

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**ARITILMIŞ ATIKSUYUN YEŞİL ALANLARIN  
SULANMASINDA KULLANIM OLANAKLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

Doktora Tezi

**SABA FATTAHİ**

Danışman

**Prof. Dr. Yüksel ARDALI**

II. Danışman

**Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM**

**SAMSUN  
2021**

## Tez Kabul ve Onayı

Saba FATTAHİ tarafından, Prof. Dr. Yüksel ARDALI ve Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM danışmanlığında hazırlanan *Arttırılmış Atıksuyun Yeşil Alanların Sulanmasında Kullanım Olanaklarının Araştırılması* başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 18.12.2020 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Doktora tezi, Saba FATTAHİ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı	İmza	Sonuç
<b>Başkan</b> (Danışman)	Prof. Dr. Yüksel ARDALI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/>
			Kabul
Üye	Prof. Dr. Başak TAŞELİ Giresun Üniversitesi Çevre Teknolojileri Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Prof. Dr. Güzel YILMAZ Harran Üniversitesi Çevre Bilimleri Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Prof. Dr. N. Gamze TURAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç. Dr. Fulya AYDIN TEMEL Giresun Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/>
			Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

(Prof. Dr. Ali BOLAT)

Enstitü Müdürü

## **BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI**

Hazırladığım doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklarda gösterilenlerden oluştuğunu, enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

20/01/ 2021

Saba FATTAHİ

## **TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI**

**Tez Başlığı: Arıtılmış Atıksuyun Yeşil Alanların Sulanmasında Kullanım Olanaklarının Araştırılması**

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 14.11.2020 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı: %10

Tek kaynak oranı: %3 çıkmıştır.

İmza

... /... / 20...

Prof. Dr. Yüksel ARDALI

## ÖZET

### ARITILMIŞ ATIKSUYUN YEŞİL ALANLARIN SULANMASINDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Saba FATTAHİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi, Aralık/2020

Danışman: Prof. Dr. Yüksel ARDALI

II. Danışman: Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM

Bu çalışma, arıtılmış atıksuların yeniden kullanım olanaklarının incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaca yönelik olarak, Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinden alınan arıtılmış atıksuların Samsun ilinde golf sahasının ve yeşil alanların sulamasında uygunluğu araştırılmıştır.

Çalışmada farklı oranlarda çeşme suyu ve arıtılmış atıksu ile hazırlanmış su örnekleri, üç tekrarlı olarak kum ve toprak karışımı örneği, golf sahalarına özgü olan *Lolium perenne Topgun* ve *Festuca rubra com. Longfellow* çim örnekleri ile çalışılmıştır. Drenaj suyu örnekleri, fiziksel- kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan bir yıl boyunca analiz edilmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde (SKKY) su kalite parametreleri için belirtilen standartlar ve sınır değerler referans alınarak değerlendirilmiştir. MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre *Lolium perenne Topgun*, *Festuca rubra com. Longfellow* çim türlerinin arıtılmış atıksu ile sulama koşullarında golf sahası için en uygun çim türü olduğu belirlenmiştir.

Örtü altı yüksek tünelde gerçekleştirilen kum denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türü ile arıtılmış suların sulama suyu olarak kullanılması sonucu pH, sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve NO<sub>3</sub> için I. sınıf, fekal koliform II. sınıf, SO<sub>4</sub> ve SAR için III. sınıf ve EC için V. sınıf olarak belirlenmiştir. Buna karşın toprak örnekleri ile yapılan denemelerde EC ve fekal koliform için II. sınıf, SAR ve SO<sub>4</sub> için III. sınıf ve diğer parametreler için I. sınıf sulama suyu olarak belirlenmiştir. Kum ve toprak denemelerinde tüm seyreltmeler için Al, Pb, Fe, Mn, Cd, Cr ve Zn konsantrasyonları standart değerlerin altında belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu tez kapsamında yapılan çalışmalar ile elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisinden gelen arıtılmış suların yeşil alanların sulamasında kullanılabileceği kanıtlanmış ve uygunluğu deneysel çalışmalar ile desteklenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Arıtılmış atıksu, yeniden kullanım, sulama, yeşil alanlar

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE USE OF TREATED WASTE WATER IN THE IRRIGATION OF GREEN AREAS

Saba FATTAHI

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Environmental Engineering

Doctoral Dissertation, December /2020

Supervisor: Prof. Dr. Yüksel ARDALI

II. Supervisor: Assoc. Dr. Mustafa SAĞLAM

This study was carried out to examine the reuse possibilities of treated wastewater. For this purpose, the suitability of the treated wastewater taken from Samsun Eastern Advanced Biological Wastewater Treatment plant for irrigation of the turf types used in the golf course in Samsun and the irrigation of green areas was investigated.

In the study, different water samples prepared with tap water and treated wastewater in different dilution, a mixture of sand and soil in triplicate, *Lolium perenne Topgun* and *Festuca rubra com. Longfellow* grass samples, which are specific to golf courses, were studied. Drainage water samples were analyzed physically, chemically and microbiologically for a year. The standards and limit values specified for water quality parameters in the Water Pollution Control Regulation (SKKY) have been studied with reference. *Lolium perenne Topgun*, *Festuca rubra com. Longfellow* grass species were determined to be the most suitable grass type for the golf course under irrigation conditions with treated wastewater according to the results from the analysis of variance using the MSTAT-C package program.

As a result of the studies using the waters treated with *Lolium* and *Festuca* grass type as irrigation water in to sand test in the high cover tunnel trials, pH, and temperature, BOD<sub>5</sub>, AKM and NO<sub>3</sub> were determined as I. class, fecal coliform as II. class and for SO<sub>4</sub> and SAR as III. class. Moreover, in the trials with soil samples, EC and fecal coliform were determined II. class, for SAR and SO<sub>4</sub> as III. class and other parameters as I. class irrigation water. Al, Pb, Fe, Mn, Cd, Cr and Zn concentrations for all dilutions in sand and soil tests were determined below the conformity standard.

As a result, when the findings obtained through the studies conducted within the scope of this thesis are evaluated, it has been proven that the treated wastewater from the Samsun Eastern Advanced Biological Wastewater Treatment plant can be used in the irrigation of green areas and its suitability has been supported by the experimental studies.

**Key words:** Treated wastewater, reuse, irrigation, green areas

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzde su kıtlığı riski altında olan ülkemizde arıtılmış suların yeşil alanlarda kullanılmasının uygulanabilir olmasının sağlanması amacıyla çalışma gerçekleştirilmiştir. Samsun Büyükşehir Belediyesinin işlettiği golf sahasında harcanan suyun arıtılmış sudan sağlanmasının uygunluğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi BAP biriminden PYO. MUH.1904.18.014 proje no ile desteklenmiştir.

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda engin fikirleriyle yetişmeme ve gelişmeme katkıda bulunan, başarı, bilgi ve duruşu ile her zaman örnek aldığım danışman hocam sayın Prof. Dr. Yüksel ARDALI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Aynı şekilde her zaman desteğini bildiğim Ziraat Fakültesi Toprak Ana Bilim dalı öğretim görevlilerinden değerli ikinci danışmanım Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM'a sonsuz teşekkürler.

Doktora çalışmamı sürdürebilmem konusunda desteklerini esirgemeyen değerli Araştırma Görevlileri Bilge AYDIN ER ve Tolga AYERİ'ye ve her zaman destek olan arkadaşlarım Çevre Yüksek Mühendisi Sinem KAYA ve Özge KÖKSAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne kadar maddi ve manevi destekleri ve yürekleriyle hep yanımda olan, dertlerimde, üzüntümde ve sevincimde beni yalnız bırakmayan aileme en derin sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Saba FATTAHİ

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....</b>	<b>v</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>xviii</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>2</b>
2.1. Hayatta Suyun Önemi ve Suyun Kıtlığı ve Gelecek Zorluklar.....	2
2.2. Arıtılmış Atıksuyun Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanımı .....	4
2.2.1. Atıksuların Yeniden Kullanımı Faydaları ve Riskleri .....	6
2.2.1.1. Arıtılmış Suyun ve Yeniden Kullanımın Faydaları .....	6
2.2.1.2. Geri Dönüştürülmüş Su Kullanımından Kaynaklanan Potansiyel Riskler ve Problemler.....	7
2.3. Türkiye'de Arıtılmış Atıksuların Değerlendirilmesi .....	9
2.4. Dünya'da Arıtılmış Atıksuların Değerlendirilmesi .....	12
2.4.1. Dünya'da ve Ülkemizde Çeşitli Atıksu Geri Kazanım Çalışmaları.....	14
2.4.1.1. Avrupa'da Atıksuların Geri Kazanımı .....	14
2.4.1.2. Orta Doğu ve Arap Ülkelerinde Atıksuların Yeniden Kullanılması .....	15
2.4.1.3. ABD'de Atıksuların Geri Kazanımı .....	15
2.5. Arıtılmış Atıksuyun Derin Deniz Deşarjı (DDD).....	16
2.5.1. Atıksu Deşarjının Tanımı ve Türleri.....	16
2.6. Yeşil Alanların Su İhtiyacı ve Sulama İşlemleri.....	18
2.7. Golf Sahaların Su İhtiyacı ve Sulama Tekniği.....	22
2.8. Kaynak Araştırması ve Özetleri.....	26
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>33</b>
3.1. Materyal.....	33

