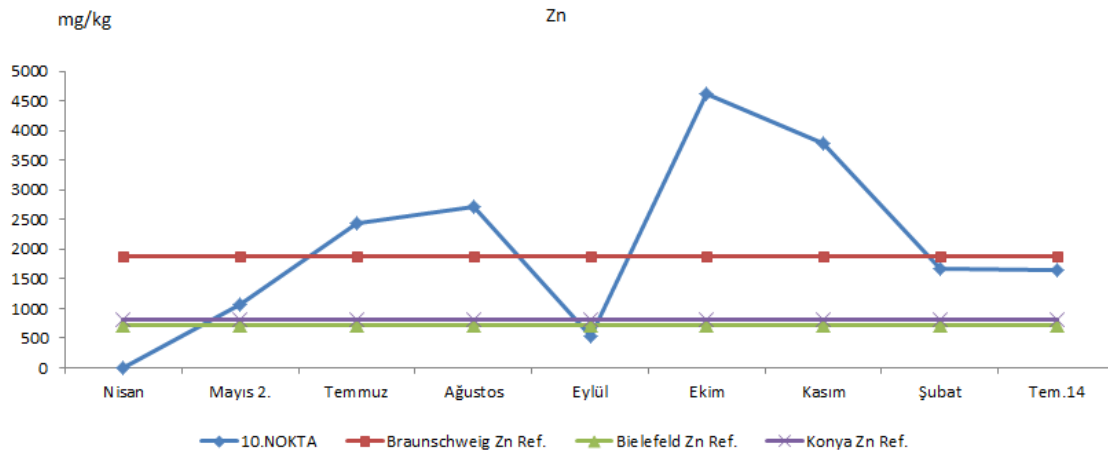
Cr için Ekim, Kasım 2013,Cu için Nisan, Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım 2013, Zn için Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım 2013, Pb için Ekim, Kasım 2013, Şubat 2014, Hg için Temmuz 2013 ve Cd için tüm tarihlerde Konya referans değerini aşan deşarj tespit edilmiştir. 10. İzleme noktası için özellikle Ekim, Kasım aylarında süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmuştur. Bu nedenle bu noktanın membaında yeni örnekleme gerçekleştirilmiştir.



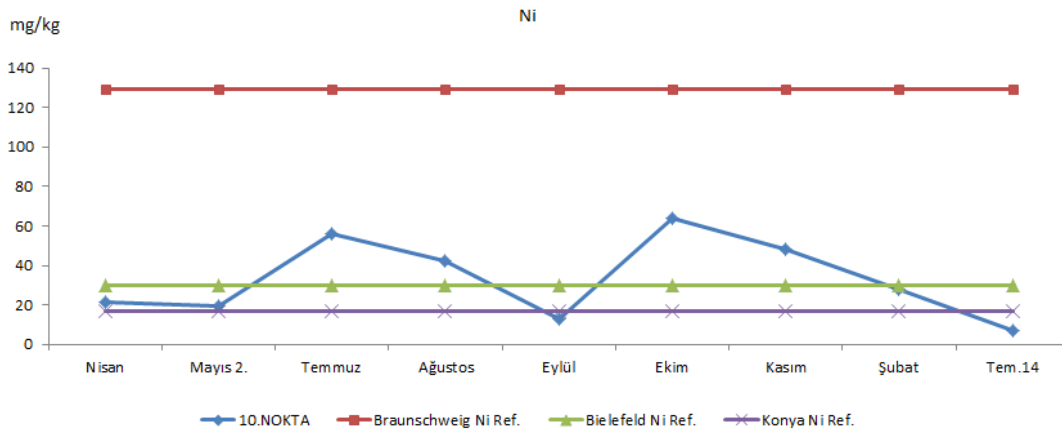
Şekil 4.69. 10. nokta zamana bağlı Cr değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



