



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI ORGANİK VE İNORGANİK MADDELERİN
EVSEL NİTELİKLİ ATIK SU ARITIMINDA
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

ŞEYDA ŞEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2019

TC
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ORGANİK VE İNORGANİK MADDELERİN
EVSEL NİTELİKLİ ATIK SU ARITIMINDA
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

Şeyda ŞEN

**Bu tez,
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.**

KAHRAMANMARAŞ 2019

TEZ ONAYI

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Şeyda ŞEN tarafından hazırlanan "**Bazı Organik ve İnorganik Maddelerin Evsel Nitelikli Atık Su Arıtımında Kullanımının Araştırılması**" adlı tez çalışması 27.08.2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÖZDEMİR (DANIŞMAN)
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ (ÜYE)
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Süleyman KERLİ (ÜYE)
İstiklâl Üniversitesi

.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Şeyda ŞEN

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

BAZI ORGANİK VE İNORGANİK MADDELERİN EVSEL NİTELİKLİ ATIK SU ARITIMINDA KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Şeyda ŞEN

ÖZET

Türkiye'nin önemli ağaç türlerinden biri olan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana*) Türkiye mevcut orman varlığının %19'unu oluşturmaktadır. Türkiye'deki birincil ve ikincil orman ürünleri endüstrisinde 2 milyon m³ kabuk artığının elde edileceği hesap edilmiştir. Bu sebeple orman endüstri atıklarının değerlendirilmesi düşünülerek, çalışmamızda organik madde olarak iğne yapraklı Anadolu Karaçamı kozalak, kabuğundan inorganik madde olarak aktif karbon türevi elektrofiltre külünden faydalanılmıştır.

Doğada mevcut olan ve kullanımı yaygın olmayan malzemelerin, atık su arıtımı için düşük maliyetli adsorbanlar olarak kullanılması, onları bir miktar değerli yapabilir. Atık su arıtımında düşük maliyetli malzemelerin kullanılması, alternatif adsorbanların araştırılması ve vurgulanması yoluyla atık su arıtımına düşük maliyetli bir yaklaşım getirmek için çaba gösterilmiştir.

Bu çalışmamızda 100 mesh ve 200 mesh partikül boyutlarında karaçam kozalak, kabuğu ve elektro filtre külü farklı konsantrasyonlarda aktif çamur (aşı çamuru) ile karıştırılmıştır. Oluşturulan örneklerde atıksu kirlilik parametreleri olan kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam azot, toplam fosfor, askıda katı madde, uçucu askıda katı madde, toplam katı madde ve arıtma tesisi işletilmesi ile ilgili parametreler olan ph, çözülmüş oksijen, oksidatif redoksasyon potansiyeli, imhoff (çamur çökeltme özelliği) ve ayrıca renk giderimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde, karaçam kozalak ve tozu ilavesi KOİ konsantrasyonunu düşürmüştü ancak TN ve TP konsantrasyonlarında artışa sebebiyet vermiştir. Renk gideriminde önemli ölçüde (%74,48 renk giderimi) faydalı olduğu tespit edilmiştir. Elektrofiltre külü ilavesinde ise TN ve TP konsantrasyonunda bir miktar azalma, KOİ gideriminde oksijenlenmeyi baskıladığı için etkili olmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık su, Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Kozalak, Kabuk,

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos /2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÖZDEMİR

Sayfa Sayısı: 83

INVESTIGATION OF USE OF SOME ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES IN DOMESTIC WASTE WATER TREATMENT

(M. Sc. THESIS)

Şeyda ŞEN

ABSTRACT

Larch is one of Turkey's major tree species (*Pinus nigra* Arnold. Ssp. *Pallasiana*) Turkey constitute 19% of existing forests. In primary and secondary forest products industry in Turkey 2 million m³ of shell account that it has now been obtained. For this reason, considering the evaluation of forest industry wastes, coniferous conifer, conifer from the bark of organic larch and activated carbon derived electrofilter ash from inorganic material were used in our study.

The use of materials that are present in nature and are not widely used as low-cost adsorbents for wastewater treatment may make them somewhat valuable. Efforts have been made to bring a low-cost approach to wastewater treatment through the use of low-cost materials in wastewater treatment, exploration and emphasis on alternative adsorbents. In this study, larch cones, bark and electro filter ash in particle sizes of 100 mesh and 200 mesh were mixed with activated sludge (vaccine sludge) in different concentrations. Chemical oxygen demand, wastewater pollution parameters, total nitrogen, total phosphorus, suspended solids, volatile suspended solids, total solids and ph, dissolved oxygen, oxidative reduction potential, immhoff (sludge precipitation)) and also their effects on color removal. As a result of the studies, the addition of larch cones and powder decreased COD concentration but caused an increase in TN and TP concentrations. A significant decrease in color removal (74.48% color removal) was found to be beneficial. On the other hand, a slight decrease in TN and TP concentration in the addition of ash in the electrophilic was not effective because it suppressed oxygenation in COD removal.

Keywords: Activated sludge, Domestic wastewater treatment plant, (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) Larch bark, (*Pinus nigra* subsp. *Pallasiana*) Pine cone

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Industry Engineering, August/2019

Supervisor: Asist Prof. Dr. Ferhat ÖZDEMİR
Page number: 83

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőması sűresince engin bilgi ve tecrűbelerinden faydalandıđım ve çalıőmamın her aőamasında sađladıđı bilimsel katkılardan dolayı Prof. Dr. Ahmet TUTUŐ'a, her fırsatta bilgi ve birikimlerinden yararlandıđım tűm bűlűm hocalarıma, tűm çalıőmalarım sűresince deđerli gűrűő ve fikirlerini benimle paylaőan Dr. Őđr. Ŭyesi Ferhat ŐZDEMİR'e ve bana destek olan araőtırma gűrevlisi arkadaőlarıma, Kahramanmaraő Kâđıt San. ve Tic. A.Ő.'ye ve KASKİ (Kahramanmaraő Su ve Kanalizasyon İdaresi) Atıksu ve Arıtma Őube Műdűrlűđűne çalıőmalarıma desteklerinden űtűrű teőekkűr ederim.

Son olarak, maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan sevgili aileme űzellikle ođlum Yiđit'e sonsuz teőekkűrlerimi sunarım.

Şeyda ŞEN

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xi |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | xiii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Karaçam (Pinus nigra subsp. pallasiana) | 3 |
| 1.2. Ağaç Kabuğunun Yapısı ve Yararlanma İmkanları | 5 |
| 1.2.1. Kabuğun kimyasal yapısı | 5 |
| 1.2.2. Kimyasal açıdan kabuktan yararlanma | 6 |
| 1.2.3. Kabuğun kullanım alanı | 6 |
| 1.3. Evsel Nitelikli Atıksuların Özellikleri | 7 |
| 1.3.1. Fiziksel özellikleri | 7 |
| 1.3.2. Kimyasal özellikleri | 8 |
| 1.3.3. Biyolojik özellikleri | 9 |
| 1.4. Atıksu Kirleticileri ve Aritimi | 9 |
| 1.4.1. Atıksu kirleticileri | 9 |
| 1.4.2. Atıksu arıtımı | 10 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 13 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 14 |
| 3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı | 14 |
| 3.2. Kullanılan Aktif Çamurun Susuzlaştırılmış Numunesinin Özellikleri | 15 |
| 3.2.1. Kullanılan arıtma çamurunun fizikokimyasal analizleri | 15 |
| 3.2.2. Kullanılan arıtma çamurunun organik içerik analizleri | 15 |
| 3.2.3. Kullanılan arıtma çamurunun inorganik içerik analizleri | 17 |
| 3.2.4. Kullanılan arıtma çamurunun akut toksisite testi (Daphnia magna) | 18 |
| 3.3. Kullanılan Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Özellikleri | 19 |
| 3.4. Kullanılan Elektrofiltre Külünün Özellikleri | 19 |
| 3.5. Kullanılan Laboratuvar Malzemeleri | 20 |
| 3.6. Katı Madde Analizleri | 21 |
| 3.6.1. Toplam kati madde analizi | 22 |
| 3.6.2. Uçucu katı madde tayini | 23 |
| 3.6.3. Askıda kati madde tayini | 24 |
| 3.7. Imhoff- Çamur Çökme Özelliği | 26 |
| 3.8. Sıcaklık ve PH | 26 |

| | |
|--|----|
| 3.9. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)..... | 28 |
| 3.10. Toplam Azot Analizi | 30 |
| 3.11. Toplam Fosfor Analizi..... | 31 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... | 33 |
| 4.1. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Askıda Katı Madde Miktarına Etkisi..... | 40 |
| 4.2. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Uçucu Askıda Katı Madde Miktarına Etkisi | 42 |
| 4.3. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Toplam Katı Madde Miktarına Etkisi..... | 45 |
| 4.4. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Çökelebilmeye Özelliği (Imhoff Testi) Üzerine Etkisi | 46 |
| 4.5. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun PH Üzerine Etkisi | 47 |
| 4.6. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Çözünmüş Oksijen Miktarı Üzerine Etkisi..... | 50 |
| 4.7. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Oksidatif Redüksiyon Potansiyeli Üzerine Etkisi... | 53 |
| 4.8. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Renk Konsantrasyonu Üzerine Etkisi..... | 56 |
| 4.9. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Toplam Azot Miktarı Üzerine Etkisi | 62 |
| 4.10. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Toplam Fosfor Miktarı Üzerine Etkisi | 66 |
| 4.11. Elektrofiltre Külünün Askıda Katı Madde Üzerine etkisi | 69 |
| 4.12. Elektrofiltre Külünün Toplam Katı Madde Üzerine etkisi | 70 |
| 4.13. Elektrofiltre Külünün Uçucu Askıda Katı Madde Üzerine etkisi..... | 70 |
| 4.14. Elektrofiltre Külünün Imhoff (Çamur Çökelebilmeye Özelliği) Üzerine etkisi..... | 71 |
| 4.15. Elektrofiltre Külünün PH Üzerine etkisi | 71 |
| 4.16. Elektrofiltre Külünün Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu Üzerine etkisi | 72 |
| 4.17. Elektrofiltre Külünün Oksidatif Redüksiyon Potansiyeli Üzerine etkisi..... | 72 |
| 4.18. Elektrofiltre Külünün Renk Konsantrasyonu Üzerine etkisi | 73 |
| 4.19. Elektrofiltre Külünün Kimyasal Oksijen İhtiyacı Üzerine etkisi..... | 74 |
| 4.20. Elektrofiltre Külünün Toplam Azot Konsantrasyonu Üzerine etkisi | 75 |
| 4.21. Elektrofiltre Külünün Toplam Fosfor Konsantrasyonu Üzerine etkisi..... | 76 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 77 |
| KAYNAKLAR..... | 80 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 83 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1. Karaçam'ın genel görünüşü (Pinus nigra subsp. pallasiana) verilmiştir | 4 |
| Şekil 1.2. Pinus nigra. 1. Yapraklar ve subsp. nigra, 2. Tepe tacı, 3. yaprak, 4. kabuk, 5. varyasyon pallasiana'nın tepe tacı | 4 |
| Şekil 3.1. Kahramanmaraş ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi üniteleri ve iş akım şeması | 14 |
| Şekil 3.2. Filtrasyon işlemi sonrası filtre kağıtları..... | 25 |
| Şekil 3.3. Filtrasyon işlemi düzeneği | 25 |
| Şekil 3.4. Imhoff çamur tökelme tayini..... | 26 |
| Şekil 3.5. Sıcaklık, ph ve çözülmüş oksijen ölçümleri..... | 28 |
| Şekil 3.6. Spektrofotometre ve test kitleri | 31 |
| Şekil 4.1. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Askıda Katı Madde Miktarının Değişimi..... | 40 |
| Şekil 4.2. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Askıda Katı Madde Miktarının Değişimi..... | 41 |
| Şekil 4.3. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 42 |
| Şekil 4.4. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 42 |
| Şekil 4.5. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 43 |
| Şekil 4.6. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 43 |
| Şekil 4.7. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 44 |
| Şekil 4.8. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 44 |
| Şekil 4.9. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 45 |
| Şekil 4.10. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi..... | 45 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.11. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çökelebilmeye Özelliği (Imhoff Testi) Üzerine Etkisi | 46 |
| Şekil 4.12. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çökelebilmeye Özelliği (Imhoff Testi) Üzerine Etkisi | 46 |
| Şekil 4.13. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 47 |
| Şekil 4.14. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 47 |
| Şekil 4.15. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 48 |
| Şekil 4.16. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 48 |
| Şekil 4.17. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 49 |
| Şekil 4.18. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 49 |
| Şekil 4.19. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 50 |
| Şekil 4.20. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 50 |
| Şekil 4.21. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 51 |
| Şekil 4.22. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 51 |
| Şekil 4.23. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 52 |
| Şekil 4.24. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 52 |
| Şekil 4.25. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi | 53 |
| Şekil 4.26. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi | 53 |
| Şekil 4.27. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Değişimi | 54 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.28. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Değişimi | 54 |
| Şekil 4.29. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi | 55 |
| Şekil 4.30. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi | 55 |
| Şekil 4.31. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi | 56 |
| Şekil 4.32. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi | 56 |
| Şekil 4.33. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi | 57 |
| Şekil 4.34. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi | 57 |
| Şekil 4.35. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi | 58 |
| Şekil 4.36. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi | 58 |
| Şekil 4.37. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 59 |
| Şekil 4.38. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 59 |
| Şekil 4.39. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 60 |
| Şekil 4.40. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 60 |
| Şekil 4.41. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 61 |
| Şekil 4.42. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi | 61 |
| Şekil 4.43. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 62 |
| Şekil 4.44. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 63 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.45. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 63 |
| Şekil 4.46. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 64 |
| Şekil 4.47. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 64 |
| Şekil 4.48. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 65 |
| Şekil 4.49. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 66 |
| Şekil 4.50. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 66 |
| Şekil 4.51. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 67 |
| Şekil 4.52. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 67 |
| Şekil 4.53. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 68 |
| Şekil 4.54. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 68 |
| Şekil 4.55. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi | 69 |
| Şekil 4.56. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Toplam Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi | 70 |
| Şekil 4.57. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Uçucu Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi | 70 |
| Şekil 4.58. Elektrofiltre Külü İlavesinin Imhoff (Çamur çökebilme özelliği) üzerine etkisi | 71 |
| Şekil 4.59. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi | 71 |
| Şekil 4.60. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi | 72 |
| Şekil 4.61. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Oksidatif Redoksasyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi | 72 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.62. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi | 73 |
| Şekil 4.63. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen İhtiyacı Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi | 74 |
| Şekil 4.64. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi | 75 |
| Şekil 4.65. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi | 76 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 1.1 Pinus nigra kimyasal bileşimi..... | 6 |
| Çizelge 3.1. Arıtma çamurunun bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları..... | 15 |
| Çizelge 3.2. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun VOC analizi sonuçları | 16 |
| Çizelge 3.3. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun organokalay bileşen içeriği analiz sonuçları (mg/kg) | 16 |
| Çizelge 3.4. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun PAH analizi sonuçları | 16 |
| Çizelge 3.5. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun XRD ile kalitatif/kantitatif faz analizi sonuçları | 17 |
| Çizelge 3.6. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun metal analizi sonuçları (mg/kg)* | 17 |
| Çizelge 3.7. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun ekotoksosite analiz sonucu..... | 18 |
| Çizelge 3.8. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun ekotoksosite analiz sonucu..... | 18 |
| Çizelge 3.9. Kağıt Fabrikası Kömür Kazanında Yakılan Kömürün Özellikleri..... | 20 |
| Çizelge 3.10. Kağıt Fabrikası Elektrofiltre Külünün Özellikleri | 20 |
| Çizelge 4.1. Aktif çamura 30 dk boyunca, 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 33 |
| Çizelge 4.2. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 34 |
| Çizelge 4.3. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 34 |
| Çizelge 4.4. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 35 |
| Çizelge 4.5. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 35 |
| Çizelge 4.6. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 36 |
| Çizelge 4.7. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.8. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 37 |
| Çizelge 4.9. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 37 |
| Çizelge 4.10. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 38 |
| Çizelge 4.11. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 38 |
| Çizelge 4.12. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim..... | 39 |
| Çizelge 4.13. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm, 150 ppm ve 200 ppm Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim | 39 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------------|---|
| °C | : Santigrad derece |
| rpm | : Devir/dakika |
| ppm | : mg/L(milyonda bir kısım) |
| COD (KOİ) | : Kimyasal oksijen ihtiyacı |
| BOİ | : Biyolojik oksijen ihtiyacı |
| SSM (AKM) | : Askıda katı madde |
| UAKM | : Uçucu Askıda Katı Madde |
| TKM | : Toplam Katı Madde |
| Ph | : Asitlik derecesi |
| ORP | : Oksidatif Redoksasyon Potansiyeli |
| LDO | : Çözünmüş Oksijen |
| TP | : Toplam Fosfor |
| TN | : Toplam Azot |
| TUBİTAK | : Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları |
| SKKY | : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği |
| PAO | : Bünyelerinde fosfor biriktiren mikroorganizmalar (PAO, phosphorus accumulation organisms) |

1. GİRİŞ

Atıksu arıtması ve tekrar kullanımı konusunda araştırmalar, insanlık tarihi boyunca yapılmış olup, arıtma teknolojileri gelişmiştir. Kentsel ve evsel atık suların arıtımı ve tekrar kullanımı insan atıklarının kent merkezlerinden uzaklaştırılması amacıyla yüzyıllardır uygulanmaktadır. Bu döngü su kalite standartlarının gelişmesini arıtma teknolojisinin ilerlemesini, arıtma tesisi işletiminin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır [1].

Modern kanalizasyon kollektör hatları ilk olarak on dokuzuncu yüzyılın ortalarında ağır sanayileşme ve kentleşmenin getirdiği sağlıksız çartların oluşumuna bir tepki olarak inşa edildi. Atıksu baskını nedeniyle, Londra'da 1832, 1849 ve 1855'te kolera salgınları meydana geldi ve on binlerce insan öldü. Benzer şekilde, 1858'de, Thames Nehri'ndeki kanalizasyon atıksu kokusu baskın hale geldiğinde Kraliyet Komiseri Edwin Chadwick arıtma reformuna ilişkin bir rapor düzenleyerek, atıkların güvenli bir şekilde bertarafı için geniş bir yeraltı kanalizasyon sistemi kurulmasını sağladı [2].

İnsan sağlığını tehdit eden olumsuzlukları gidermek için alt yapı sistemleri kurulmaya ve bu konuda çalışmalar yapılmaya başlandı. Alt yapı sistemlerinde toplanan atık suların arıtılmasına ilişkin düzenlemeler ortaya çıktı.

Ülkemizde de çevre bilinci giderek gelişmekte ve yasal mevzuatlar çerçevesinde atık yönetimi gerçekteşmektedir. Bu yasal mevzuatların büyük bir kısmı Avrupa Birliği Müktesebatına uyum çerçevesinde düzenlenmiştir. Bu uyum sürecinde ülkemizin büyük sorumlulukları bulunmaktadır.

Bu sorumluluğun yerine getirilebilmesi amacıyla ülkemizde birçok yeni atık su arıtma tesisi yapılmaktadır. Özellikle atık suların arıtılması bu yükler içerisinde büyük maliyetler taşımaktadır. Ülkemizde farklı teknolojilere sahip atık su arıtma tesisleri mevcut olup, havzalarda ekolojik dengenin korunması ve atık suyun yeniden değerlendirilmesi amacıyla hizmet vermektedir.

Su kirliliği çevre kirliliğinin önemli bir kısmını oluşurmaktadır. Su, hava ve toprakta çevre kirliliği biyolojik ve kimyasal etkenler tarafından oluşturulmaktadır. Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda açığa çıkan ve içinde sağlığa zararlı biyolojik ve kimyasal maddeleri barındıran sular, atık su olarak tanımlanmıştır. Atık sular, yeraltı suları, akarsu, göl ve denizlerde oluşan çevre kirliliğinin en önemli kaynaklarıdır. Bu kirlenme yalnızca su kaynakları ile sınırlı kalmayıp besin zincirine girerek gıda kirlenmesine de neden olmaktadır. Atık sularda kirlenmeyi oluşturan ve buna bağlı olarak çevre kirliliğine neden

olan kimyasal etmenler arasında fenoller, pestisitler, ağır metaller, hidrokarbonlar ve deterjanlar gibi maddeler vardır.[13]

Ülkemizde Uygulanan projeksiyonlarda, Türkiye nüfusu 2023 yılında 86.907.367 kişi olacaktır. 2069 yılına kadar yavaş bir artış göstererek, 107 milyon 664 bin kişi ile zirve yapacak. 2069 yılından itibaren nüfusun artışı beklenmezken, 2080 yılında 107 milyon 100 bin 904 kişi olacağı hesap edilmektedir (Anonim-I, 2019). Nüfusa paralel hesaplanan evsel ve kentsel nitelikli atık su miktarları 2069 yılına kadar artış göstereceğinden, bertaraf edilmesi gereken atık su miktarı da 2069 yılına kadar artacaktır.

Giderek artan atık su miktarı, atık su arıtma tesislerinin verimli çalıştırılması için teknolojik gelişmeler ışığında optimize edilmesi ve farklı yaklaşımlarla arıtma maliyetin azaltılması gerekliliğini ortaya koymuştur.

TUBİTAK Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılına kadar alıcı ortamlara gönderilecek deşarjlar için suyun yeniden kazanımı ve tekrar kullanılmasını sağlayacak biyolojik yöntemlerin ve ileri arıtma teknolojilerinin kullanılması, mevcut kirlenmenin giderimine yönelik olarak da kimyasal ve biyokimyasal süreçlere dayalı teknolojilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.[25]

İyi kalitede su değerli olduğundan ve sınırlı miktarlarda mevcut olduğundan, atık sularındaki kirletici maddelerin giderilmesi son derece zorunlu hale gelmiştir. Doğada mevcut olan ve kullanımı yaygın olmayan malzemelerin, atık su arıtımı için düşük maliyetli absorbanlar olarak kullanılması, onları bir miktar değerli yapabilir. Atık su arıtımında düşük maliyetli malzemelerin kullanılması, alternatif absorbanların araştırılması ve vurgulanması yoluyla atık su arıtımına düşük maliyetli bir yaklaşım getirmek için çaba gösterilmiştir [3].

Türkiye'deki birincil ve ikincil orman ürünleri endüstrisinde 2 milyon m³ kabuk artığının elde edileceği hesap edilmiştir [4]. Bu sebeple orman endüstri atıklarının değerlendirilmesi düşünülerek, çalışmamızda iğne yapraklı Anadolu Karaçamı kozalak ve kabuğundan faydalanılmıştır.

Yapraklı ağaç kabuklarında iğne yapraklı ağaç kabuklarına göre fenolik bileşiklerin yapısı ve miktarının fazla olduğu düşünülürse, kompost olarak değerlendirilecek malzemenin iğne yapraklı ağaç kabuklarından tercih edilmesi daha uygun olduğu bildirilmiştir

Ağaç kabuğunun yurtdışı örneklerde hem kimyasal madde eldesinde hem de bitkisel tasarımlarda örtü maddesi ve kompost olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ancak ülkemizde oldukça fazla kabuk hammaddesi üretilmesine karşın kabuk genellikle yakacak olarak kullanılmakta ve farklı kullanımları yaygınlaşmamıştır. Dolayısı ile sanayiye dönüşmemiştir [4].

Tarım ürünleri / yan ürünleri, atık suların ağır metaller de dahil olmak üzere kirletici maddeleri uzaklaştırılma kapasitesine sahip doğal absorban malzemelerdir. Bu düşünce, atıksu arıtımı için çevre dostu teknoloji geliştirme, pahalı yöntemlere ikame olarak kullanılabilir [5].

Atık sularındaki yükselen kirlilik konsantrasyonları halk sağlığını olumsuz etkileyebilir ve bu kirliliklere duyarlı ekosistem habitatlarını bozabilir veya tahrip edebilir. Atık su arıtma tesisleri dizayn felsefesi, çevre uyumunu sağlamak üzere çok yönlü uygulama ihtiyaçlarına en düşük maliyeti sağlayacak şekilde gelişmektedir. Bu kirliliklerin giderimi ve en iyi yönetim uygulamaları bilinci ile bir filtre veya absorban ortamı karışımı kullanılarak büyük ölçüde giderilebilir [7].

Ticari aktif karbon, sulu fazdan mikro fazların giderilmesi için tercih edilen bir absorbandır. Ancak, yaygın kullanımı yüksek maliyetler oluşturduğu için sınırlıdır. Arıtma maliyetlerini azaltmak için, atık malzemeler gibi ucuz alternatif aktif karbon (AC) öncüllerini bulmak için girişimlerde bulunulmuştur [6].

Toz haldeki aktif karbon kullanımı ise bir temas havuzunda olur. Biyolojik veya fiziko kimyasal arıtmadan çıkan suya toz aktif karbon ilave edilir, yeterli temas süresi sonucunda karbonun havuzun dibine çökmesi sağlanır, arıtılmış su havuzdan uzaklaştırılır. Bazı özel uygulamalarda, toz aktif karbonun biyolojik üniteye ilave edilmesi de mümkündür [35].

Bu sebeple çalışmamızda organik toz aktif karbon öncülü olarak 100 mesh ve 200 mesh partikül boyutunda Anadolu Karaçamı kozalak ve kabuğunun, inorganik madde olarak ise elektrofiltre külünün biyolojik faaliyetin yoğun olduğu, esas organik kirlilik gideriminin gerçekleşmesini sağlayan aktif çamura (atıksu arıtma aşısı çamuruna) karıştırılması ile kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam azot, toplam fosfor konsantrasyonlarındaki değişimi incelenecektir.

1.1. Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)

Kızılçam ülkemizde geniş yayılış alanına sahiptir. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ise (4.693.059,6 ha) yayılış alanı ile kızılçamdan sonra gelmektedir. 400-2100 m rakıma kadar çıkabilen, 40 m boy ve 1 m'den fazla gövde çap büyüklüğüne ulaşabilen bir türdür. Bu türün, sert ve reçineli buzlanmaya ve kuraklığa karşı dayanıklı odunu vardır [14].



Şekil 1.1. Karaçam'ın genel görünüşü (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) verilmiştir [10]



Şekil 1.2. *Pinus nigra*. 1. Yapraklar ve subsp. *nigra*, 2. Tepe tacı, 3. yaprak, 4. kabuk, 5. varyasyon *pallasiana*'nın tepe tacı [8]

Doğal olarak Türkiye, Trakya, Kırım, Balkanlar ile Güney Karpatlar' da yayılışı mevcuttur. Bugün İç Anadolu'da çeşitli yörelerde yayılan *Q. pubescens*, *Pirus eleagnifolia*, *Cistus laurifolius* gibi türlerin bulunması, bu türlerin Karaçama yakınlarında yetişen refakatçi bitkiler olması dolayısıyla bu bölgelerde daha önce Karaçamın bulunduğunu, ancak zamanla tahrip olduğunu gösterir. Ayrıca, günümüzde halen İç Anadolu'nun çeşitli kesimlerinde bulunan birçok tarihsel yapıtın ahşap kısımlarının anatomik incelemelerinden, Gordion kral mezarında olduğu gibi, bu yapıtlarda Karaçam odununun kullanıldığını, o yörelerde o dönemlerde Karaçamın yaygın olarak yayıldığını kanıtlar [8].

1.2. Ağaç Kabuğunun Yapısı ve Yararlanma İmkanları

Odunun kimyasal yapısında hücre çeperinin ana bileşenleri olan selüloz, hemiselülozlar ve lignin gibi polimer bileşikler mevcuttur. Kabukta ise odundan farklı olarak mantar tabakası da bulunur. Mantar dokusu, iç kabuğun dışında yer alan mantar kambiyumu veya fellojen adı verilen hücrelerden meydana gelmiştir. Mantar dokusu, lignin, karbonhidratlar ve hidroksi asit komplekslerinden oluşur. Ve kabuğun yapısı ekstraktif maddeleri de ihtiva eder. Bir ağacın, gövdesine göre kabuk, kök ve ağaç salgısında ekstraktif madde miktarı çok daha fazladır [9].

Kimyasal maddeler içeriği dolayısıyla kabuk potansiyel bir kaynaktır. Fakat günümüzde kabuklar genellikle enerji üretimi için yakılarak kullanılmaktadır. Kabuk bileşenleri arasında elde edilen kimyasallardan önemli ölçüde az olan suberin yağ asitlerinin hidroksi ve epoksi türevleri birçok uygulama alanı için ilginç kimyasal prekursorlar oluşturmaktadır.

Bu bakımdan kabuk oduna göre kimyasal madde içeriği dolayısıyla daha fazla ilgi çekmektedir ve kabukla ilgili yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Kabuktan farklı uygulamalarla faydalanılmasını inceleyen bu çalışmada ise iğne yapraklı ve yapraklı ağaç kabuklarının kimyasal yapısı ortaya konarak ağacın bu kısmının endüstriye kazandırılmasına ve literatüre katkıda bulunulması amaçlanmıştır [9].

1.2.1. Kabuğun kimyasal yapısı

Kabukta kimyasal yapı bakımından büyük bir çeşitlilik mevcuttur. Odun ve kabuğun yapısı selüloz ve hemiselülozlar yapıları olarak benzerdir özelliindedir. Ancak lignin için aynı durum söz konusu değildir. Ekstraktif maddelerden arındırılmış kabuğa uygulanan standart lignin analizi doğru sonuçlar vermeyebilir.

Bu durumun nedeni "lignin" tabir edilen bölümün gerçek lignin ve suberize olmuş flobafen, yani mantar tabakası olmasından kaynaklanmaktadır. Kabuğun kimyasal yapısı, öğütülerek belirli partikül boyutuna indirilmiş kabuk örneklerinin değişik çözücülerle ekstrakte edilerek belirlenebilir. Karaçamda (*Pinus nigra*) genel olarak bulunan temel bileşenler ve miktarları Çizelge 3.1' de gösterilmektedir [9].

Kabukta pektin, fenolik bileşenler ve suberin gibi ekstraktiflerin miktarı oldukça yüksek orandadır. Kabuk ekstraktifleri de aynı odundaki gibi lipofilik (yağda çözünen) ve hidrofilik (suda çözünen) ekstraktifler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Lipofilik ve hidrofilik ekstraktiflerin toplam konsantrasyonu kabuğun kuru ağırlığının %20-40'ını oluşturmaktadır. Lipofilik fraksiyon non-polar çözücülerde elde edilen ve genellikle terpenler ve türevleri, yağlar, vakslar, yağ asitleri, alkoller, steroller ve reçineleri kapsamaktadır.

Hidrofilik fraksiyon ise kabuk örneklerinin su ile tek başına veya polar organik çözücülerle ekstrakte edilmesi sonucu elde edilen, basit polifenoller ve glikozitler, tanenler, flavanoidler ve şekerlerdir.[9].

Çizelge 1.1 Pinus nigra kimyasal bileşimi [15]

| Hammedde | Orjin | Kısım | Holoseülitöz % | Selüloz % | Lignin % | Kül % | Alkol_benzen çöz. % | %1 NaOH çöz. % | Sıcak su çöz. % | Pentozan % | Pentozan % |
|-------------|---------|-------|----------------|-----------|----------|-------|---------------------|----------------|-----------------|------------|------------|
| Pinus nigra | Türkiye | Kabuk | 46,32 | 34,37 | 48,07 | _ | 15,78 | 39,1 | 22,45 | _ | 10,95 |

1.2.2. Kimyasal açıdan kabuktan yararlanma

Sanayi atık sularında bulunan tehlikeli bileşiklerin elimine edilmesi amacıyla ağaç kabuklarının katyon değiştirme kapasitesinden yararlanılmaktadır. [16]

Kabuğun tarımda da önemli kullanımı vardır. Polifenollerini ihtiva etmesi dolayısı ile fazla asidik olup, ıslak kaldı taktirde NH₃'ü kolayca absorbe etmektedir. Öğütülmüş kabuk sulu amonyakla muamele edildikten sonra toprağa püskürtüldüğünde %2 kadar azot verme imkanı salanmaktadır. Böylece mikroplar tarafından asimile edilen nitrojen toprağı ıslah etmektedir [17].

1.2.3. Kabuğun kullanım alanı

- Ormancılıkta
 - a. İstihalden sonra orman toprağı özelliklerinin ıslahı çalışmalarında
 - b. Kayalık yerlerdeki ağaçlandırmalarda fidanların çevresini örtme çalışmalarında
 - c. Orman yollarında donmayı geciktirici bir tabaka olarak
 - d. Yol şevlerinde erozyonun kontrolünde
 - e. Havzalarda su kalitesini iyileştirilmesinde [10]
- Tarımda
 - a. Malçlama
 - b. Toprak özelliklerinin ıslahın
 - c. Drenajın kolaylaştırılmasın
 - d. Kompost yapımın

- e. Ahır ve kümeslerde altlık (*yatak*) malzemesi
 - f. Ahır ve fidanlıklarda çamur problemi giderme
 - g. Ticari gübre ve tarım ilaçlarında katkı maddesi [10]
- Endüstride
 - a. Yonga ve lif levha yapımı
 - b. Sepileme maddesi [18]
 - c. Endüstriyel yakıt [19]
 - Diğer
 - a. Süzücü taban materyali
 - b. Fosseptik drenlerde dolgu maddesi olarak
 - c. Atıksuların temizlenmesi işleminde [10]
 - d. Farmakoloji ve tıp alanında kullanılması [20]

1.3. Evsel Nitelikli Atıksuların Özellikleri

1.3.1. Fiziksel özellikleri

- Toplam katı madde

Atıksu içerisinde bulunan ve çoğunlukla gözle görülebilen belli şekli, kütlesi ve hacmi olan katı maddelere toplam katı madde denir. Katı maddeler atıksu arıtma tesislerinde mekanik ekipmanlarda aşınma kırılma gibi zarar verebileceğinden atıksuda fazla miktarda bulunması istenmez.

- Koku

Atıksularda kimyasallar ve organik maddelerin çürümesi ve ayrışması sonucu oluşan gazlardan kaynaklanan kötü histir. Atıksuda oluşacak koku insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde olmamalıdır. Atıksularda sıklıkla karşılaşılan çürük yumurta kokusunu çağrıştıran H₂S hidrojen sülfür kokusudur. Atıksu arıtma tesislerine toplumun bakış açısını değiştirmek ve çevreye kötü koku yaymasının önüne geçmek üzere çeşitli koku giderim üniteleri kullanılmaktadır. Bu üniteler kokunun daha yaygın oluşacağı ızgara çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma ünitelerinde güçlü emiş yapabilen fanları sayesinde gazları emerek bertaraf etmek üzere dizayn edilmişlerdir. Koku algılama eşiği kişiden kişiye değişse de genel olarak seviye belirlemede Olfaktometre adı verilen cihaz kullanılır.