3.1.1. Çalışma Alanının Konumu ve İklim Özellikleri .....	33
3.1.2. Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi.....	36
3.1.3. Petri ve Saksı Denemesinde Kullanılan Çimlerin Tanımı ve Özellikleri .....	37
3.1.4. Golf Sahasında Kullanılan Çim Türleri .....	38
3.1.4.1. Lolium Perenne (Çok Yıllık Çim) .....	38
3.1.4.2. Poa Pratensis L. (Çayır Salkım Çimi).....	38
3.1.4.3. Festuca Rubra (Kırmızı Yumak).....	38
3.2. Yöntem .....	39
3.2.1. Petri Denemesi.....	39
3.2.1.1. Petri Denemesinde Su Örneklerinin Alınması ve Analizleri .....	39
3.2.1.2. Petri Denemesinin Kurulması.....	39
3.2.1.3. Bitkisel Ölçüm ve Analizler.....	42
3.2.1.4. İstatistik Analizleri.....	43
3.2.2. Örtü Altı Yüksek Tünel Ortamında Saksı Denemeleri .....	43
3.2.2.1. Saksı Denemeleri İçin Toprak ve Kumun Örneklerinin Alınması ve Kullanıma Hazırlanmaları .....	43
3.2.2.2. Saksı Denemeleri İçin Saksıların Hazırlanma İşlemi .....	44
3.2.2.3. Saksı Denemesinde Ekilecek Tohum ve Kullanılacak Gübre Miktarı.....	47
3.2.2.4. Saksı Denemesinde Kullanılan Kum ve Toprak Ortamlarında Tarla Kapasitesinin Hesaplanması ve Sulama Yöntemi.....	49
3.2.2.5. Çim Tohumlarının Saksılara Ekilmesi ve Saksı Denemelerine Başlanması.....	52
3.2.2.6. Arıtılmış Atıksu Sulama Çalışmaları ve Drenaj Suyunun Örneklerinin Alınması.....	53
3.2.2.7. Saksı Denemesi Sırasında Yürütülen Bakım İşlemleri.....	63
3.2.2.8. Bitkisel Ölçümler.....	63
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>66</b>
4.1. Petri Denemesinde Arıtılmış Atıksu Örneklerine Ait Fiziksel-Kimyasal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	66
4.1.1. Çimlenme Testi Sonuçları .....	66
4.1.2. Çimlenme Testi Sonuçlarına ait İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	70

4.1.3. Duncan Tabloları .....	71
4.2. Saksı Denemelerinden Alınan Drenaj Suyu Örneklerinin Fiziksel-Kimyasal Analizler Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	77
4.3. Saksı Denemelerinde Farklı Su Karışımları ile Sulama Yapılan Kum ve Toprak Yetiştirme Ortamlarının Elektriksel İletkenlik (EC) ve Reaksiyon (pH) Değerlerine İlişkin Değişimler.....	217
4.4. Kum ve Toprak Ortamlarında Yetiştirilen Çim Türlerine Ait Bitkisel Ölçümler.....	222
4.4.1. Bitki Boy Uzunlukları.....	222
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>227</b>
KAYNAKLAR.....	232
EKLER .....	240
ÖZGEÇMİŞ.....	260

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AATTUT	Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği
BO <sub>5</sub>	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
DDD	Derin Deniz Deşarjı
EC	Elektriksel İletkenlik
EPA	Çevre Koruma Ajansı
ISTA	International Seed Testing Association
KOI	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MSTAT-C	Tasarım, Yönetim ve İstatistiksel Araştırma Aracı
SAR	Sodyum Adsorbsiyon Oranı
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SSP	Çözünür Sodyum Oranı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Küresel Fiziksel ve Ekonomik Su Kıtlığı Haritası .....	3
Şekil 2.2. Atıksu arıtımının gelişimi .....	4
Şekil 2.3. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sektörel su kullanımı .....	14
Şekil 2. 4. Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması.....	21
Şekil 3.1. Samsun golf alanının genel görünümü.....	33
Şekil 3.2. Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi.....	36
Şekil 3.3. Petri deneme hazırlanması.....	40
Şekil 3.4. Petri deneme hazırlanmasında inkübatörde bekletme işlemleri.....	41
Şekil 3.5. Saksı denemesi için kum ve toprakta hazırlanan işlemler.....	44
Şekil 3.6. Saksı deneme için kum ve toprak eleme işlemler.....	44
Şekil 3.7 Saksı denemesi için hazırlanan plastik saksı ve drenaj borusu.....	45
Şekil 3.8. Saksı denemesinde çakıl tartma ve hazırlanma işlemler.....	45
Şekil 3.9. Saksı denemesinde yetiştirme ortamı olarak kullanılacak kum ve toprak doldurulmuş saksılar.....	46
Şekil 3.10. Saksı denemesi için hazırlanmış saksıların seraya yerleştirilmesi.....	46
Şekil 3.11. Yetiştirme ortamı kum olan saksılarda çim tohumun ekimi .....	47
Şekil 3.12. Yetiştirme ortamı toprak olan saksılarda çim tohumunun ekimi .....	48
Şekil 3.13. Yetiştirme ortamı kum olan saksılarda gübreleme işlemleri .....	49
Şekil 3.14. Yetiştirme ortamı toprak olan saksılarda gübreleme işlemleri .....	50
Şekil 3.15. Etiket hazırlama.....	53
Şekil 3.16. Kum ve Toprak yetiştirme ortamları için tarla kapasitesinin hesaplaması .....	54
Şekil 3.17. Saksılarda homojen çim çıkışı tamamlanana kadar çeşme suyu ile sulama işlemleri.....	54
Şekil 3.18. Tesisten gelen arıtılmış atıksuların bidonlarda depolanması.....	55
Şekil 3.19. Serada kumlu saksıların yerleştirilmesi.....	55
Şekil 3.20. Kumlu saksılarda ilk çimlenme.....	56
Şekil 3.21. Kumlu saksılarda çimlerin dolgun hali.....	56
Şekil 3.22. Topraklı saksılarda ilk çimlenme.....	63

Şekil 3.23. Topraklı saksılarda çimlerin dolgun hali.....	64
Şekil 3.24. Mantar ilaçlaması ve köklerin havalandırılması için yapılan işlemler .....	64
Şekil 3.25. Saksılara mikroelement gübre verilmesi.....	65
Şekil 3.26. Çim boy uzunluğunun ölçülmesi.....	65
Şekil 4.1. Golf sahası için en iyi ve uygun olan çim ( <i>Lolium perenne Topgun</i> ).....	68
Şekil 4.2. Golf sahası için uygun olmayan ve en düşük çim ( <i>Poa pratensis geisha</i> ).....	69
Şekil 4.3. Golf sahalarında kullanılan çimlerin çimlenme hızı.....	71
Şekil 4.4. Golf sahalarında kullanılan çimlerin çimlenme gücü.....	72
Şekil 4.5. Golf sahalarında kullanılan çimlerin fide uzunluğu.....	73
Şekil 4.6. Golf sahalarında kullanılan çimlerin kök uzunluğu.....	74
Şekil 4.7. Golf sahalarında kullanılan çimlerin fide yaş ağırlığı.....	75
Şekil 4.8. Golf sahalarında kullanılan çimlerin kök aş ağırlığı.....	76
Şekil 4.9. Kum ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	78
Şekil 4.10. Kum ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	80
Şekil 4.11. Kum ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	81
Şekil 4.12. Kum ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması .....	83
Şekil 4.13. Kum ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	84
Şekil 4.14. Kum ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması .....	86
Şekil 4.15. Kum ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	87
Şekil 4.16. Kum ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	89
Şekil 4.17. Toprak ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	91
Şekil 4.18. Toprak ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, %50 artırılmış atıksuyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması .....	92
Şekil 4.19. Toprak ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, %75 artırılmış atıksuyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	94

Şekil 4.20. Toprak ortamında <i>Lolium</i> çim türünde, arıtılmış atıksuyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	96
Şekil 4.21. Toprak ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, çeşme su ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	97
Şekil 4.22. Toprak ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	99
Şekil 4.23. Toprak ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	100
Şekil 4.24. Toprak ortamında <i>Festuca</i> çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	102
Şekil 4.25. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	104
Şekil 4.26. Kum ortamında, golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	105
Şekil 4.27. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	106
Şekil 4.28. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	107
Şekil 4.29. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %100 çeşme suyu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	108
Şekil 4.30. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	109
Şekil 4.31. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	110
Şekil 4.32. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	111
Şekil 4.33. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	112
Şekil 4.34. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	113
Şekil 4.35. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	114
Şekil 4.36. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	115
Şekil 4.37. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	116
Şekil 4.38. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 su oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	117

Şekil 4.39. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 su oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	118
Şekil 4.40. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında AKM ve BOİ <sub>5</sub> değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	119
Şekil 4.41. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	121
Şekil 4.42. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	122
Şekil 4.43. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	123
Şekil 4.44. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	124
Şekil 4.45. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	125
Şekil 4.46. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 su oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	126
Şekil 4.47. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	127
Şekil 4.48. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	128
Şekil 4.49. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	129
Şekil 4.50. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	130
Şekil 4.51. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	131
Şekil 4.52. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	132
Şekil 4.53. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	33
Şekil 4.54. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	134
Şekil 4.55. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	135
Şekil 4.56. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	136
Şekil 4.57. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	137

Şekil 4.58. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	138
Şekil 4.59. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	139
Şekil 4.60. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	140
Şekil 4.61. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	141
Şekil 4.62. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	142
Şekil 4.63. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	143
Şekil 4.64. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	144
Şekil 4.65. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	145
Şekil 4.66. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	146
Şekil 4.67. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	147
Şekil 4.68. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	148
Şekil 4.69. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	149
Şekil 4.70. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	150
Şekil 4.71. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	151
Şekil 4.72. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	152
Şekil 4.73. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	154
Şekil 4.74. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	155
Şekil 4.75. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında anyon değerlerin (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değişimi ve karşılaştırılması.....	157
Şekil 4.76. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	158