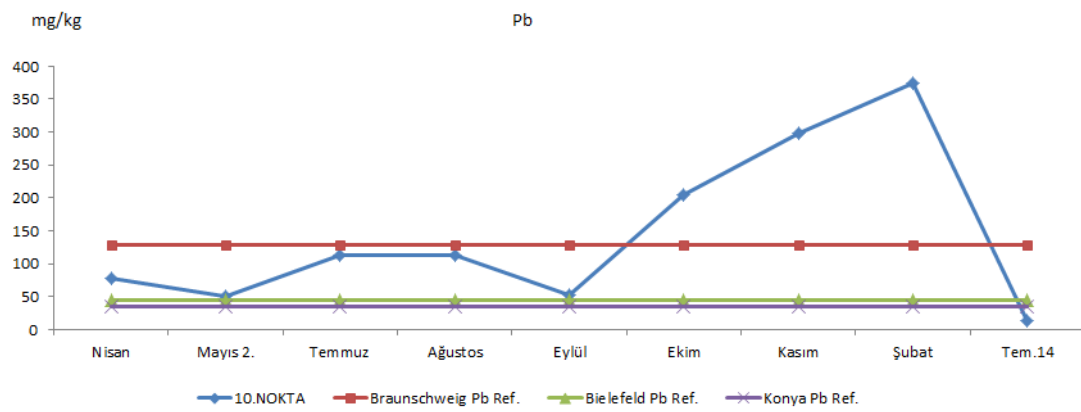
Şekil 4.70. 10. nokta zamana bağlı Cu değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



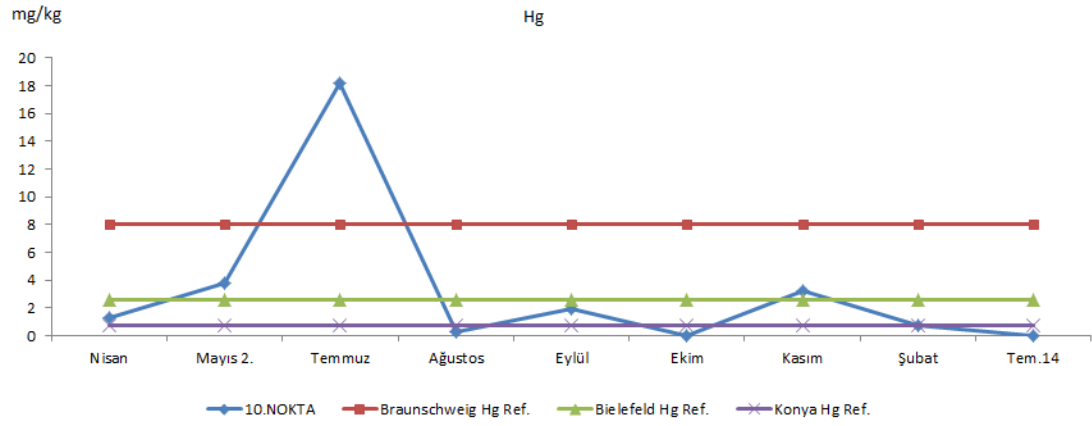
Şekil 4.71. 10. nokta zamana bağlı Zn değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



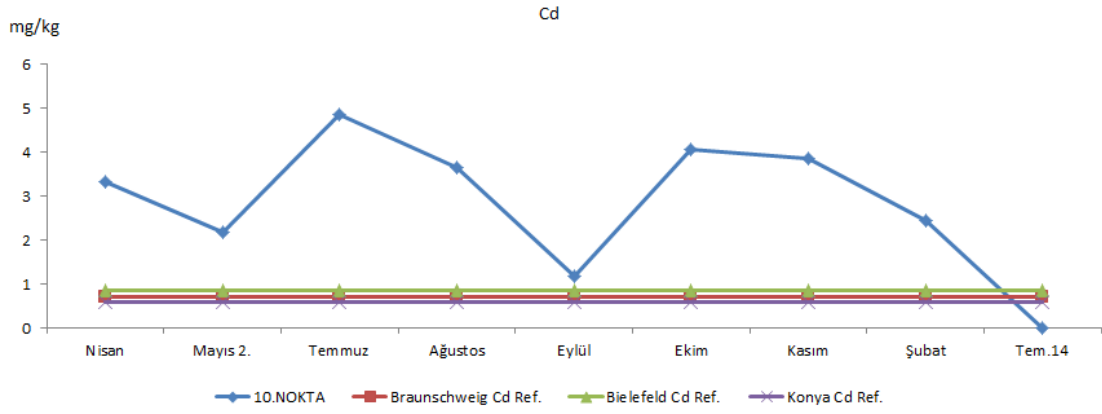
Şekil 4.72. 10. nokta zamana bağlı Ni değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