- Sıcaklık

Atıksularda bulunan gazların çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır. Özellikle biyolojik arıtma tesislerinde biyolojik aktiviteler için sıcaklık oldukça önemli bir parametredir. Biyolojik kirlilik giderimi için bakterilerin ortam koşullarının sağlanması gerekir. Bu koşullar içerisinde sıcaklık önemli bir yer tutar. Örneğin enerji geri kazanımı amaçlı biyogaz üretimi için dizayn edilen anaerobik çürütücülerde 35-37 °C arasında metan oluşturan bakterilerin ortam koşulları sağlanır. Böylelikle özelleşmiş bakteri popülasyonu oluşur.

- Renk

Atıksularda iki çeşit renk vardır. Birincisi; atıksulardaki partiküllerin oluşturduğu rengin engellenmesi için santrifüj ve filtrasyon uygulanmış atıksu numunesinin rengi gerçek renk, ikincisi ise hiçbir işlem yapılmayan ve doğrudan ölçülen zahiri renktir. Renk Pt-Co (Platin Kobalt cinsinden veya RES olarak ifade edilen belirli 3 dalga boyundaki absorbanlar dikkate alınarak ölçümlenebilir.

1.4.2. Kimyasal özellikleri

- Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ5)

Atıksudaki organik bileşimlerin biyokimyasal oksidasyonu sırasında kullandığı çözünmüş oksijen miktarıdır. Karbon içeren maddelerin oksitlenmesi (biyokimyasal oksidasyon) esnasında ihtiyaç duyulan oksijen miktarı BOİ5 olarak belirlenir. BOİ5'in tespiti için BOİ5 testinden yararlanılır [21].

- Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Kimyasal Oksijen İhtiyacı suda çözünebilir ve askıda bulunan partiküllerin oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarıdır. KOİ seviyelerinin yüksek olması atıksudaki çözünmüş oksijen düzeyini azaltır. Atıksudaki çözünmüş oksijen seviyesindeki azalmada oksijen gereksinimi olan mikroorganizmalara anaerobik koşullar oluşturur. Tasfiye edilmemiş atıksular için $KOİ/BOİ5 = 1,25-2,5$ (ortalama 1,5) alınabilir [21].

- Azot

Atıksuda bulunan mikroorganizmalar azotu besin maddesi olarak tükettiği için eğer proseste azot yetersiz olursa atıksu arıtımı için azot takviyesi gerekebilir. Ancak, evsel kullanımlar sonucu oluşmuş atıksulardaki azot, genellikle biyolojik arıtma prosesleri için yeterlidir.

- Fosfor

Mikroorganizmalar tarafından tüketilen bir başka besin kaynağıdır. Fosfor; bitkiler için besin kaynağı olduğundan arıtılmış atıksuda bulunması, bitkilerin atıksuda kontrolsüz çoğalmasına neden olabilir. Bunların yanı sıra pH, klorür, alkalinite, kükürt, ağır metaller ve zehirli bileşikler ve gazlar atıksuların diğer kimyasal özelliklerindedir.

1.3.3. Biyolojik özellikleri

Atıksuların biyolojik özelliklerini atıksularda bulunan bakteriler, virüsler ve parazitler belirler. Bu mikroorganizmaların beslenme faaliyetleri atıksuyun arıtılmasına yardımcı olur.

1.4. Atıksu Kirleticileri ve Aritimi

1.4.1. Atıksu kirleticileri

Atıksular fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç tür kirlilik gösterirler.

Suyun fiziksel özelliklerinin değişmesi (renk, koku, tat, bulanıklık, sıcaklık, pH v.s) fiziksel kirliliğe neden olur. Sıcaklık ve pH, nehirler ve göllerdeki bitkisel ve biyolojik hayatı etkileyen önemli parametrelerdendir. Yüksek sıcaklıkta çevreye bırakılan atıksu, karıştığı nehir suyunun sıcaklığını doğal olarak artıracaktır. Oksijenin yüksek sıcaklıkta, sudaki çözünürlüğü azalacağından, nehir suyundaki biyolojik oksijen, biyolojik hayat için yetersiz kalacaktır. Zamanla suda birikime sebep olan kurşun, civa gibi ağır metaller, biyolojik yolla parçalanabilen organik maddeler ve inorganik atıklar, atıksuda kimyasal kirlilik yapar. Kimyasal kirlilik, genellikle sanayi atıklarının arıtımsız olarak sulara bırakılması sonucunda oluşur.

Bazı endüstriyel atıksulardaki dayanıklı kirleticiler, alıcı su ortamında birikme, canlıların dokularında yoğunlaşma ve belli sınırlar üstünde canlılar üzerinde doğrudan toksik etki etme özelliklerine sahiptirler. Ayrıca endüstriyel atıksuların sebep olduğu kirlenmelerde ekolojik denge bozulmasına daha çok rastlanmakta ve bu bozunma çoğunlukla geri dönüşü olmayan bir nitelik taşımaktadır.[22]

Kimyasal kirleticiler özelliklerine göre dört sınıfta toplanabilir:

Bozunmadan kalanlar: Klorür gibi inorganik bileşiklerde zamanla parçalanma görülmez. Derişimleri alıcı suda zamanla artarken yağmur suyu ile azalır.

Değişebilenler: Biyolojik parçalanabilen organik kirleticilerdir. Mikroorganizmalar tarafından parçalanarak inorganik kararlı maddelere dönüşürler.

Kalıcılar: Zamanla biyolojik birikime yol açan civa, arsenik, kadmiyum, krom, kurşun, bakır gibi metaller, tarım ilaçları gibi organik maddeler ve uzun yarı ömürlü radyoaktif maddelerdir [23].

Biyolojik kirliliği; organik atıkların etkisiyle su kaynaklarında üreyen algler, küfler ve bakteriler oluştururlar. Bu canlılar zamanla ortamdaki oksijeni tüketirler. Oksidasyon işlemine bağlı olarak, ekzotermik reaksiyonlar suyun sıcaklığını yükselterek diğer canlıların yaşaması için gereken oksijen miktarını düşürmeye devam eder. İngiltere’de Ulusal Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan bir araştırma sonucunda, içme sularında doğal ve sentetik 324 adet organik bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerin hemen tamamının çok düşük derişimlerde kanserojen oldukları ifade edilmiştir [22,24]

1.4.2 Atıksu arıtımı

Atıksu arıtımı fiziksel biyolojik ve kimyasal yöntemler kullanılarak yapılır. Kentsel ve evsel nitelikli atıksular her ne kadar kanalizasyon denetimi uygulansa da kısmen endüstriyel atıksuları da bünyesinde barındırabilir. Bu sebeple çoğu atıksu arıtma tesislerinin dizaynı yapılırken bu durum kirlilik hesaplamalarına yansıtılır. Atıksu arıtma tesisi aşağıdaki ünitelerden oluşur:

Kaba Izgaralar: Arıtma tesisinin en başında ve 40 mm’den iri maddelerin mevcut mekanik ekipmanlara zarar vermemesi ve boru hatlarında tıkanıklık yaratmaması (çöp, naylon, ahşap malzeme v.b) için tutulması ve uzaklaştırılması için kullanılırlar

İnce ızgaralar: Çubuk aralığı, 2,3–6 mm mertebesindedir. Bu tip ızgaralar mekanik temizleme mekanizmalarına sahip olup, ızgarada tutulan katı maddeler zaman zaman otomatik olarak temizlenerek katı madde konteynerlerinde depolanır ve daha sonra uygun alanlara dökülür. Her iki tip ince elekte de, % 20-25 oranında askıda katı madde ve BOIs giderimi sağlanır [12].

Kum Yağ Tutucu: Kum tutucular genellikle kaba ızgaradan sonra ilk çöktürmeden önce kullanılırlar. Kum tutucuların ızgara ve eleklerden sonra olması, toplanan kumun temizlik ve bertarafını kolaylaştırır. Havalandırmalı kum tutucular, saatlik pik debilerde, 0,2 mm boyutunda partikülleri, 2-5 dakikalık kalma süresinde gidermek üzere tasarlanmışlardır. Havalandırma difüzörleri tabanın 0,45-0,60 m yukarısına oturtulur [26]

Ön Çöktürme Havuzu: Ön çöktürme, organik ve inorganik yapıda çökelebilmeye özelliğine sahip askıda katı maddelerin yerçekimi etkisiyle sudan ayrılması işlemidir. Ön çöktürme işlemi uygulanan atıksu sonraki arıtma ünitelerine yönlendirilir.

Dairesel ön çöktürme tanklarında besleme merkezden yapılır. Atıksu merkezden dış duvarlara doğru hareket eder ve dış çevre boyunca uzanan savaktan çıkış yapar. Çöken çamur sıyrıcılarla merkeze doğru itilir. Üstte toplanan yüzer maddeler döner bir sıyrıcı ile toplanarak bir haznede birikir.[27]

Ön çöktürme havuzunda, AKM giderimi % 50-65'ler, BOİ giderimi ise % 25-40 seviyelerinde olmaktadır. Böylece biyolojik arıtma ünitesinde arıtılacak organik yük azaltılmış olmakta, organik yükteki azalma biyolojik arıtma ünitesinde sisteme verilmesi gerekli oksijen miktarının azalmasına, dolayısı ile enerji gereksiniminin ve oluşan fazla aktif çamur miktarının azalmasına neden olmaktadır. Ham atıksudaki köpüğün giderilmesi ile de havalandırma tankı ve çöktürme tanklarında köpük oluşumu azalmaktadır. [12].

Anaerobik Havuzlar: Anoksik Denitrifikasyonun gerçekleştiği oksijenin olmadığı ortamda nitrat azotunu biyolojik olarak azot gazına çeviren prostestir. Bu proses havasız denitrifikasyon olarak da bilinmektedir.

Havalandırma (Aerobik) Havuzları: Bu proste atıksu içerisinde bulunan organik maddeler, sisteme verilen oksijenin de yardımıyla bakterilerce biyolojik olarak parçalanmakta veya besi maddesi olarak tüketilmekte ve bunun sonucunda da çökebilen floklar veya gaz halinde çevreye zararsız sabit inorganik maddelere dönüşmektedir [17]. Aktif çamur prosesi, bakterilerin atıksudaki organikleri oksijenle ayrıştırılmalarına dayanan aerobik biyolojik arıtma yöntemidir. Aktif çamur prosesinde, havalandırma havuzunda bulunan mikroorganizmaların askıda bulunması gerekir.

Bu proses; havalandırma havuzunda askıda büyüyen mikroorganizmaların atıksudaki organik maddeleri parçalaması prensibine dayanır. Askıda büyüyen mikroorganizmalar atıksudaki organik maddeleri ayrıştırarak H₂O ve CO₂'ye çevirirler. Ancak arıtma verimini koruyabilmek için mikroorganizma sayısı izlenmeli ve belirli bir sabit değerde tutulmalıdır. Bu sebeple Şekil 3.1'de görüldüğü gibi biyokütlenin bir kısmı çöktürme havuzları ve çamur susuzlaştırma üniteleriyle sistem dışına atılırken, bir kısmı da havalandırma havuzuna geri gönderilir [11].

Bu sistemdeki en önemli mikroorganizmalar bakterilerdir. Çünkü atıksudaki organik maddeleri parçalanmakla görevlidirler.

Son Çöktürme Havuzları: Son çöktürme havuzları biyolojik arıtmadan sonra arıtılmış atıksuyu biyokütleden yerçekimi etkisi ile fiziksel olarak ayıran dairesel ya da dikdörtgen plana sahip havuzlardır. Dairesel havuzlarda biyokütle atıksu karışımı besleme şekli olarak merkezden ya da çevreden yapılmakta; arıtılan su radyal doğrultuda hareket etmektedir.

Çökeltmiş su, son çöktürme havuzlarından savaklar yardımı ile toplanır. Yüzeydeki köpük ve tabandaki biyolojik çamur birikintilerinin uzaklaştırılması için uygun bir yüzey ve taban sıyırma tertibatı bulunmalıdır. Tabandan çamur toplama işlemi köprüye bağlı sıyırıcı ya da emme tipli olarak projelendirilir. Özellikle biyolojik nütrient (azot ve fosfor) giderimi yapan sistemlerde son çöktürme tankının tasarımı, sistemin verimi açısından büyük önem taşımaktadır. Son çöktürme tankında bekletme süresi ve besleme şekli, denitrifikasyondan dolayı serbest azot gazının ortaya çıkmasına izin vermeyecek şekilde seçilmelidir. Bunun sebebi serbest azot gazı biyolojik çamurun yüzmesine neden olmasıdır. Ayrıca çamurun son çöktürme tankında çok beklemesi sonucu anaerobik koşulların oluşması fosfor depolayan bakterilerin bünyesine aldığı fosforu tekrar salmasına neden olmakta ve çıkış kalitesini bozmaktadır. Dolayısı ile projelendirmede bu hususlar gözönüne alınmalıdır. [12].

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Deniz, yaptığı çalışmada fizikokimyasal faktörlerden olan pH, adsorbent konsantrasyonu, adsorbent partikül büyüklüğü, boya konsantrasyonu, sıcaklık, temas süresi ve iyonik gücün adsorpsiyon işlemine etkileri incelenmiştir. FTIR ve SEM analizleri, kızılçam kozalak ve yaprakların boya adsorpsiyonu için uygun bir adsorbent olabileceğini belirtmiştir.

Deniz ve Kahraman yaptıkları çalışmada, kızılçam kozalak ve yaprak biyosorbentleri tarafından biyosorplanan Basic Red 46 ve Acid Yellow 220 boyalarının biyosorbent yüzeylerinden desorpsiyonu için seyreltik (0,1 M) HCl ve NaOH çözeltileri kullanmıştır. Biyosorbentlerin boya biyosorpsiyonunda yeniden kullanım potansiyellerini değerlendirmek için ardışık biyosorpsiyon/desorpsiyon döngüsü aynı biyosorbentle üç kez tekrarlanmış 0,1M HCl kullanımı ile Basic Red 46 boyasının kozalak ve yaprak biyosorbentlerinden en düşük boya desorpsiyonu sırası ile %90,88 ve %95,99 olarak belirlenmişlerdir.

Ulubaş, Sulardaki ağır metallerin gideriminde uçucu kül numunesi kullanılarak sudaki Pb^{2+} ve Cu^{2+} iyonlarının neredeyse tamamının giderilebildiği çalışma koşullarını belirlemiştir.

Özdemir, yürüttüğü çalışmada uçucu kül ve aktif karbonun adsorbent olarak kullanılması sonucunda fenol giderimin de aktif karbona alternatif olarak uçucu külün kullanılabileceğini ve yüksek oranda giderimin sağlandığını belirtmişlerdir.

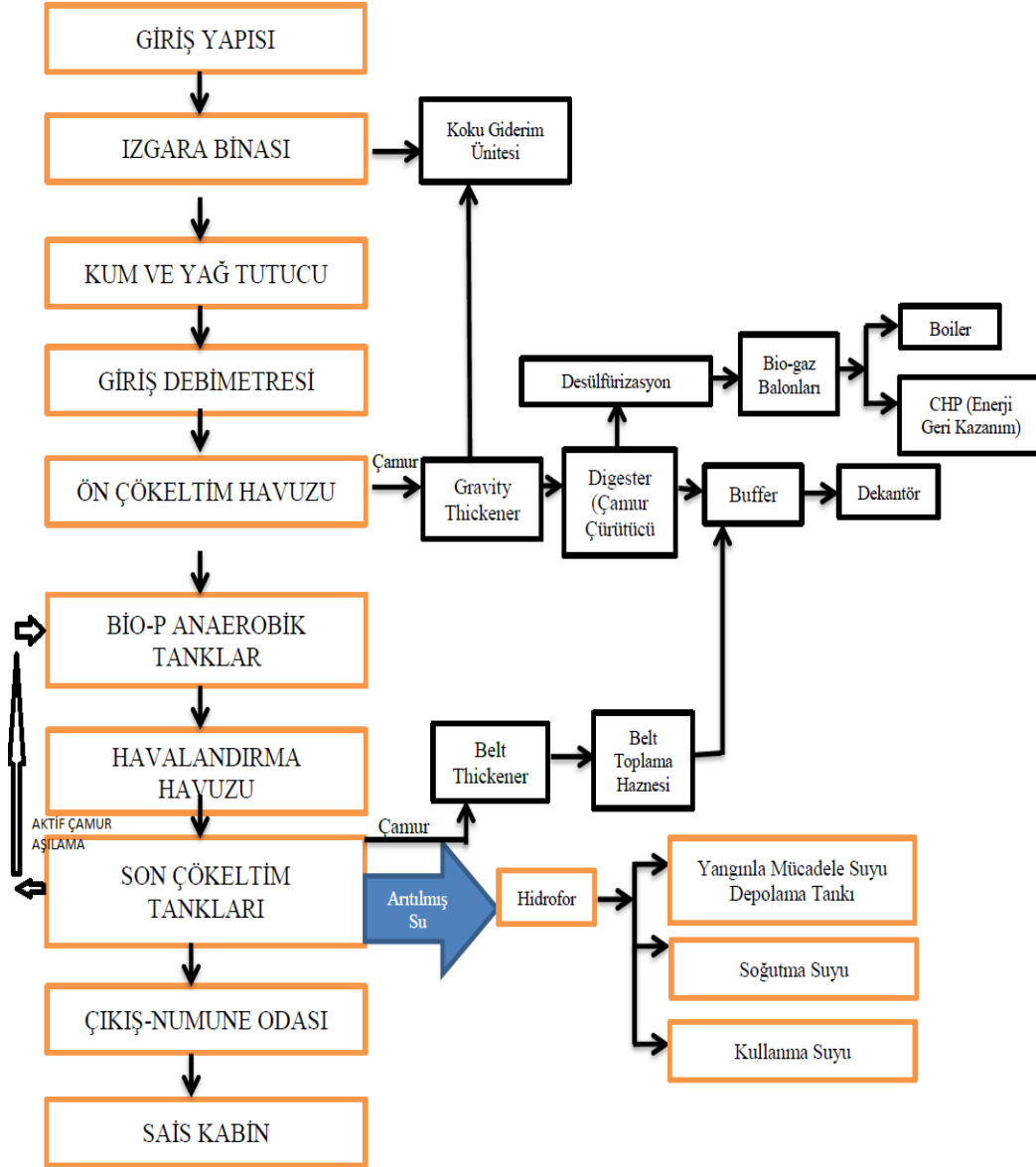
Drizo ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada uçucu kül ve bazı adsorbentleri kullanarak sularda fosfat giderilmesinde uçucu külün diğerlerinden daha yüksek etkinliğe sahip olduğu rapor edilmektedir.

Dahiya ve Devi (2006), tuğla tozu külü, uçucu kül ve aktif karbon kullanarak evsel atık sularda kimyasal oksijen ihtiyacı giderimi üzerine yapmış oldukları bilimsel araştırma sonucunda; başlangıç kimyasal oksijen ihtiyacı değeri 1080 mg/l olan atık suyun tuğla tozu külü uygulamasında %87.2, uçucu kül uygulamasında %87.84, aktif karbon uygulamasında %99.35 oranında giderimini gerçekleştirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırma, Kahramanmaraş ilinin Evsel-Kentsel nitelikli atık suyunun arıtıldığı, K.Maraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Kahramanmaraş ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi üniteleri ve iş akım şeması

3. 2. Kullanılan Aktif Çamurun Susuzlaştırılmış Numunesinin Özellikleri

Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisine ait arıtma çamuru örneği "atık yönetimi yönetmeliği" ek-3/b test ve analizi yaptırılmış olup, bu çalışmada kullanılan aktif çamurun susuzlaştırılmış numunesinin özelliklerini belirtmektedir.

3.2.1. Kullanılan arıtma çamurunun fizikokimyasal analizleri

Çizelge 3.1. Arıtma çamurunun bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

| Parametre | Sonuç | Analiz Metodu |
|-----------------------------|-----------------|------------------|
| Görünüm/Koku | Gri/Kötü Kokulu | - |
| pH (sulu çözelti) | 7,03 | TS ISO 10390 |
| Nem (% ağırlık) | 52,31 | TS 9546 EN 12880 |
| Katı Madde (% ağırlık) | 47,69 | TS 9546 EN 12880 |
| Organik Madde (% ağırlık) | 25,50 | TS 8336 |
| Inorganik Madde (% ağırlık) | 22,19 | TS 8336 |
| Üst Isıl Değer (kcal/kg)* | 2.594 | ASTM D5865 |
| Toplam Kükürt (% ağırlık)* | 0,28 | ASTM 4239 |

* Kuru numunede analiz gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1'deki sonuçlara göre, arıtma çamurunun nötral, nemli, organik ve inorganik içerikli olduğu tespit edilmiştir.

Örneğin, kalorifik değer içeriği sebebiyle yakılarak enerji üretimi için uygun olduğu değerlendirilmektedir.

3.2.2. Kullanılan arıtma çamurunun organik içerik analizleri

Örnekteki uçucu organik bileşikleri (VOC) tanımlamak amacıyla, EPA 5021A Metoduna uygun olarak;

Headspace GC-MS cihazı ile analiz yapılmıştır. Sonuçlar, Çizelge 3.2'da verilmiştir. Numunedeki uçucu organik bileşik miktarlarının Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre risk oluşturabilecek seviyede olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun VOC analizi sonuçları

| Bileşik | Miktar (ppm) | Bileşik | Miktar (ppm) | Bileşik | Miktar (ppm) |
|----------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| 3-chloropropene (Allyl chloride) | <10 | Tribromomethane | <10 | 1,2,4-Trichlorobenzene | <10 |
| Dichloromethane | <10 | Isopropylbenzene | <10 | Hexachloro-1,3-butadiene | <10 |
| 1,2-Dichloroethane | <10 | 1,1,2,2-Tetrachloroethane | <10 | Naphthalene | <10 |
| Trichloromethane | <10 | n-Propylbenzene | <10 | 1,2,3-Trichlorobenzene | <10 |
| Tetrachloromethane | <10 | 1,3,5-Trimethylbenzene | <10 | 1,1,1-Trichloroethane | <10 |
| Trichloroethene | <10 | 1,1,2,2-Tetrabromoethane | <10 | 1,1,2-Trichloroethane | <10 |
| Bromodichloromethane | <10 | 1,2,4-Trimethylbenzene | <10 | Benzene | <10 |
| Tetrachloroethene | <10 | 1,3-Dichlorobenzene | <10 | Toluene | <10 |
| Dibromochloromethane | <10 | 1,4-Dichlorobenzene | <10 | Ethylenebenzene | <10 |
| 1,1,1,2-Tetrachloroethane | <10 | 1,2-Dichlorobenzene | <10 | p-m-xylene | <10 |
| Styrene | <10 | 1,3,5-Trichlorobenzene | <10 | o-xylene | <10 |

Örnekte LC-MS/MS cihazı ile işletme içi Metot kullanılarak yapılan analiz neticesinde, pentaklorofenol (PCP) içeriğinin 5 mg/kg'ın altında olduğu belirlenmiştir. Organokalay bileşiklerinin tespiti için İşletme içi Metot kullanılmıştır. Örnekte türevlendirme ve ekstraksiyon sonrası GC-MS/MS cihazı ile analiz gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.3. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun organokalay bileşen içeriği analiz sonuçları (mg/kg)

| Monobutilkalay | Dibutilkalay | Tributilkalay | Tetrabutilkalay | Fenilkalay | Difenilkalay | Trifenilkalay |
|----------------|--------------|---------------|-----------------|------------|--------------|---------------|
| <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 |

Örnekteki olası poliaromatik hidrokarbon (PAH) bileşenlerinin tayini, "OuEChERS Yöntemi"ne göre asetonitril özütlemesi/bölümlemesi ve dağıtım SPE ile temizlemeyi müteakip GC-MS kullanarak yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun PAH analizi sonuçları

| Bileşik | Miktar (mg/kg) | Bileşik | Miktar (mg/kg) | Bileşik | Miktar (mg/kg) |
|----------------|----------------|----------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| Naphthalene | <5 | Fluoranthene | <5 | Benzo(a)pyrene | <5 |
| Acenaphthylene | <5 | Pyrene | <5 | Indeno(1,2,3-c,d)pyrene | <5 |
| Acenaphthene | <5 | Benz[a]anthracene | <5 | Dibenz[a,h]anthracene | <5 |
| Fluorene | <5 | Chrysene | <5 | Benzo(g,h,i)perylene | <5 |
| Phenanthrene | <5 | Benz[b]fluoranthene | <5 | | |
| Anthracene | <5 | Benzo(k)fluoranthene | <5 | | |

Numunede gerçekleştirilen organik içerik analizleri sonucunda, tespit edilen organik içeriğin Atık Yönetimi Yönetmeliği' ne göre risk oluşturabilecek bir seviyede olmadığı değerlendirilmiştir.

3.2.3. Kullanılan arıtma çamurunun inorganik içerik analizleri

(XRD analizleri TÜBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmiştir.)

İnorganik yapının aydınlatılması amacıyla ve örneğin inorganik yapısı içinde bulunabilecek olası ağır metal ve/veya risk faktörü açısından önemli diğer bileşenler sebebi ile Rietveld metoduyla mineralojik analizi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.5. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun XRD ile kalitatif/kantitatif faz analizi sonuçları

| Bileşik | PDF No | İnorganik Fazdaki İçerik (%) | Numunedeki İçerik (%) | %50 Kuruluk Seviyesine Göre Numunedeki İçerik (%) |
|---|-----------|------------------------------|-----------------------|---|
| Calcite, CaCO ₃ | 5-586 | 69,4 | 15,4 | 16,1 |
| Lipscombite, Fe ₃ (PO ₄) ₂ (OH) ₂ | 4-12-1302 | 9,6 | 2,13 | 2,23 |
| Quartz, SiO ₂ | 4-5-4494 | 9,5 | 2,11 | 2,21 |
| Anhydrite, CaSO ₄ | 37-1496 | 3,9 | 0,87 | 0,91 |
| Feldispat | | 1,7 | 0,38 | 0,40 |
| Cristobalite, SiO ₂ | 39-1425 | 1,4 | 0,31 | 0,33 |
| Akermanite, Ca ₂ Mg(Si ₂ O ₇) | 4-16-1459 | 1,3 | 0,29 | 0,30 |
| Illite, (K,H ₃ O)Al ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂ | 26-911 | 1,2 | 0,27 | 0,28 |
| Hematite, Fe ₂ O ₃ | 4-3-2900 | 1,0 | 0,22 | 0,23 |
| Rutile, TiO ₂ | 21-1276 | 1,0 | 0,22 | 0,23 |

* Örnek, analiz öncesi 550°C'de 4 saat bekletilerek içeriğindeki nem ve organik madde uzaklaştırılmıştır.

Çizelge 3.5' deki veriler değerlendirildiğinde, örneğin inorganik içeriğinin ağırlıklı olarak kalsit (CaCO₃) bileşiğinden oluştuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca örnekte olası ağır metallerin belirlenmesi için, örnek kurutulup homojenize edildikten sonra nitrik asit ve hidroklorik asit karışımında mikrodalga uygulaması ile iyice çözülerek EPA 6020A metoduna uygun olarak ICP-MS cihazı ile metal analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar %50 kuruluk seviyesine göre Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun metal analizi sonuçları (mg/kg)*

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Na | Mg | Al | K | Ca | Ti |
| 2.033 | 3.511 | 1.500 | 1.382 | 58.830 | 894,2 |
| Cr | Mn | Fe | Cu | Zn | Ba |
| 137,7 | 104,6 | 6.265 | 159,8 | 261,6 | 174,9 |

* 100 mg/kg'ın altındaki sonuçlar gösterilmemiştir.

Çizelge 3.6. 'daki sonuçlara göre, örneğin ağır metal kompozisyonu Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre risk içerebilecek bir seviyede değildir.

Çizelge 3.7. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun ekotoksosite analiz sonucu

| EC50 (%)* | Toksosite Sınıfı** | Sonuç / Açıklama |
|------------|--------------------|------------------|
| Bulunamadı | 0 | Toksik Değil |

* EC50: bakterinin %50'sini inhibe eden konsantrasyon oranı

**Toksosite derecesi (sınıf): toksik değil (0); az toksik (1); toksik (2); çok toksik (3); oldukça çok toksik (4)

Yukarıdaki bulgulara göre örneğin, denizel ortam bakterisi *Vibrio fischeri* üzerine toksik etki göstermediği tespit edilmiştir. Bu sonuca göre örneğin su ile karışımı sonucu sulu ortamda olumsuz ekotoksik etkilere sebep olma riski düşüktür.

3.2.4. Kullanılan arıtma çamurunun akut toksisite testi (*Daphnia magna*)

Numune, TS EN ISO 6341 standart metoduna göre, su piresi (*Daphnia magna*) kullanılarak akut toksisite testinin ön testi gerçekleştirilmiştir. Numune, önce 24 saat boyunca saf su ile muamele edilerek eluat hazırlanmıştır. Devamında, numunenin eluatı kullanılarak 5 farklı konsantrasyonda (% 100, %50, %25, %12,5, %6,25) test çözeltileri ve kontrol numuneleri hazırlanmıştır. Her bir test çözeltisi ve kontrol numunesi için 4 tekrar olarak hazırlanmıştır. Seyreltme suyu olarak içme suyu kullanılmıştır. Test çözeltileri ve kontrol numunelerinin hacimleri 25'er ml olarak hazırlanmıştır.

Her bir 25 ml'lik hacme 5 adet *Daphnia magna* eklenmiştir. 24 saatlik test süresi sonunda hareketsiz olan (inhibe) *Daphnia magna* (*Daphnid*) sayısı tespit edilerek Çizelge 2.8.'da verilmiştir.

Çizelge 3.8. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun ekotoksosite analiz sonucu

| Örnek Kompozisyonu | Grup-1 Hareketli Daphnid Sayısı | Grup-2 Hareketli Daphnid Sayısı | Grup-3 Hareketli Daphnid Sayısı | Grup-4 Hareketli Daphnid Sayısı |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| %100 Numune Eluatı | 2/5 | 3/5 | 3/5 | 1/5 |
| %50 Numune Eluatı-%50 İçme Suyu | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| %25 Numune Eluatı-%75 İçme Suyu | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| %12,5 Numune Eluatı-%87,5 İçme Suyu | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| %6,25 Numune Eluatı-%93,75 İçme Suyu | 4/5 | 5/5 | 4/5 | 5/5 |
| %100 İçme Suyu (Kontrol) | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |

Bu test sonuçlarına göre, örneğin sucul sistemler için düşük toksik etki içerdiği belirlenmiştir. Kahramanmaraş Merkez İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun;

- Nötral, nemli, organik ve inorganik içerikli olduğu tespit edilmiştir.
- 2.594 kcal/kg kalorifik değer içerdiği tespit edilmiştir.

- Ağır metal kompozisyonu AYY'ye göre risk içerebilecek bir seviyede değildir.
- Ekotoksisite analizinde akut açıdan toksik olmadığı (Sınıf=0) tespit edilmiştir.
- Balık biyodenevi sonuçlarına göre ZSF=2 sonucu elde edilmiştir.
- Daphnia magna testinde akut açıdan düşük toksik etki içerdiği değerlendirilmiştir.

3.3. Kullanılan Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Özellikleri

Bu çalışmada adsorban olarak kullanılan Pinus nigra Arnold. ssp. pallasiana (Karaçam) ağacının kozalak ve yaprakları, Kahramanmaraş bölgesinden toplanmıştır. Toplanan karaçam kozalak ve yaprakları önce musluk suyu ile daha sonra da distile su ile iyice yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra karaçam kozalak ve yaprakları, 24 saat 70 °C'de Pastör fırınında kurutulmuştur. Kuruyan adsorbentler, bir öğütücü yardımıyla çeşitli büyüklükte parçacıklara ayrılmıştır.

Tanecik büyüklüğünü homojen hale getirmek için öğütülen karaçam kozalak ve yaprakları, 100 Mesh ve 200 Mesh gözenek büyüklüğüne sahip elekten geçirilmiştir. Toz haline getirilen adsorbentler, kullanılıncaya kadar desikatörde muhafaza edilmiştir. Deneyler öncesinde adsorbanlara başka herhangi bir fiziksel ya da kimyasal uygulama yapılmamıştır.

3.4. Kullanılan Elektrofiltre Külünün Özellikleri

Bu çalışmada Kağıt fabrikasının 'co-generation' sisteminde yakılan kömürler elektro filtrelerde tutularak çevre için olumsuzluk oluşturmasının önüne geçilmektedir. Araştırmada elektro filtrelerde tutulan küller toz toplama siklonunda birikir. Termik santrallerin atığı olarak tabir edilen bu kül, demir, alüminyum, silisyum, karbon oksitleri gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Yüzey alanı yakılan kömürün türüne göre değişmekte olup, külün adsorblama özelliği olduğu bilinmektedir.

Sulu ortamda kireç ile reaksiyona girip, ortamda bulunan metal iyonlarını adsorpladıktan sonra katılaşması gibi avantajları olmasına rağmen radyoaktif elementleri ve ağır metalleri az miktarda olsa bulundurması gibi dezavantajları vardır [40].

Uçucu kil kullanarak atık sulardan tarımsal ilaçların giderimi yönündeki çalışmalarda partikül boyutu küçüldükçe giderimin arttığı raporlanmıştır [41].

Fenol adsorpsiyonu ile ilgili yapılan çalışmada ise uçucu kül tane boyutu küçüldükçe Al₂O₃ ve SiO₂ miktarlarında artış olduğu belirtilmektedir [42].

Düşük süspansiyon Ph'sında, 2/50 g/mL katı/sıvı oranında, 1 saat süre ve sıcaklığın 25°C olması halinde kağıt endüstrisi atık sulannda % 81 lignin, % 65 fenol giderimi

sağlandığı. Yine bu çalışmada uçucu külün çevreye olumsuz etki gösterebilecek atık olması, düşük maliyetli ve temini kolay bir malzeme olması kağıt atık suyunun arıtımında kullanılabilir alternatif bir adsorbent olabileceği raporlanmıştır [43].