Şekil 4.77. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	160
Şekil 4.78. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	161
Şekil 4.79. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	163
Şekil 4.80. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	164
Şekil 4.81. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	166
Şekil 4.82. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	168
Şekil 4.83. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	169
Şekil 4.84. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	171
Şekil 4.85. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	172
Şekil 4.86. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	174
Şekil 4.87. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	175
Şekil 4.88. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında anyon (TP, TN, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ve SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	176
Şekil 4.89. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	179
Şekil 4.90. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	180
Şekil 4.91. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	181
Şekil 4.92. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	182
Şekil 4.93. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	183
Şekil 4.94. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	184

Şekil 4.95. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	185
Şekil 4.96. Kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	186
Şekil 4.97. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, çeşme suyu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	187
Şekil 4.98. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	188
Şekil 4.99. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	189
Şekil 4.100. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	190
Şekil 4.101. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, çeşme suyu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	191
Şekil 4.102. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	192
Şekil 4.103. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	193
Şekil 4.104. Toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında katyon (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	194
Şekil 4.105. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	195
Şekil 4.106. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	196
Şekil 4.107. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	197
Şekil 4.108. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	198
Şekil 4.109. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	199
Şekil 4.110. Kum ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, arıtılmış atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	200
Şekil 4.111. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %50 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	201

Şekil 4.112. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, %75 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	202
Şekil 4.113. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Lolium</i> çiminde, artırılmış atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	203
Şekil 4.114. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %50 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	204
Şekil 4.115. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, %75 atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	205
Şekil 4.116. Toprak ortamında golf sahasına ait <i>Festuca</i> çiminde, artırılmış atıksu oranında fekal koliform değerlerin değişimi ve karşılaştırılması.....	206
Şekil 4.117. <i>Lolium</i> çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonu (pH) değerleri üzerindeki etkileri.....	218
Şekil 4.118. <i>Festuca</i> çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonu (pH) değerleri üzerindeki etkileri.....	219
Şekil 4.119. <i>Lolium</i> çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonu iletkenlik (EC) değerleri üzerindeki etkileri.....	220
Şekil 4.120. <i>Festuca</i> çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonu iletkenlik (EC) değerleri üzerindeki etkileri.....	221
Şekil 4.121. Kum yetiştirme ortamında ve çeşme su ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi.....	222
Şekil 4.122. Kum yetiştirme ortamında ve %50 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi .....	223
Şekil 4.123. Kum yetiştirme ortamında ve %75 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi.....	223
Şekil 4.124. Kum yetiştirme ortamında ve artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi.....	224
Şekil 4.125. Toprak yetiştirme ortamında ve çeşme su ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi .....	224
Şekil 4.126. Toprak yetiştirme ortamında ve %50 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi.....	225
Şekil 4.127. Toprak yetiştirme ortamında ve %75 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi.....	225
Şekil 4.128. Toprak yetiştirme ortamında ve artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi.....	226

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Atıksudaki patojenler ve kimyasallarla ilişkili risk kaynakları .....	8
Tablo 2.2. Çeşitli Yöntemlerle Arıtılmış Atıksuyun Kullanım Alanları .....	9
Tablo 2.3. Türkiye’de su kullanım miktarı .....	10
Tablo 2.4. Su varlığına göre ülkelerin sınıflandırılması .....	11
Tablo 2.5. Dünyadaki Toplam Su Miktarlarının Yüzdesi .....	13
Tablo 2.6. Atıksuyun yeniden kullanım örnekleri .....	27
Tablo 3.1. Denemelerin yürütüldüğü sera (örtü altı) sıcaklık ve nem değerleri.....	35
Tablo 3.2. Petri denemesinde parsellerine göre atıksu ve çeşme suyu karışım oranları.....	41
Tablo 3.3. İsta uluslararası tohum testleri derneği (ISTA).....	42
Tablo 3.4. Kumlu saksılarda tarla kapasitesine göre çimlerin sulama miktarı.....	51
Tablo 3.5. Topraklı saksılarda tarla kapasitesine göre çimlerin sulama miktarı .....	52
Tablo 3.6. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite göstergeleri.....	57
Tablo 3.7 Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları.....	58
Tablo 3.8. Evsel nitelikli atıksu kirlilik yükü.....	59
Tablo 3.9. 2020 yılının atıksu arıtma tesisi analiz sonuçları.....	59
Tablo 3.10. Sulama suyun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tablo.....	60
Tablo 3.11. Kıta içi su kaynakların sınıfları.....	61
Tablo 3.11. Devamı.....	62
Tablo 4.1. Petri denemesi sonuçlarına ilişkin varyans analiz tablosu.....	70
Tablo 4.2. Golf sahalarında kullanılan farklı çim türlerinin çimlenme hızlarının değişimi.....	71
Tablo 4.3. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin çimlenme gücü belirlenmesi .....	72
Tablo 4.4. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin fide uzunluğu belirlenmesi.....	73
Tablo 4.5. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin kök uzunluğu belirlenmesi .....	74
Tablo 4.6. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin fide yaş ağırlığı belirlenmesi.....	75
Tablo 4.7. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin kök yaş ağırlığı belirlenmesi.....	76

Tablo 4.8. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %100 çeşme suyu oranında drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları.....	208
Tablo 4.9. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %50 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları .....	209
Tablo 4.10. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %75 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları .....	210
Tablo 4.11. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %100 arıtılmış atıksu oranında alınan drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları .....	211
Tablo 4.12. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %100 çeşme suyu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları.....	212
Tablo 4.13. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %50 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları .....	213
Tablo 4.14. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %75 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları.....	214
Tablo 4.15. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait <i>Lolium</i> (L) ve <i>Festuca</i> (F) çiminde %100 arıtılmış atıksu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları.....	215
Tablo 4.16. Toprak reaksiyon (pH) değerlerinin sınıflandırılması için sınır değerler durumunu .....	217
Tablo 4.17. Elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin sınıflandırılması için sınır değerler, tuzluluk sınıfları ve bitki gelişimi üzerine etkileri .....	217
Tablo 4.18. Kum ve toprak örneklerinde başlangıç için yapılan analiz sonuçları .....	218

## 1. GİRİŞ

Türkiye'de nüfus artışı, hızlı kentleşme ve sanayileşme faaliyetleri sonucunda artan su talebi ile birlikte, su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ve korunması çok önemli hale gelmiştir. Türkiye su kaynakları bakımından zengin bir ülke olarak görülse de, mevcut su kaynaklarının dağılımı ülke çapında eşit değildir. Türkiye yakın dönemde, su sorunları yaşamaya aday ülke olarak değerlendirilebilir. Böyle bir durumun ana sebebi; su kaynaklarının kontrol edilememesi, Türkiye'nin yer aldığı topografyadan kaynaklanmaktadır.

Su kıtlığı ve su kirliliği dünyanın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye'de de en önemli çevresel sorunlardan biridir. Dünyanın %71'i suyla kaplıyken, bu suların %97'si içme suyu olarak kullanılmayan deniz sularıdır. Kentsel yerleşimler, atıksuyun popülasyona bağlı olarak düzenli bir şekilde arttığı bölgelerdir. Atıksuların arıtılması, su kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için önemli bir konudur. Dünya, su kıtlığının yoğunlaşmasıyla karşı karşıyadır ve mevcut su kaynaklarının azalması sebebiyle atıksuyun yeniden kullanımının yeni bir seçenek olması gündemdedir. Temiz su kaynakları, özellikle kurak ve yarı kurak iklimlere sahip ülkelerde, artan nüfusun içme suyu gereksinimlerini karşılamak için yetersizdir. Günümüzde yetersiz kalan temiz su kaynaklarına sulama suyu ihtiyacını karşılamak için alternatif olarak, evsel atıksuyunun kullanımı rasyonel bir çözümdür.

Ülkemizde ve tüm dünyada meydana gelen kuraklık nedeniyle, özellikle tarım ve tarla sulamalarında kaliteli su kullanmak yerine alternatif su kaynaklarının tanıtılması çok önemlidir. Alternatif su kaynaklarının başında, arıtılmış sular gelmektedir. Arıtılmış atıksuların kullanımı, iyi kalitede suların, sulama dışında kullanılmak üzere korunmasını da sağlamaktadır. Aynı zamanda, arıtılmış atıksularda bulunan bitki besin maddeleri bitki yetiştirmede bir avantaj sağlamaktadır. Arıtılmış atıksular, ürün geliştirme için önemli besin maddeleri içerebilir. Bu sayede arıtılmış atık suların sulamada yeniden kullanılması, içme sularının sulamada kullanılma ihtiyacını ve su kütleleri üzerindeki atık su deşarjlarını azaltabilir. Bu çalışmada, yeşil alanların sulanmasında arıtılmış atıksuyu kullanılması arıtılmış kentsel atıksuyun özelliklerinin araştırılması ve arıtılmış kentsel atıksuyun tarımsal ve yeşil alanların sulanmasında kullanıldığında ve toprak ve bitki üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

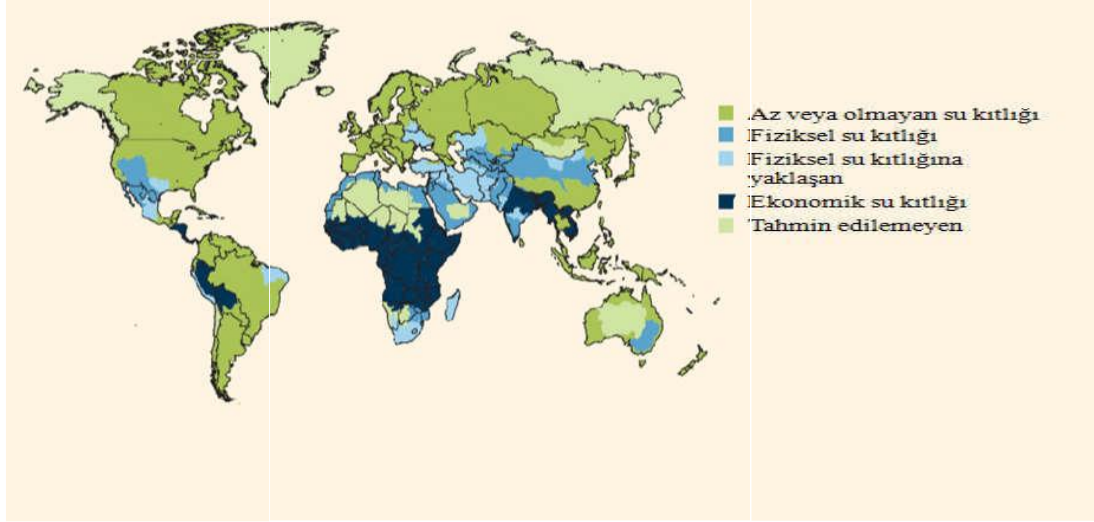
### 2.1. Hayatta Suyun Önemi ve Suyun Kıtlığı ve Gelecek Zorluklar

Su, insan yaşamının her döneminde beslenme, dolaşım, solunum, boşaltım, üreme gibi yaşamsal faaliyetler için gerekli bir malzemedir. Öte yandan, su, yaşam ortamının oluşmasında temel unsurlardan biridir. Yaşam için ön şartlardan biri olmasından dolayı suyun kalitesi oldukça önemlidir (Akın, 2007).