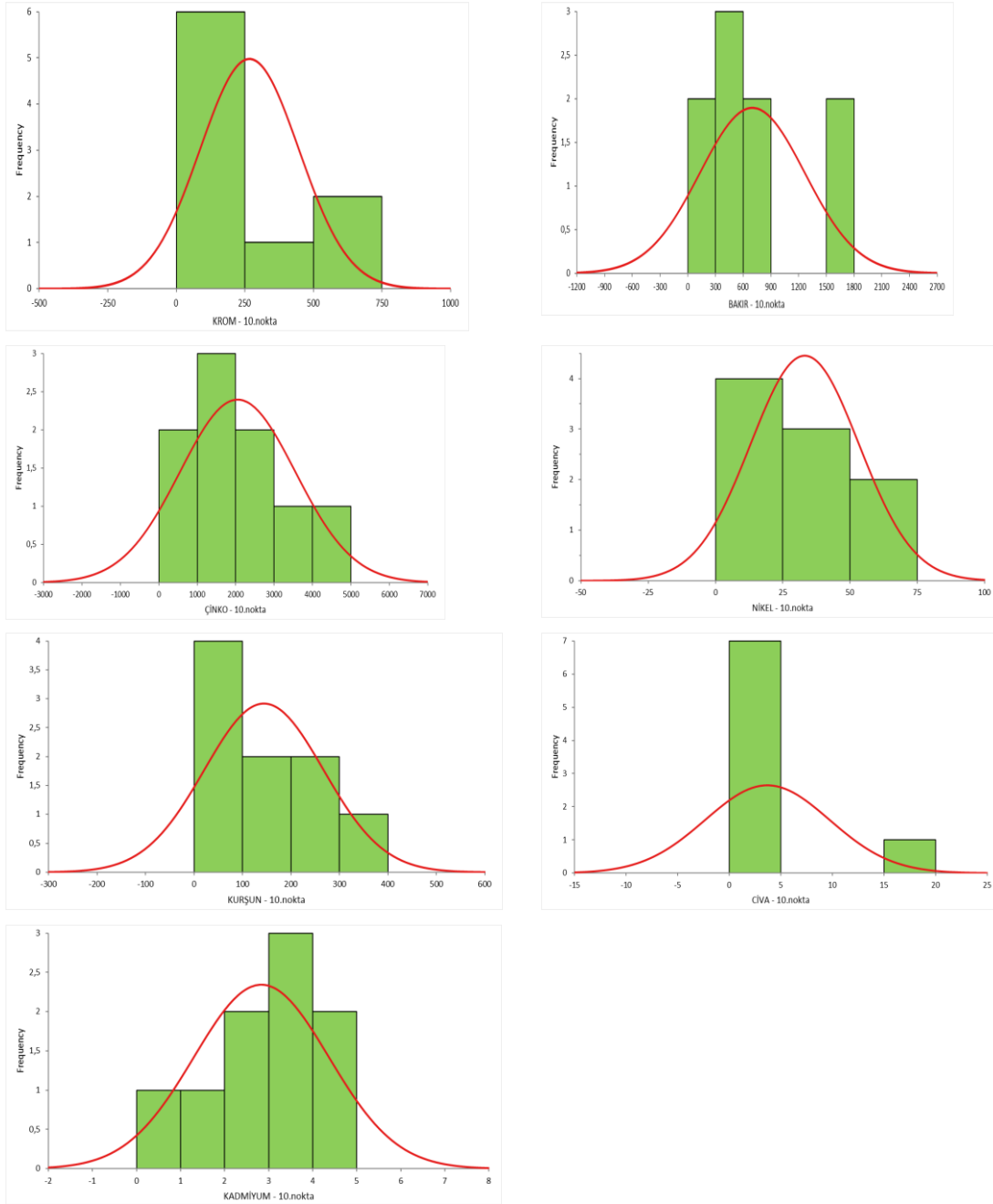
Şekil 4.73. 10. nokta zamana bağlı Pb değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.74. 10. nokta zamana bağlı Hg değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.75. 10. nokta zamana bağlı Cd değişiminin referans değerlerle karşılaştırması