Elektro filtre külü ve bazı adsorbentleri kullanarak sularda fosfat giderilmesinde uçucu külün diğerlerinden daha yüksek etkinliğe sahip olduğu rapor edilmiştir.[44]

Çizelge 3.9. Kağıt Fabrikası Kömür Kazanında Yakılan Kömürün Özellikleri

| Yakılan Kömürün Özellikleri | | |
|------------------------------------|--------------|-----------------|
| Parametre | Birim | Değerler |
| Rutubet | % | 16,44 |
| Uçucu Madde | % | 30,9 |
| Kül | % | 7,92 |
| Toplam Kükürt | % | 0,49 |
| Hidrojen | % | 4,02 |
| Üst Kalori | cal/g | 5802 |
| Alt Kalori | cal/g | 5514 |

Çizelge 3.10. Kağıt Fabrikası Elektrofiltre Külünün Özellikleri

| Oluşan Külün Özellikleri | | |
|---------------------------------|--------------|-----------------|
| Parametre | Birim | Değerler |
| Rutubet | % | 31,29 |
| Kül | % | 68,82 |
| Kalori | kcal/kg | 2105 |

2.5. Kullanılan Laboratuvar Malzemeleri

190 – 1.100 nm aralığında ölçüm yapabilen, 0.001A absorbans ölçüm hassasiyeti olan Merk Marka Pharo 300 spektrofotometre kullanılmıştır.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı analizi için, ISO 8466-1 and DIN 38402 A51 standardına uygun olarak hazırlanmış kitler kullanılmıştır.

Toplam Azot analizi, EN ISO 11905-1. DIN 38405-9DIN metoduna uygundur.

Toplam Fosfor analizi, EPA 365.2+3, APHA 4500-P E, and DIN EN ISO 6878 metoduna uygundur.

Kullanılan kitlerin ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51 “Analiz yöntemlerinin kalibrasyonu” standartlarında ölçüm hassasiyeti mevcuttur.

Kullanılan cam malzemeler yıkama çözeltisi ile yıkanmış ve dezenfekte edilmiştir.

3.6. Katı Madde Analizleri

Katı madde terimi su veya atıksuyun içerisinde askıda veya çözünmüş halde bulunan maddeleri tanımlamak için kullanılır. Katı madde analizleri biyolojik ve fiziksel atıksu arıtma proseslerinin kontrolünde ve tesis çıkış sularının deşarj limitlerine uyum kontrollerinde önemli bir yer tutmaktadır.

Toplam Katı Madde bir kap içerisindeki numunenin buharlaştırılmasından sonra 105°C sıcaklıktaki etüvde kurutulması sonucunda kapta geriye kalan kalıntı maddenin tanımıdır.

Askıdaki katı maddelerin çözünmüş katı maddelerden ayrılmasını etkileyen temel prensipler filtre tutucusunun tipi, gözenek boyutu, geçirgenlik, alan, filtre kâğıdının kalınlığı ve yapısı, parçacık boyutu ve filtre kâğıdının üzerinde biriken maddelerin miktarı sayılabilir.

Çözünmüş Katı Madde belirtilen koşullarda 2.0 µm veya daha küçük gözenek boyutlu filtre kağıdından geçen katı maddelerdir. Askıda Katı Madde ise filtrenin üzerinde kalan kısımdır.

Sabit Katı Madde terimi ise toplam, askıda veya çözünmüş katı maddelerin belirli bir sıcaklıkta yakılması sonucunda geriye kalan kalıntı için kullanılır. Yakma sırasında kaybolan miktar ise Uçucu Katı Madde olarak adlandırılır. Sabit veya uçucu katı maddelerin tayini tam olarak inorganik ve organik maddelerin ayırımına işaret etmez çünkü yanma işlemi sadece organik maddeler ile sınırlı kalmaz. Aynı zamanda bazı mineral tuzlarının bozulması veya uçmasını da içerir. Organik maddenin daha iyi karakterizasyonu için, BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı) ve KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) testleri ile yapılmalıdır.

103-105 °C'de kurutulan numunelerde kristalleşme suyunun yanı sıra mekanik olarak sıkışmış su da bulunabilir. CO₂' nin kaybı bikarbonatın karbonata dönüşmesine sebep olur. Organik maddenin uçması genellikle çok hafif olur. Bu sıcaklıklarda mekanik olarak bağlı olan suyun giderimi çok yavaş olduğundan sabit tartımın yakalanması çok yavaş olabilir.

İyice karıştırılmış bir numune sabit ağırlığa getirilmiş bir kaba alındı ve 103-105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutuldu. Boş kabın üzerinde kalan fazla ağırlık Toplam Katı Madde miktarını belirtir.

- Gerekli Cihazlar ve Laboratuar Malzemesi

1. Buharlaştırma kabı , (100 ml kapasiteli, 90 mm çaplı porselen, cam veya platinden mamul)
2. Yakma Fırını 550 °C
3. Buhar Banyosu

4. Desikatör, nem konsantrasyonuna bağlı renk değiştiren desikantlar içeren veya enstrümantal indikatörlü
5. 103 ila 105 °C de çalışan Etüv
6. Hassas terazi 0.1 mg hassasiyetli
7. TFE karıştırıcı çubuklu Manyetik Karıştırıcı
8. Geniş delikli pipet
9. Kısa form beher

3.6.1. Toplam kati madde analizi

- Prosedür [28]

1. Buharlaştırma kabının hazırlanması:

Daha sonra uçucu kati madde tayini yapılacakđından kap yakma fırınında 550 °C'de 1 saat tutuldu. Daha sonra kullanana kadar desikatörün içerisinde soğutuldu ve muhafaza edildi. Kullanmadan hemen önce tartıldı.

2. Numunenin analizi:

10 ila 200 mg kalıntı bırakacak miktarda bir numune hacmi seçildi. Çok düşük konsantrasyonda toplam kati madde analizi yapılacakđı zaman (10 mg/l'den küçük) daha az miktarda kalıntı kalabilir; bu durumda daha hassas terazi (0.002 mg) kullanılması gerekir. Çok iyi karışmış numune kabından pipet ile 250 ml hacimdeki numuneyi alındı ve sabitağırlığa getirilmiş ve tartılmış buharlaşma kabına koyuldu. Homojen numuneler için numune kabının yaklaşık olarak ortasından ama vorteks olmayan noktadan pipetle numune alındı. Kap cidarı ile vorteks arasında bir nokta seçildi. Daha sonra buharlaştırma kabı buhar banyosuna veya kurutma fırınına koyuldu. Transfer sırasında numune manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı.

Buharlaştırılmış numune 103-105 °C' de 1 saat kurutuldu, desikatörün içerisinde soğutuldu ve tartıldı. Kurutma, desikatörde soğutma ve tartma işlemlerini sabit ağırlık elde edilene kadar veya ağırlık değişimi bir önceki ölçümdekinin %4'ünden az veya 0,5 mg'dan az oluncaya kadar devam edildi. Tüm numunelerin en az %10'u iki kez analiz edildi.

- Hesaplama

mg/l TKM = (A - B) * 1000 numune hacmi, ml

A = Kurutulmuş kalıntının ağırlığı + buharlaştırma kabı ağırlığı mg.

B = Buharlaştırma kabı ağırlığı mg

3.6.2. Uçucu katı madde tayini [28]

- Gerekli Cihazlar ve Laboratuvar Malzemesi

Manyetik karıştırıcı ve pipetler hariç toplam katı madde tayininde kullanılan tüm cihaz ve malzemeler gereklidir. 10 mg hassasiyetli terazi kullanılabilir.

- Prosedür

Bu maddelerin hem toplam hem de uçucu katı maddesinin tayini amonyum karbonat ve uçucu maddelerin kurutma sırasında kaybı nedeniyle negatif hata içerir. Bu durum atıksu için doğru olmakla birlikte, sedimanlarda ve özellikle çamur ve çamur keklerinde bu etki daha fazla hissedilir. Çamurdan ve sedimandan elde edilen organik madde kütlesi atıksular, tesis çıkış suları ve kirlenmiş sulardan daha fazla yakma zamanı gerektirir. Eğer problem oluşturuyorsa uçucu inorganik tuzlardan dolayı olan kayıpları kontrol etmek için yakma zamanı ve sıcaklığı dikkatlice gözlenmelidir. Tüm tartımları çabuk yapın çünkü ıslak numuneler buharlaşma nedeniyle ağırlık kaybetmeye meyillidir. Kurutma ve yakmadan sonra kalıntılar genelde çok higroskopiktir ve havadan hızlı bir şekilde nem kaparlar. Yüksek alkali kalıntıları numunedeki silisle veya silis içeren krozellerle reaksiyona girebilir.

- Buharlaştırma kabının hazırlanması:

Temiz buharlaştırma kabı 550 °C'de 1 saat yakma fırınında yakıldı.

- Numunenin analizi:

Numuneyi homojen olması için karıştırın, daha önce hazırlanan buharlaştırma kabına 50 g koyuldu ve tartıldı. Su banyosunda kuruyana kadar buharlaştırıldı, 103-105°C'de fırında 1 saat kurutuldu, yeni desikatant içeren ayrı bir desikatörde sıcaklık dengeleninceye kadar soğutuldu ve tartıldı. Isıtma, soğutma, desikatöre koyma ve tartma işlemlerine ağırlık değişimi bir önceki ölçümdekinin %4'ünden az veya 50 mg'dan az oluncaya kadar devam edildi.

- Hesaplama

$$\text{Toplam katı yüzdesi (\%)} = \frac{(A - B) * 1000}{(C - B)}$$

$$\text{Uçucu katı yüzdesi (\%)} = \frac{(A - D) * 1000}{(A - B)}$$

$$\text{Sabit katı yüzdesi (\%)} = \frac{(D - B) * 1000}{(A - B)}$$

A = Kurutulmuş kalıntının ağırlığı + kap, mg.

B = Kabin ağırlığı, mg

C= Yaş numune ağırlığı + kap, mg

D= Kalıntı ağırlığı + yakmadan sonra kap, mg

3.6.3. Askıda kati madde tayini

İyice karıştırılmış numune standart bir cam elyafli filtrede süzülür ve filtre üzerinde kalan kalıntı 103-105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulur. Filtrenin ağırlığındaki artış Toplam Askıda Katı Maddeyi temsil eder. Eğer askıda madde filtreyi tıkarsa ve filtrasyon süresini uzatırsa ya filtre çapını büyütülür ya da numune hacmini azaltılır. Toplam askıda kati madde için tahminde bulunmak için toplam katı madde ile toplam çözülmüş madde arasındaki farkı hesaplanır.

➤ Girişimler

Eğer numunede bulunmalarının temsil edici olduğu düşünülüyorsa, numune üzerinde yüzen iri parçaları veya numune içinde bulunan topaklaşmış ve homojen olmayan parçacıkları numuneden çıkarılır. Çok fazla kalıntı madde suyun buharlaşmasını önleyebilecek bir kabuk oluşturabildiğinden 200 mg' dan fazla kalıntı kalmayacak şekilde numune hacmi belirlenir. Çok fazla çözülmüş katı madde içeren numunelerde çözülmüş maddelerin gittiğinden emin olmak için filtrenin tamamını distile su ile yıkanması gerekir. Filtrenin tıkanması sonucu uzayan süzme süreleri sonucu kolloid maddeler filtre üzerinde kalabilir ve analiz sonuçlarının yüksek çıkmasına neden olabilir.

➤ Gerekli Cihazlar ve Laboratuvar Malzemesi

1. Desikatör, nem konsantrasyonuna bağlı renk değiştiren desikantlar içeren veya enstrümantal indikatörlü
2. Hassas terazi 0.1 mg hassasiyetli
3. arıştırıcı çubuklu Manyetik Karıştırıcı
4. Geniş delikli pipet
5. Organik bağlayıcı kullanılmamış Cam elyafli diskler
6. Filtrasyon Ekipmanı. Aşağıdaki filtre disklerinden uygun olan biri seçilebilir.
 - Membran Filtre Hunisi
 - Gooch Krozesi, 25 ila 40 ml kapasiteli Gooch kroze adaptörlü
 - Rezervuar ve kaba delikli(40-60 µm delik çaplı) diski tutacak filtrasyon
7. Emme erleni, Seçilen numune büyüklüğüne yetecek kapasitede
8. Alüminyum ağırlık kapları

➤ Prosedür [28]

Cam elyafli filtre diskinin hazırlanması:

Eğer önceden hazırlanmış diskler kullanılacaksa bu adım atlanır. Filtre diskini buruşuk yüzü üste gelecek şekilde filtrasyon ekipmanına yerleştirildi. Vakum uygulayın ve diski 3 kez 20 ml distile su ile yıkandı. Tüm su süzülene kadar vakum uygulamaya devam edildi. Filtre edilen suyu döküldü. Filtre kâğıdını filtrasyon ekipmanından çıkarıp, alüminyum kaba koyuldu. Filtre 103-105 °C’de 1 saat kurutuldu. Daha sonra desikatörün içerisinde soğutuldu ve tartıldı. Kurutma, desikatörde soğutma ve tartma işlemlerini sabit ağırlık elde edilene kadar veya ağırlık değişimi bir önceki ölçümdekinin %4’ünden az veya 0,5 mg’ dan az oluncaya kadar devam edildi. 10 ila 200 mg kalıntı bırakacak numune hacmi seçilmesi uygundur. Bu çalışmada 250 ml hacim seçilmiştir.

Numunenin analizi:

Filtre filtrasyon setine yerleştirildi ve vakum uygularken filtrenin yerleşmesi için bir miktar distile su ile ıslatıldı. Numune kabını manyetik karıştırıcı ile karıştırırken pipet ile numune kabının yaklaşık olarak ortasından ama vorteks olmayan noktadan pipetle 250 ml hacimdeki numune alındı ve vakum uygulanmakta olunan filtre kâğıdının üzerine boşaltıldı. Daha sonra 3 defa 10 ml distile su süzüldü ve tüm su süzüldükten sonra 3 dakika daha vakum uygulamaya devam edildi. Filtre dikkatlice filtrasyon ekipmanından alüminyum kaba koyuldu. Eğer Gooch kroze kullanılacaksa kroze adaptöründen kroze filtre kombinasyonunu ayırın. 103-105°C’de en az 1 saat kurutuldu, desikatörün içerisinde soğutuldu ve tartıldı.

Kurutma, desikatörde soğutma ve tartma işlemlerini sabit ağırlık elde edilene kadar veya ağırlık değişimi bir önceki ölçümdekinin %4“ünden az veya 0,5 mg“dan az oluncaya kadar devam edin. Tüm numunelerin en az %10“u iki kez analiz edildi.



Şekil 3.2. Filtrasyon işlemi sonrası filtre kağıtları



Şekil 3.3. Filtrasyon işlemi düzeneği

➤ Hesaplama

$\text{mg/l AKM} = (A - B) * 1000$ numune hacmi, ml

A = Filtre ağırlığı + kurutulmuş kalıntının ağırlığı mg.

B = Filtre ağırlığı mg.

3.7. Imhoff- Çamur Çökelme Özelliği



Şekil 3.4. Imhoff çamur tökelme tayini

➤ Prosedür [28]

Havalandırma Havuzundan alınan aktif çamur numunesi iyice karıştırılarak 1000 ml hacminde Imhoff Hunisine koyulur. 30 dk içerisinde çöken madde hacmi okunur. Atıksu arıtma tesisi işletilmesinde önemli bir analiz olup, çamurun çökelebilmeye yeteneğini gösterir.

3.8. Sıcaklık ve PH

PH ölçümü su kimyasında sıklıkla kullanılan çok önemli bir testtir. Su ve atıksu arıtımının her aşaması; asit-baz nötralizasyonu, suyun yumuşatılması, çökelme, koagülasyon, dezenfeksiyon, korozyon kontrolü pH'a bağlıdır. Ayrıca alkalinite ve CO₂ ölçümünde de kullanılır. Normal suların pH'ı genellikle 7.0-8.5 arasındadır. pH'ı 9 dan yüksek olan sular içme ve sulama açısından uygun değildir. İçme suyunun biraz bazik olması tercih edilir. Çünkü bikarbonatlı ve bazik sular vücuttaki oksidasyonu hızlandırır, oksijen üretimini %30

arttırır ve yanmayı kolaylaştırır. Kirlenmemiş yeraltı suyunun pH değerini, CO₂- bikarbonat dengesi belirler. Karbondioksit suda karbonik asit oluşturur ve pH'ı düşürür. Sıcaklığın artması ve basıncın azalması sonucunda CO₂' nin bir kısmı açığa çıkacağından pH yükselir. Yeraltı sularında çok seyrek rastlanan 5'den küçük pH değerinin sebebi maden sularından gelen mineral asitleri, volkanik gazlar veya sanayi atıklarından oluşan kirlenme olabilir. Verilen bir sıcaklıkta çözeltinin asidik veya bazik karakterde olduğu pH veya hidrojen iyonlarının aktivitesiyle belirtilir. Bir suda çözülmüş olan hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritması pH olarak isimlendirilir.

$$pH = -\log_{10} H^+$$

Bu değer, muhtelif aletlerle ve pH kağıtlarıyla ölçülebilir.

Saf su çok az iyonize olur, su molekülleri arasında bir denge oluşturur. Elektrikle yüklü partiküller iyon olarak isimlendirilir. Hidrojen iyonu pozitif [H⁺], hidroksil iyonu negatif [OH⁻] yük taşır.

$$[H_2O] = [H^+][OH^-]$$

Dengeyi yazalım:

$$\frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]} = K$$

[H₂O]^o nun değeri sabittir ve Kw ile gösterilir.

$$\begin{aligned} [H^+][OH^-] &= K_w \\ &= 1.01 \times 10^{-14} \text{ (25°C de) ve} \\ [H^+] &= [OH^-] = 1.005 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

Şu halde saf suyun Ph'ı 7 dir. Buna göre pH>7 bazik, pH<7 asidiktir. Örnek; herhangi bir çözeltinin [H⁺]=10⁻⁴ ise, bu çözeltinin pH'ı 4 dür. pH<7 olduğu için de asidiktir.

NOT : Normalite ile pH arasında yukarıda bahsedilen logaritmik bağlantı mevcuttur. Mesela 0.1N HCl çözeltisinin pH'ı -log (0.1) = - 1.-1 = 1''dir.

aH⁺ hidrojen iyonunun aktivitesi olarak kabul edilirse logaritmik bağıntı şöyle olur:

$$[-\log_{10} aH^+] + [-\log_{10} aOH^-] = 14$$

$$pH + pOH = pK_{su}$$

$$pH = -\log_{10} aH^+ \text{ ve } pOH = -\log_{10} aOH^-$$

Suların pH'ı pH metre ile ölçülür. pH metreler standard bir hidrojen elektrodu [cam elektrod] ve referans elektrodu [kalomel/civa elektrod] içerirler. Aletin esası, potansiyometrik olarak hidrojen iyonlarının aktivitesinin ölçümüne dayanır. pH'ı ölçülecek çözeltinin de

iştirak ettiği bir tam pil oluşturulur. pH'daki bir birimlik fark 25 °C' de 59.16 mV' luk bir potansiyel oluşturur.

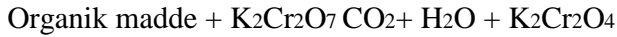
Sıcaklık, Ph ve Çözünmüş Oksijen ölçümleri Hach HQ40D model multimetre ile elektrod daldırılarak ölçülmüştür. [30]



Şekil 3.5. Sıcaklık, ph ve çözünmüş oksijen ölçümleri

3.9. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sudaki yükseltgenbilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır. Atık su numunesi H₂SO₄ ve standardize edilmiş K₂Cr₂O₇'in fazlası ile geri döngülü olarak 2-3 saat kaynatılır. Atık suda bulunan çoğu organik maddeler K₂Cr₂O₇ ile aşağıdaki reaksiyona girerler.



Bu esnada stokiometrik olarak numune içindeki yükseltgenbilir maddeye eşdeğer miktarda K₂Cr₂O₇ kullanılır ve geriye kalan K₂Cr₂O₇, standard demir-2-amonyum sülfat ile titre edilerek bulunur. Harcanan K₂Cr₂O₇ oksitlenen organik madde miktarını gösterir. Oksitlenme derecesi organik maddelerin türüne ve konsantrasyonuna, K₂Cr₂O₇ ve H₂SO₄' in konsantrasyonuna, reaksiyon sıcaklığına ve zamanına bağlıdır. Bu nedenle Çartların tam olarak sağlanması gerekir.

KOİ içme ve atık suyu numunelerine uygulanır. Metod genellikle atık su numuneleri için kullanılır. 15 - 300 mg/l KOİ içeren sularda kullanılır. KOİ değeri 300 mg/ l'den fazla olan numunelerde seyreltme yapılması uygundur.

➤ Reaktifler

1-Potasyum Dikromat Çözeltisi ($K_2Cr_2O_7 = 0,020 \text{ mol/l}$): 5,884 g $K_2Cr_2O_7$ ($105^\circ C$ 'de 2 saat kurutulmuş) bir miktar saf suda çözülerek 1 litre' ye tamamlanır.

2-Amonyum Ferro Sülfat Çözeltisi [$((NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O) = 0,120 \text{ mol/l}$] : 47,1 g $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ bir miktar saf suda çözülür. Üzerine 20 ml H_2SO_4 (1,84 g/ml) ilave edilir. Oda sıcaklığına soğutulduktan sonra saf suyla 1 litre' ye tamamlanır.

3-Feroin Çözeltisi: 1,485 g 1-10 Fenantrolin monohidrat ($C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$) ve 0,980 g amonyum ferrosülfat heksahidrat [$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$] saf suda çözülerek 100 ml' ye tamamlanır. Karanlık ve renkli şişede saklanmalıdır.

4-Sülfirik Asit - Gümüş Sülfat Karışım Çözeltisi :10 g Gümüş Sülfat (Ag_2SO_4) 35 ml saf suda çözülür. 965 ml H_2SO_4 (1,84 g / ml) yavaş yavaş ilave edilir. Çözelti kullanılmadan en az bir gün önce hazırlanmalıdır. Renkli şişede saklanmalıdır.

5-Potasyum Dikromat - Civa Sülfat Çözeltisi (0.02mol/l) : 80 g civa sülfat $HgSO_4$ 800 ml saf su ve 100 ml derişik H_2SO_4 (1,84 g/ ml) içinde çözülür. Soğutulmuş çözeltiye 5,884 g $K_2Cr_2O_7$ ($105^\circ C$ 'de 2 saat kurutulmuş) ilave edilir. Bu çözelti saf su ile 1 litre'ye tamamlanır.

Standardların Hazırlanması :

1-Potasyum Hidrojen Ftalat (KHP) ($HOOC C_6H_4 COOK$): $120^\circ C$ 'de sabit tartıma getirilmiş 0.425 g KHP saf suda çözülerek 1 litreye tamamlanır.

Teoritik olarak $1 \text{ mg KHP} = 1.176 \text{ mg O}_2 / \text{mg}$. Bu çözelti $500 \text{ mg O}_2 / l$ ' nin teorik KOİ'na sahiptir. Buzdolabında saklandığında 3 ay dayanıklıdır.

➤ İşlem

1) Numunelerin kirlilik oranına göre KOİ şişelerine 2 - 20 ml arasında numune alınır. Alınan miktar 20 ml'den az ise son hacim 20 ml'ye saf su ile tamamlanır. Çok kirli numunelerde 1 /10 oranında seyreltme yapılır. Buradan, 2 - 20 ml arasında numune alınabilir.

2) Bütün numunelerin üzerine 10 ml potasyum dikromat - civa sülfat çözeltisi ilave edilir ve karıştırılır.

3) 30 ml sülfirik asit - gümüş sülfat karışım çözeltisi yavaşça ilave edilir.

4) Aynı işlemler, blank için 20 ml saf su ve standard için de son hacim 20 ml olacak şekilde standard KHP çözeltisinden alınarak yapılır.

5) Şişeler KOİ setine yerleştirilerek sıcaklık $148^\circ C$ 'ye ve zaman 2 saate ayarlanır.

6) Bu sürenin sonunda, şişeler soğutulduktan sonra üzerindeki çizgiye kadar (100 ml'ye) saf su ile tamamlanır.

7) Manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırıldıktan sonra tekrar oda sıcaklığına soğutulur.

8) 2 damla Ferroin indikatör çözeltisi ilave edilerek amonyum ferrosülfat çözeltisi ile renk mavi - yeşilden, kırmızı - kahverengiye dönene kadar titre edilir.

Atık su numuneleri için tayin sınırı >15 mg/l' dir. Temiz su numuneleri için tayin sınırı >5 mg/l' dir.

➤ Hesaplama

C.f

$$KOİ \text{ (mg/l)} = \frac{C \cdot f}{V_s} (V_B - V_w) \text{ (mg/l O}_2)$$

C= (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ çözeltisinin konsantrasyonu (mg/l) (0,12 M) Konsantrasyonu günlük olarak kontrol edilmelidir.

f = Faktör = 8000

V_B=(NH₄)₂Fe(SO₄)₂ çözeltisinden blank için harcanan miktar (ml)

V_w=(NH₄)₂Fe(SO₄)₂ çözeltisinden numune için harcanan miktar (ml)

V_s = Numune hacmi (ml)

Üzerine 2 damla ferroin indikatör çözeltisi ilave edilir.

Amonyum ferrosülfat çözeltisi ile renk mavi-yeşil'den kahverengi-kırmızı,,ya dönene kadar titre edilir.

K₂Cr₂O₇'ın hacmi (ml) x K₂Cr₂O₇'ın konsantrasyonu (mg/l) x 6 (faktör)

$$C = \frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 'ın hacmi (ml) x K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 'ın konsantrasyonu (mg/l) x 6 (faktör)}}{\text{Titrasyon için harcanan (NH}_4\text{)}_2\text{Fe(SO}_4\text{)}_2 \text{ hacmi (ml)}}$$

Titrasyon için harcanan (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ hacmi (ml)

C= 0.12 mg/l olmalıdır.

C'nin Hesabı (Geri titrasyon)

Geri titrasyon 10 ml civa sülfatsız potasyum dikromat çözeltisi analiz edilen su numunesine dönüm noktasından sonra ilave edilir [31].

3.10. Toplam Azot Analizi

➤ Gerekli Ekipman Listesi

- Termoreaktör
- Spektrofotometre
- Reagent N-1K
- Reagent N-2K
- Reagent N-3K
- Toz bırakmayan bez

➤ Deneyin Yapılışı

Numuneler 47 mm elyaf filtre kağıdı ile süzülür.Süzme işlemi yapılmıyorsa mutlaka çökelmiş numunenin üst suyundan pipetle alınmalıdır.

1 mL tesis giriş-çıkış numunesi pipet yardımıyla alınarak, boş test tüpüne ilave edilir.

9 mL destile su ile 10 mL ye tamamlanır ve karıştırılır.

Reagent N-1K reaktifinden 1 doz ilave edilir ve karıştırılır.

Reganet N-2K reaktifinden 6 damla ilave edilir ve karıştırılır.

Daha önceden 120 C, 60 dakikaya ayarlanmış termoreaktöre koyulur.

Süre bitiminde termoreaktörden çıkarılır ve 10 dakika sonra karıştırılır.

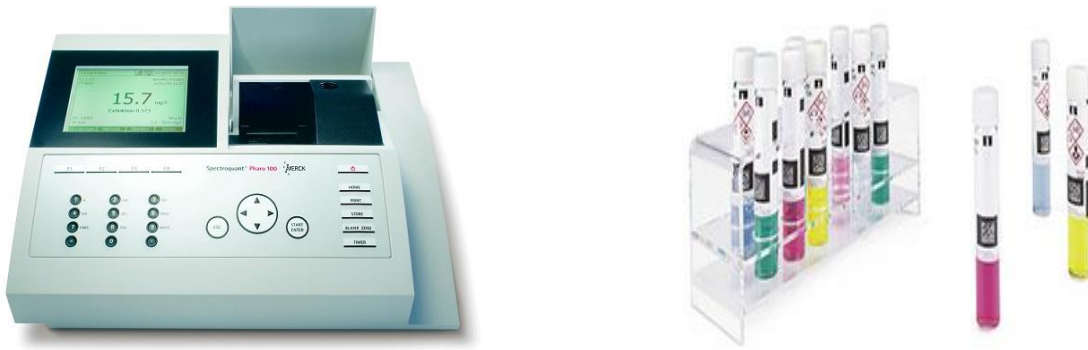
Oda sıcaklığına gelinceye kadar minimum 20 dakika soğutulur. Böylelikle hazırlanmış numunenin üst suyundan 1 mL alınarak, Toplam Azot test tüpüne ilave edilir.

Toplam Azot test tüpüne 1 mL Reagent N-3K reaktifinden ilave edilerek karıştırılır.

10 dakika reaksiyon süresi tutulur.

Süre sonunda toz bırakmayan bir bezle silinerek spektrofotometrede ölçüm okunur

[33]



Şekil 3.6. Spektrofotometre ve test kitleri

3.11. Toplam Fosfor Analizi

➤ Gerekli Ekipman Listesi

- Termoreaktör
- Spektrofotometre
- Reagent P-1K
- Reagent P-2K
- Reagent P-3K

➤ Deneyin Yapılışı

Numuneler 47 mm cam elyafı filtre kağıdı ile süzülür. Süzme işlemi yapılmıyorsa mutlaka çökelmiş numunenin üst suyundan pipetle alınmalıdır.

5 mL tesis giriş-çıkış numunesi pipet yardımıyla alınarak, boş test tüpüne ilave edilir.

Reagent P-1K reaktifinden 1 doz ilave edilir ve karıştırılır.

Daha önceden 120 C, 60 dakikaya ayarlanmış termoreaktöre koyulur.

Süre bitiminde termoreaktörden çıkartılır. Oda sıcaklığına gelinceye kadar minimum 20 dakika soğutulur.

Toplam Fosfor test tüpüne 5 damla Reagent P-2K reaktifinden ilave edilerek karıştırılır.

Reganet P-3K reaktifinden 1 doz ilave edilir ve karıştırılır. 5 dakika reaksiyon süresi tutulur.

Süre sonunda toz bırakmayan bir bezle silinerek spektrofotometrede ölçüm okunur [32].

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Aktif Çamur üzerine 100 mesh ve 200 mesh eleklerden geçirilmiş Karaçam kozalak ve kabuğu 100 ppm,150 ppm ve 200 ppm ilave edildiğinde elde edilen değişimler zamana bağlı gözlenmiştir.50 rpm karıştırıcı altında 30 dk ve 60 dk muamele edildiğinde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır. Ayrıca Kağıt fabrikasından alınan elektrofiltre külü kurutularak aktif çamura aynı şartlarda 100 ppm, 150 ppm ve 200 ppm konsantrasyonlarında ilave edilmiştir. 50 rpm hızında karıştırıcı yardımıyla 30 dk ve 60 dk muamele edildiğinde elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

Karaçam kozalağı, kabuğu tozu ve elektrofiltre külünün eklendiği aktif çamur numunesi Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi geridevir haznesinden alınmış olup her katkı maddesi için farklı günlerde alınan taze aktif çamur numunesi kullanılmıştır. Bu sebeple aktif çamur numunesinin için her katkı madde denemesi sırasında özellikleri tekrar belirlenmiş olup, katkı maddesinin etkisi gözlenmeye çalışılmıştır. Karaçam kozalağı tozu, kabuk tozu ve elektrofiltre külü farklı günlerde çalışılmış ancak aynı yerden aynı şekilde aktif çamur numunesi alınmıştır.