Günümüzde, suyun en önemli çevresel tartışmalardan biri haline gelmesinin nedeni, gelecek zamanda tükenecek olmasıdır. Mevcut suya niteliksel ve niceliksel olarak erişim her geçen gün daha da zorlaşmaktadır (Firidin, 2015).

Su hem risk altındadır hem de sınırlı kaynaktır. Su yönetimi ile ilgili literatürlerin çoğu, suya erişim kavramında işlevsel hale getirilen suyun kıtlığına odaklanmaktadır (Doorn, 2013). Su, küresel ekonominin tüm sektörlerinde ve bölgelerinde ekonomik faaliyete doğrudan ve dolaylı olarak katkıda bulunan önemli bir üretim faktörüdür. Su kıtlığı bu nedenle insanlar, toplum ve ekolojik sistemler için önemli sonuçların ötesine geçebilir, ancak ekonomik büyüme için de bir tehdit oluşturabilir (Distefano ve Kelly, 2017). Dünyada yaklaşık 1,4 km<sup>3</sup> su bulunmakta olup, bunun % 97,4'ü tuzlu su ve %2,6'sı tatlı sudur. Toplam su miktarının % 0,8'i sürekli buharlaşmakta, çökeltme ve tatlı su olarak akışı mevcuttur (Polat, 2013).

Su kıtlığının başlıca nedenleri; küresel iklim değişikliği, kuraklık, ormansızlaşma, fosil yakıtların kullanımı, tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, ekonomik büyüme, küresel nüfus artışı ve kentleşme oranı, kirlilik, kişisel su kullanım bilincinin eksikliği, kaynaklara uygun olmayan su yönetimi politikaları ve siyasal anlayışlara göre şekillenir. Su kıtlığı, gıda krizleri ve kitlesel göç gibi sosyal, ekonomik ve politik sorunları beraberinde getirir. Su kıtlığı devam ederse veya olağan dışıysa, tarım sektörü öncelikle etkilenecektir ve bu da gıda krizine neden olacaktır. Tarihsel süreçte su kıtlığı ve kuraklıkların toplu göçlere yol açtığı bilinmektedir. Halen, gerekli önlemlerin alınmaması durumunda, bölgesel düzeyde göç hareketlerinin, susuzluk sorunu nedeniyle küresel olarak gelişmesi muhtemeldir (Şahin, 2016).



Şekil 2.1. Küresel Fiziksel ve Ekonomik Su Kıtlığı Haritası (Birleşmiş Milletler Dünya Su Geliştirme Raporu, 2012)

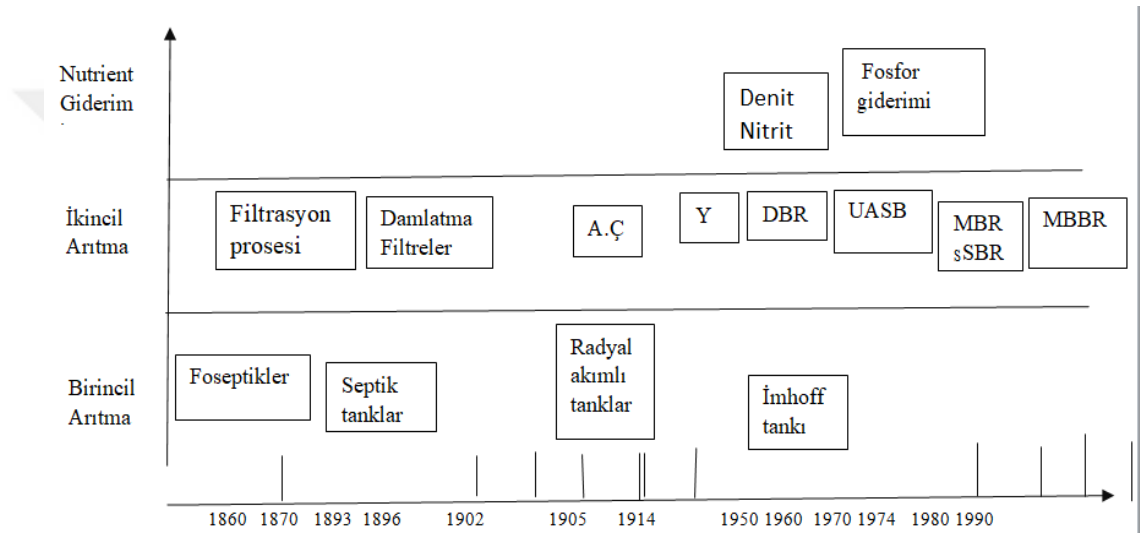
Canlılar için vazgeçilmez bir doğal kaynak olan, önemi artan ve stratejik bir kaynak haline gelen su olmadan yaşamlarını sürdürebilmeleri mümkün değildir. Günümüzde “kıtlık”, kelimesi suyun en çok ilgili sıfatlarından biridir; Bu nedenle, küresel su talebinin ve kullanılabilirliğinin değerlendirilmesine odaklanan birçok çalışma ve proje geliştirilmiştir. Aslında su talebi, özellikle sınırlı su mevcudiyeti olan ülkelerde, dünyanın birçok bölgesinde kritik seviyelere ulaşmıştır. Su kaynaklarının kötü kullanılması, su temini için altyapıların ve iklim değişikliğinin olmayışı, gezegendeki fazla su miktarına rağmen su kıtlığının nedenlerinden bazılarıdır (Karaman ve Gökalp, 2010).

İklim değişikliğinden kaynaklanan artan su kıtlığı ve kuraklığın bir sonucu olarak, tarım işletmeleri ile ekonominin diğer sektörleri arasındaki zorlu rekabet bağlamında, sulama için önemli miktarda su kullanımının gerçekleşmesi beklenmektedir. Buna ek olarak, küresel nüfus artış hızının tahmin edilen artışı, tarımdaki su kullanımı üzerinde doğrudan bir etki yaratarak, gelecekte gıda talebinin kaçınılmaz bir şekilde artmasına işaret etmektedir (Mancosu, vd., 2015).

Gelişmekte olan ülkeler, sosyal, ekonomik, politik ve çevresel faktörler nedeniyle su kıtlığıyla yeterince ilgilenemezler. Bu konu gelişmiş ve kurumsallaşmış ekonomiler ve ülkeler tarafından dikkate alınmıştır. Su temini arz ve talep sorunu değil, kaynakların erişimi ve kontrolüdür. Dünya nüfusunun ihtiyaç duyduklarından daha temiz su kaynaklarına sahip olduğu söylenir. Ancak, bu temiz su kaynakları eşit olmayan bir şekilde dağıtılmaktadır ve bu kaynaklara ve kontrollere erişim her zaman rekabetçi bir sahne olmuştur (Yılmaz ve Peker, 2013).

## 2.2. Arıtılmış Atıksuyun Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanımı

İnsanlığın ilk yıllarından beri insanlar atıklarını yaşam alanlarından çıkarmaya çalışmışlardır. Takip eden yıllarda, bu atıkların sadece yaşam alanlarından uzaklaştırılmasıyla sorunun çözülmediği anlaşılmıştır. Çünkü bu atıkların kullanılan kaynakları kirletmeye devam etmesi (toprak - su gibi) ve bu nedenle, çevreyi kirletmeden kanalizasyonun sağlanmasının bilinmesi ve arıtma kavramının ilk temeli olması gerekir. Günümüzde, en uygun arıtma teknolojisi atıksuyun özelliklerine ve mevcut yerin özelliklerine göre seçilmekte ve atıksu arıtılmakta ve alıcı ortama verilmektedir (Yıldız, vd., 2013).



Şekil 2.2. Atıksu arıtımının gelişimi (Lofrano ve Brown, 2010)

Dünya nüfusunun hızla büyümesi, sanayileşme ve kentleşmenin yanı sıra su kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır (Kahraman, vd., 2017). Son yıllarda yaşanan su kıtlığı su kaynaklarımızın sınırsız olmadığını göstermektedir. Sınırlı su kaynaklarının korunması ve bu kaynakların en verimli kullanımı birçok ülkenin gündemini işgal etmeye devam etmektedir. Araştırma ve geliştirme çalışmalarına ek olarak, kısa vadede kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlayacak pratik ve operasyonel yöntemlere ihtiyaç vardır. Mevcut su kaynaklarını korumanın ve etkili şekilde kullanmanın en iyi yollarından biri de suyun geri kazanımıdır (Özkan, vd., 2008).