Şekil 4.76. 10. Nokta biyofilm örneklerine ait ağır metal histogramları

Noktalara ait pH değerlerine bakıldığında bu değerlerin KOSKİ yönetmeliğinde yer alan pH 6-10 sınır değerleri arasında kaldığı görülmektedir. AKM ve KOİ değerleri incelendiğinde ise bu iki değer aynı dönemlerde sınır değerlerin (AKM= 400 mg/L, KOİ= 1000 mg/L) üstüne çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.22. Numune noktalarına ait atıksu örneklerinin fiziko kimyasal özellikleri

Tarih	1.NOKTA					2.NOKTA				
	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)
Eylül	7,01	2630	652	880	533,33	6,46	1372	1676	1846	1118,79
Ekim	8,07	1408	85	255	154,54	7,76	1544	125	382	231,52
Kasım	7,12	1640	1480	1760	1066,67	7,16	1525	1190	1824	1105,45
Aralık	6,84	1774	3860	4489	2720,61	7,15	2028	206	621	376,36
Ocak	8,01	1415	552	1005	609,09	7,92	1637	416	825	500,00
Şubat	7,65	1556	1325	2101	1273,33	6,07	2060	3820	4000	2424,24
Haziran	5,98	819	1152,5	2240	1357,58	6,77	1711	157,5	640	387,88
Temmuz	6,77	2192	2805	4650	2818,18	7,35	1269	2216	4320	2618,18
Tarih	3.NOKTA					4.NOKTA				
	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)
Eylül	7,26	1542	230	368	223,03	6,55		21200	17575	10651,52
Ekim	7,44	1766	340	652	395,15	7,35	1399	420	780	472,73
Kasım	7,32	1674	4080	2880	1745,45	7,21	1716	280	1280	775,76
Aralık	7,63	2450	77	318	192,73					
Ocak	7,45	1676	664	1180	715,15	7,90	1061	236	564	341,82
Şubat	5,94	3364	3810	4790	2903,03	7,70	1934	376	955	578,79
Haziran	7,74	1712	570	1120	678,79	7,12	1097	1633,3	2272	1376,97
Temmuz	7,98	1569	1170	2350	1424,24	7,75	1589	1800	2920	1769,70
Tarih	5.NOKTA					6.NOKTA				
	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)
Eylül	7,12	1789	398	972	589,09	7,19	1706	322	624	378,18
Ekim	8,26	1868	123	407	246,67	7,14	1847	623	1133	686,67
Kasım	7,5	1731	3700	3840	2327,27	7,57	1665	1600	2176	1318,79
Aralık	7,73	2380	57	331	200,61	7,24	1574	136	420	254,55
Ocak	8,4	1799	424	890	539,39	7,89	1626	1280	1750	1060,61
Şubat	7,81	1793	675	1230	745,45	8,22	1535	703	1485	900,00
Haziran						7,34	3230	260	680	412,12
Temmuz	8,02	1533	1750	3136	1900,61	7,06	1846	470	928	562,42
Tarih	7.NOKTA					8.NOKTA				
	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)
Eylül	7,09	1215	1628	2292	1389,09	7,16	2280	314	548	332,12
Ekim	7,43	1439	128	395	239,39	7,54	2009	70	210	127,27
Kasım	7,72	1537	1220	2848	1726,06	7,56	2130	400	796	482,42
Aralık	7,01	1338	145	318	192,73	7	2070	2060	2520	1527,27
Ocak	7,99	1099	828	1400	848,48	7,75	2320	256	620	375,76
Şubat	7,71	1186	3700	5250	3181,82	6,55	2560	420	980	593,94
Haziran	7,29	1362	116,66	480	290,91	7,49	2820	840,66	1440	872,73
Temmuz	8,11	1039	1253	1808	1095,75	7,40	2071	323	768	465,45
Tarih	9.NOKTA					10.NOKTA				
	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)	pH	EC	AKM(mg/L)	KOİ(mg/L)	BOİ(mg/L)
Eylül	7,15	2470	300	388	235,15	7,24	2930	3240	7769	4708,48
Ekim	7,38	1944	93	295	178,79	6,98	2770	260	610	369,70
Kasım	7,25	2155	335	800	484,85	8,24	7970	1420	2400	1454,55
Aralık	7,34	2440	93	382	231,52	6,84	3330	5985	6250	3787,88
Ocak	7,45	1457	1130	1890	1145,45	7,58	3990	2544	4260	2581,82
Şubat	7,52	2125	2840	3785	2293,94	6,93	4110	1400	1980	1200,00
Haziran						7,53	2580	876,66	1574	953,94
Temmuz	7,36	2640	203,3	328	198,75	7,52	1754	1250	1968	1192,73