Çizelge 4.1. Aktif çamura 30 dk boyunca, 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 100 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-100 ppm | Kozalak-100 ppm |
| | AKM | mg/L | 7298 | 7422 | 7412 |
| | TKM | mg/L | 7123 | 7560 | 7584 |
| | UAKM | mg/L | 4754 | 4822 | 4790 |
| | IMHOFF | ml/L | 750 | 750 | 750 |
| | SICAKLIK | °C | 23,1 | 22,8 | 22,7 |
| | PH | | 7,45 | 7,62 | 7,61 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,13 | 0,62 | 0,51 |
| | ORP | mg/L | 36,9 | 133,5 | 135,5 |
| | RENK | Pt-Co | 164 | 101 | 89 |
| | KOİ | mg/L | 125 | 97,5 | 82 |
| TN | mg/L | 5,86 | 7,31 | 8,61 | |
| TP | mg/L | 0,15 | 0,2 | 0,16 | |

Çizelge 4.2. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 100 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-100 ppm | Kozalak-100 ppm |
| | AKM | mg/L | 7298 | 7422 | 7412 |
| | TKM | mg/L | 7123 | 7560 | 7584 |
| | UAKM | mg/L | 4886 | 4952 | 4896 |
| | IMHOFF | ml/L | 750 | 750 | 750 |
| | SICAKLIK | °C | 21,1 | 22,1 | 21,8 |
| | PH | | 7,67 | 7,76 | 7,76 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,44 | 0,84 | 0,88 |
| | ORP | mg/L | 155 | 165 | 168 |
| | RENK | Pt-Co | 162 | 64 | 62 |
| | KOİ | mg/L | 112 | 65,3 | 61,3 |
| | TN | mg/L | 6,21 | 8,58 | 9,02 |
| TP | mg/L | 0,16 | 0,62 | 0,57 | |

Çizelge 4.3. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 100 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-150 ppm | Kozalak-150 ppm |
| | AKM | mg/L | 7298 | 7870 | 7480 |
| | TKM | mg/L | 7123 | 7919 | 7870 |
| | UAKM | mg/L | 4754 | 5198 | 4932 |
| | IMHOFF | ml/L | 750 | 750 | 750 |
| | SICAKLIK | °C | 23,1 | 23 | 22,7 |
| | PH | | 7,45 | 7,57 | 7,6 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,13 | 1,45 | 0,83 |
| | ORP | mg/L | 36,9 | 204 | 173,9 |
| | RENK | Pt-Co | 164 | 111 | 81 |
| | KOİ | mg/L | 125 | 89,7 | 75,6 |
| | TN | mg/L | 5,86 | 7,56 | 10,1 |
| TP | mg/L | 0,15 | 0,5 | 0,49 | |

Çizelge 4.4. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 100 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-150 ppm | Kozalak-150 ppm |
| | AKM | mg/L | 7298 | 7870 | 7480 |
| | TKM | mg/L | 7123 | 7919 | 7870 |
| | UAKM | mg/L | 4886 | 5298 | 5012 |
| | IMHOFF | ml/L | 750 | 750 | 750 |
| | SICAKLIK | °C | 21 | 22,1 | 21,8 |
| | PH | | 7,67 | 7,77 | 7,75 |
| | ÇZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,44 | 0,67 | 0,98 |
| | ORP | mg/L | 145 | 228 | 226 |
| | RENK | Pt-Co | 98 | 35 | 35 |
| | KOİ | mg/L | 112 | 56,2 | 60,4 |
| | TN | mg/L | 6 | 10,8 | 11 |
| | TP | mg/L | 0,16 | 0,70 | 0,69 |

Çizelge 4.5. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 100 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-200 ppm | Kozalak-200 ppm |
| | AKM | mg/L | 7298 | 7802 | 7822 |
| | TKM | mg/L | 7123 | 8020 | 8035 |
| | UKM | mg/L | 4754 | 5286 | 5182 |
| | IMHOFF | ml/L | 750 | 750 | 750 |
| | SICAKLIK | °C | 23,1 | 22,7 | 22,7 |
| | PH | | 7,45 | 7,61 | 7,61 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,13 | 0,75 | 0,85 |
| | ORP | mg/L | 36,9 | 189,1 | 165,2 |
| | RENK | Pt-Co | 164 | 115 | 79 |
| | KOİ | mg/L | 125 | 71,7 | 72,7 |
| | TN | mg/L | 5,86 | 11,4 | 11,8 |
| | TP | mg/L | 0,15 | 0,26 | 0,16 |

Çizelge 4.6. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,100 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 100 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-200 ppm | Kozalak-200 ppm |
| | AKM | mg/L | 7298 | 7802 | 7822 |
| | TKM | mg/L | 7123 | 8020 | 8035 |
| | UKM | mg/L | 4886 | 5336 | 5296 |
| | IMHOFF | ml/L | 750 | 750 | 750 |
| | SICAKLIK | °C | 21 | 21,7 | 21,8 |
| | PH | | 7,67 | 7,8 | 7,76 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,44 | 1,08 | 1,48 |
| | ORP | mg/L | 145 | 228,3 | 222,1 |
| | RENK | Pt-Co | 162 | 35 | 34 |
| | KOİ | mg/L | 112 | 54,9 | 58,2 |
| | TN | mg/L | 6,02 | 12 | 13,2 |
| TP | mg/L | 0,16 | 0,82 | 0,70 | |

Çizelge 4.7. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 200 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-100 ppm | Kozalak-100 ppm |
| | AKM | mg/L | 9332 | 9400 | 9454 |
| | TKM | mg/L | 9600 | 9750 | 9769 |
| | UKM | mg/L | 4126 | 4198 | 4104 |
| | IMHOFF | ml/L | 800 | 800 | 800 |
| | SICAKLIK | °C | 21,1 | 23,5 | 23,1 |
| | PH | | 7,67 | 7,72 | 7,71 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,24 | 0,19 | 0,51 |
| | ORP | mg/L | 127,4 | 132,1 | 135,5 |
| | RENK | Pt-Co | 106 | 98 | 89 |
| | KOİ | mg/L | 171 | 78 | 65,7 |
| | TN | mg/L | 5,89 | 6,22 | 5,88 |
| TP | mg/L | 0,58 | 0,60 | 0,48 | |

Çizelge 4.8. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 200 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-100 ppm | Kozalak-100 ppm |
| | AKM | mg/L | 9332 | 9400 | 9454 |
| | TKM | mg/L | 9600 | 9750 | 9769 |
| | UAKM | mg/L | 4146 | 4304 | 4145 |
| | IMHOFF | ml/L | 800 | 800 | 800 |
| | SICAKLIK | °C | 21,1 | 21,1 | 21,1 |
| | PH | | 7,77 | 7,85 | 7,81 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,44 | 0,42 | 0,89 |
| | ORP | mg/L | 145 | 159 | 156 |
| | RENK | Pt-Co | 106 | 35 | 28 |
| | KOİ | mg/L | 152 | 46 | 44 |
| | TN | mg/L | 6,21 | 6,45 | 6,37 |
| TP | mg/L | 0,62 | 0,81 | 0,73 | |

Çizelge 4.9. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 200 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-150 ppm | Kozalak-150 ppm |
| | AKM | mg/L | 9332 | 9252 | 9454 |
| | TKM | mg/L | 9600 | 9665 | 9705 |
| | UKM | mg/L | 4126 | 4300 | 4322 |
| | IMHOFF | ml/L | 800 | 800 | 800 |
| | SICAKLIK | °C | 21,1 | 23,3 | 23 |
| | PH | | 7,67 | 7,75 | 7,73 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,24 | 0,47 | 0,75 |
| | ORP | mg/L | 127,4 | 143 | 134 |
| | RENK | Pt-Co | 106 | 92 | 83 |
| | KOİ | mg/L | 171 | 64,5 | 63,4 |
| | TN | mg/L | 5,89 | 6,01 | 6,45 |
| TP | mg/L | 0,58 | 0,67 | 1,62 | |

Çizelge 4.10. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,150 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 200 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-150 ppm | Kozalak-150 ppm |
| | AKM | mg/L | 9332 | 9252 | 9454 |
| | TKM | mg/L | 9600 | 9665 | 9705 |
| | UKM | mg/L | 4146 | 4329 | 4450 |
| | IMHOFF | ml/L | 800 | 800 | 800 |
| | SICAKLIK | °C | 21,1 | 21 | 21 |
| | PH | | 7,77 | 7,82 | 7,86 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,44 | 0,72 | 0,96 |
| | ORP | mg/L | 145 | 152 | 149 |
| | RENK | Pt-Co | 106 | 33 | 32 |
| | KOİ | mg/L | 152 | 45 | 43 |
| | TN | mg/L | 6,21 | 6,47 | 6,35 |
| TP | mg/L | 0,62 | 0,90 | 1,85 | |

Çizelge 4.11. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 200 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-200 ppm | Kozalak-200 ppm |
| | AKM | mg/L | 9332 | 9360 | 9556 |
| | TKM | mg/L | 9600 | 9620 | 9680 |
| | UKM | mg/L | 4126 | 4632 | 4656 |
| | IMHOFF | ml/L | 800 | 800 | 800 |
| | SICAKLIK | °C | 23,1 | 23,2 | 23 |
| | PH | | 7,67 | 7,77 | 7,75 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,24 | 0,64 | 0,6 |
| | ORP | mg/L | 127,4 | 143 | 134 |
| | RENK | Pt-Co | 106 | 66 | 53 |
| | KOİ | mg/L | 171 | 62,5 | 43 |
| | TN | mg/L | 5,89 | 6,19 | 6,93 |
| TP | mg/L | 0,58 | 0,73 | 1,83 | |

Çizelge 4.12. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,200 ppm,200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak ve Kabuğunu İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | 200 mesh Partikül Boyutunda Çalışma | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------|---------------|-----------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | Kabuk-200 ppm | Kozalak-200 ppm |
| | AKM | mg/L | 9332 | 9360 | 9556 |
| | TKM | mg/L | 9600 | 9620 | 9680 |
| | UKM | mg/L | 4146 | 4702 | 4712 |
| | IMHOFF | ml/L | 800 | 800 | 800 |
| | SICAKLIK | °C | 21 | 21 | 21 |
| | PH | | 7,77 | 7,81 | 7,79 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,44 | 0,9 | 1,02 |
| | ORP | mg/L | 145 | 163 | 172 |
| | RENK | Pt-Co | 98 | 25 | 28 |
| | KOİ | mg/L | 122 | 45 | 43 |
| | TN | mg/L | 6,21 | 6,47 | 6,95 |
| TP | mg/L | 0,624 | 0,996 | 1,93 | |

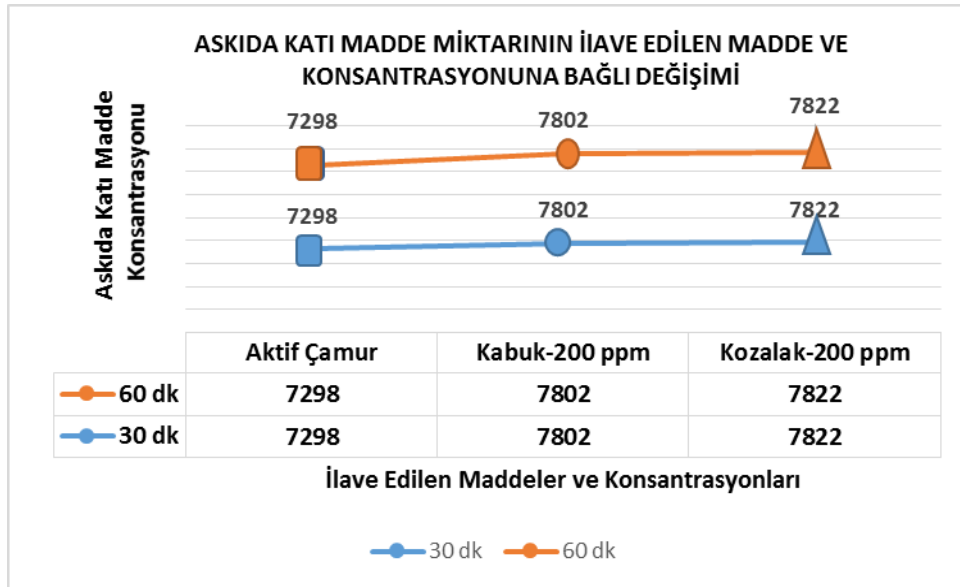
Çizelge 4.13. Aktif çamura 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm, 150 ppm ve 200 ppm Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| 30 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | Elektrofiltre Külü Çalışması | | | | | |
|--|------------------------------|-------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | 100 ppm konsantrasyonunda Kül | 150 ppm konsantrasyonunda Kül | 200 ppm konsantrasyonunda Kül |
| | AKM | mg/L | 6316 | 6320 | 6444 | 6956 |
| | TKM | mg/L | 6250 | 6280 | 6310 | 6590 |
| | UAKM | mg/L | 4088 | 4082 | 4070 | 4046 |
| | IMHOFF | ml/L | 700 | 700 | 700 | 700 |
| | SICAKLIK | °C | 22,3 | 22,3 | 22,2 | 22,1 |
| | PH | | 7,56 | 7,37 | 7,5 | 7,44 |
| | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN | mg/L | 0,21 | 0,36 | 0,28 | 0,18 |
| | ORP | mg/L | 1,3 | 2,4 | 5,6 | 11,3 |
| | RENK | Pt-Co | 76 | 52 | 37 | 22 |
| | KOİ | mg/L | 37,5 | 49,1 | 52,1 | 54,7 |
| | TN | mg/L | 9,6 | 8,2 | 7,6 | 7,1 |
| TP | mg/L | 0,61 | 0,45 | 0,50 | 0,41 | |

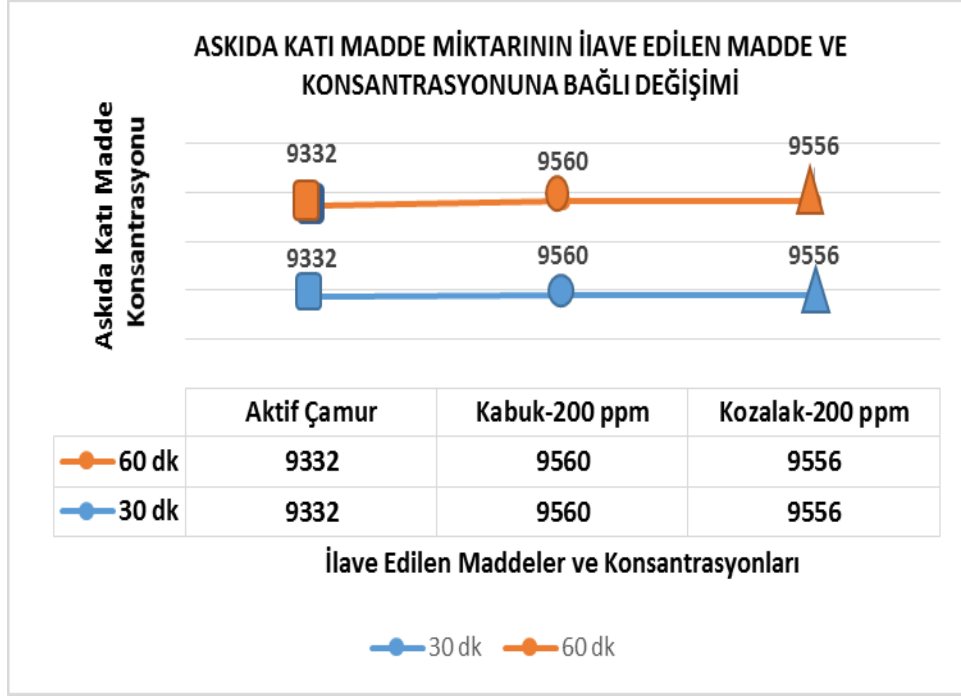
Çizelge 4.14. Aktif çamura 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında,100 ppm, 150 ppm ve 200 ppm Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Kirlilik Parametrelerindeki Değişim

| Elektrofiltre Külü Çalışması | | | | | | |
|--|-----------------|-------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 60 dk boyunca 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde | PARAMETRELER | BİRİM | Aktif Çamur | 100 ppm konsantrasyonunda Kül | 150 ppm konsantrasyonunda Kül | 200 ppm konsantrasyonunda Kül |
| | AKM | mg/L | 6316 | 6320 | 6444 | 6956 |
| | TKM | mg/L | 6250 | 6280 | 6310 | 6590 |
| | UAKM | mg/L | 4088 | 4082 | 4070 | 4046 |
| | IMHOFF | ml/L | 700 | 700 | 700 | 700 |
| | SICAKLIK | °C | 21,4 | 21,3 | 21,4 | 21,4 |
| | PH | | 7,37 | 7,29 | 7,38 | 7,39 |
| | ÇÖZÜNÜŞ OKSİJEN | mg/L | 2,41 | 1,71 | 1,11 | 1,03 |
| | ORP | mg/L | 25,8 | 10,6 | 16,8 | 21,8 |
| | RENK | Pt-Co | 48 | 15 | 14 | 12 |
| | KOİ | mg/L | 24 | 35,3 | 41,8 | 49,5 |
| | TN | mg/L | 10,2 | 7,8 | 7,2 | 6,8 |
| TP | mg/L | 0,72 | 0,41 | 0,39 | 0,38 | |

4.1. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Askıda Katı Madde Miktarına Etkisi



Şekil 4.1. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Askıda Katı Madde Miktarının Değişimi

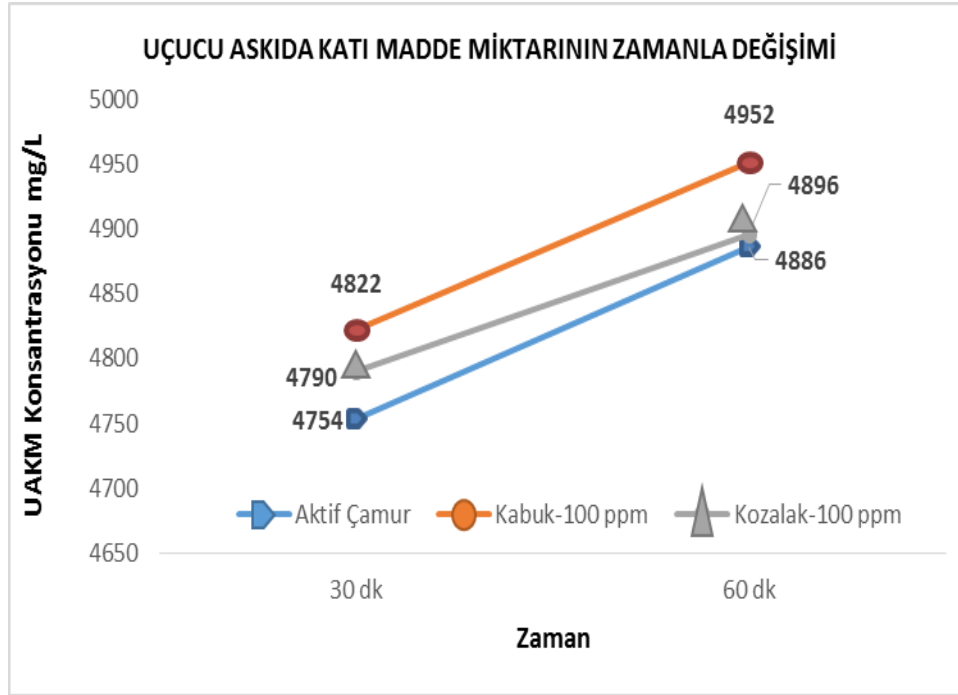


Şekil 4.2. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Askıda Katı Madde Miktarının Değişimi

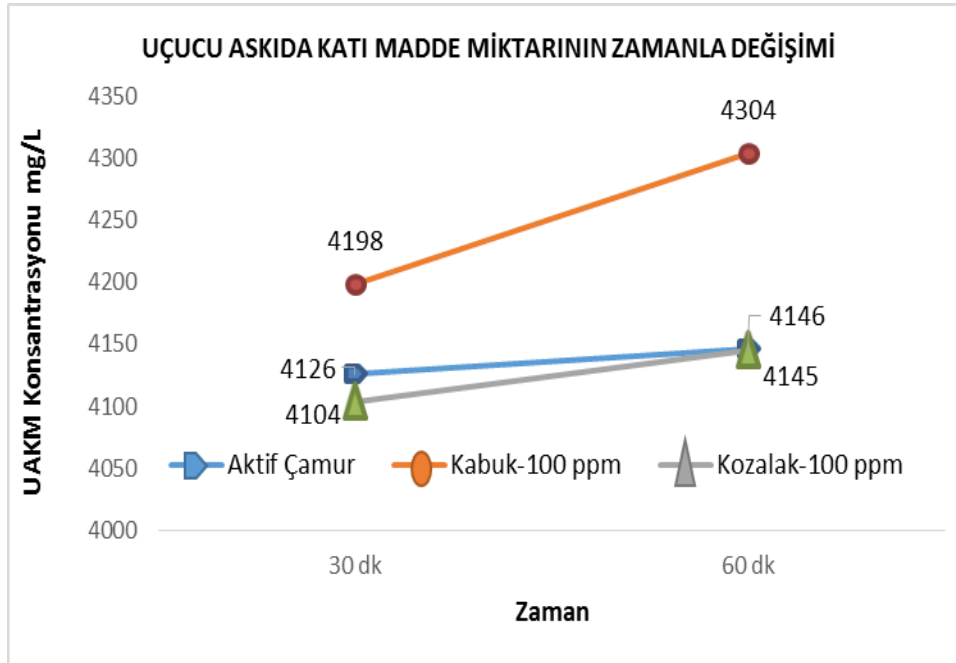
Aktif çamur örneğine eklediğimiz 200 ppm konsantrasyonunda 100 mesh ve 200 mesh Karaçam kozalak ve kabuğu ilavesi, aktif çamur numunesi askıda katı madde miktarında zamanla değiştirmemiş olup, 7298 mg/L AKM içeren Aktif çamur örneğinde; 200 ppm 100 mesh Kabuk Tozu 7298 mg/L ‘den 7802 mg/L’ye %7 artış göstermiştir. 200 ppm 100 mesh Kozalak Tozu 7298 mg/L’den 7822 mg/L’ye %7,1 artış göstermiştir. 9332 mg/L AKM içeren Aktif çamur örneğinde; 200 ppm 200 mesh Kabuk Tozu 9332 mg/L ‘den 9360 mg/L’ye %0,3 artış göstermiştir. 200 ppm 200 mesh Kozalak Tozu 9332 mg/L’den 9556 mg/L’ye %2,4 artış göstermiştir.

Kullanılan konsantrasyonlarda tesis AKM yükünde belirgin artışa sebebiyet vermediğinden kullanımında problem oluşturmayacağı düşünülmektedir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği uyarınca askıda katı madde miktarı belirli sınırlarda tutulmalıdır. Askıda katı madde miktarındaki artış su kalitesini ve içinde yaşayan canlı organizmaların yaşam kalitesini olumsuz etkiler.

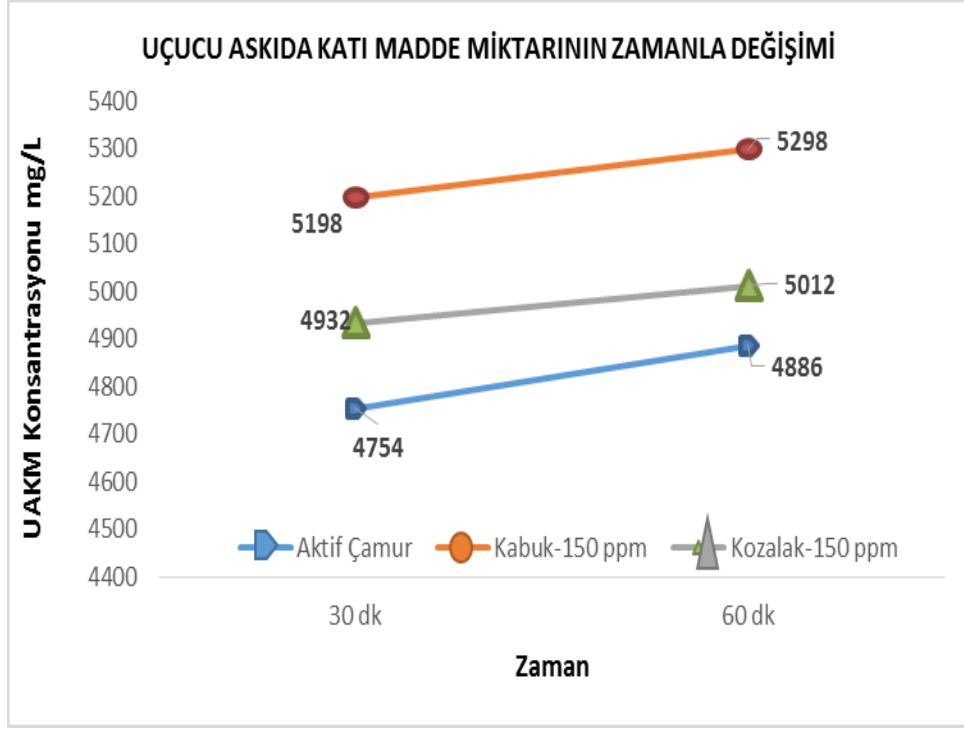
4.2. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Uçucu Askıda Katı Madde Miktarına Etkisi



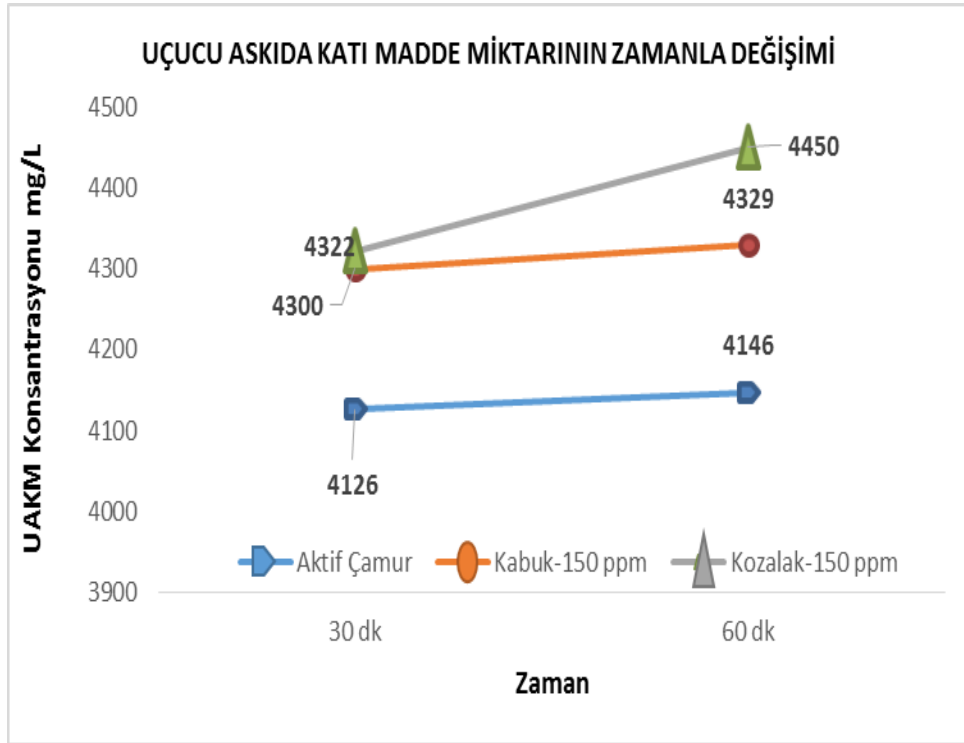
Şekil 4.3. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi



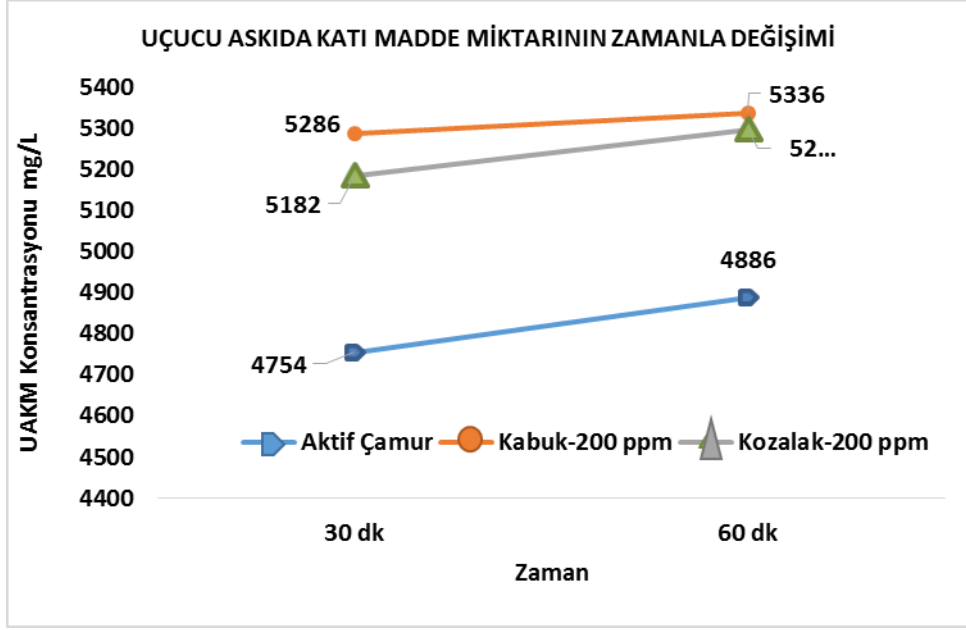
Şekil 4.4. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi



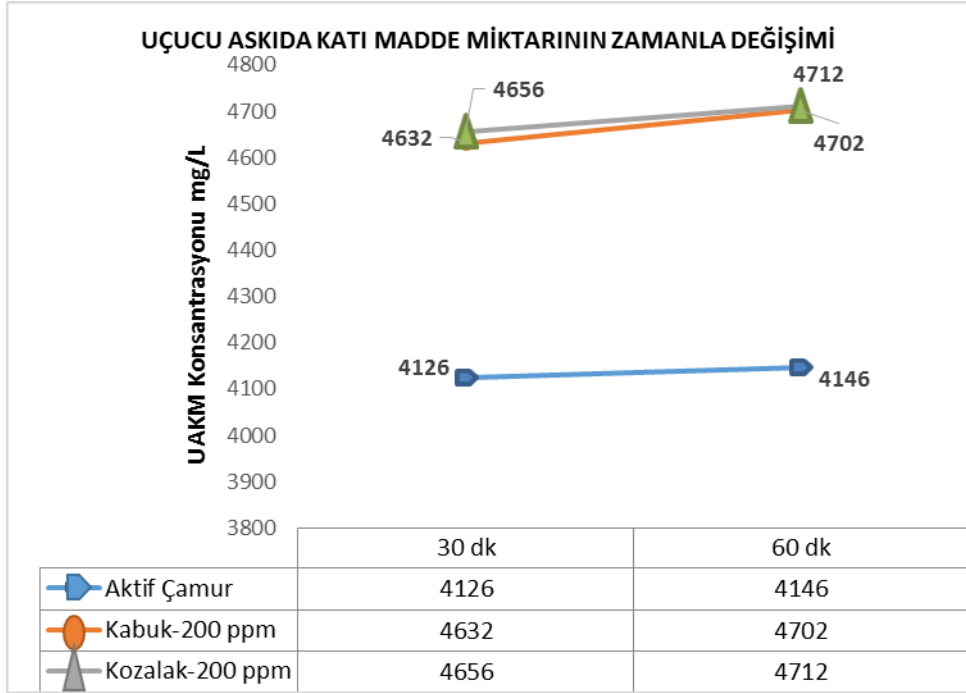
Şekil 4.5. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi



Şekil 4.6. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi



Şekil 4.7. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

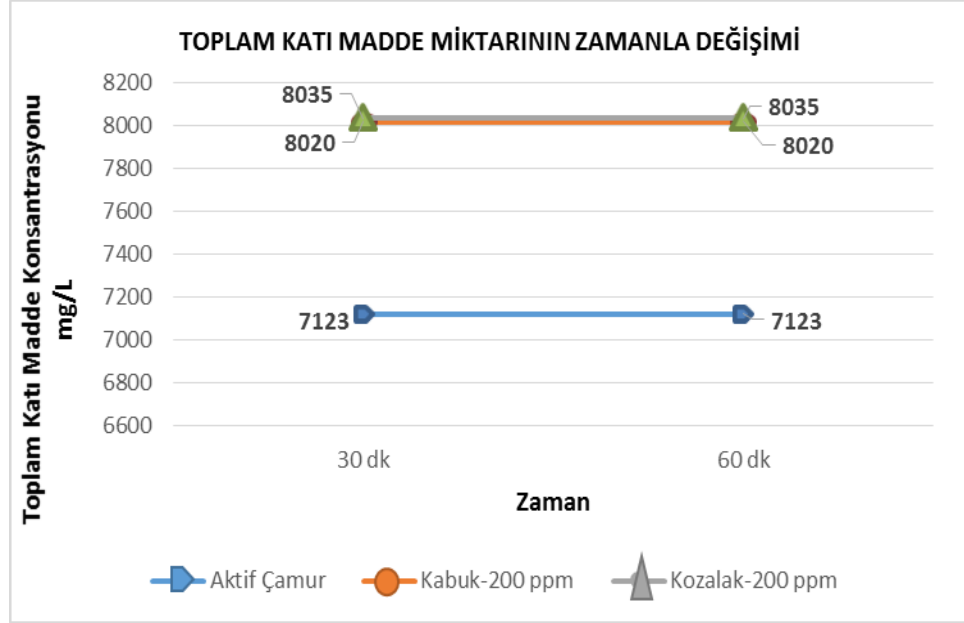


Şekil 4.8. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Uçucu Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

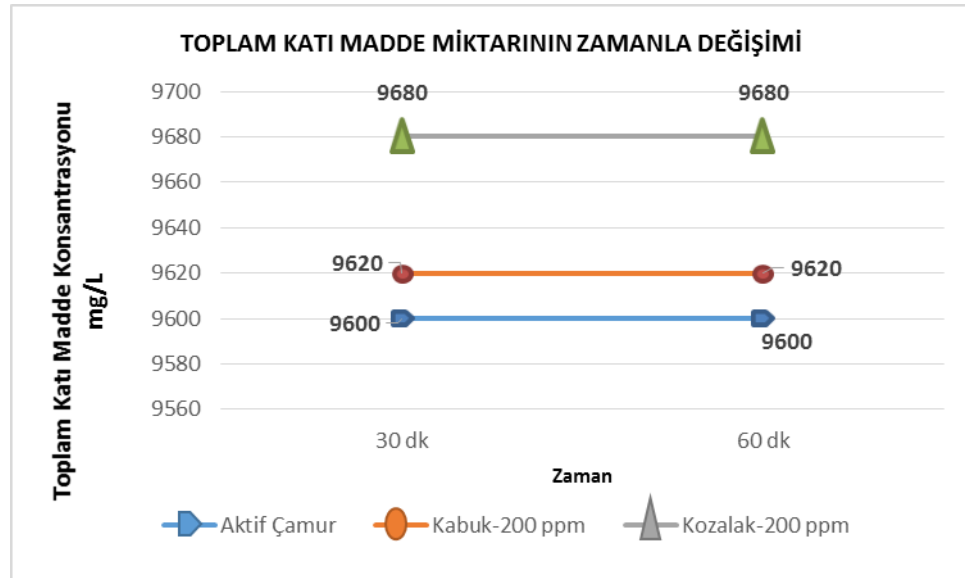
Uçucu Askıda Katı Madde içeriğinde Karaçam Tozu en yüksek çalışma dozu 200 ppm konsantrasyonunda, 100 mesh kabuk ve kozalak tozu %9-11 arasında artışa sebebiyet vermiştir. 200 mesh kabuk ve kozalak tozu eklendiğinde ise %12-13 uçucu askıda katı madde

artışı gözlenmiştir. Uçucu katı madde miktarındaki artış atıksu içindeki organik kısmın veya uçucu bileşiklerin arttığına işaret eder.

4.3. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Toplam Katı Madde Miktarına Etkisi



Şekil 4.9. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

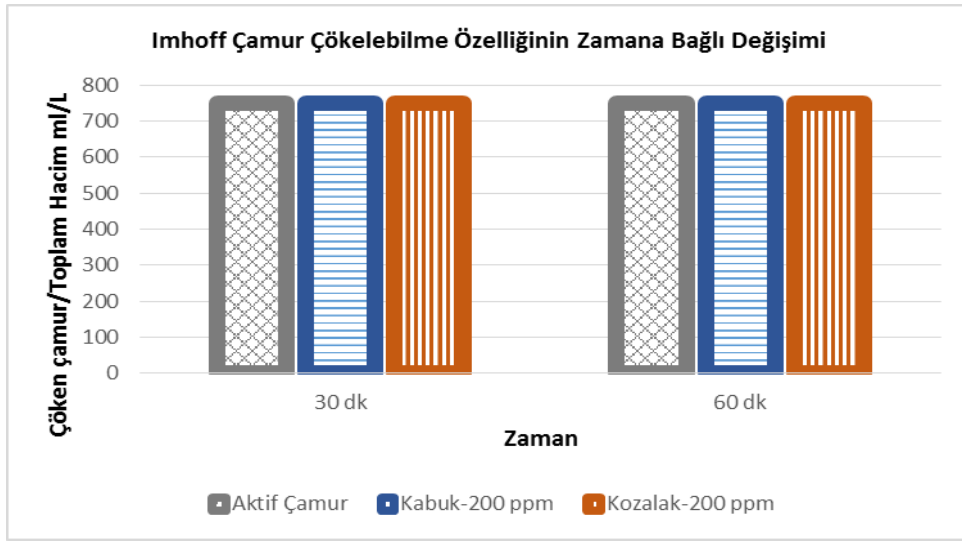


Şekil 4.10. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

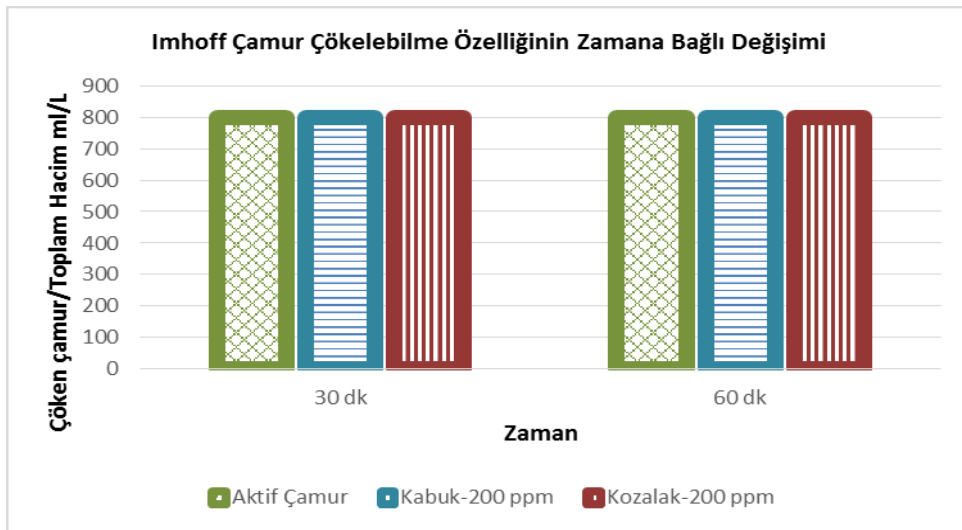
Toplam Katı madde miktarında zamanla değişim olmamıştır. Kabuk ve kozalak tozu ilavesinden dolayı Toplam katı madde miktarında askıda katı madde miktarına paralel olarak artış mevcuttur.