Geri dönüştürülmüş su, suyun yeniden kullanılması için iyi kalitede olduğu düşünülen arıtılmış bir atıksudur. Atıksuyun yeniden kullanımı atıksuların arıtım

verimliliğini artırır ve daha sonra doğal ortamların kirletici emisyonları azaltır (Lyu, 2016).

Suyun yeniden kullanılmasının belirli bir yer için uygun olup olmadığı, dikkatli ekonomik etkenlere, geri kazanılan su için potansiyel kullanımlara ve atık deşarj gereksinimlerinin göreceli darlığına bağlıdır (Bahri ve Asano, 2010).

Atıksuların yeniden kullanılmasının başarılı bir şekilde geliştirilmesi, atıksu arıtma teknolojisinin geliştirilmesi nedeniyle arıtılmış atıksuyun kalitesi ile yakından ilgilidir. Atıksu arıtma ve yeniden kullanım projelerinin temel amacı, içme suyu dışındaki tüm kullanımlar için yeterli kalitede su üretmektir. Bu uygulamalar için kullanılan arıtılmış su, önemli miktarda temiz su tasarrufu sağlar (Meneses, vd., 2010). Atıksuların yeniden kullanımı, sınırlı yağış alan bölgelerde ek bir su kaynağı oluşturarak su korumayı destekleyebilir (Petala, vd., 2006).

Dünyadaki su kaynaklarının azlığı, atıksuların iyileştirilmesini ve yeniden kullanılmasını beraberinde getirmektedir. Kentsel, endüstriyel, tarımsal ve sanayi alanlarda kullanılan su miktarını atıksu geri kazanımı ile karşılamak mümkündür. Geri dönüşümlü sular, su mevcudiyeti veya artan tüketim sorunları olan alanlar için alternatif bir tatlı su kaynağı olarak kabul edilir. Dünyada ve Türkiye'de atıksuların geri kazanımı ve kullanımı hakkında tasarımlar geliştirilmektedir (Demir, vd., 2017).

Suyun yeniden kullanılması, sürdürülebilir su yönetiminin ayrılmaz bir parçasıdır, çünkü suyun mevcut ortamda kalmasına ve gelecekte su gereksinimlerini karşılarken korunmasına izin verir (EPA, 2012).

Dünya sağlık örgütü, küresel atıksuyun yeniden kullanımının başlıca itici güçlerini aşağıdakiler ile yakından ilişkili olarak tanımlamıştır: (Pintilie, vd., 2016).

- a) Su kıtlığı ve stresi,
- b) Nüfuslar ve ilgili gıda güvenliği sorunları,
- c) Atıksuyun yeterli olmayan bertarafından kaynaklanan çevre kirliliği
- d) Atıksu ve gri suların kaynak değerinin tanınması.

Atıksuyun geri kazanılmasındaki teknoloji seviyesi, geri kazanılacak suyun amaçlanan kullanımı ile doğru orantılıdır. Tarımsal veya yeşil alanların sulanması için kullanılacaksa biyolojik arıtma çıkışının iyi bir dezenfeksiyonu yeterli olabilir. Doğrudan veya dolaylı erişim varsa, alternatif yöntemler (membran teknikleri, aktif

karbon ve ileri oksidasyon yöntemleri, vb.) kullanılmalıdır (Kurtkulak, 2014). Suyun yeniden kullanımı, artan nüfus, sanayi ve tarımsal su taleplerinin ortaya koyduğu zorluklara uygun, uzun vadeli bir çözümü temsil etmektedir.

Suyun yeniden kullanımı iki temel işlevi yerine getirir (Urkiaga, vd., 2008):

1) Arıtılan atıksu, faydalı amaçlar için bir su kaynağı olarak kullanılır ve atıksular, göller ve kumsallardan uzak tutulur, böylece yüzey suyu ve yeraltı sularının kirlenmesi önlenir.

2) Ekonomik tasarruflara ek olarak, değerli maddeler ve ısı geri kazanımı, suyun geri dönüşümü ile sağlanabilir.

Geri kazanılan suyun kalitesini olumsuz yönde etkileyebilecek koşullar kanalizasyon sistemine müdahale edebilecek toksik endüstriyel deşarjlar ve kıyı bölgelerinde kanalizasyon sistemine tuzlu suyun karışmasıdır (Kurtkulak, 2014).

### **2.2.1. Atıksuların Yeniden Kullanımı Faydaları ve Riskleri**

Daha yüksek verim elde etmek için kullanılabilir önemli bir mekanizma, kullanımdan sonra atıksuyun tekrar kullanılmasıdır. Suyun tarımsal sulama için yeniden kullanılması, genellikle kullanılabilir potansiyel büyük su miktarlarından dolayı suyun geri dönüşümü için bir alternatif olarak görülmektedir. Suyun yeniden kullanılması, tarımsal bir ortamda kullanım potansiyeline sahip tek bir su kaynağıdır. Bununla birlikte, yeniden kullanılan su, özellikle arıtılmış atıksu atıkları veya endüstriyel deşarjlar gibi kaynaklarla, genellikle sabit ve güvenilir bir kaynak olması bakımından büyük bir avantaj sağlar (Toze, 2006).

#### **2.2.1.1. Arıtılmış Suyun ve Yeniden Kullanımın Faydaları**

- a) Atıksular genellikle azot ve fosfat (gübre kaynağı olarak) gibi önemli organik ve inorganik besin konsantrasyonları içerebilir
- b) Gerekli kontroller altında güvenilir bir su kaynağıdır
- c) Daha az enerji tüketimi olur
- d) Yeni su kaynakları daha az tüketilir
- e) Arıtılmış atıksuyun geri kazanımı, atıksu deşarjları ile yüzey suyunun bozulmasını azaltır (Meli, 2002).

### **2.2.1.2. Geri Dönüştürülmüş Su Kullanımından Kaynaklanan Potansiyel Riskler ve Problemler**

Suyun tarımsal sulama için tekrar kullanılması, kullanılabilecek potansiyel büyük su miktarları nedeniyle, suyun geri dönüşümünde olumlu bir araç olarak görülmektedir (Tarı, 2011).

Sulama gibi amaçlarla yeniden kullanılan suları kullanmak için belirlenen bazı risk faktörleri vardır. Bunlar kısa vadelidir ve insan, hayvan veya çevre temasına (mikrobiyal patojenler) olan potansiyele bağlı olarak şiddet derecesine göre değişiklik gösterirken, diğerleri geri kazanılmış su kullanımının artmasıyla daha uzun süreli etkilere (topraktaki tuzluluk etkileri vb.) sahiptir (Toze, 2006).

Biyolojik açıdan, geri kazanılmış sulara bağlı patojenlerin sayısının hala önemli olduğu ve tanımlarının genellikle doğrudan yapılmadığı söylenebilir. Bunun yerine, geri kazanılan su ile ilişkili risk derecesini belirlemek için genellikle bakteriyel göstergeler kullanılır. Bunlar arasında, *Escherichia coli* (E.coli), her zaman geri kazanılmış suyun mikrobiyolojik kalitesini ve geri kazanma işleminin etkinliğini sağlamak için kullanılır. Bununla birlikte, söz konusu göstergeler, virüs ve parazitlerin varlığını veya yokluğunu belirlemede hiçbir şekilde güvenilir değildir (Salgot, 2012). Atıksuların içerdiği ve sağlık riski oluşturan patojenler ve kimyasallar ile bulaşma yolları Tablo 2.1’de sunulmuştur.

Tablo 2.1. Atıksudaki patojenler ve kimyasallarla ilişkili risk kaynakları (Tarı, 2011).

<b>Riskler</b>	<b>Patojenler</b>	<b>Kimyasal Maddeler</b>
Risk kaynakları	Bakteriler, Virüsler Helmithler, Protozoa	Ağır metaller, Nitratlar ve Nitritler, Organik mikro kirleticiler
Riskin oluşma nedeni	Tek seferlik veya tekrarlanan temas	Tüketim tekrarı
Riskin oluşma yolları	Sebzelerin, hayvanlarının yenmesiyle Suyun içilmesiyle	Çeşitli ürünlerin yenmesi Suyun içilmesiyle
Risk kaynaklarından ortaya çıkan etkiler	Hızlı bir şekilde görülür	Uzun bir süre sonra görülür.

**Geri kazanılan atıksuların tekrar kullanım alanları;** (Özbay ve Kavaklı, 2006; Duman, 2017).

- Tarımsal sulama, park, golf sahaları ve bahçe sulama
- Endüstriyel soğutma ve proses suyu,
- Yeraltı suyunun yapay beslenmesi
- Toz kontrolü ve beton yapı
- Yangından korunma
- Endüstriyel yeniden kullanım
- Kentsel yeniden kullanım
- Ticari binalarda tuvalet suyu gibi geniş bir alanda kullanılabilir

Geri kazanılan atıksuların tekrar kullanım alanları Tablo 2.2’de sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.2. Çeşitli Yöntemlerle Arıtılmış Atıksuyun Kullanım Alanları (Bozdoğan, 2009)

Kullanımlar	Kullanım Alanları
Tarımsal	Meyve bahçeleri, yem bitkileri, cam elyafı, fidanlık, çiğ veya pişmiş ürünler
Kentsel-rekreasyonel	Parklar-çim ve spor alanları, golf sahaları, balık tutma, süs havuzları, mezarlıklar, tekne gezinti alanları,
Endüstriyel	Soğutma sistemi, proses suyu, genel yıkama suyu, buhar kazanı,
Çevresel	Çevre restorasyonu, dere akıntısı ve doğal sulak alanlara destek, yüzey suyunu arttırma
Diğer	Yangın söndürme, ısıtma sistemi suyu, inşaat, oto yıkama, tuvalet yıkama, klima

### 2.3. Türkiye'de Arıtılmış Atıksuların Değerlendirilmesi

Türkiye'de, nüfus artışı, hızlı kentleşme ve sanayileşme faaliyetleri sonucunda suya artan talep ile birlikte, su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımı ve korunması büyük önem kazanmıştır (Kurtkulak, 2014). Türkiye tatlı su kaynaklarında zengin görünmesine rağmen, su zengini ülkelerden birisi değildir. Türkiye yakın vadede, su sorunu olacak ülke olarak kabul edilebilir. Böyle bir durumun ana sebebi; su kaynaklarının kontrol edilememesi ve Türkiye'nin sahip olduğu topografyadaki usulsüzlüklerden kaynaklanmaktadır (WHO, 1989). Ülkemiz yılda kişi başına 1,652 m<sup>3</sup> su ile su sıkıntısına sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmektedir. Bu, ülkemizde su miktarının 2030 yılında en fakir ülkelerden biri olacağını göstermektedir. Bu nedenle, gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakmak için mevcut su kaynaklarımızın verimli kullanılmasını ve kullandığımız suyun geri dönüşümünü sağlamalıyız (Tanık, vd., 2016).