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Konya için belirlenen ağır metal referans değerlerinin Cd hariç tüm bileşikler için Almanya'da belirlenmiş olan referans değerlerin çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Konya'da izlenen tüm noktalarda yüksek ağır metal deşarjının sürekli olarak gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Evsel atıksu niteliğinde olan 1. Nuktada yapılan bir örneklemede Hg konsantrasyonu 103,56 mg/kg olarak tespit edilmiş olup referans değerinin 10 katına ulaştığı gözlenmiştir. Hg genel olarak evsel yerleşim bölgelerinde dış hekim muayenehanelerinde oluşan atıksulardan kaynaklanmakta olup konu ile ilgili daha fazla noktada örnekleme yapılması ve Hg deşarj kaynaklarının tespiti gerekmektedir.

Almanya referans değerlerinin düşük konsantrasyonlarda olması bu yöntemin uzun yıllardır kullanılıyor olmasının bir sonucudur. Bu izleme yöntemi sayesinde Almanya'da kanalizasyon sistemi ağır metal deşarjından korunmaktadır. Endüstriyel kaçak deşarjların izlenebilir olması kuruluşlar üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Cezai yaptırımlar kuruluşların arıtma tesisi kurmalarını ve gerektiği şekilde işletmelerini sağlamaktadır.

Yapılan çalışmada, 2. noktada alınan biyofilm örneklerinde Konya için belirlenen referans değerleri sürekli olarak aşan deşarj tespit edilmemiştir. Bu noktada alınan atıksu örnekleri için de paralel sonuçlar elde edilmiş olup KOSKİ yönetmelik sınır değerlerini aşan yalnız bir numune olmuştur.

3. noktada yapılan biyofilm analizleri sonucunda bu noktada sürekli olarak Cr, Zn ve Ni deşarjı olduğu tespit edilmiştir. Bu noktadaki atıksu analiz sonuçları da bu durumla örtüşmektedir; Cr izin verilebilen maksimum değer olan 5000 µg/L değerinden yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Aynı şekilde Zn 10000 µg/L değerinin üstünde seyrederken Ni konsantrasyonu da 2013 yılı Ağustos, Eylül, Ekim ve 2014 yılı Haziran ve Ağustos aylarından izin verilebilen maksimum değer olan 2000 µg/L değerini aşmıştır. Bu noktada deşarj kaynağının bulunması amacıyla örnekleme noktasının membana doğru yeni örnekleme noktaları belirlenmiştir. Bu noktaya deşarj yapan kuruluşların faaliyetleri değerlendirildiğinde bir galvaniz tesisi ve bir subap fabrikasının mansabına biyofilm toplayıcı yerleştirilmesi uygun bulunmuştur. Tesislerle yapılan görüşmeler sonucunda Cr, Zn ve Ni deşarjlarının söz konusu olduğu ortaya konmuştur.

4. noktada Cr sınır değeri aşmazken Cu 2013 yılı Mayıs ve Ağustos aylarında sınır değer olan 2000 µg/L yi aşmış Eylül 2013 tarihinde ise sınır değerden 10 kat yüksek konsantrasyona ulaşmıştır. Zn, Ni, Pb, Hg, Cd 2013 Eylül ayında aynı şekilde yüksek konsantrasyonlara ulaşmıştır. Bu durum bu noktada Eylül ayında kaçak deşarj olduğunu göstermektedir. Ancak sürekli deşarj olmadığından yeni örnekleme noktalarına ihtiyaç duyulmamıştır.

5. noktada yapılan biyofilm analizleri sonucunda Cr, Zn ve Ni konsantrasyonu Temmuz 2014 tarihinde Konya referans değerinden yüksek konsantrasyona ulaşırken Cu, Hg, Cd Referans değerinin altında kalmıştır. Alınan atıksu örneklerinde ise Cr ve Zn Temmuz 2014 tarihinde KOSKİ sınır değerinden yüksek konsantrasyona ulaşmıştır. Fakat süreklilik arz etmediğinden yeni numuneleme noktalarına ihtiyaç duyulmamıştır.