Bu artış en fazla 200 ppm konsantrasyonunda gözlenmiş olup, maksimum %0,8 civarında etki etmiştir.

4.4. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Çökelebilm Özeğliği (Imhoff Testi) Üzerine Etkisi



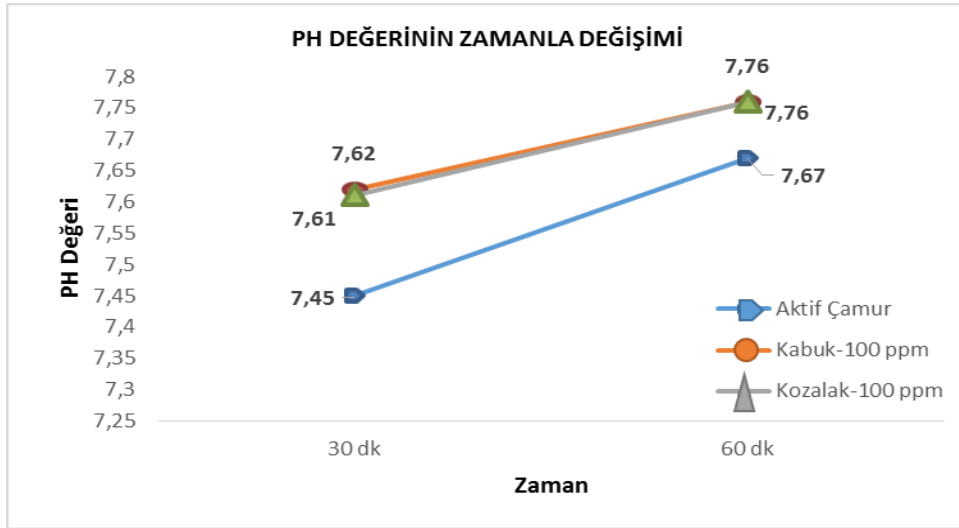
şekil 4.11. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çökelebilm Özeğliği (Imhoff Testi) Üzerine Etkisi



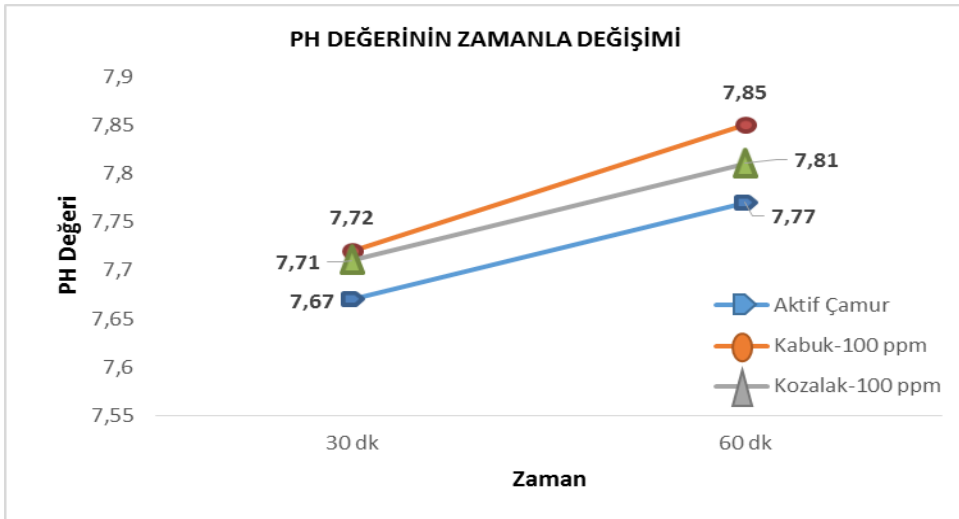
şekil 4.12. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çökelebilm Özeğliği (Imhoff Testi) Üzerine Etkisi

Yapılan çalışmada hazırlanan örneklerin çamur çökebilme yeteneğini değiştirmediği gözlemlenmiştir. 100 mesh ve 200 mesh Karaçam Kozalakı ve Kabuğu 100 ppm,150 ppm ve 200 ppm konsantrasyonlarında denenmiş olup, değişim gözlenmemiştir. Çamur çökeltme özelliğine etki etmemesi çamur floklarına etki etmediğinin göstergesidir.

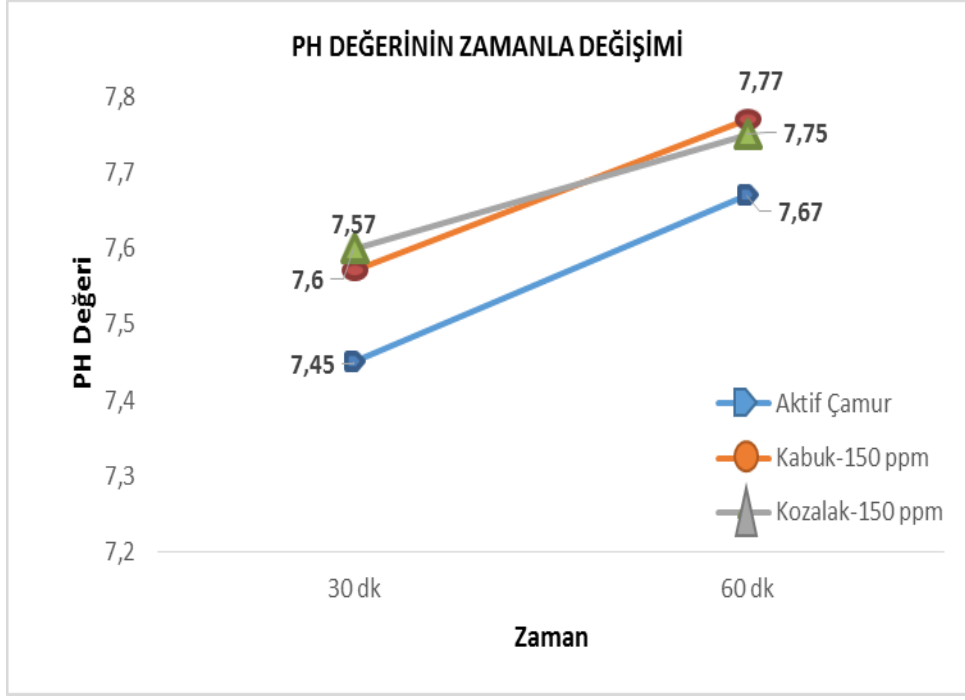
4.5. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun PH Üzerine Etkisi



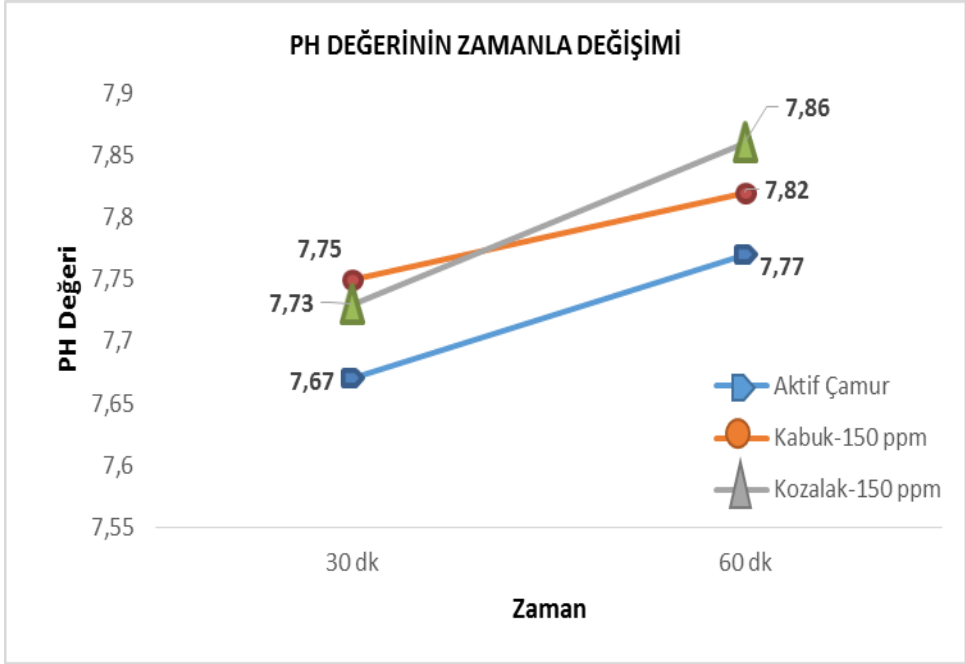
şekil 4.13. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi



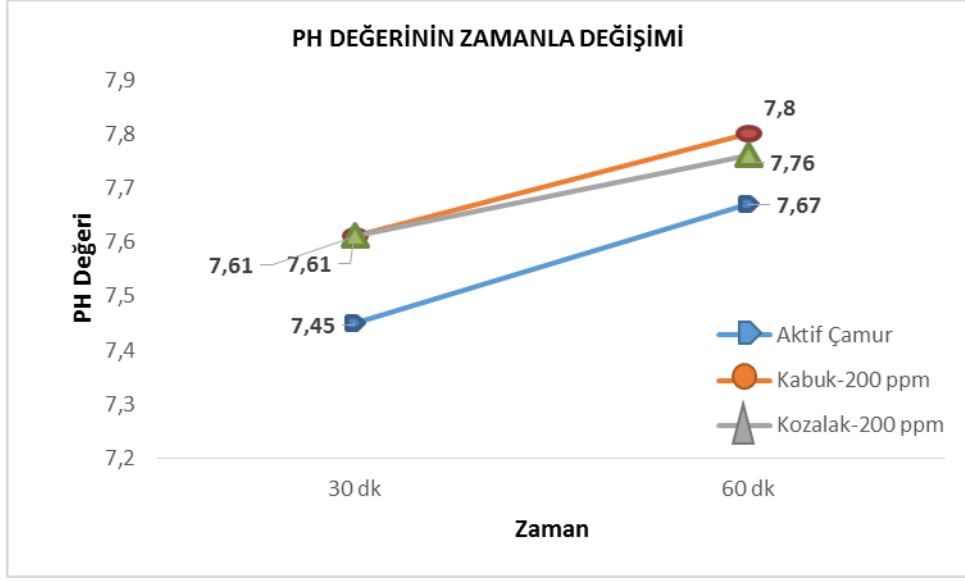
şekil 4.14. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi



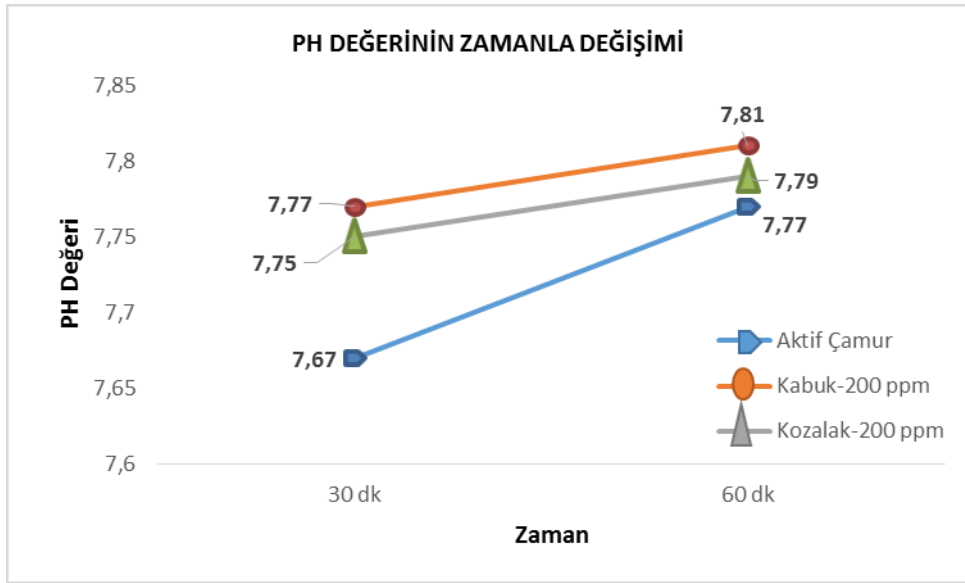
Şekil 4.15. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi



Şekil 4.16. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi



Şekil 4.17. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi

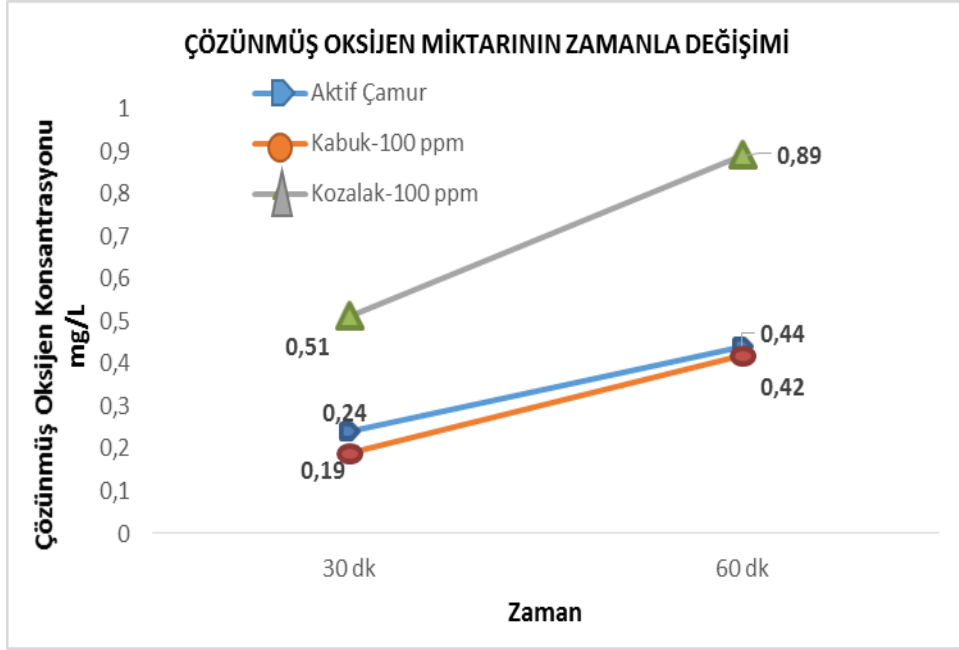


Şekil 4.18. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi

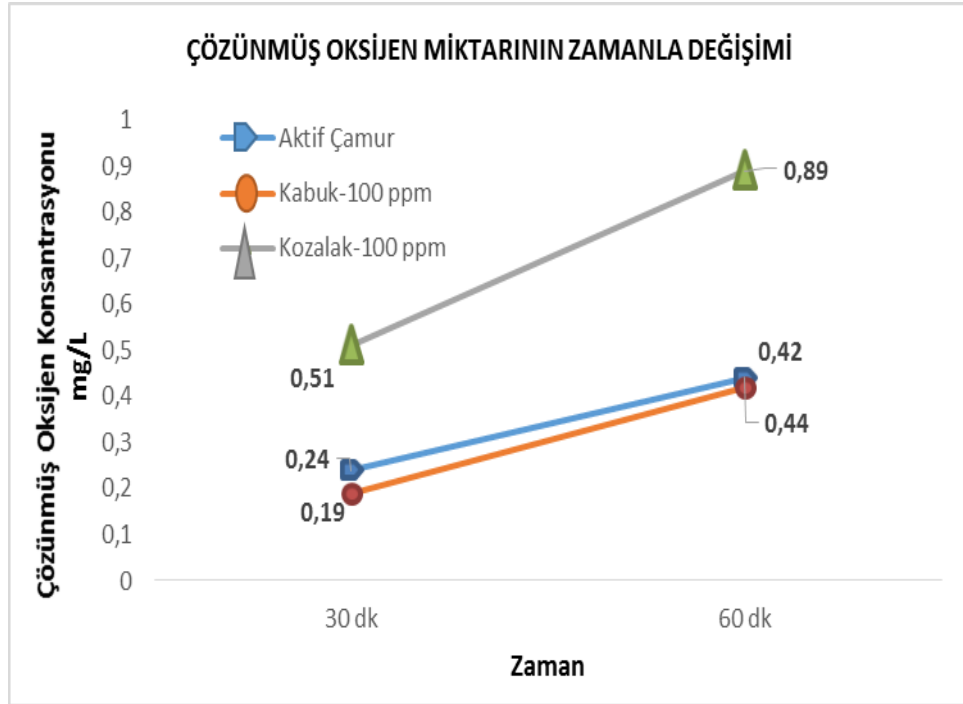
Ph en fazla 7,86 düzeyine çıkmış olup, genel anlamda kabuk ve kozalak eklenmesi aktif çamur numunesinde Ph değerinde artış oluşturmuştur. Ancak bu artış mikrobiyal faaliyetleri sınırlayıcı düzeyde değildir.

Aktif Çamur numunesinde ve kabuk ve kozalak tozu eklenmiş numunelerde yapılan karıştırma işlemi neticesinde ph yükselmiş olup, oksijenlenmenin etkisi ile bakteriyolojik faaliyetlerden kaynaklı kimyasal reaksiyonların (nitrifikasyon-denitrifikasyon) geliştiği düşünülmektedir.

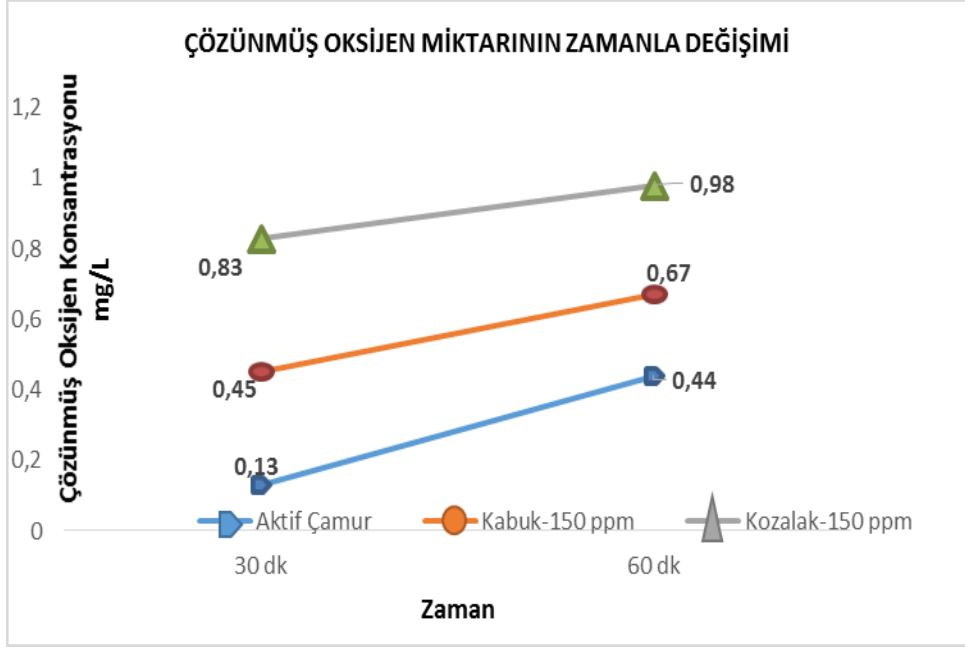
4.6. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Çözünmüş Oksijen Miktarı Üzerine Etkisi



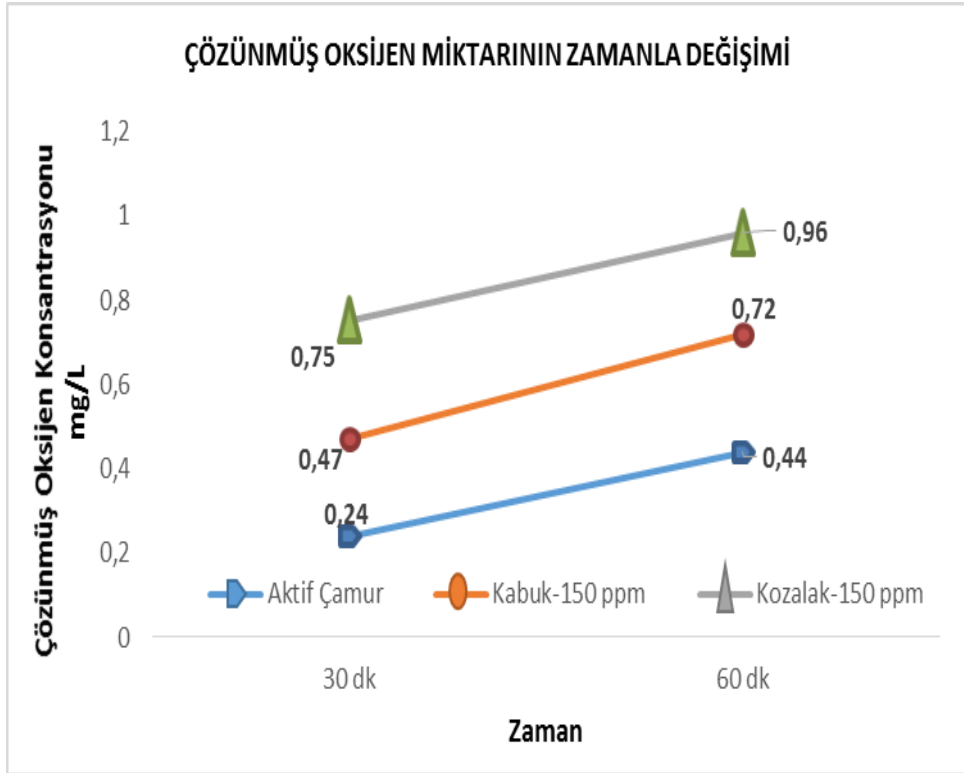
Şekil 4.19. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi



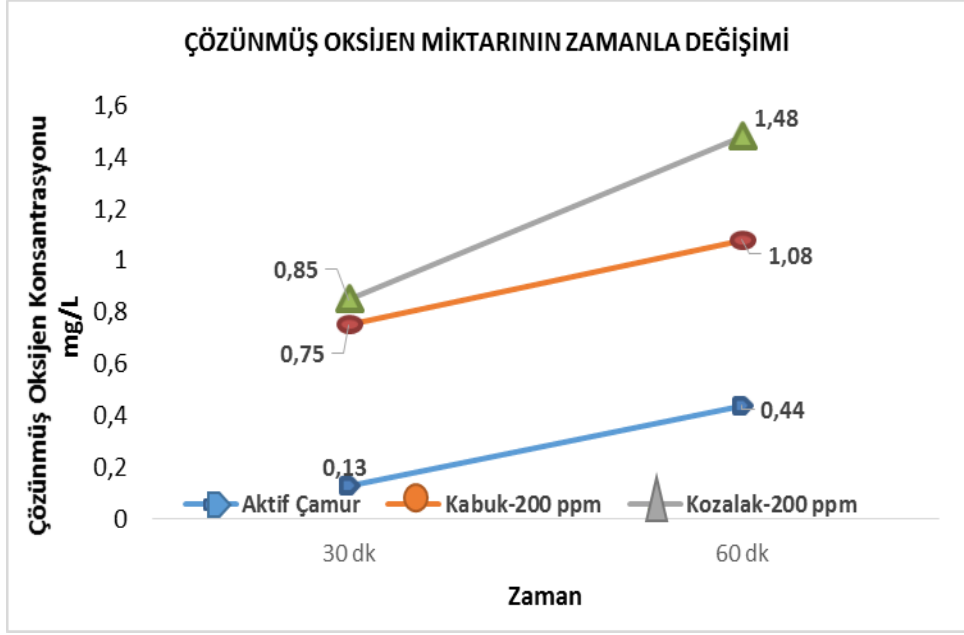
Şekil 4.20. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi



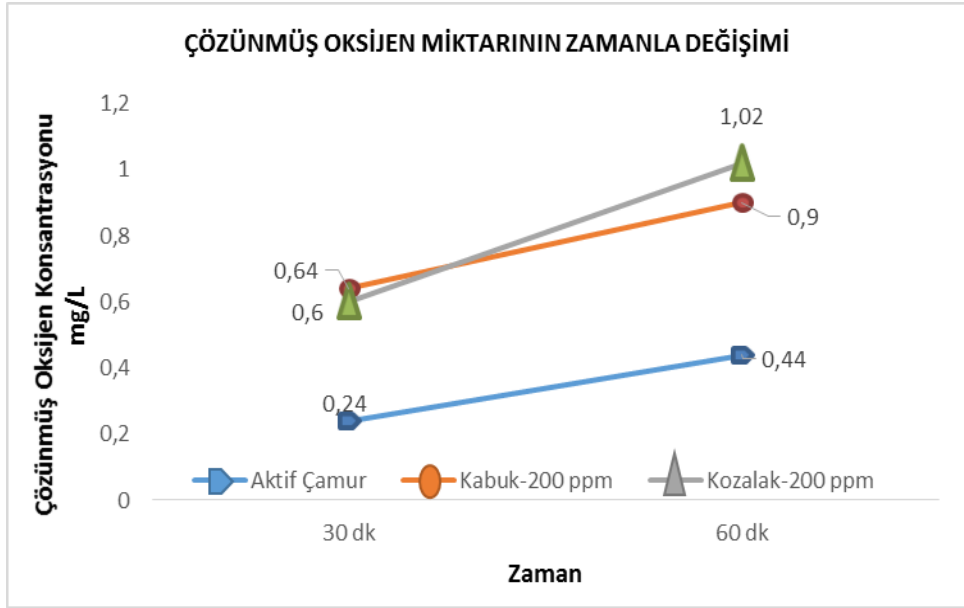
Şekil 4.21. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi



Şekil 4.22. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi



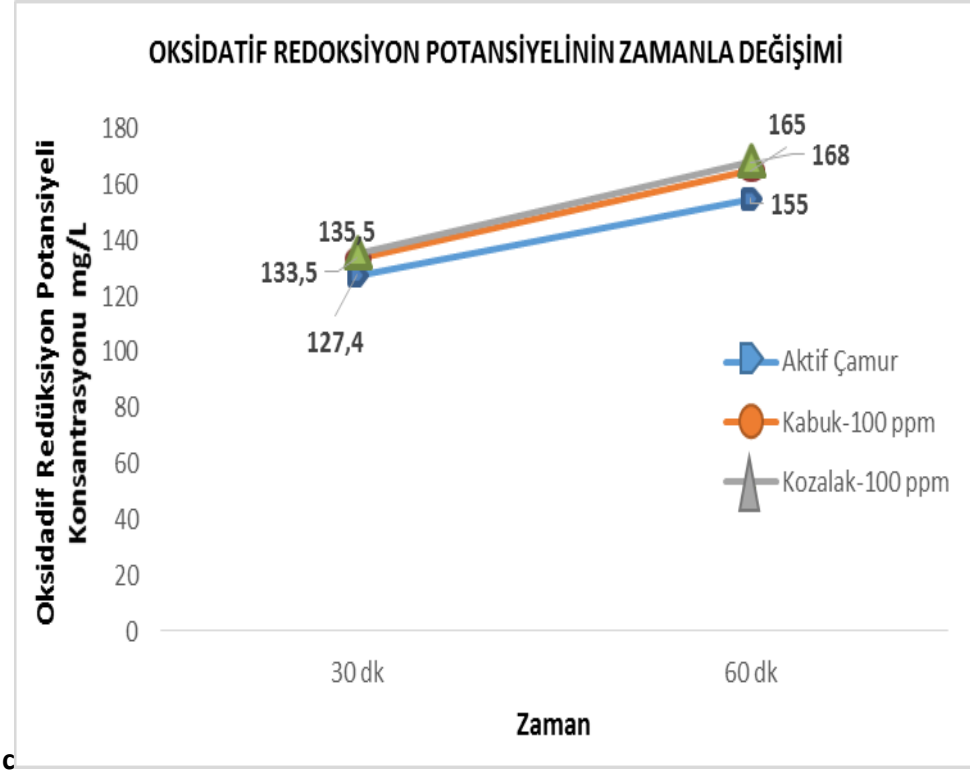
Şekil 4.23. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi



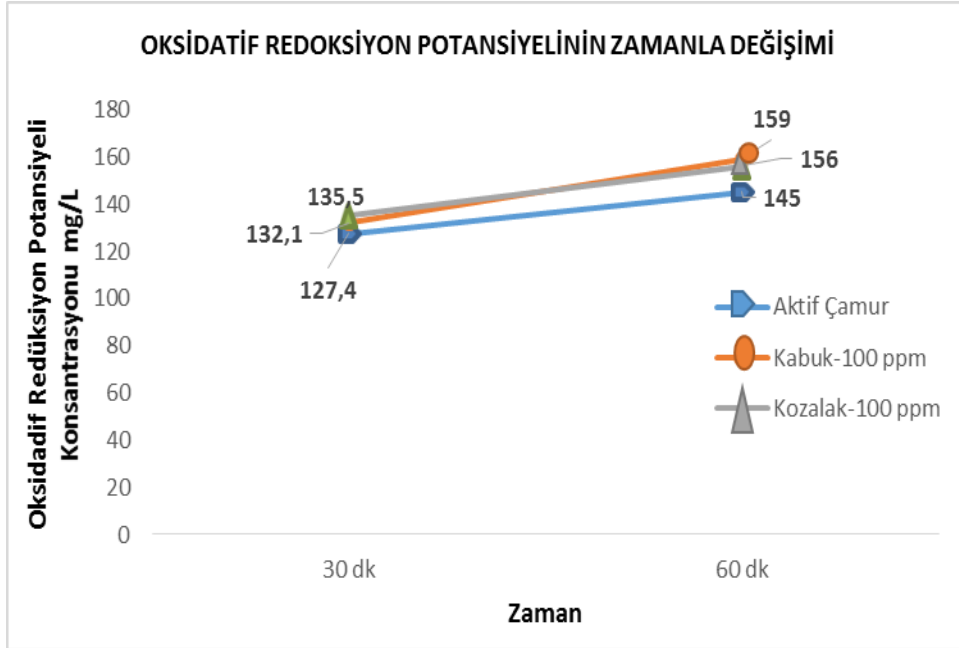
Şekil 4.24. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi

Aktif Çamur numunesine kozalak ve kabuk tozu eklenmesi çözünmüş oksijen miktarını arttırmıştır. Aktif Çamur numunesinde ve kabuk ve kozalak tozu eklenmiş numunelerde yapılan karıştırma işlemi neticesinde çözünmüş oksijen miktarı yükselmiş olup, oksijenlenmenin etkisi ile bakteriyolojik faaliyetlerden kaynaklı kimyasal reaksiyonların (nitrifikasyon-denitrifikasyon) geliştiği düşünülmektedir.