Türkiye'nin toplam yenilenebilir su potansiyeli, yeraltı suyu 41 milyar m<sup>3</sup> su götürüldüğü takdirde brüt 234 m<sup>3</sup> milyar olarak hesaplanmaktadır. Ancak, günümüzün teknik ve ekonomik koşulları bağlamında çeşitli amaçlar için tüketilebilecek yüzey suyu potansiyeli; yerli akışlardan 95 milyar m<sup>3</sup> komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m<sup>3</sup> olmak üzere, ortalama toplam yılda 98 milyar m<sup>3</sup> 'tür. 14 milyar m<sup>3</sup> olarak, Türkiye'nin potansiyeli ile belirlenen yeraltı ve yerüstü sularının tüketilebileceği ve bu potansiyelin yılda 112 milyar m<sup>3</sup> olduğu tahmin ediliyor (Çevre Durum Raporu, 2011).

Tablo 2.3'teki verilen verilere göre Türkiye'de, 2008 yılında sulama sektöründe 34 milyar m<sup>3</sup>, içme suyu sektöründe 7 milyar m<sup>3</sup> ve sanayi sektöründe 5 milyar m<sup>3</sup> olmak üzere toplam 46 milyar m<sup>3</sup> ve toplamda 46 milyar m<sup>3</sup> suyun tüketildiği hesaplanmıştır. 2030 yılında Türkiye'de toplam 112 milyar m<sup>3</sup> (sulama sektöründe 72 milyar m<sup>3</sup>, içme suyu sektöründe 18 milyar m<sup>3</sup>, sanayi sektöründe ise 22 milyar m<sup>3</sup>) suyun tüketileceği öngörülmektedir (Çevre Durum Raporu, 2011). Türkiye'de sanayi, içme suyu ve sulama suyu kullanım miktarlarında 2030 yılına ilişkin yapılan tahminlerde artış olması öngörülmesine rağmen sulama suyu kullanım oranında modern sulama sistemlerinin devreye girmesi ile %12'lik bir düşme beklenilmektedir (ÇOB, 2008).

Tablo 2.3. Türkiye'de su kullanım miktarı (ÇOB, 2008; Çevre Durum Raporu, 2011)

Yıllar	Sektörler				
	Toplam	Su Kullanımı	Sulama	Kentsel	Endüstriyel
	Milyon m <sup>3</sup>	%	%	%	%
1990	30,6	28	72	17	11
2005	40,1	36	74	15	11
2012	44	39,2	72,4	17,9	11,4
2030	112	100	65	23	12

Tablo 2.3 'te belirtilen veriler doğrultusunda; Türkiye'nin, önümüzdeki 25 yıl içinde ihtiyaç duyacağı su miktarının, bugünkü ihtiyacı olan su miktarının üç katı olacağı görülmektedir.

Tablo 2.4 'te kişi başına düşen yıllık su miktarına göre Türkiye su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1600 m<sup>3</sup> civarındadır.

Tablo 2.4. Su varlığına göre ülkelerin sınıflandırılması (ÇOB, 2008; Kurtkulak, 2014; Çevre Durum Raporu, 2011)

Kişi Başına Su Tüketimi (m <sup>3</sup> )	Ülkenin Durumu
>10000	Su Zengini
3000 – 10000	Kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen
1000 – 3000	Su sıkıntısı bulunan
<1000	Su fakiri

Su, farklı endüstriyel kullanımlarla (kentsel, tarımsal, endüstriyel, vb.) tüketilmekte ve arıtılmış veya arıtılmadan evsel / kentsel atıksu arıtma tesislerine ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerine deşarj edilmektedir. Evsel atıksu ve endüstriyel atıksu arıtıldıktan sonra farklı alanlarda yeniden kullanılabilir (Sanayi Sektörleri Uygulama Kılavuzları, 2018). Atıksuyun Türkiye'de büyük bir potansiyele sahip olması ve yeniden kullanılması, değerli tatlı su kaynaklarını korumak adına umut vericidir (Maryam ve Büyükğüngör, 2017).

Türkiye'de atıksu arıtma ve yeniden kullanım ile ilgili faaliyetler öncelikle Avrupa-Akdeniz ortaklığı tarafından finanse edilen MEDAWARE Projesi ve daha sonra özel olarak yerel su yönetim bölgesel programı tarafından açıklanmıştır (Fatta, 2005).

Türkiye'de atıksuyun arıtılması, su temini ve talebin belirlenmesi ve atıksuların yeniden kullanılması, geri kazanılan pazarlama atıksuları, mühendislik terimleri ve ekonomik olarak atıksu geri kazanımı, geri kazanım tesisinin planlanmasında izlenecek alternatiflerin değerlendirilmesi ve maliyet analizi yeniden kullanım adımları henüz mevcut değildir. Türkiye'de, sanayi tesislerinden çıkan atıksuların tekrar kullanılması daha çok atıksuların geri kazanılarak tesis içinde geri devrettirilmesi şeklinde uygulanmaktadır.

Marmara Bölgesi'ndeki sanayi kuruluşları için yüksek su maliyetleri nedeniyle, bu bölgedeki sanayi kuruluşlarından gelen atıksuların geri kazanımı da ekonomik

açından caziptir. Türkiye’de turistik yapılaşmanın ve yatırımların yoğunlaştığı Ege ve Akdeniz Bölgeleri’nde zamanla ortaya çıkan arıtma ihtiyaçları sonucu kurulan arıtma tesislerinin çıkış suları, daha yeni sulamada değerlendirilmeye başlanmıştır. Atıksuların bir kısmı, bahçeler, parklar ve yerleşim yerlerinin sulanması için kullanılırken, bir kısmı stabilizasyon havuzlarında depolanmakta ve tarım amaçlı kullanılmaktadır (Çevre Durum Raporu, 2011). Atıksu geri kazanım metotları, tarımda sulama, yeşil alanların sulanması, endüstriyel toparlanma, yeraltı enjeksiyonları, dinlenme maksatlı kullanılan bölgelerde geri kazanım, doğrudan olmayan (yangın suları, tuvaletler) geri kazanım ve doğrudan (içme suyu olarak) geri kazanım sayılabilir (Çevre Durum Raporu, 2011). Çok su tüketen ülkelerde özellikle İstanbul gibi suyun pahalı ve su kıtlığı olan alanlarda suların yeniden kazanılarak kullanılması ekonomik olmaktadır. Atıksuların Avrupa ülkelerinde yeniden kullanım potansiyelleri için oluşturulan modele göre, 2025 yılı projeksiyonunda 31 ülke arasında Türkiye 4. sırada yer almaktadır (Kurtkulak, 2014).

Türkiye’de 2008 yılında belediyelere ait 29’u fiziksel, 158’i biyolojik, 32’si ileri ve toplam 17’si doğal arıtma sistemi dahil olmak üzere toplam 236 atıksu arıtma tesisi ve bu tesisler 442 belediyeye hizmet vermektedir. Kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen 3,26 milyar m<sup>3</sup> atıksuyun 2,25 milyar m<sup>3</sup>’ü atıksu arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Arıtılan atıksuyun %38,3’ünde biyolojik, %32,7’sinde fiziksel, %28,8’inde ileri ve %0,3’ünde doğal arıtmaya uygulanmıştır (Kurtkulak, 2014).

#### **2.4. Dünya’da Arıtılmış Atıksuların Değerlendirilmesi**

Dünya yüzeyinin dörtte üçü su ile kaplı olmasına rağmen, insan kullanımına uygun tatlı su miktarı çok sınırlıdır. Mevcut suyun %1’inden azı, insan kullanımına uygun ekosistem ve tatlı su kaynaklarından oluşur. Bu nedenle su sıkıntısı insanlık kadar eskidir. Dünyadaki su kaynaklarının yaklaşık %70’i tarım amaçlı kullanılmaktadır. Bunu %19 ve %11 ile endüstriyel ve evsel kullanım izlemektedir (Muluk, vd., 2013). 2011 yılında; Dünyada 7 milyar m<sup>3</sup>/yıl arıtılmış atıksu, yeniden kullanılmış ve bu değer toplam su kullanımına oranı %0,59’dur.