6. noktada yapılan biyofilm analizleri sonucunda bu noktada sürekli olarak Cu ve Zn deşarjı olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada deşarj kaynağının bulunması amacıyla örnekleme noktasının membana doğru yeni örnekleme noktaları belirlenmiştir. Bu noktaya deşarj yapan kuruluşların faaliyetleri değerlendirildiğinde bir galvaniz tesisi mansabına biyofilm toplayıcı yerleştirilmesi uygun bulunmuştur. Tesisle yapılan görüşmeler sonucunda Zn deşarjının söz konusu olduğu ortaya konmuştur.

7. Numune noktasında biyofilm analiz sonucunda bu noktada sürekli Pb deşarjı olduğu tespit edilmiştir. Cr Ekim 2013, Cu Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım 2013, Hg Temmuz 2013, Ağustos 2014, Cd Nisan, Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım 2013 ve Şubat 2014 tarihlerinde kaçak deşarj tespit edilmiştir. Alınan atıksu numunesinde Pb Mayıs, Eylül, Ekim 2013 tarihlerinde KOSKİ sınır değerinden yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir.

8. Nokta biyofilm analiz sonuçlarında Cr ve Cu için Ağustos, Eylül, Kasım, Aralık 2013, Ocak, Temmuz 2014 tarihlerinde, Zn için Ağustos, Kasım, Aralık 2013, Ocak, Temmuz 2014 tarihlerinde, Ni için Ağustos, Kasım 2013, Temmuz 2014 tarihlerinde, Cd için Ocak 2014 tarihlerinde Konya referans değerini aşan konsantrasyonlar tespit edilirken Pb ve Hg için kaçak deşarj tespit edilmemiştir. 8. İzleme noktası için süreklilik arz eden yüksek deşarjlar söz konusu olmamıştır. Alınan atıksu örnekleri de biyofilm sonuçlarıyla paralellik göstermiştir.

9. Nokta biyofilm analiz sonucunda Cr ve Hg için Konya referans değerini aşan deşarj olmamıştır. Cu için Eylül, Ekim, Kasım 2013, Zn için Ekim, Kasım 2013, Ni için

Ekim, Kasım, Aralık 2013, Pb için Aralık 2013, Cd için Temmuz, Ekim, Kasım 2013, Ocak, Şubat 2014 tarihlerinde kaçak deşarj tespit edilmiştir. Atıksu analiz sonuçlarına göre ise Cu, Ni, Zn için KOSKİ yönetmelik değerini aşan deşarjlar tespit edilmiştir.

10. noktada yapılan biyofilm analizleri sonucunda bu noktada sürekli olarak Cu deşarjı olduğu tespit edilmiştir. Alınan atıksu örneğinde de Cu KOSKİ yönetmelik sınır değeri olan 2000 mg/L'den yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Bu noktada da deşarj kaynağının bulunması amacıyla örnekleme noktasının membaina doğru yeni örnekleme noktaları belirlenmiştir. Bu noktaya deşarj yapan kuruluşların faaliyetleri değerlendirildiğinde bir döküm tesisi mansabına biyofilm toplayıcı yerleştirilmesi uygun bulunmuştur. Bölgedeki üretim faaliyetleri değerlendirilmiş ancak Cu deşarjı yapan tesis/tesisler henüz tespit edilememiştir.

Almanya'da 21 yıldır kullanılan biyofilm örnekleme yöntemi kaçak endüstriyel deşarjların izlenmesine olanak sağlamaktadır. Numune noktalarının farklı sanayi kollarına ait bölgelerde bulunması nedeniyle her noktadaki ağır metal konsantrasyonları farklılık göstermektedir. Numune noktalarının yakınlarında bulunan endüstri kuruluşunun faaliyetine bağlı olarak orada bulunması muhtemel ağır metalin bazı dönemlerde aşırı artması ve grafiklerde pik yapması kaçak deşarjın gerçekleştiğinin göstergesidir.