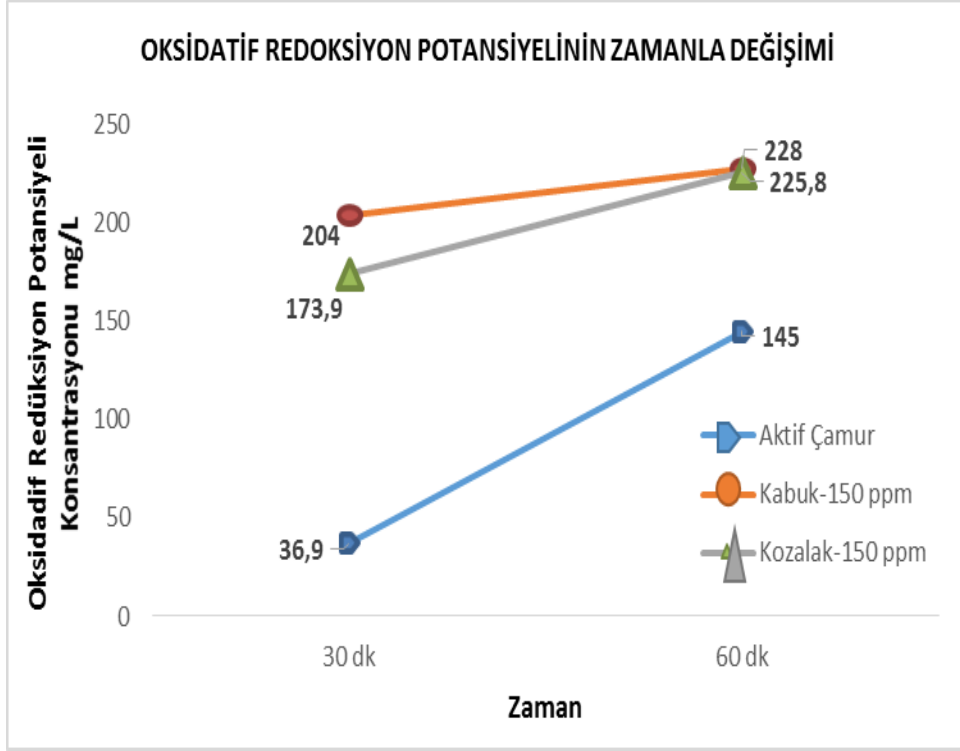
4.7. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Oksidatif Redüksiyon Potansiyeli Üzerine Etkisi



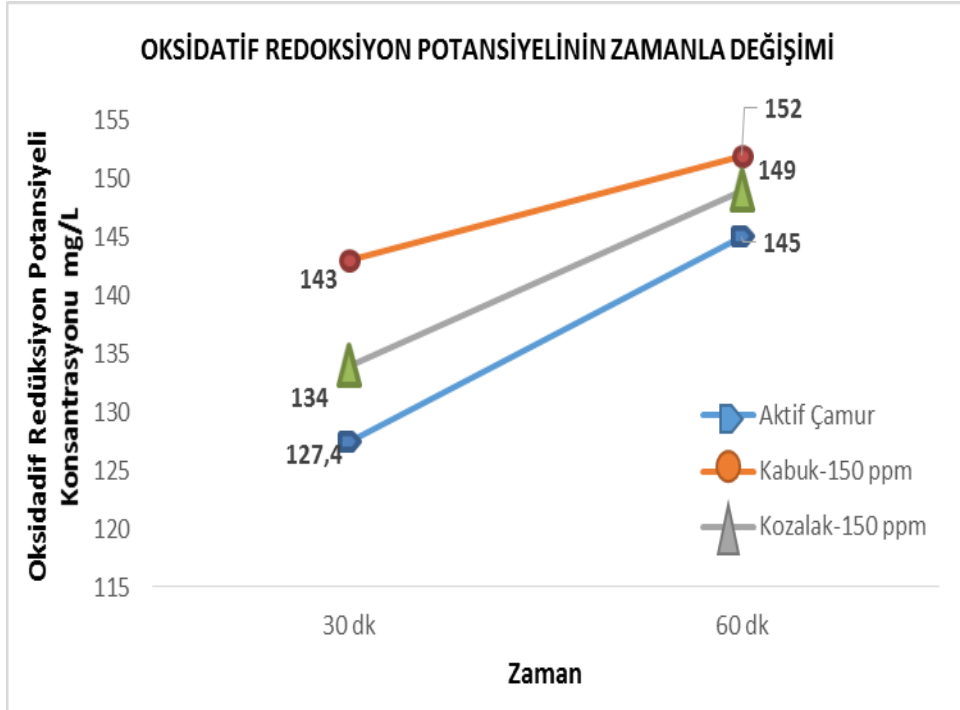
Şekil 4.25. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi



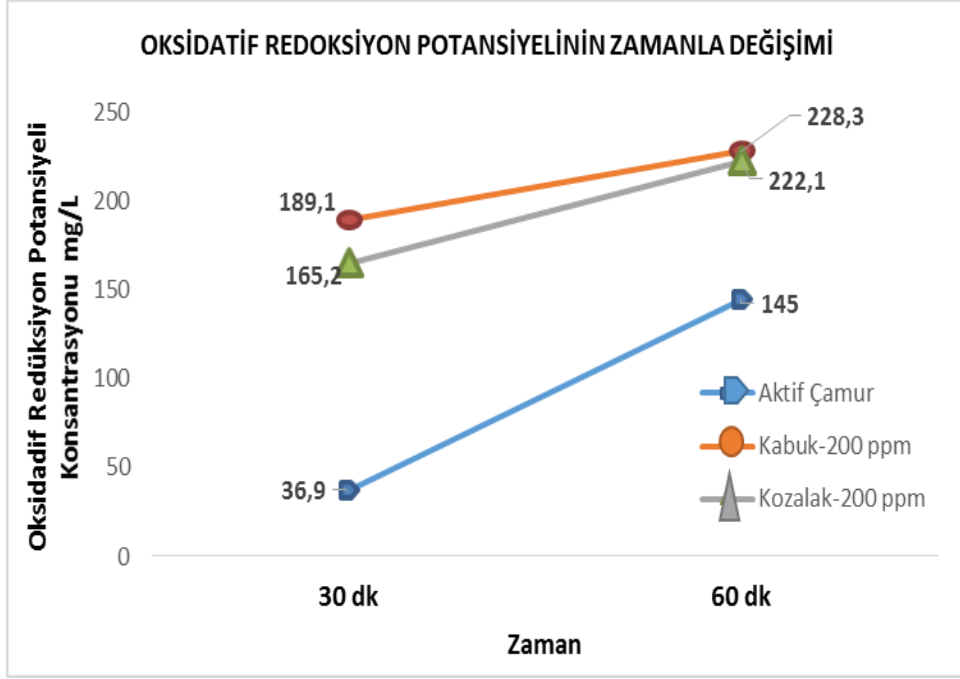
Şekil 4.26. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi



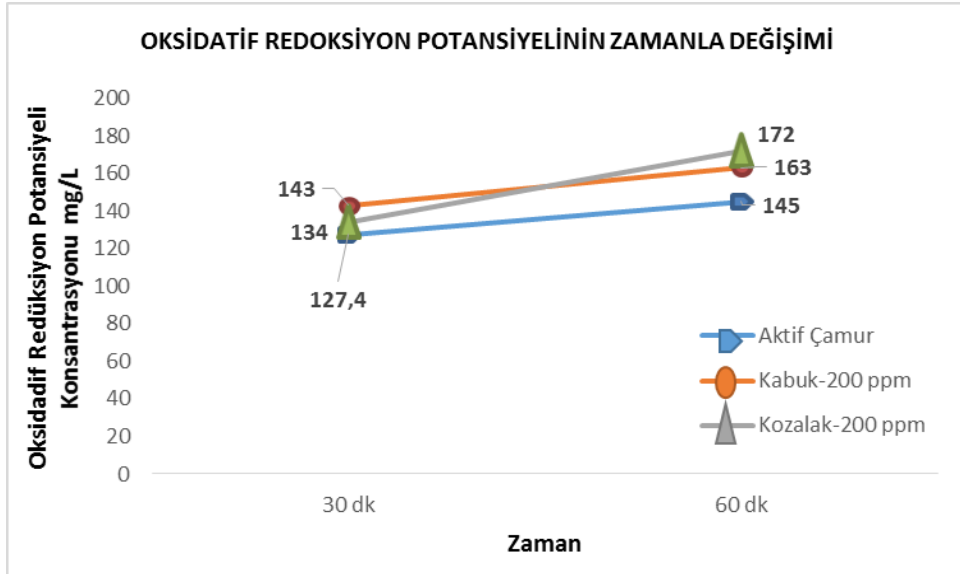
Şekil 4.27. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Değişimi



Şekil 4.28. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Değişimi



Şekil 4.29. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi

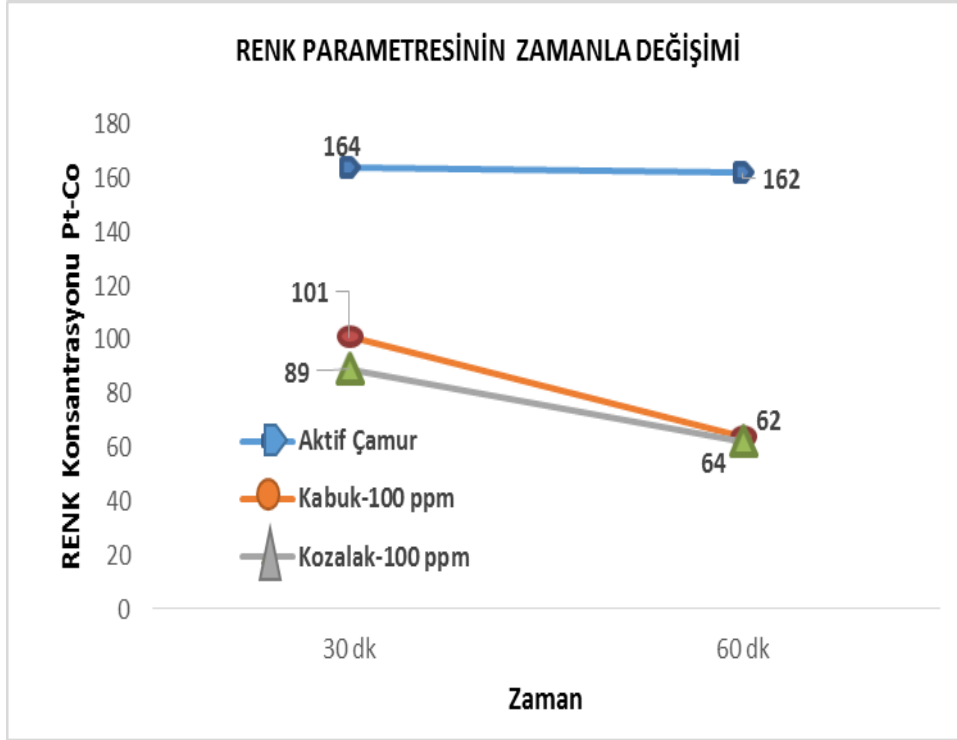


Şekil 4.30. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Oksidatif Redüksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi

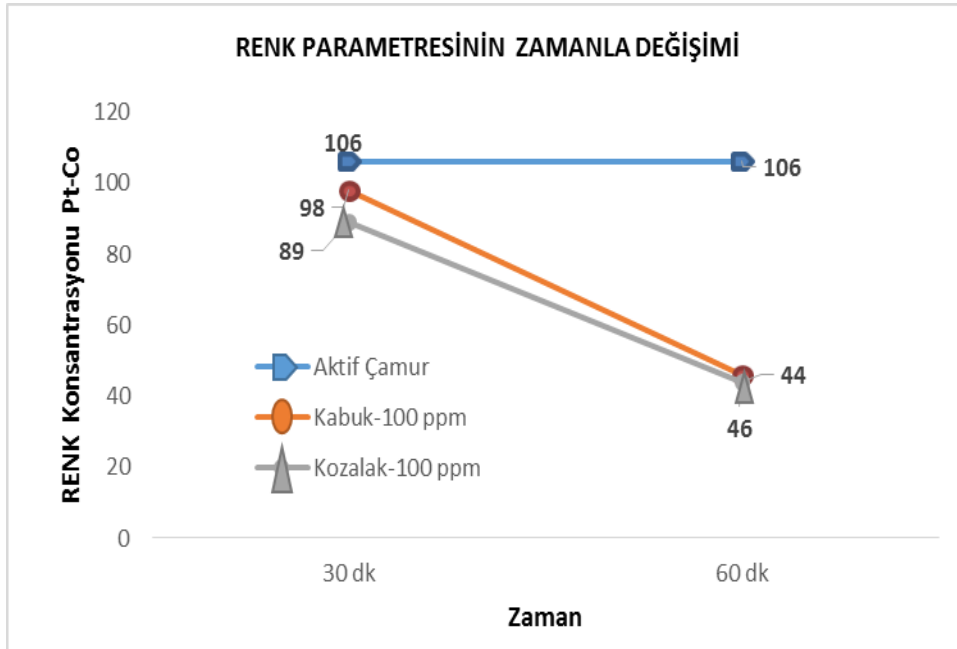
ORP 100 mesh 150 ppm kabuk tozu eklenen numune 228 mg/L düzeyine yükselmiştir.

Aktif Çamur numunesinde karıştırmadan kaynaklı oksijenin yükselmesi ile oksidatif redüksiyon potansiyelinin yükselmesi gözlenmiştir. Tıpkı havalandırma havuzlarında verilen havanın ORP değerini yükseltmesi gibi. Havalandırma havuzunda olduğu gibi aktif çamur prosesinin ilerlemesi ile bir miktar artımın gerçekleştiği düşünülmektedir.

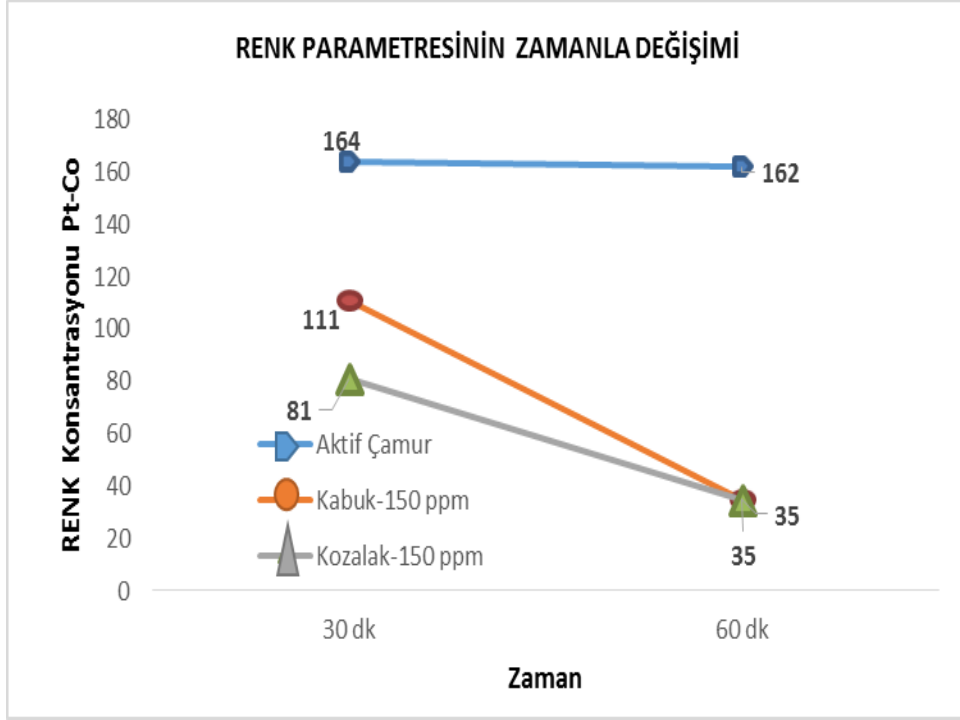
4.8. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Renk Konsantrasyonu Üzerine Etkisi



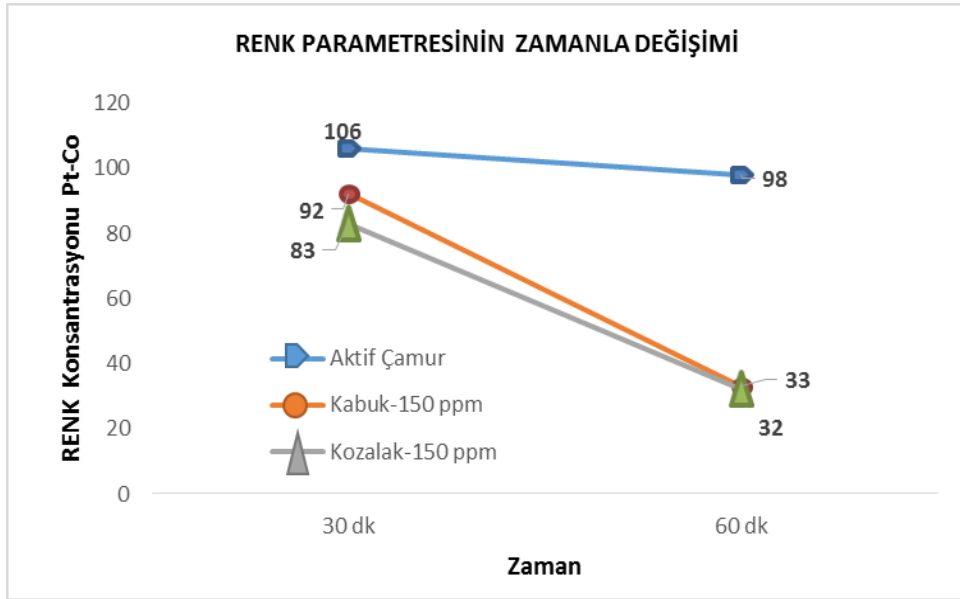
Şekil 4.31. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi



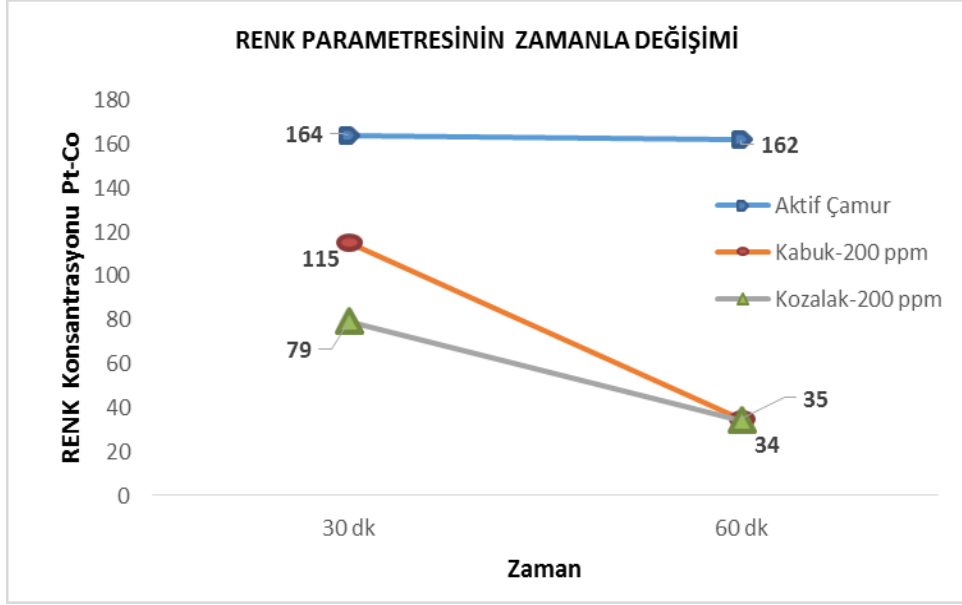
Şekil 4.32. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi



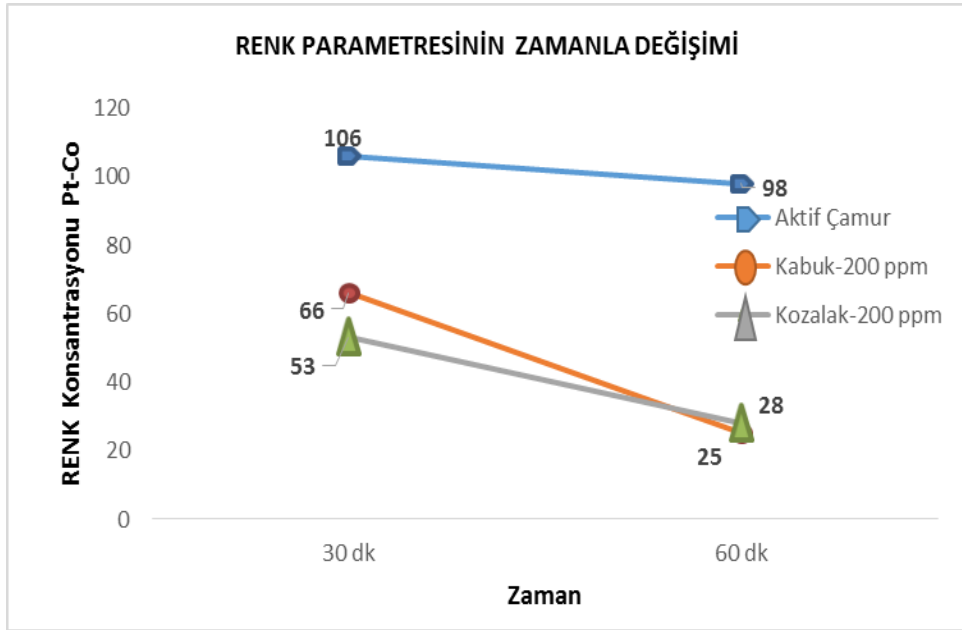
Şekil 4.33. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi



Şekil 4.34. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi



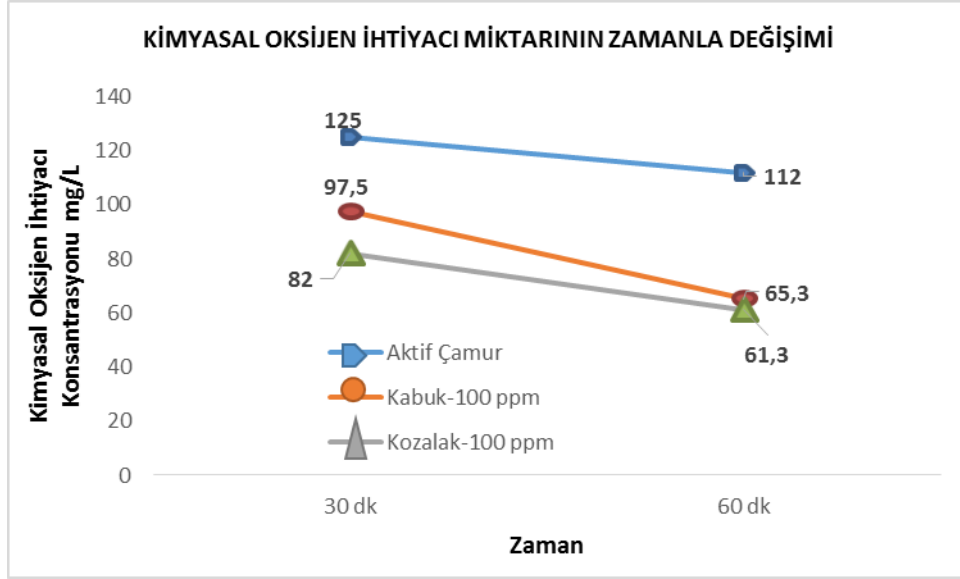
Şekil 4.35. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi



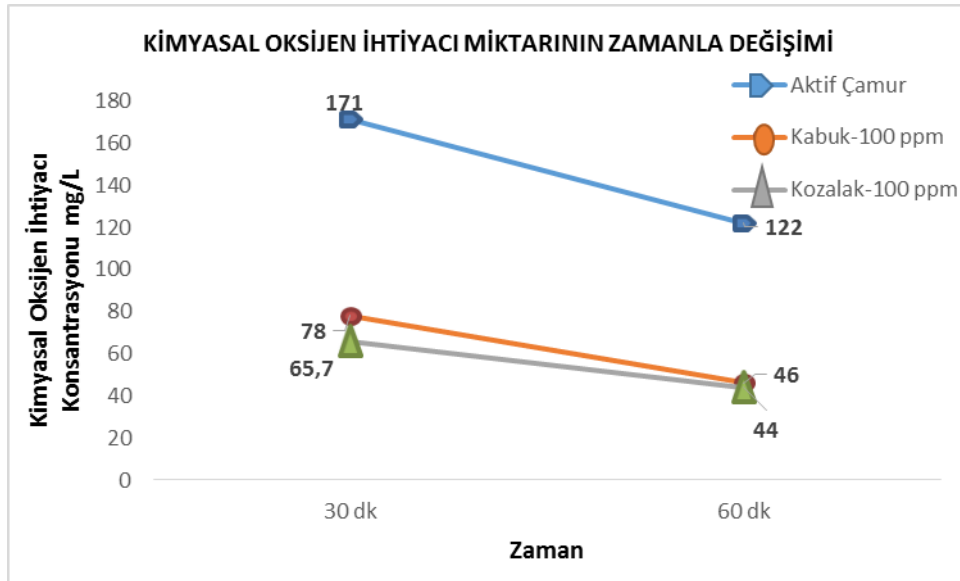
Şekil 4.36. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonun Zamanla Değişimi

Aktif çamurda ilave katkı olamadan yapılan karıştırma işlemi sonucu %7,54 azalma gözlemlenirken, Kozalak ve Kabuk ilavesi ile renk giderimi 164 Pt-Co miktarından 25 Pt-Co miktarına kadar düşürdüğü %74,48 renk giderimi potansiyeli olduğunu göstermiştir.

4.8. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun KOİ Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

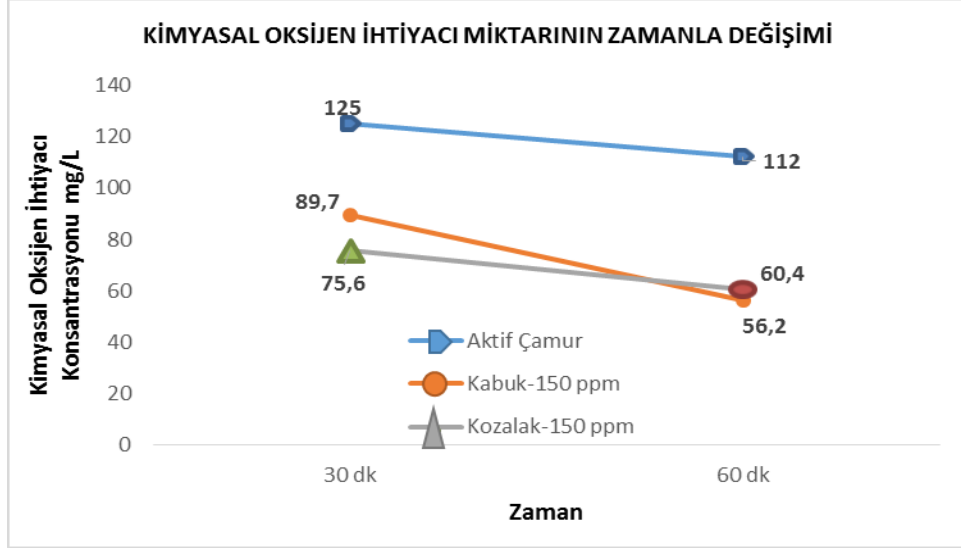


Şekil 4.37. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi



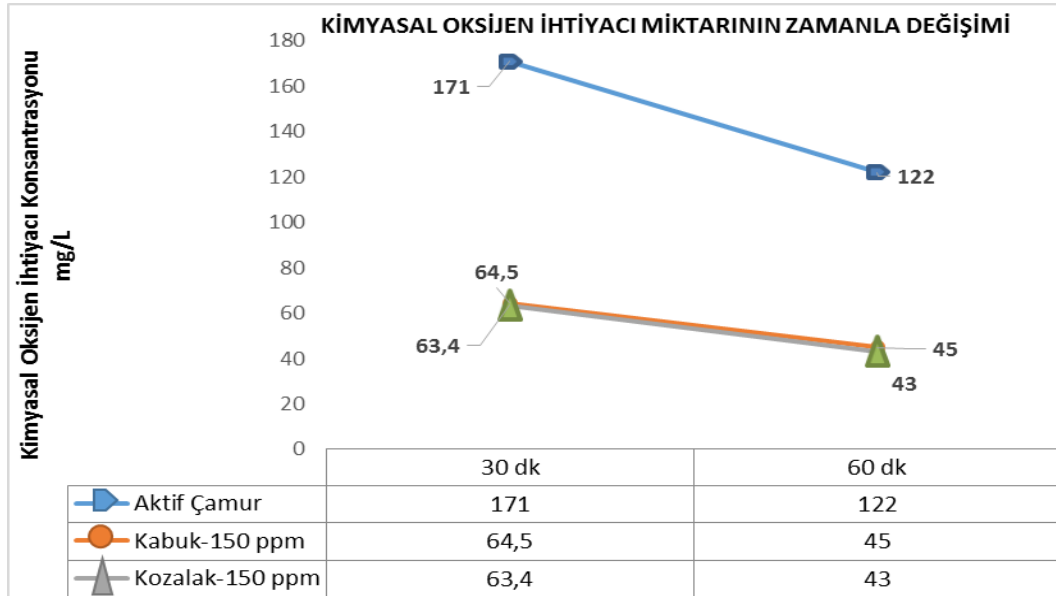
Şekil 4.38. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi

KOİ gideriminde kabuk tozu Şekil 4.38 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %54; 60 dk muamele edildiğinde %62 giderim sağlamıştır. Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %61,5; 60 dk sonunda ise %64 KOİ giderimi gerçekleştirmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede KOİ giderimi %28,6 olmuştur.



Şekil 4.39. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi

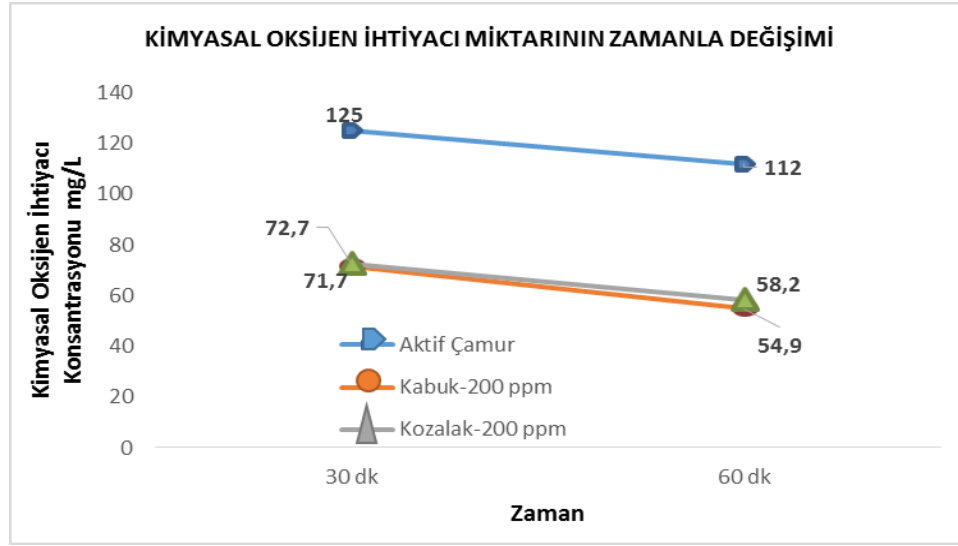
Şekil 4.39 'da gösterildiği gibi KOİ gideriminde kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %28,2 dk muamele edildiğinde %49,8 giderim sağlamıştır. Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %39,5 60 dk sonunda ise %46 KOİ giderimi gerçekleştirmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numune KOİ giderimi %10,4 olmuştur.



Şekil 4.40. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi

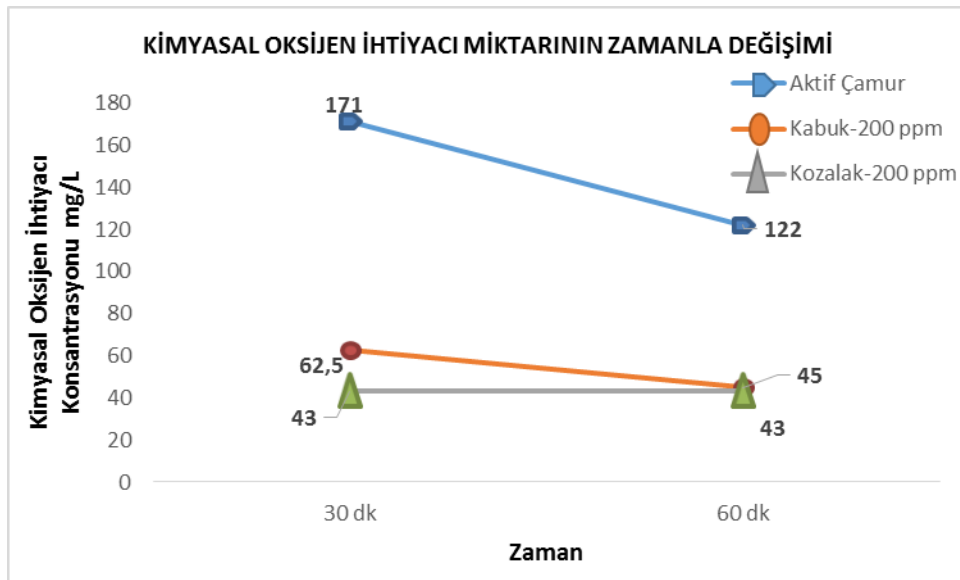
KOİ gideriminde kabuk tozu Şekil 4.40 'da gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %62; 60 dk muamele edildiğinde %63,1 giderim sağlamıştır. Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %62,9; 60 dk sonunda ise %64,7 KOİ giderimi gerçekleştirmiştir.

Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede KOİ giderimi %28,6 olmuştur.



Şekil 4.41. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi

KOİ gideriminde kabuk tozu Şekil 4.41 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %42,6 dk muamele edildiğinde %50,9 giderim sağlamıştır. Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %41,8; 60 dk sonunda ise %48 KOİ giderimi gerçekleştirmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede KOİ giderimi %10,4 olmuştur.



Şekil 4.42. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen Miktarının Zamanla Değişimi

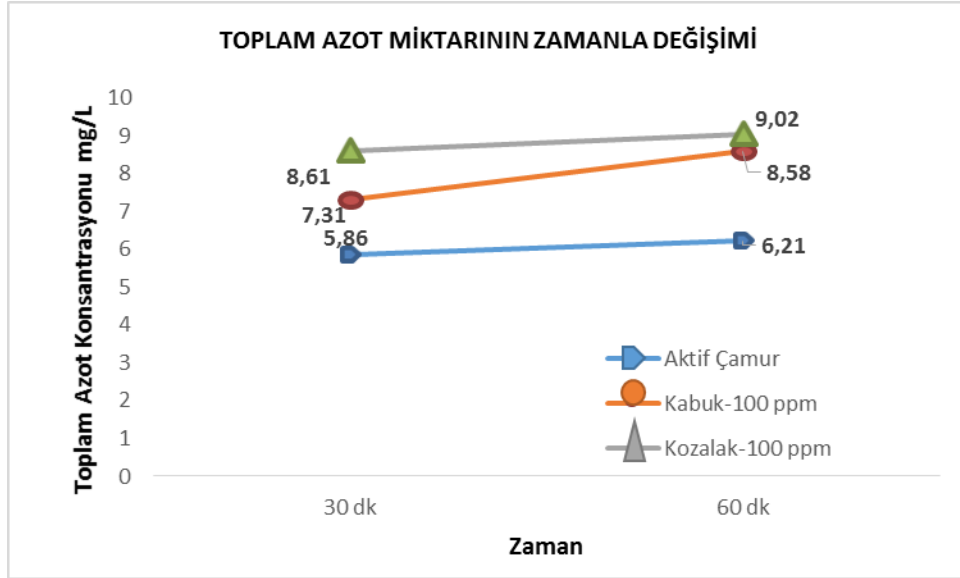
KOİ gideriminde kabuk tozu Şekil 4.42. 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %63,4; 60 dk muamele edildiğinde %63,1 giderim sağlamıştır.

Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %74,8; 60 dk sonunda ise %64,7 KOİ giderimi gerçekleştirmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede KOİ giderimi %28,6 olmuştur.

KOİ giderim verimi artan kabuk konsantrasyonunda artış göstermiş olup, 200 ppm konsantrasyonunda sabit KOİ verimi %63,1 de kalmıştır.

KOİ parametresi genel atıksu kirlilik konsantrasyonunu göstermektedir. Bu sebeple genel olarak arıtım ihtiyacı karaçam kozalak ve kabuğu ilave edilen örneklerde azalacaktır.