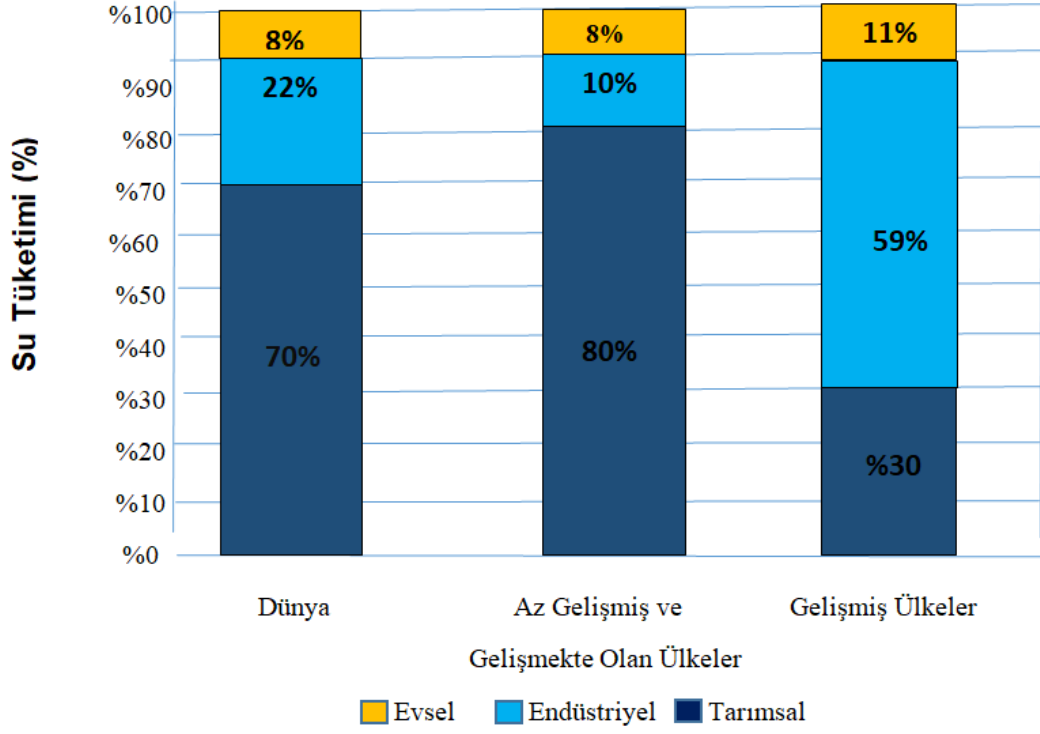
2030 yılında dünyada 26 milyar m<sup>3</sup>/ yıl atıksuyun kullanımının kullanılması öngörülmektedir (Sanayi Sektörleri Uygulama Kılavuzları, 2018). Dünya’daki toplam su miktarı 1,4 milyar km<sup>3</sup>’tür. Bu suyun %97,5’i deniz ve okyanuslardaki tuzlu sulardan oluşmaktadır. Kalan miktarın sadece %2,5’i tatlı sudur ve sadece küçük bir

kısmının çeşitli amaçlar için kullanılabilceği belirlenmiştir. Tablo 2.5'te dünyadaki toplam su yüzdesi gösterilmektedir (Demir, 2017).

Tablo 2.5. Dünyadaki Toplam Su Miktarlarının Yüzdesi (Demir, 2017)

<b>Su miktarı</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Yüzde (%)</b>
Dünyadaki Toplam Su Miktarı	1,4 Milyar	100
Denizler ve Okyanuslardaki Tuzlu Su Miktarı	1,37 Milyar	97,5
Tatlı Su Miktarı	0,035 Milyar	2,5
Yılda Buharlaştıran Su Miktarı	500.000	0,036
Yılda Yağışla Düşen Su Miktarı	100.000	0,007
Nehirlerle Akışa Geçen Miktar	40,000	0,003
Teknik ve Ekonomik Kullanılabilir Su Miktarı	9,000	0,00064

2003 verilerine göre, farklı sektörlerdeki su kullanım oranları, ülkelerin kalkınma düzeylerine göre Şekil 2.3 'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sektörel su kullanımı (Aküzüm, vd., 2010)

Dünya’da ortalama %70 olan tarımsal su tüketimi, azgelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde %82’ye kadar çıkmıştır. Gelişmiş ülkelerde, yoğun sanayi ve tarım faaliyetlerindeki düşüş nedeniyle bu oran %30’a düşürülmüştür (Aküzüm, vd., 2010).

#### 2.4.1. Dünya’da ve Ülkemizde Çeşitli Atıksu Geri Kazanım Çalışmaları

Suyun yeniden kullanımı, dünyanın birçok bölgesinde, su kıtlığıyla tipik olarak karşılaştığı düşünülen ülkelerde bile, giderek yaygınlaşan bir uygulamadır. Yeniden kullanımın arttığı ülkeler ve bölgeler ABD, Batı Avrupa, Avustralya ve İsrail’dir (Miller, 2006). Dünyada su sektörünün kullanımı; tarımsal kullanım için %69, endüstriyel kullanım için %19 ve kentsel kullanım için %12’dir. Bu dağılım kıtalara göre değişir. Asya ve Afrika kıtalarında, tarım amaçlı su kullanımı diğer kıtalara ve dünyadaki kullanıma kıyasla daha yüksektir (Duman, 2017).

##### 2.4.1.1. Avrupa’da Atıksuların Geri Kazanımı

Avrupa’nın su kaynakları açısından zengin olmasına rağmen, son 10 yılda su kıtlığı ve kalite bozulması gibi sorunların artmasıyla bu durum değişmiştir. Avrupa ülkelerinin yarısı (nüfusun yaklaşık %70’i) bugün su sıkıntısı çekmektedir (Bixio, vd., 2006).

Avrupa'da 200'den fazla su geri dönüşüm projesi vardır ve bu suların geri dönüşüm uygulamaları 4 kategoride ele alınmaktadır. Bunlar; tarım, sanayi, kentsel alanlar, rekreasyon alanları, akiferlere geri deşarj gibi çevresel kullanımlar ve bunların kombinasyonları şeklindedir. Artılmış atıksuların kullanımı Güney ve Kuzey Avrupa'da farklıdır. Güney Avrupa'da, projelerin %44'ü tarımsal sulamada, %37'si kentsel ve çevresel uygulamalarda, %51'i Kuzey Avrupa'da kentsel ve çevresel uygulamalarda ve %33'ü sanayide kullanılmaktadır. Ayrıca, Avrupa'daki kıyı akiferlerinin tuzdan korunması, geri dönüştürülmüş atıksuya olan ilginin artmasına neden olmuştur. Avrupa'da, kentsel atıksuların yeniden kullanılması ve atıksuların geri kazanılması önemli bir konudur ve araştırma projeleri Avrupa komisyonu tarafından desteklenmektedir (Özbay ve Kavaklı, 2008).

#### **2.4.1.2. Orta Doğu ve Arap Ülkelerinde Atıksuların Yeniden Kullanılması**

Orta Doğu'daki 29 üye ülkenin 16'sı, yılda 500 m<sup>3</sup>'ün altında yenilenebilir su kaynaklarına sahiptir ve su kıtlığı yaşamaktadır. Bu ülkelerde tüketilen suyun %91'i tarım,%5'i kentsel, %4'ü sanayi ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Birçok Orta Doğu ülkesinde arıtılan atıksuyun yeniden kullanılmasına artan ilgiye rağmen, tarımda atıksu deşarjlarının kullanımı eski zamanlara dayanmaktadır. Teknolojik olarak arıtılmış atıksuların kullanımı ilk olarak 1950'lerde Kuveyt'te başlatılmıştır. Daha sonra, 60-70'lerde diğer ülkelere yayılmıştır (Özbay ve Kavaklı, 2008).

Arap ülkelerinde, arıtılan atıksuyun toplam miktarı yılda 1200 mm<sup>3</sup>'tür. Suriye, Suudi Arabistan ve Mısır en çok arıtılan atıksuları kullanan ülkelerdir ve bölgedeki tüm atıksuların tekrar kullanımı rastgele yapılır ve sulamada arıtılmamış atıksu kullanımı da önemli sağlık riskleridir (Salem, 2001).

#### **2.4.1.3. ABD'de Atıksuların Geri Kazanımı**

Suyun yeniden kullanımı ABD 'de giderek artan bir uygulamadır. Günlük 6,4 milyar m<sup>3</sup> su yeniden kullanılmakta ve su kullanımının yılda %15 oranında artacağı tahmin edilmektedir. 2002 yılında Florida'da günde 2,2 milyon m<sup>3</sup> ve Kaliforniya'da 2 milyon m<sup>3</sup> kullanıldığı belirlenmiştir (Polat, 2013). ABD'de atıksu geri kazanım oranı %7-8'dir. ABD 'de, suyun yeniden kullanımı, alternatif olarak diğer yeni su kaynakları ile birlikte giderek daha fazla paketlenmektedir. Yasama ve politika çevrelerinde, 21. yüzyılın bu yeni su kaynakları, su yeniden kullanımı, tuzdan arındırma, akifer depolama ve geri kazanımı ve su kullanım etkinliği olarak tanımlanmaktadır. ABD 'de suyun geri dönüşümü/geri kazanımı uygulaması büyük ve büyüyen bir endüstridir.

Hacim bazında geri dönüştürülmüş su kullanımı, ABD uygulamalarında golf sahalarının ve bireysel çimlerin sulanabilirliğinden yenilebilir mahsul sulamalarına, çeşitli endüstriyel yeniden kullanım türlerine ve yeraltı suyu yeniden şarjı gibi dolaylı yeniden kullanılabilir su kullanımına kadar yılda %15 oranında büyümektedir (Miller, 2006).

Avustralya'da, geri dönüşüm de dahil olmak üzere su yönetimi için ana sorumluluk, devletlere aittir (Radcliffe, 2006). Avustralya'da, 2013 verilerine göre, arıtılan atıksuyun yeniden kullanım oranı %18 'dir. 2015 hedefi %30 'dur (Sanayi Sektörleri Uygulama Kılavuzları, 2018). Su yeniden kullanımının Avustralya ve Kaliforniya'daki su talebinin %10 ila %13 'üne ulaşması beklenmektedir (Skiles, 2010).