Konya kanalizasyon sistemi birleşik sistem olup şehrin atıksuları bir arıtma tesisinde toplanarak arıtılmaktadır. Konya'daki endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan ve kanalizasyona deşarj edilen ağır metal içeriği yüksek atıksular, atıksu arıtma tesisinin yükünü arttırmakta ve arıtma çamurunda birikime neden olmaktadır. Kaçak deşarjların tespit edilerek önlenmesi durumunda, bu sorun kaynağında çözülmüş olacaktır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar biyofilm örnekleme yönteminin endüstriyel kaçak deşarjların tespitinde uygulanabilir bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Bu izleme ağı genişletilerek endüstriyel deşarjların önlenmesi hedeflenmektedir. Ağır metallerin izlenmesiyle başlanan çalışma diğer endüstriyel kirleticilerin izlenmesi için de sürdürülecektir.

KAYNAKLAR

- Alp, K., 2009, Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Ders Notları, İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Aydın, M.E., Özcan, S., Ucar, Ş., Heavy metal pollution of surface water sources of Konya basin, Cost Action 637, Metals and Related Substances in Drinking Water, 4th International Conference, Kristianstad, Sweden, 13-15 October 2010.
- Aydın, M.E., Yıldız, S., 2004, Konya ana tahliye kanalında ağır metal kirliliğinin IC-AES tekniği ile incelenmesi”, I. Ulusal Çevre Kongresi, 13-15 Ekim 2004, Sivas, 58140.
- Aydın, M.E., Kara, G., Özcan, S., Sarı, S., 2005, Konya atıksularının karakterizasyonu, VI. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-25-26 Kasım 2005, İstanbul, 114-120.
- Aydın, M.E., Yıldız, S., Tor, A., 2006, A preliminary investigation on boron and metal concentrations of the main drainage channel in Konya Turkey, Environmental Technology, 27, 1257-1260.
- Büyükkamacı, N. ve Onbaşı, A.N., 2007, Endüstriyel atık suların yeniden kullanımının değerlendirilmesi, entegre et tesisi atıksuları,
- Bigersson, B., Sterner, O., Zimerson, E., Chemie und Gesundheit, Eine verst2ndliche Einführung in die Toxikologie, VCHVerlagsgesellschaft, 1988, ISBN 3-527-26455-8.
- Clarkson T.W., Nordberg G. F., Sager P.R., 1985, Reproductive and developmental toxicity of metals. Scand. J Work Env Hea 11:145 –154.
- Drechsel, P., Scott, C.A., Sally, L.R., Redwood M., Bahri, A., Wastewater Irrigation and Health, International Water Management Institute and International Development Research Centre, 2010.
- Debelius, B., Forja, J.M., Lubián, L.M., 2011, Toxicity of copper, nickel and zinc to Synechococcus populations from the Strait of Gibraltar, Journal of Marine Systems, 88, 113–119.
- Eroğlu, V., 2002, Atıksuların tasfiyesi. Su Vakfı Yayını, Aksaray-İstanbul.
- Eckenfelder, W., 1999, Industrial Water Pollution Control, Second Edition, McGraw-Hill International Editions.
- Flemming, H.C., 2008, Biyofims. In: Encyclopedia of Life Sciences (ELS). John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0000342.pub2.