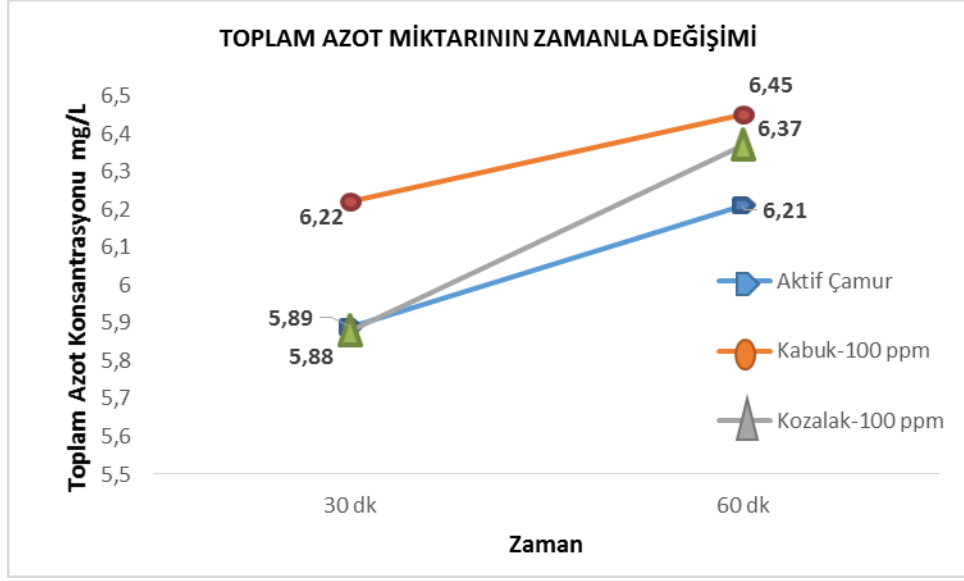
4.9. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Toplam Azot Miktarı Üzerine Etkisi



Şekil 4.43. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

Şekil 4.43 'te gösterildiği gibi TN miktarında kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %24; 60 dk muamele edildiğinde %38 artışa sebebiyet vermiştir.

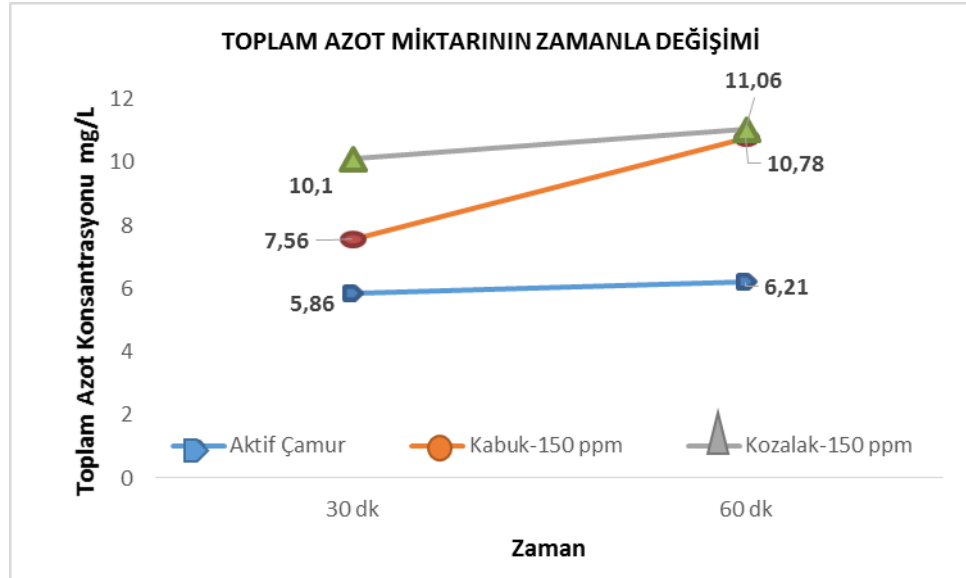
Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %47 60 dk sonunda ise %45,2 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TN artışı %5,97 olmuştur.



Şekil 4.44. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

Şekil 4.44 'te gösterildiği gibi TN miktarında kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %2 60 dk muamele edildiğinde %4,18 artışa sebebiyet vermiştir.

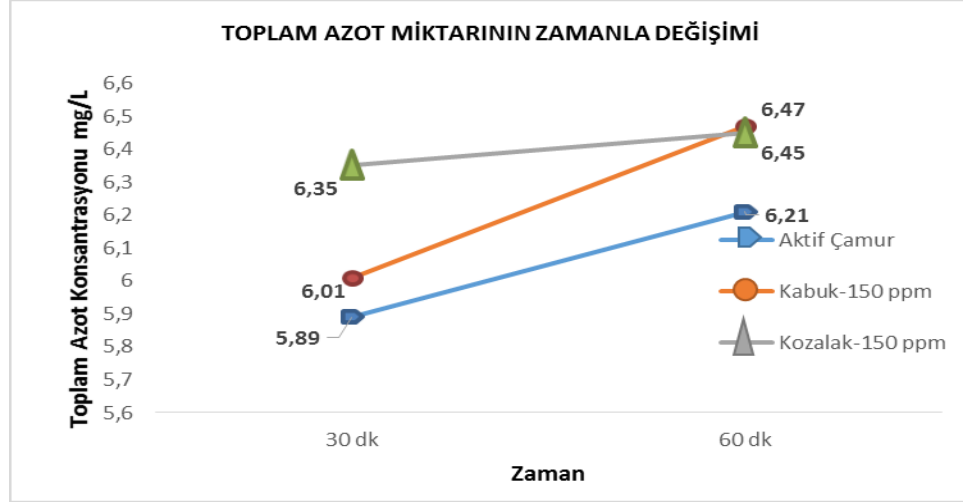
Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %9,5 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TN artışı %5,43 olmuştur.



Şekil 4.45. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

Şekil 4.45 'te gösterildiği gibi TN miktarında kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %29; 60 dk muamele edildiğinde %73 artışa sebebiyet vermiştir.

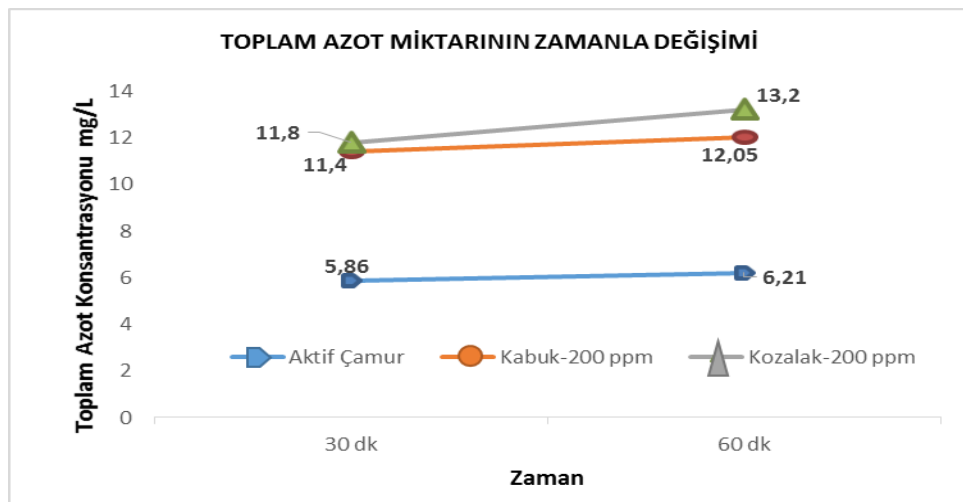
Kozalak tozu ise 30 dk muamele edildiğinde %72 60 dk sonunda ise %78 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TN artışı %5,97 olmuştur.



Şekil 4.46. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

Şekil 4.46 'de gösterildiği gibi TN miktarında kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %5,6; 60 dk muamele edildiğinde %3,82 artışa sebebiyet vermiştir.

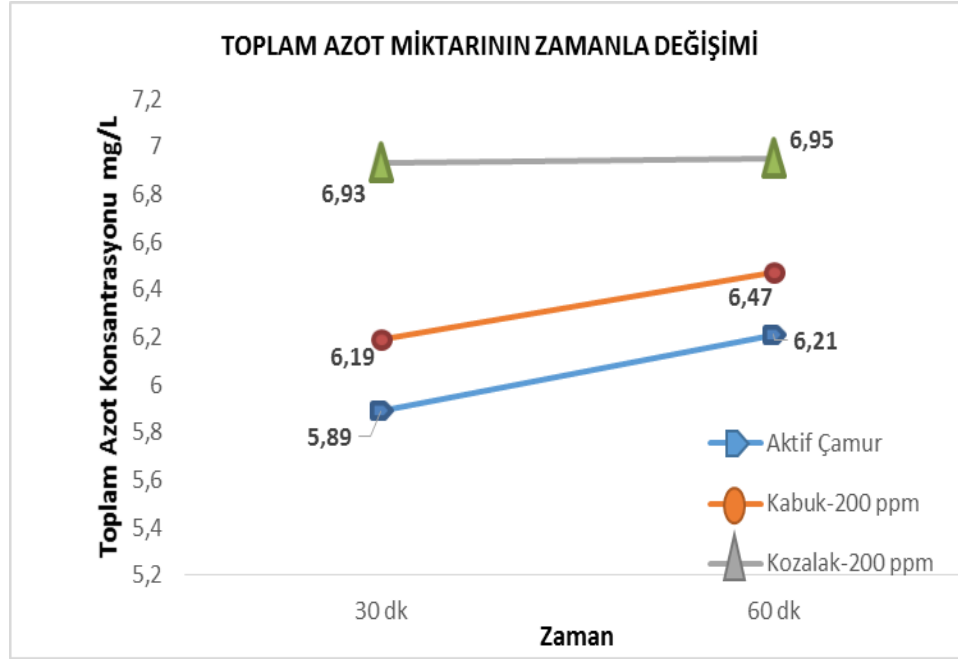
Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %4,18 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TN artışı %5,43 olmuştur.



Şekil 4.47. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

TN miktarında kabuk tozu Şekil 4.47 'da gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %94,5; 60 dk muamele edildiğinde %94 artışa sebebiyet vermiştir.

Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %112,3 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TN artışı %4,97 olmuştur.



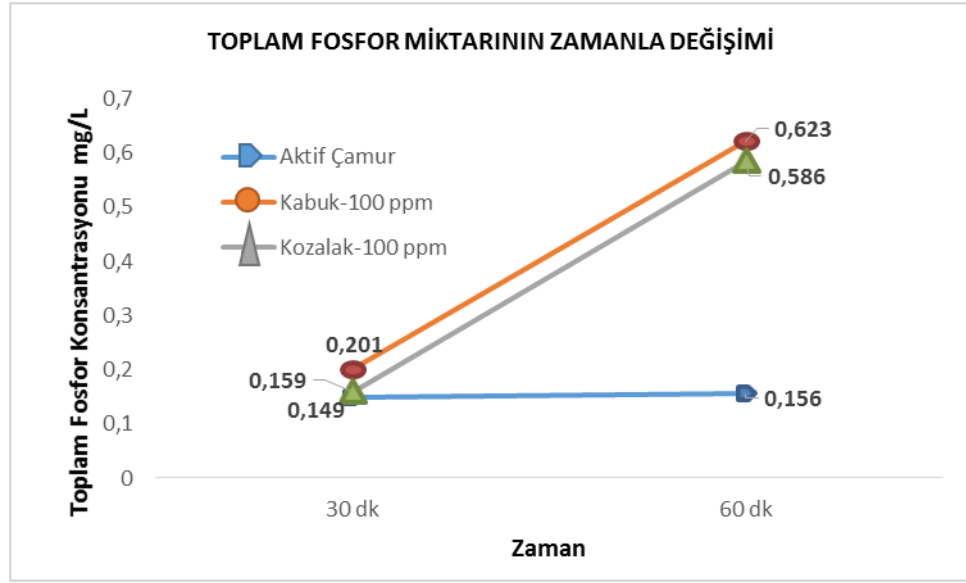
Şekil 4.48. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

TN miktarında kabuk tozu Şekil 4.48 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %5; 60 dk muamele edildiğinde %4 artışa sebebiyet vermiştir.

Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %11 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TN artışı %5,43 olmuştur.

Kabuğun tarımda kullanımı yönüyle düşündüğümüzde polifenollerini ihtiva etmesi dolayısı ile fazla asidik olup, ıslak kaldığı takdirde NH₃'ü kolayca absorbe edebileceği bildirildiğinden toplam azot miktarını düşürebileceği düşünülmüştü. Böylelikle atıksu NH₃ miktarında azalma olacağı ve giderilmesi gereken toplam azot miktarının düşmesi beklenmesine rağmen toplam azot miktarı artmıştır. Havalandırma havuzlarına aşu olarak beslenen aktif çamurda besi elementlerinin, karaçam kozalak ve kabuğu ilave edildiğinde artış göstereceği anlamını taşımaktadır.

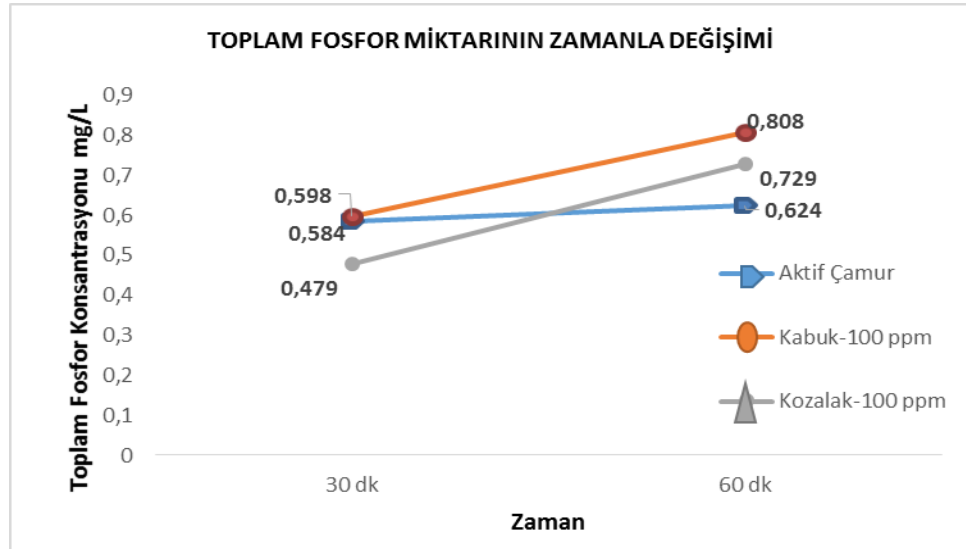
4.10. Karaçam Kozalak ve Kabuğunun Toplam Fosfor Miktarı Üzerine Etkisi



Şekil 4.49. 100 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

TP miktarında kabuk tozu Şekil 4.49 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %34,8; 60 dk muamele edildiğinde %299,3 artışa sebebiyet vermiştir.

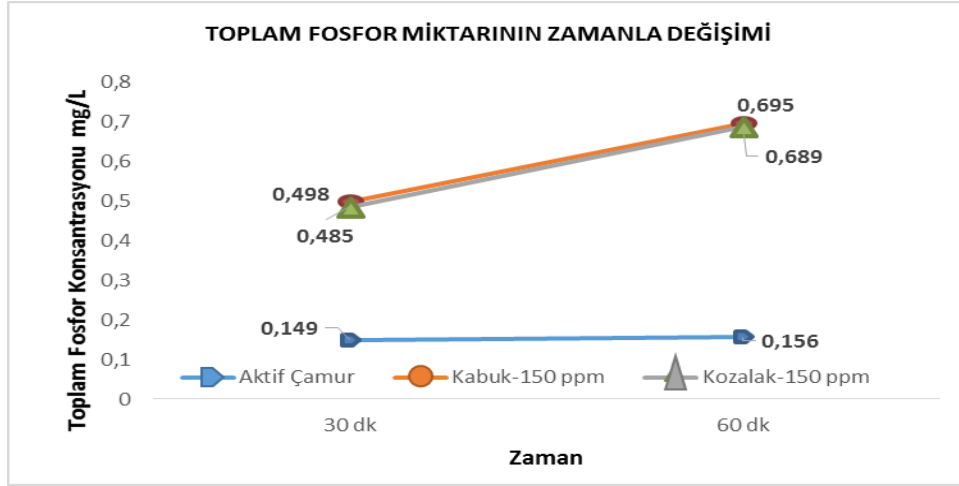
Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %275,6 TP miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TP artışı %4,69 olmuştur.



Şekil 4.50. 200 mesh 100 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

TP miktarında Şekil 4.50 'de gösterildiği gibi kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %2,39; 60 dk muamele edildiğinde %29,3 artışa sebebiyet vermiştir.

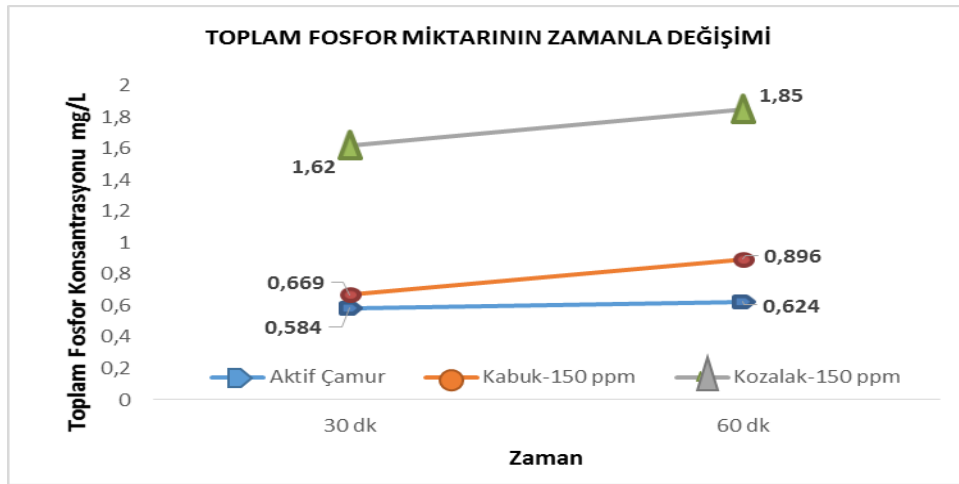
Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %16,8 TP miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TP artışı %6,84 olmuştur.



Şekil 4.51. 100 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

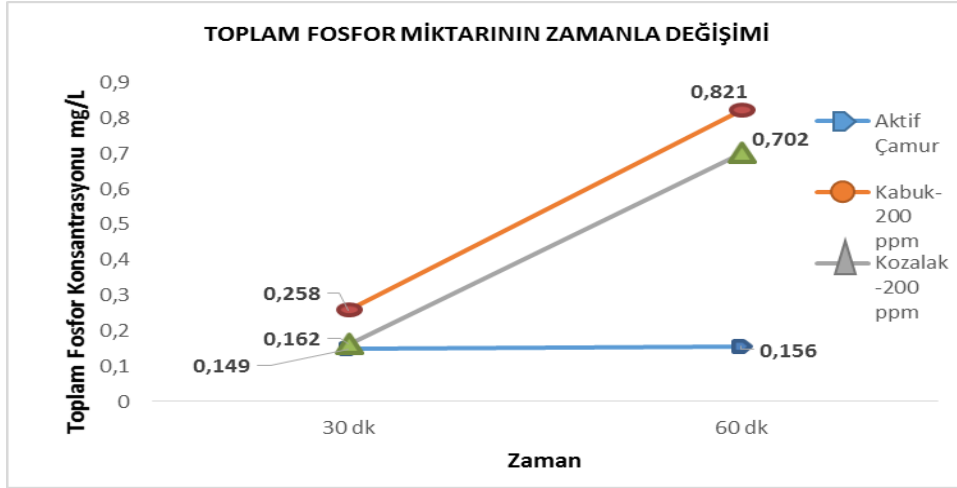
TP miktarında kabuk tozu Şekil 4.51 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %234; 60 dk muamele edildiğinde %345 artışa sebebiyet vermiştir.

Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %341 TP miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TP artışı %4,69 olmuştur.



Şekil 4.52. 200 mesh 150 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

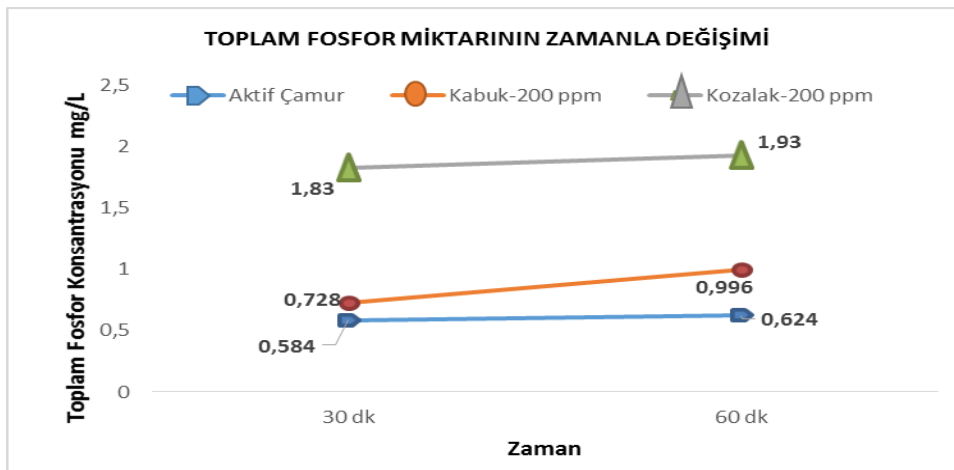
TP miktarında kabuk tozu Şekil 4.52. 'te gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %14; 60 dk muamele edildiğinde %43 artışa sebebiyet vermiştir. Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %196,4 TP miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TP artışı %6,84 olmuştur.



Şekil 4.53. 100 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

TP miktarında kabuk tozu Şekil 4.53. 'de gösterildiği gibi 30 dk muamele edildiğinde %73; 60 dk muamele edildiğinde %426 artışa sebebiyet vermiştir.

Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %350 TP miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TP artışı %4,69 olmuştur.



Şekil 4.54. 200 mesh 200 ppm Karaçam Kozalak ve Kabuğu İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

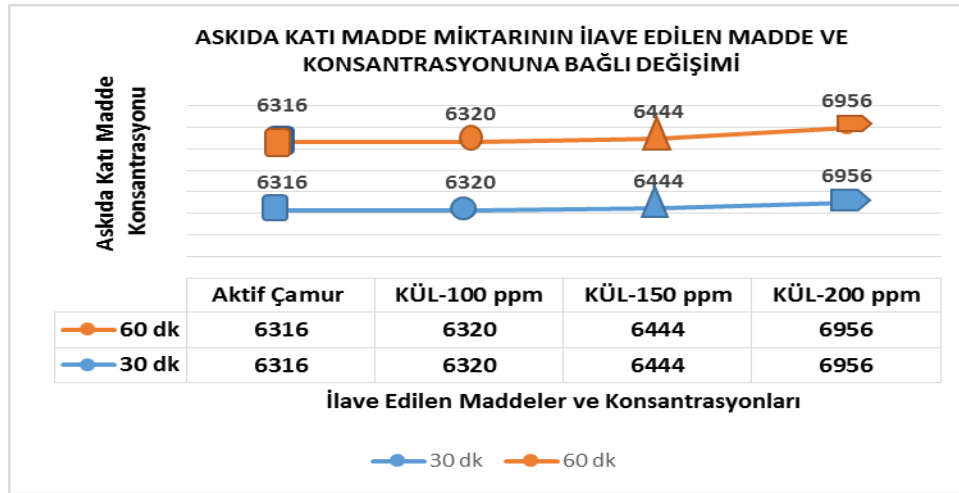
TP miktarında, Şekil 4.56. 'da gösterildiği gibi TP miktarında kabuk tozu 30 dk muamele edildiğinde %24; 60 dk muamele edildiğinde %59 artışa sebebiyet vermiştir.

Kozalak tozu ise 60 dk sonunda %209,2 TP miktarında artış gerçekleşmiştir. Bu sürelerde aktif çamurun karıştırılması dolayısıyla oksijen kazandığı gözlemlenmiş, ancak sadece aktif çamur içeren numunede TP artışı %6,84 olmuştur.

Bünyelerinde fosfor biriktiren mikroorganizmaların (PAO, phosphorus accumulation organisms) fosfor gideriminde esas olarak gelişmesini sağlamak için, aerobik tanklardan önce bir anaerobik tank kullanılır [38]

Bu tanklarda PAO, uçucu yağ asitleri gibi fermentasyon ürünlerini hücre içine hapis eder ve hücrelerinde mevcut olan polifosfatları fosfat olarak su ortamına verirler. Aerobik ortamda ise hücre içinde depolanan ürünlerin oksidasyonu ile enerji açığa çıkar ve bu enerji fosfatların tekrar bakteri bünyesine alınmasında kullanılır. PAO'lar, hücreler arası polihidroksibütiratları (PHB) üretilir, hücrelerinde depolarken, polifosfatların parçalanması ile de ortofosfat formundaki fosforu atıksuya verir. Dolayısıyla anaerobik tankta, PAO'ların bünyesindeki PHB miktarı artarak polifosfat miktarı azalır. Yani anaerobik tank çıkışında, çözünmüş fosfor konsantrasyonu daha yüksek olur [37] Ancak karıştırma işlemi neticesinde numuneler oksijenlenmiş ve azot miktarı artmıştır. Kabuk ve kozalak tozunun etkisiyle havalandırma havuzunda toplam fosfor konsantrasyonu artacaktır.

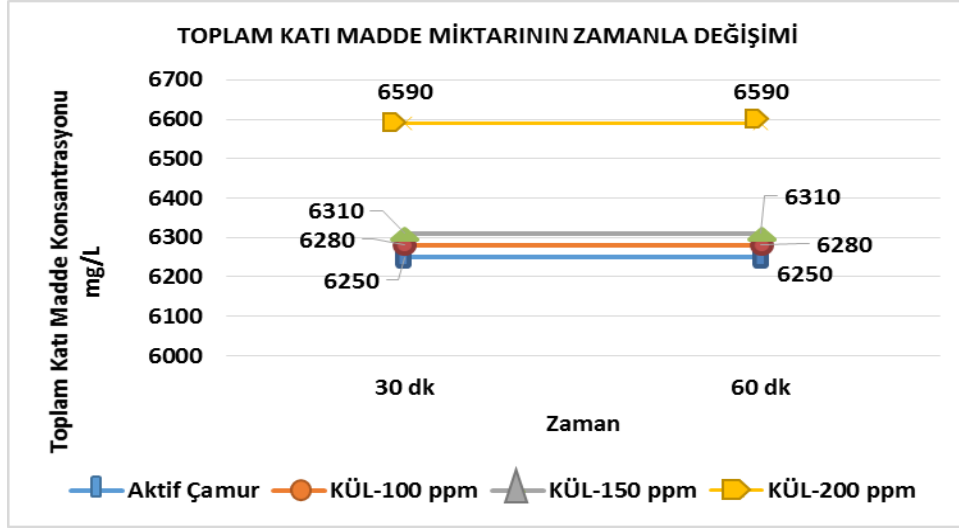
4.11. Elektrofiltre Külünün Askıda Katı Madde Üzerine etkisi



Şekil 4.55. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Askıda Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

Eklenen elektro filtre külü konsantrasyonlarına bağlı olarak askıda katı madde miktarı artmıştır. En fazla 200 ppm konsantrasyonunda %10,3 'lük artış görülmüştür.

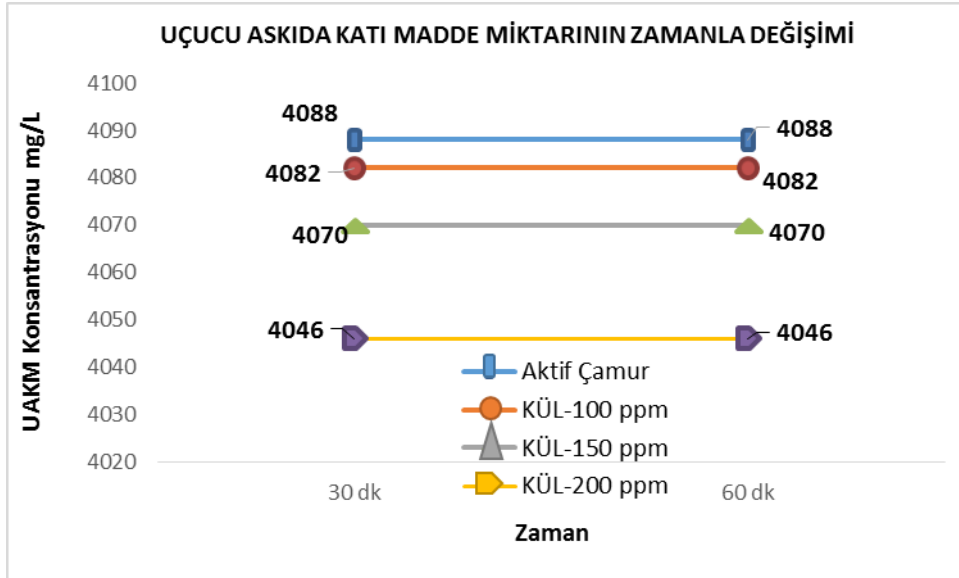
4.12. Elektrofiltre Külünün Toplam Katı Madde Üzerine etkisi



Şekil 4.56. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Toplam Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

Eklenen elektro filtre külü konsantrasyonlarına bağlı olarak askıda katı madde miktarı artmıştır. En fazla 200 ppm konsantrasyonunda kül eklendiğinde %5,44 artış görülmüştür.

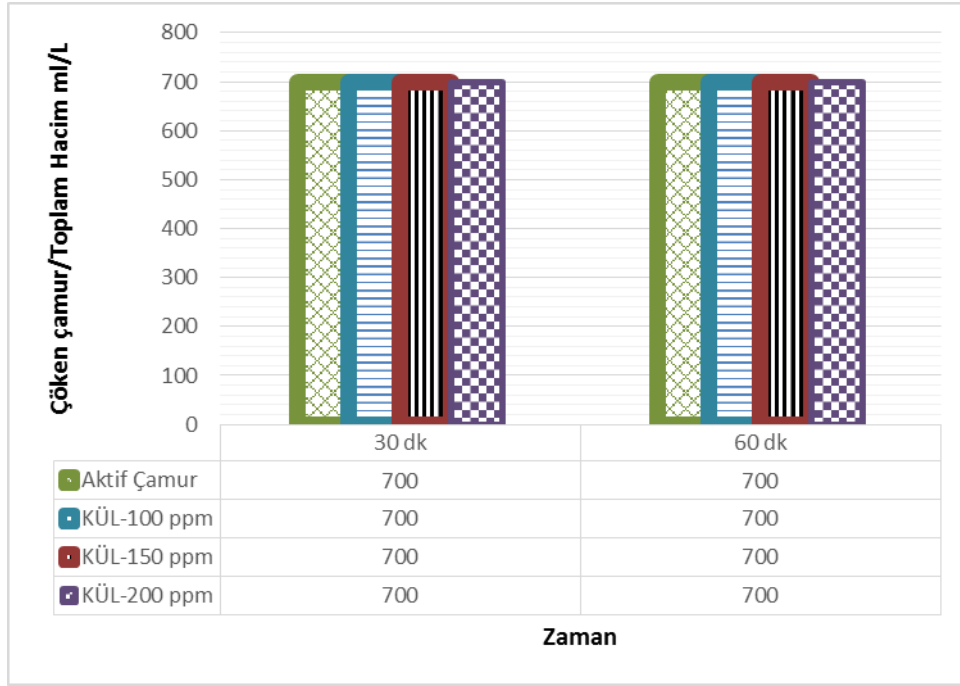
4.13. Elektrofiltre Külünün Uçucu Askıda Katı Madde Üzerine etkisi



Şekil 4.57. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Uçucu Katı Madde Miktarının Zamanla Değişimi

Uçucu Katı Madde miktarında zamana bağlı değişim olmamakla birlikte, askıda katı madde oranına göre miktar değişmektedir. 200 ppm konsantrasyonunda eklenen külde uçucu askıda katı madde miktarında sadece %1 azalma bulunmuştur.

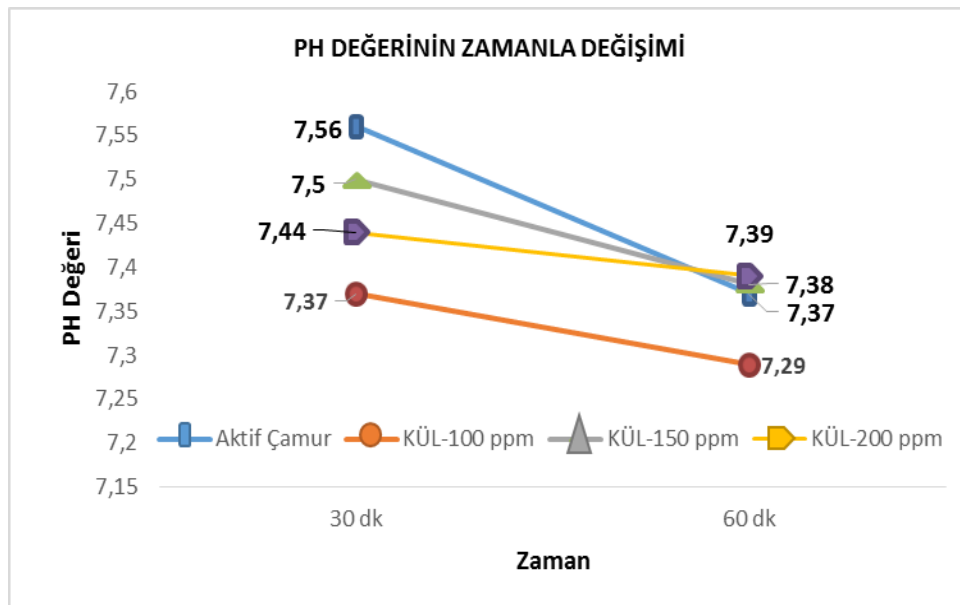
4.14. Elektrofiltre Külünün Imhoff (Çamur Çökelebilde Özelliği) Üzerine etkisi



Şekil 4.58. Elektrofiltre Külü İlavesinin Imhoff (Çamur çökelebilde özelliği) üzerine etkisi

Elektrofiltre külünün imhoff (Çamur Çökelebilde Özelliği) üzerine etki etmediği gözlenmiştir.

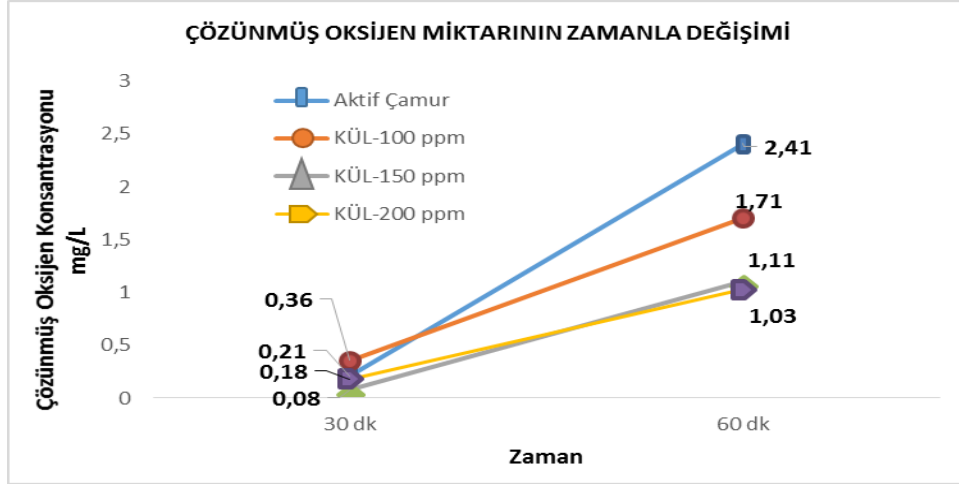
4.15. Elektrofiltre Külünün PH Üzerine etkisi



Şekil 4.59. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Ph Değerinin Zamanla Değişimi

Aktif çamur-kül karışımı 30 dk 50 rpm karıştırıcı hızında muamele edildiğinde Ph'ı düşürdüğü, 60 dk boyunca muamele edildiğinde Ph üzerine belirgin bir değişim olmadığı görülmüştür.

4.16. Elektrofiltre Külünün Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonu Üzerine etkisi

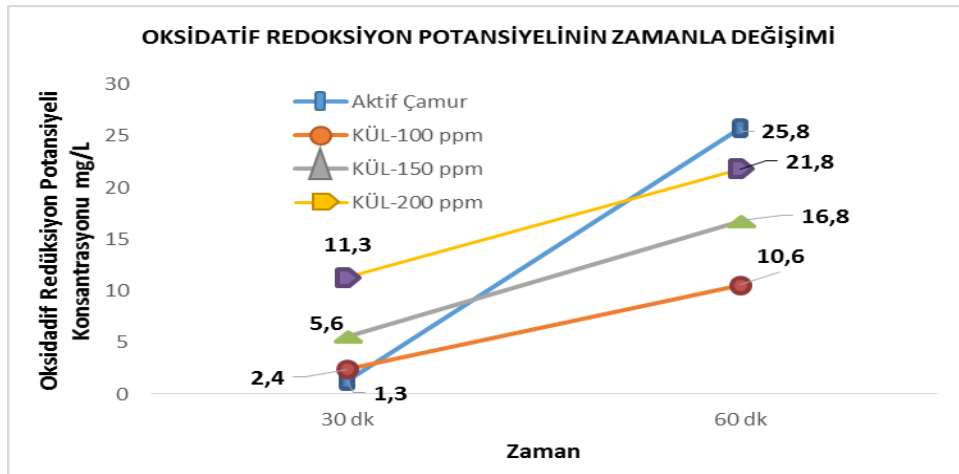


Şekil 4.60. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

Uygulanan karıştırma işleminin aktif çamurun çözünmüş oksijen konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür.

60 dk boyunca 200 ppm konsantrasyonunda kül ile muamele edildiğinde ise bu artışın %57 oranında engellendiği, oksijenlenme düzeyini azalttığı belirlenmiştir.

4.17. Elektrofiltre Külünün Oksidatif Redoksiyon Potansiyeli Üzerine etkisi



Şekil 4.61. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Oksidatif Redoksiyon Potansiyelinin Zamanla Değişimi

30 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü ile karıştırıldığında artan kül konsantrasyonuna paralel olarak oksidatif redaksiyon potansiyelinin arttığı; 200 ppm konsantrasyonunda eklenen elektro filtre külünün 7,8 kat oksidatif redaksiyon potansiyelini arttırdığı gözlenmiştir.

60 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü karıştırıldığında ise; ORP düzeyindeki artışın yalnızca aktif çamur içeren örneğe göre daha az olduğu;

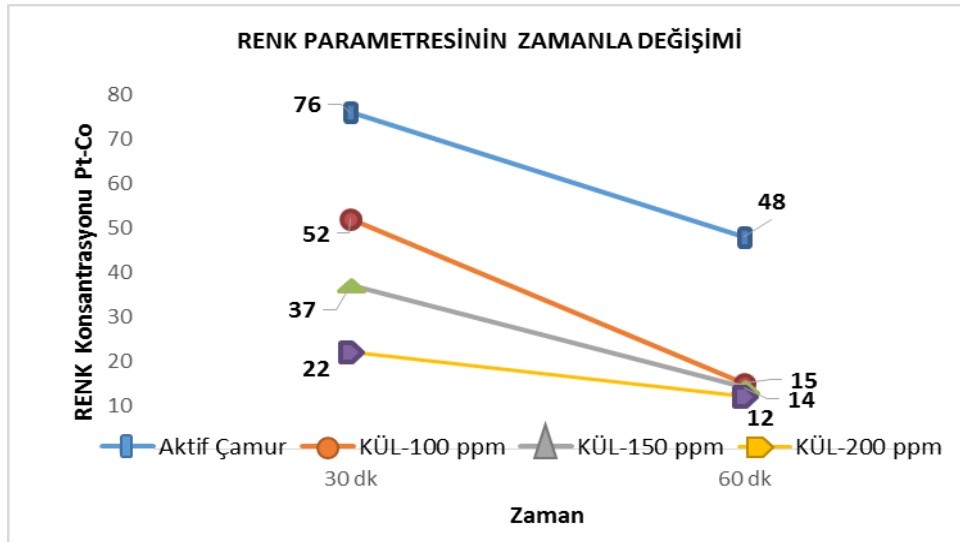
100 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin ORP düzeyinin 3,41 kat arttığı

150 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin ORP düzeyinin 2 kat arttığı

200 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin ORP düzeyinin %90 arttığı gözlenmiştir.

Oysa sadece aktif çamur içeren örneğin karıştırma işleminden dolayı ORP düzeyi 18,8 kat artmıştır. Dolayısı ile kül ilavesinin ORP düzeyinin artışını baskıladığı düşünülmektedir.

4.18. Elektrofiltre Külünün Renk Konsantrasyonu Üzerine etkisi

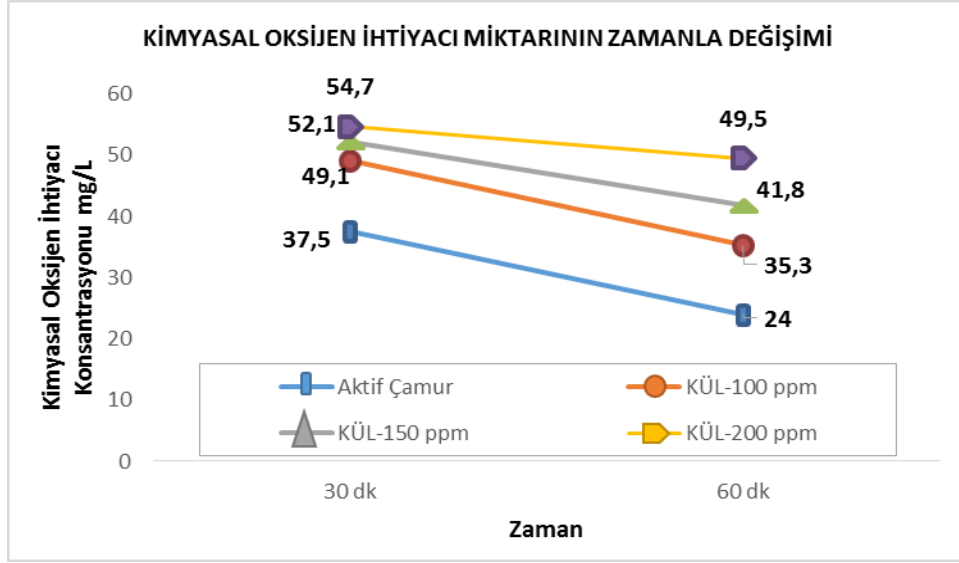


Şekil 4.62. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Renk Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

30 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü ile karıştırıldığında artan kül konsantrasyonuna paralel olarak renk gideriminin gerçekleştiği gözlenmiştir. 30 dk karıştırma işlemi sonucu 200 ppm konsantrasyonunda eklenen elektrofiltre külü %70 renk giderimi sağlamıştır.

60 dk boyunca muamele edildiğinde ise renk giderim verimi artmış, %75 düzeyinde daha fazla renk giderimi gerçekleşmiştir.

4.19. Elektrofiltre Külünün Kimyasal Oksijen İhtiyacı Üzerine etkisi



Şekil 4.63. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Kimyasal Oksijen İhtiyacı Konsantrasyonunun Zamanla Değişimi

30 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü ile karıştırıldığında artan kül konsantrasyonuna paralel olarak kimyasal oksijen ihtiyacının arttığı; 200 ppm konsantrasyonunda eklenen elektro filtre külünün % 45 kimyasal oksijen ihtiyacının arttırdığı gözlenmiştir.

60 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü karıştırıldığında ise; KOİ düzeyinde azalma meydana gelmiş olup bu azalmanın sadece aktif çamur içeren örneğe göre daha az olduğu;

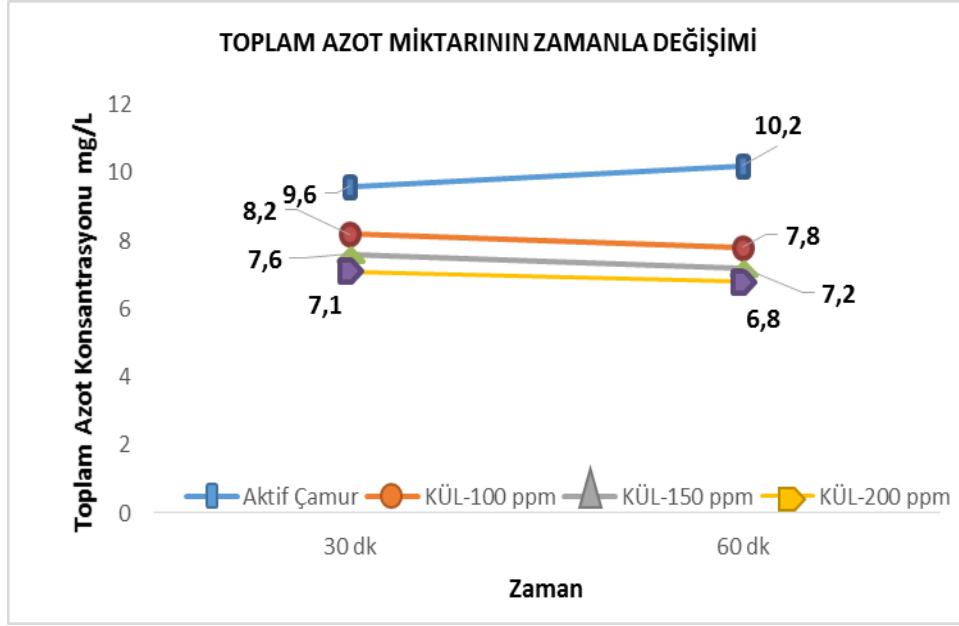
100 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin KOİ düzeyinin %28,10 azaldığı

150 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin KOİ düzeyinin %19,7 azaldığı

200 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin KOİ düzeyinin % 9,5 azaldığı gözlenmiştir.

Oysa sadece aktif çamur içeren örneğin karıştırma işleminden dolayı KOİ düzeyi %36 azalmıştır. Dolayısı ile kül ilavesinin KOİ giderimini baskıladığı düşünülmektedir.

4.20. Elektrofiltre Külünün Toplam Azot Konsantrasyonu Üzerine etkisi



Şekil 4.64. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Toplam Azot Miktarının Zamanla Değişimi

Sadece aktif çamur içeren örnekte karıştırma işleminden dolayı toplam azot konsantrasyonunda % 6,25 düzeyinde artış meydana gelmiştir. Ancak elektrofiltre külü eklenen örneklerde artan konsantrasyonlarda toplam azot miktarında azalma gözlenmiştir.

30 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü karıştırıldığında; TN düzeyinde azalma meydana gelmiş olup;

100 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TN düzeyinin %14,5 azaldığı

150 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TN düzeyinin %20,8 azaldığı

200 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TN düzeyinin % 26 azaldığı gözlenmiştir.

60 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü karıştırıldığında; TN düzeyinde azalma meydana gelmiş olup;

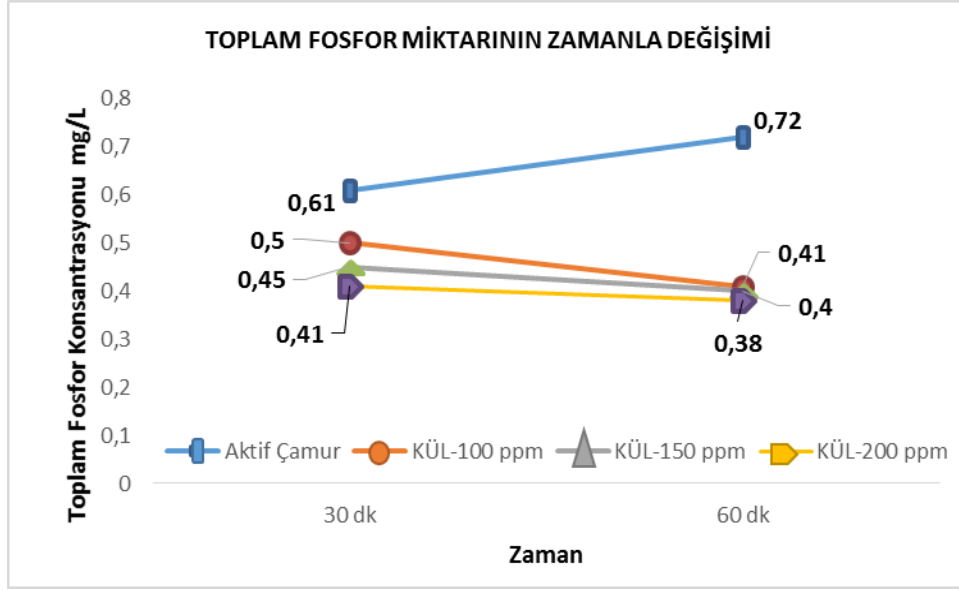
100 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TN düzeyinin %23,5 azaldığı

150 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TN düzeyinin %29,4 azaldığı

200 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TN düzeyinin %33,3 azaldığı gözlenmiştir.

Elektrofiltre külünün genel olarak toplam azot gideriminde etkili olduğu gözlenmiştir.

4.21. Elektrofiltre Külünün Toplam Fosfor Konsantrasyonu Üzerine etkisi



Şekil 4.65. Elektrofiltre Külü İlave Edildiğinde Toplam Fosfor Miktarının Zamanla Değişimi

Sadece aktif çamur içeren örnekte karıştırma işleminden dolayı toplam fosfor konsantrasyonunda % 19 düzeyinde artış meydana gelmiştir. Ancak elektrofiltre külü eklenen örneklerde artan konsantrasyonlarda toplam fosfor miktarında azalma gözlenmiştir.

30 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü karıştırıldığında; TP düzeyinde azalma meydana gelmiş olup;

100 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TP düzeyinin %17,8 azaldığı

150 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TP düzeyinin %26,3 azaldığı

200 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TP düzeyinin % 32,7 azaldığı gözlenmiştir.

60 dk boyunca aktif çamur elektrofiltre külü karıştırıldığında; TP düzeyinde azalma meydana gelmiş olup;

100 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TP düzeyinin %43,41 azaldığı

150 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin TP düzeyinin %45,7 azaldığı

200 ppm kül konsantrasyonuna sahip örneğin KOİ düzeyinin %47 azaldığı gözlenmiştir.

Elektrofiltre külünün genel olarak toplam fosfor gideriminde etkili olduğu gözlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karaçam kozalağı, kabuğu ve kağıt fabrikası elektrofiltre külünün atıksu kirlilik parametreleri giderimi üzerine yapılan çalışmalar neticesinde;

AKM, eklenen kozalak, kabuk tozu ve elektrofiltre külü neticesinde artmıştır. En yüksek artış 200 ppm konsantrasyonunda 100 mesh partikül boyutunda kozalak tozu eklenen aktif çamur numunesinde %7,1 olarak bulunurken, elektrofiltre külü eklenen numunede %10,3 artış meydana gelmiştir.

UAKM, eklenen kozalak ve kabuk tozu neticesinde artmıştır. En yüksek artış 200 ppm konsantrasyonunda 200 mesh partikül boyutunda kozalak tozu eklenen aktif çamur numunesinde %13 olarak bulunmuştur. 200 ppm elektrofiltre külü eklenen numunede ise %12 artış belirlenmiştir.

TKM, eklenen kozalak ve kabuk tozu neticesinde belirgin bir artış olmamakla beraber 200 ppm konsantrasyonunda 200 mesh partikül boyutunda kozalak tozunda %0,8 ile en yüksek gözlenirken elektrofiltre külü eklenen çalışmada ise %5,44 TKM artışı meydana gelmiştir.

Imhoff, 100 mesh ve 200 mesh partikül boyutunda Karaçam Kozalak, Kabuğu ve elektrofiltre külü numuneleri 100 pmm,150 ppm ve 200 ppm konsantrasyonlarında denenmiş olup, değişim gözlenmemiştir. Benzer bir şekilde elektrofiltre külü eklenen numune içinde benzer olarak (imhoff) çamur çökeltme özelliğinde değişim gözlenmemiştir.

PH, eklenen kozalak ve kabuk tozu neticesinde artmıştır. En yüksek ph değeri 200 mesh 150 ppm kozalak kabuğu tozu eklenen numunede 7,86 okunmuştur. Elektrofiltre külü eklenen numunede ise Ph değerinde belirgin değişim gözlenmemiştir.

Çözünmüş Oksijen Miktarı, Uygulanan karıştırma işleminin aktif çamurun çözünmüş oksijen konsantrasyonunu arttırdığı görülmüştür. Çözünmüş oksijen miktarı en yüksek 100 mesh partikül boyutunda 200 ppm konsantrasyonunda kozalak tozu eklenen numunede 1,48 mg/L okunmuştur. 200 ppm elektrofiltre külünde ise çözünmüş oksijen miktarındaki artışın %57 oranında engelendiği, eklenen külün aktif çamur oksijenlenme düzeyini azalttığı belirlenmiştir.

ORP, 100 mesh partikül boyutunda 200 ppm konsantrasyonunda kabuk tozu eklenen numunede en yüksek 228,3 mg/L düzeyine yükselmiştir. Aktif çamura göre ORP %57,4 yükselmiştir. Aktif çamur içeren örneğin karıştırma işleminden dolayı ORP düzeyi 18,8 kat artarken 200 ppm elektrofiltre külü eklenen numunede sadece %90 artış meydana gelmiştir. Dolayısı ile kül ilavesinin ORP düzeyinin artışını baskıladığı düşünülmektedir.

Renk konsantrasyonunun, 200 ppm konsantrasyonunda 200 mesh partikül büyüklüğünde kabuk tozu ilave edilen örnekte 25 PtCo değerine kadar düştüğü bulunmuştur.%74,48 renk giderimi yaptığı bulunmuştur. 200 ppm Elektrofiltre külü eklenen numunede ise %75 renk giderimi sağlanmıştır.

KOİ konsantrasyonunda, en yüksek giderim 200 mesh partikül boyutunda 200 ppm kozalak tozu ilavesi ile 30 dk muamele edildiğinde %74,8 bulunmuştur. 200 ppm Elektrofiltre külünün 60 dk muamele edilmesiyle KOİ konsantrasyonunda %100 düzeyinde artış meydana gelmiştir. Bu artışın oluşmasında elektrofiltre külü eklenen numunenin çözülmüş oksijen konsantrasyonunun düşmesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

TN konsantrasyonunda, 200 ppm konsantrasyonunda 100 mesh partikül boyutunda kozalak tozu 60 dk sonunda %112,3 TN miktarında artış gerçekleşmiştir. Ancak 200 mesh partikül boyutunda 200 ppm konsantrasyonunda kozalak tozu ise 60 dk sonunda %11 TN miktarında artış göstermiştir. TN konsantrasyonunda kozalak tozu partikül boyutu 200 mesh seçildiğinde daha az artış gözlemlenmiştir.

Elektrofiltre külü eklenen numunelerde artan kül konsantrasyonuna paralel olarak TN gideriminin gerçekleştiği, aktif çamur içerisine 200 ppm kül ilave edildiğinde 60 dk sonunda%33,3 TN gideriminin gerçekleştiği belirlenmiştir.

TP konsantrasyonu, 100 mesh partikül boyutunda 200 ppm konsantrasyonunda kozalak tozu %350 arttırırken, 200 mesh partikül boyutunda %59 artmıştır. En yüksek artış 100 mesh partikül boyutunda 200 ppm konsantrasyonunda kozalak tozu eklenen numunede %350 bulunmuştur.

Elektrofiltre külü eklenen numunelerde artan kül konsantrasyonuna paralel olarak TP gideriminin gerçekleştiği, aktif çamur içerisine 200 ppm kül ilave edildiğinde 60 dk sonunda % 47 TP gideriminin gerçekleştiği bulunmuştur.

Karaçam Kozalak ve Kabuğunun toz aktif karbon öncülü olarak biyolojik sisteme karıştırılması yoluyla kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir. Aktif çamurun bir kısmı tesis anaerobik havuzuna devrettirildiğinden tesis KOİ yükünü azaltacağı düşünülmektedir. Ancak yaptığımız çalışmada karışım esnasında oksijenlenen aktif çamurda TN ve TP değerlerinin arttığı bulunmuştur. Karaçam kabuk ve kozalağı eklenen aktif çamur örneğinde ise bu artış ivme kazanmış ve daha fazla TN ve TP konsantrasyonu oluşturmuştur.

KOİ kirlilik yükünün azalması buna karşın TN ve TP düzeylerinde artış olması kısmen oksijenlenen aktif çamurda bulunan bakterilerin bünyesine hapsettikleri fosfor ve azotu atıksuya bıraktıkları anlamına gelebilir. Karaçam kozalak ve kabuk tozu eklenen

numunelerde TN ve TP konsantrasyonunun daha fazla olması yönüyle bu prosese katkı yaptıkları düşünülmektedir.

Toz aktif karbon öncülü olarak araştırılan elektrofiltre külünün ise KOİ miktarını arttırdığı ancak TP ve TN miktarında belirgin şekilde giderim sağladığı görülmektedir.

Renk gideriminde karaçam kozalak ve kabuğu tozu ilavesi önemli ölçüde başarılı sonuçlar vermiştir. Benzer olarak elektrofiltre külü ilavesi renk giderim yönünden başarılı bir katkı olarak kullanılabilir.

Kahramanmaraş ili tekstil sektöründe gelişmiş olup, kısmen tekstil endüstrisine ait atıksular kanalizasyon sistemi üzerinden Atıksu Arıtma Tesisine gelmektedir. Bu sularda görülen renkliliğin giderilmesinde katkı sağlayabilir. Renk içeren atıksular kimi zaman içerdikleri kirlilik konsantrasyonları düşük olmasına rağmen görünüş olarak insanları rahatsız etmektedir. Dolayısıyla psikolojik açıdan deşarj noktalarının kirlendiği düşünülmektedir. Berrak ve renksiz olarak arıtılmış su deşarjı, psikolojik açıdan o çevrede yaşayan insanları olumlu etkileyecektir.

Su kirliliği kontrol yönetmeliği kapsamında her atıksu arıtma tesisinin, bağlı olduğu havzanın korunması amacıyla çıkış kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam azot, toplam fosfor askıda katı madde, Ph, İletkenlik kirlilik parametrelerinin limitleri belirlenmiştir [4].

Toz absorbans olarak karaçam kozalak ve kabuğu kullanıldığında, bahsedilen çıkış kirlilik limitlerini daha kolay karşılaması ve daha iyi kalitede arıtılmış su deşarjı yapılabileceği düşünülmektedir.

Orman endüstri atıklarının düşük maliyetli absorbans olarak kullanımı yaygınlaştırılmalıdır [5]. Bu şekilde ülkemizde yaygın bir alana sahip karaçam ağaçları orman endüstri atıklarının değer kazanması sağlanırken giderek artan atıksu arıtım maliyetlerini azaltma imkanı sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Paranychianakis, N. V., Salgot, M., Snyder, S. A., Angelakis, A. N. (2015), Quality Criteria for Recycled Wastewater Effluent in EU-Countries: Need for a Uniform Approach. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2015, 45, 1409–1468. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- [2] Ashton, J., Ubido, J. 1991. The Healthy City and the Ecological Idea. *J. Soc. Soc. Hist. Med.* 4, 173–181. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- [3] Gupta, V. K., Carrott, P. J.M., Ribeiro Carrott, M. M. L. 2009. Original Articles Low-Cost Adsorbents: Growing Approach to Wastewater Treatment—a Review , Suhas Pages 783-842, Published online: 13 Oct 2009
- [4] SDÜ Orman Fakültesi Dergisi SDU Faculty of Forestry Journal (2013), 14: 156-162
- [5] Environmental Science and Pollution Research February 2014. Volume 21, Issue 3, pp 1614–1627 | Cite as Potential of biological materials for removing heavy metals from wastewater.
- [6] Elsevier, 2007. *Journal of Environmental Management*, Volume 85, Issue 4, December, Pages 833-846.
- [7] Hossain, F. and Wanielista, M., 2009. *Environmental Engineering Science* Vol. 27, No. 9 Review Articles Filter Media for Nutrient Removal in Natural Systems and Built Environments: I—Previous Trends and Perspectives Ni-Bin Chang, Published Online:7 Sep 2010 <https://doi.org/10.1089/ees.0415>
- [8] Saribaş, M., Serbest Orman Mühendisleri İçin Ders Notu Gymnospermae Bölüm (I)
- [9] Dönmez, İ. E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç kabuğunun yapısı ve yararlanma imkânları, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 14: 156-162 Derleme makalesi/Review.
- [10] Koparan, İ., 2015. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Kabuklarının Malçlama Tekniği Olarak Kullanım Olanakları, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [11] Deniz, F., Karaman, Ş., 2014. *Pinus brutia* Ten. (Kızılçam) Kozalak ve Yaprak Biyomasının Boya Biyosorpsiyon/Desorpsiyon Potansiyeli, KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 2017, (3), Araştırma Makalesi, 19-25.
- [12] Hasar, H., Su ve Atıksu Arıtımı, Fırat Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.
- [13] Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. 1994. Su Kirliliği, Ankara Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- [14] OGM, 2015. Orman Atlası. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlasi.pdf>
- [15] Uslu, Y., 1997. Adi Porsuk (*Taxus baccata* L.) Odun ve Kabuunun Kimyasal Bileimi, KTÜ, FBE, Orman Endüstri Mühendislii Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- [16] Lind, V., 1999. Kationenaustauschkapazität von verschiedenen Rnden und Hölzern, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 57, s.346
- [17] Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma, Ü, OF Yayın No.379, stanbul, 448s.
- [18] Ciesla, W.M., 2002. Non-wood Forest Products from Temperate-Leved Tress, FAO, Rome, 125s.

- [19] Bozkurt, Y. ve Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma, İÜ, OF Yayın No.379, İstanbul, 448s.
- [20] Kadir, A.A., 1998. Drugs from Plants, In: Forest Products Biotechnology, edited by Bruce, A. ve Palfreyman, J.W., Taylor&Francis,UK, 209-234.
- [21] Milli Eğitim Bakanlığı, 2011. Atıksular 850CK0103. Ankara: Aile ve Tüketici Hizmetleri, 5-12.
- [22] Fırat B., 2007. Atık sulardan kurşun (II) ve bakır(II) iyonlarının yumurta kabuğu ile uzaklaştırılması ve optimum koşulların belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü, 134 s.
- [23] Kıvanç, B., 2011. Adsorpsiyon ve İyon Değişimi Yöntemi ile Sulu Çözeltilerden Fosfat Gideriminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, 3 s.
- [24] Akpınar, D., 1998. Endüstriyel atık sulardaki fenol ve ağır metal iyon karışımlarının adsorpsiyon / biyosorpsiyonunun karşılaştırmalı incelenmesi”, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 18-23.
- [25] Tubitak, Ulusal Su Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi, 2011. TUBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı, Ankara, s.35. (http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/btyk/23/Ek2_Ulusal_Su_ArGe_Yenilik_Stra_tejisi.pdf)
- [26] Environmental Protection Agency, EPA, 2003, Wastewater Technology Fact Sheet, Screening and Grit Removal, 832-F-03-011.
- [27] W.Wesley Eckenfelder,Jr. 1989. Industrial Water Pollution Control, ,McGraw-Hill International Editions.
- [28] “2540 SOLIDS (2017)”, Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, USA.
- [29] “5210 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 2017. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, USA.
- [30] “4500-H+ pH VALUE, 2017. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, USA.
- [31] ISO 15705, 2002. Water Quality. Determination Of The Chemical Oxygen Demand Index (St-Cod). Small-Scale Sealed-Tube Method. Deutsches Institut für Normung E.V. (DIN). Germany.
- [32] EN ISO 6878: 2004. Water quality. Determination of Phosphorus - Ammonium Molybdate Spectrometric Method, Germany.
- [33] EN ISO 11905-1: 1997. Water Quality. Determination Of Nitrogen-Part 1: Method Using Oxidative Digestion With Peroxodisulfate Method. Germany
- [34] Kumar, V., Chopra, A.K., 2012. Monitoring of physicochemical and microbiological characteristics of municipal wastewater at treatment plant, Haridwar City (Uttarakhand) India”, Journal of Environmental Science and Technology 5(2): 109-118.
- [35] Azman, H.E., 2005. Evsel Atıksuların Arıtılmasında Arıtma Verimi – Enerji İlişkisinin İncelenmesi Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- [36] Bostan, M., 2017. Atıksu Arıtma Tesislerinde Havalandırma Sistemlerinin Ve Havalandırma Ekipmanlarının İncelenmesi, Karşılaştırılması, İller Bankası Anonim Şirketi, Uzmanlık Tezi.

- [37] Manav, N., 2006. Ardışık kesikli reaktör ile evsel atıksulardan azot ve fosfor giderimi, Yüksek lisans tezi, Y.T.Ü. Fen bilimleri enstitüsü, İstanbul.
- [38] Metcalf ve Eddy, 2003, Wastewater engineering treatment and reuse, Tata Mcgraw-Hill, New Delhi.
- [39] Aghayev, E., 2019. Tarımsal Atıklara Ön Arıtma Metodları Uygulanarak Biyogaz Veriminin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- [40] Bailey, S.E., Trudy, I., Bricka, M. and Dean Adrian, D., 1999. A Review of potentially Low-Cost Sorbets for Heavy Metals. *Wat. Res.* 33 (11). pp.2465-2469.
- [41] Vinod, K. and İmra, A. Removal of lead and chromium from waste-water using bagasse Fly ash-a Sugar induslly, *Waste. Wat. Res.* 35(1), 33-40.
- [42] Binary, K. and Arendra, S.R., 1994. Comparative Sorption equilibrium studies of toxic phenols on fly ash and iJJıpregnated fly as h. *J. Chem. Tech. Biotechnology.* 61, 307-317.
- [43] Uğurlu, M., 2002. Kağıt Endüstrisi Atık Sularının Adsorbsiyon ve elektro Kimyasal
- [44] Metotlarla arıtılması. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.s.2-6. Erzurum.
- [45] Drızo, A., Forst, C.A., Garce, A. and Smith,. K.A. 1999. Physico-Chamical screening of Phaspiate Removing substrate for Use in Constructed Wetland Systems. *Wat. Res.* 33 (17). pp.3595-3602.
- [46] Leblebici, A., 2007. Kahramanmaraş Kağıt Fabrikasında Kullanılan Taze ve Atık Suların İncelenmesi ve Arıtılması', Yüksek Lisans Tezi. KSÜ. Kahramanmaraş.
- [47] Özdemir, G., 1993. Suda Çözünmüş Tek Halkalı Aromatik Bileşiklerin Aktif Karbonla Adsorpsiyonu' *Kimya Müh.Kongresi.* s. 279-284.
- [48] Rızo, A., Forst, C.A., Garce, A. and Smith,. K.A. 1999. Physico-Chamical Screening of Phaspiate Removing substrate for Use in Constructed Wetland Systems. *Wat. Res.* 33 (17). pp.3595-3602.
- [49] Deniz, F., 2012. *Pinus brutia* Ten. Kozalak ve Yapraklarının Bazı Tekstil Boyarmaddelerinin Sulu Çözültiden Uzaklaştırılmasında Kullanımı'. Doktora Tezi. KSÜ. Kahramanmaraş.
- [50] Ulubaş, T., 2000. Uçucu küllerin ağır metal (Pb^{2+} , Cu^{2+}) gideriminde kullanımı'. İTÜ. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul.
- [51] Dahıya, P.R., Davı, R., 2006. Chemical Oxygen Demand (COD) reducion in domestic wastewater by fly ash and brick kiln ash. *Water. air and soil pollution.* V 174:1-4. pp:33-46.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı – Soyadı Şeyda ŞEN
Doğum Yeri ve Tarihi Kahramanmaraş / 1986

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi İstanbul Üniversitesi-2010
Yüksek Lisans Öğrenimi KSÜ Fen Bilimler Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

İş Deneyimi

| Yer-Yıl | Görev | |
|--|--|------------|
| Kaski Arıtma ve İşletme Şube Müdürlüğü | Türkoğlu AAT Tesis Sorumlusu, Merkez AAT Laboratuvar ve Vardiya Sorumlusu | 2017-devam |
| Hidroplastik Boru Fabrikası | Üretim Müdürü | 2016 |
| Modern Karton PM5 Projesi | Proje Mühendisi | 2014 |
| Kipaş Kağıt PM1 Projesi | Proje Mühendisi | 2012 |

Yayınlar

IMFES 2019 Kahramanmaraş Evsel Nitelikli Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma veriminin incelenmesi
IMFES 2019 Elektrofiltre Külünün Evsel Nitelikli Atıksu Arıtma Tesisinde Kullanımının Araştırılması

İletişim

E-Posta Adresi senseyda@outlook.com/s.onculokur@maraskaski.gov.tr
Tel 05360134469
Tarih 2019