- Flemming, H.C., Leis, A., Strathmann, M., Leon Morales, F., The matrix reloaded: an interactive mileu, 4th exchange of experience for users of biyofim analysis to control indirect dischargers, June 2015, Bielefeld, Germany.
- Garrett, T.R., Bhakoo, M., Zhang, Z., Bacterial adhesion and biyofims on surfaces, Department of Chemical Engineering, School of Engineering, The University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT, UK, 14 January 2008.
- Gönüllü, T., 2004, Endüstriyel kirlenme kontrolü. Birsen Yayinevi, Cağaloğlu-İstanbul
- Hans-Curt Flemming, Biyofim Centre, University of Duisburg-Essen, Duisburg, Germany 30th April 2008.
- Guo, P., Gong, Y., Wang, C., Liu, X., Liu, J., 2011, Arsenic speciation and effect of arsenate inhibition in a *Microcystis aeruginosa* culture medium under different phosphate regimes, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30, 1754–1759.
- Huang, S.S., Liao, Q.L., Hua, M., Wu, X.M., Bi, K.S., Yan, C.Y., Chen, B., Zhang, X.Y., 2007, Survey of Heavy Metal Pollution and Assessment of Agricultural Soil, in Yangzhong District, Jiangsu province, china, *Chemosphere* 67, 2148–2155.
- HSDB, Hazardous Substances Data Bank, National Toxicology Information Program, USA. <http://toxnet.nlm.nih.gov>., erişim tarihi:13.04.2014.
- Jie-Liang, C., Zhou, S., You-wei, Z., 2007, Assessment and Mapping of Environmental Quality in Agricultural Soils of Zhejiang Province, China, *Journal of Environmental Sciences* 19, 50-54.
- Jern, N.W., 2006, *Industrial Wastewater Treatment*. Imperial College Press, UK. ISBN 1-86094-580-5.
- John, H., Duffus, Howard G.J. Worth, *Fundamental toxicology for chemists*, Cambridge, UK : Royal Society of Chemistry Information Services, c1996.
- Khan K, Khan H, Lu Y, Ihsanullah I, Nawab J, Khan S, et al., 2014, Evaluation of toxicological risk of foodstuffs contaminated with heavy metals in Swat, Pakistan. *Ecotox Environ Safe* 108:224 –232.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., Metallerin Çevresel Etkileri-I, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf.
- Kestioğlu, K., 2001, Endüstriyel atıksu arıtma tesisi boyutlandırma kriterleri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 174 , Bursa.

- Korkmaz, G., 2006, Konya ili atıksularının Tuz Gölü üzerindeki etkilerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, 17-18.
- Li, P., Wang, X., Allinson, G., Li, X., Xiong, X., 2009, Risk Assessment of Heavy Metals in Soil Previously Irrigated with Industrial Wastewater in Shenyang, China, *Journal of Hazardous Materials* 161, 516–521.
- Malik, A., 2004, Metal bioremediation through growing cells. *Environ Int*, 30, 261-278.
- Öztürk İ., Timur H. ve Koşkan U., Eysel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, Ankara.
- San, O., 2007, Ağır Metal ve Boyar Madde İçeren Atıksuların *Rhodotorula sp.* İle Arıtımı, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü*, Ankara
- Tünay, O., 1996, Endüstriyel Kirlenme Kontrolü, İTÜ Yayınları, İstanbul.
- Sarkar, B., 2002, Heavy metals in the environment, Chapter 11, Nicel, Bibudhendra Sarkar, Marcel Dekker Inc., USA, 349-389.
- Türkman A., Aslan Ş., Ege İ., 2001, Doğal zeolitlerle atıksulardan kurşun giderimi. *Dokuz Eylül Üniv., Mühendislik Fakültesi, Fen ve Müh. Dergisi*, 3 (2), 13-19.
- Tiwari K.K., Singh N.K., Patel, M.P., Tiwari, M,R, Rai, U,N., 2011, Metal contamination of soil and translocation in vegetables growing under industrial wastewater irrigated agricultural field of Vadodara, Gujarat, India, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74, 1670–1677.
- Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji, 502-510, 24-27 Ekim 2007 – İzmir.
- Wong, S.C., Li, X.D., Zhang, G., Qi, S.H., Min, Y.S., 2002, Heavy Metals in Agricultural Soils of the Pearl River Delta, South China”, *Environmental Pollution* 119, 33–44.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ümran ÇİÇEK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Selçuklu/Konya 10.03.1990
Telefon : 05063749088
Faks :
e-mail : cicek10cicek@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Özel İsmail Kaya Lisesi, Selçuklu, Konya	2007
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2012
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Karatay, Konya	devam
Doktora	:	

YABANCI DİLLER: İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Bedük, F., Aydın, M.E., Bahadır, M., Aydın, S., Çiçek, Ü., Koyuncu, S., Endüstriyel Kaçak Deşarjların Biyofilm Toplayıcı Kullanılarak İzlenmesi, Sağlıklı Su Yönetimi Kongresi, sa. 67, 20-22 Mayıs 2015, Erzurum.

Bedük, F., Aydın, M.E., Aydın, S., Çiçek, Ü., Koyuncu, S., Bahadır, M., Konya'da Endüstriyel Kaçak Deşarjların Ahtapot Sistemi ile Tespiti, 11. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 15-17 Ekim 2015, Bursa.