## **2.5. Arıtılmış Atıksuyun Derin Deniz Deşarjı (DDD)**

İnsanoğlu, yaşamını sürdürülmesi ve geliştirebilmesi için çok sayıda ve çeşitli faaliyetler gerçekleştirmelidir. Bu faaliyetlerin yürütülmesi için doğal kaynakların kullanılması ve çevre ile etkileşiminin bir sonucu olarak çevrenin kirlenmesi kaçınılmazdır. İnsan faaliyetleriyle ilgili olarak doğal kaynaklar hızla tükenmektedir. Çevrenin gelişimi ve daha da önemlisi, yaşamın sürdürülmesi için çevrenin korunması şarttır (Kocamış, 2006). Atıksu temelinde faaliyetlerden ele gelen atıksuların, doğadaki dengeyi bozmadan, ekosistem yapılarını tehdit etmeden birçok arıtma yöntemi ortaya çıkmıştır. Arıtma işlemine ek olarak, atıksu, deniz, göl veya akarsu gibi su ortamına, ön işlemden geçmeden veya doğa ve halk sağlığını etkilemeden bertaraf yöntemi olarakdeşarj edilir (Kocamış, 2006).

### **2.5.1. Atıksu Deşarjının Tanımı ve Türleri**

Evsel veya endüstriyel atıksuyun, arıtmadan alıcı su ortamına uygun şekilde verilmesi yöntemi, boşaltma olarak adlandırılır (Darama, 2009). Deşarj, özel boru sistemleri içeren, çevresel, hidrolik ve statik inceleme gerektiren tahliye yapıları kullanılarak gerçekleştirilen bir atıksu giderme yöntemidir (Yılmaz, 2015).

Atıksu tekrar kullanılmayacaksa, az ya da çok işlendikten sonra alıcı su ortamına (deniz, göl, nehir, okyanus vb.)deşarj edilir. Alıcı ortama verilen suyun çevrede zararlı etkilerinin azalması, yapılandeşarjın ortamda yeterince yayılması ile mümkündür. Deşarjın amaçlandığı gibi çevreye zarar vermemesini sağlamak tamamen alıcı ortamdaki atıksuyun davranışına bağlıdır (Darama, 2009).

Derin deşarj sistemleri, kıyı bölgelerinde atık bertarafı ve atıksuların deniz deşarj sistemleri ve alıcı ortamlarla seyreltilmesi bütün dünyada en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir (Yılmaz, 2006). Özellikle yüksek ekstraksiyon kapasitesi nedeniyle açık denizlerde daha fazla arıtmaya gerek kalmadan atıksuyun deşarj edilmesine olanak sağlamakta ve bu nedenle derin deniz deşarj sistemleri, başta gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere birçok ülkede atıksuyun bertarafı için uygun bir yöntem olarak benimsenmektedir (Yılmaz, 2006). Türkiye'de deniz deşarj sistemleri atıksu arıtma için uygun alternatif sistemdir. Özellikle İller Bankası Genel Müdürlüğü'nün maddi desteğiyle inşa edilen sahil beldelerindeki evsel atıksular deniz deşarjları ile giderilmektedir (Öztürk, 2011). Deniz deşarj sistemlerinin amacı, şehir atıksu şebekesi tarafından toplanan atıksuyun belirli bir seviyede arıtılmasından sonra deniz ortamlarına bertaraf edilmesi ve çok yüksek seyreltme oranlarıyla zararsız hale getirilmesidir. Sahildeki kullanım, duyarlılık ve atıksu özelliklerine bağlı olarak, seçilen arıtma yönteminin deniz deşarj sisteminin tasarımı üzerinde önemli bir etkisi vardır (Ayeri, 2016).

Gerekli bilimsel ve teknik ilkeleri kullanarak tasarlanan deniz deşarjları, kirlenici maddelerin seyreltme ve üretim ortamının doğal işlenmesiyle çevre güvenliği seviyesine hızlı bir şekilde indirilmesini mümkün kılmaktadır. Deniz deşarj sistemleri, sürdürülebilir arıtma imkanı sağlayan gelişmekte olan ülkeler için uygundur. Günümüze kadar araştırma ve uygulama sonuçlara göre deniz deşarjları ile Eİ (elektriksel iletkenlik), KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı), BOİ<sub>5</sub> (biyokimyasal oksijen ihtiyacı), AKM (askıda katı madde), TN (toplam azot), TP (toplam fosfor), koliform mikroorganizma kirliliği parametrelerinin deniz ortamında seyreltme ve doğal arıtım mekanizmaları nedeniyle kısa sürede önemli ölçüde düşük değerlere düştüğü bilinmektedir (Öztürk, 2011).

Okyanus, deniz, göl, nehir, baraj ve yapay göllerde atıksu deşarjı için alıcı ortam olarak kullanılır. Ortamlarda boşaltma iki ana tipte gerçekleştirilir: kıyıda gelen yüzey deşarjı veya kıyıda uzakta ve alıcı çevreye batırılmış derin deşarjdır. Kısa deşarj doğrudan alıcı ortamın kenarına gerçekleştirilir. Derin deşarj, deşarj yapıları tarafından kullanılan, çevresel, hidrolik ve statik kontrol gerektiren bir deşarj türüdür (Yılmaz, 2015).

Atıksu arıtma tesislerinde yaklaşık % 61 (2,77 milyar m<sup>3</sup>) atıksu arıtılmakta ve herhangi bir işlem ve arıtma yapılmadan % 39 (1,68 milyar m<sup>3</sup>) alıcı ortama deşarj edilmektedir (Dölgen, 2006).

Ülkemizde deniz deşarjı sistemlerinin mevcudiyetinin hukuki temeli, Çevre Kanunu hükümleri uyarınca düzenlenen (SKKY) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nin (31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete) 33. Maddesinde belirlenmiştir. Yönetmeliğe göre “Denizler ve kıyı bölgeleri için, atıksu ve soğutma sularının, alıcı ortamda yeterli izleme kapasitesine sahip olmaları şartıyla, deniz deşarjları ile bertaraf edilmelerine izin verilmektedir” ve “Bu durumlarda, evsel ve endüstriyel deşarj için deşarj standartları uygulanmayacaktır” denilmektedir. Deniz deşarjına izin verilebilecek atıksuların özellikleri yönetmeliği 34. Maddesinde, deniz deşarj kriterleri 35. maddesinde verilmektedir.

## **2.6. Yeşil Alanların Su İhtiyacı ve Sulama İşlemleri**

Yaşam kalitesi, kentin ve kent toplumunun fiziksel, sosyal ve ekonomik özelliklerinin belirlediği bir durumdur. Kent yaşamının kalitesini etkileyen faktörler, yaşam gibi çok boyutlu bir yapı sergiler (Öztürk ve Özdemir, 2013). Su eksikliği, çoğu kurak ve yarı kurak bölgelerde sürdürülebilir tarımsal gelişmeyi sınırlayan temel faktörlerden biridir. Günümüzde çiftçilerin kentsel atıksularını sulama suyunun kaynağı olarak birbirlerinden daha fazla ele almaları gerekiyor (Chen, vd., 2013).

Sulama için atıksu kullanımı yüzyıllardır uygulanmaktadır. Bununla birlikte, bu uygulama günümüzde sınırlı miktarda su kaynaklarının gerektiği yerlerde daha fazla önem kazanmıştır (Karataş, 2005).

Su kısıtlamaları ve artan su tüketimi nedeniyle düşük kaliteli su kaynakları, son zamanlarda en fazla su tüketimine işaret eden tarımsal su ihtiyacının giderilmesi için bir çözüm olarak görülmektedir. Atıksu, organik madde ve nitrojen, potasyum ve fosfor gibi besin maddeleri açısından zengin olmasından dolayı toprak üzerinde ve sonunda bitki büyümesinde olumlu bir etkiye sahip olabilir (Galavi, vd., 2010). Atıksular dünyanın çeşitli yerlerinde bitkilerin, parkların, ormanların ve golf sahalarının sulanmasında kullanılmaktadır (Bozkurt, 2007). Arıtılmış atıksu birçok ülkede sulama amaçlı kullanılmaktadır. Bu ülkelerden; Meksika, Amerika Birleşik Devletleri, İspanya, İsrail, İtalya, Fransa, Tunus, Yunanistan, kullanım amaçlarına göre arıtarak kalite kriterlerini sağlayan, uygun arıtma yöntemlerini belirten ve bu

suların sulama amacıyla nasıl kullanılmasının gerektiğini açıklayan kılavuzlar geliştirmiştir (Ada, 2011).

Dünyanın birçok yerinde, atıksu arıtımı ve yeniden kullanımı, sulama için ilginç bir alternatif su kaynağı olmuştur ve birçok araştırmacı, faydalarını onaylamıştır. Akdeniz ülkelerinde arıtılmış atıksu, su kıtlığı olan bölgelerde süs bitkilerini sulamak için katlanarak kullanılmaktadır (Mouhanni, 2011).

Gelişmekte olan ülkelerdeki şehirlerden gelen atıksuların %80 'inin sürekli ve mevsimsel sulama için kullanıldığı tahmin edilmektedir. Sulamada arıtılmış atıksu kullanımı ile su kıtlığı sorununu çözmeye, minimum çevresel risklerle büyük miktarlarda su bertaraf etme ve bitki besin maddeleri içeriğinden dolayı ekonomik fayda sağlama gibi olumlu sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Tarı, 2011).

Atıksu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır, ancak Türkiye'de arıtılmış atıksu çalışmaları yaygın değildir. Atıksu arıtma tesislerinin her geçen gün arttığı Türkiye'de, atıksu ve arıtılmış suların en çok kullanım alanları tarım alanları olmaktadır. Tarım alanları insan gıda zincirinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Sürdürülebilir tarımsal üretim için suyun verimli kullanılmasından daha önemlisi tarım arazilerinin korunmasıdır (Kudal ve Müftüoğlu, 2014). Türkiye'nin tarım arazisi, 78 milyon hektar olan ülke yüzey alanı yaklaşık üçte biri yani 28 milyon hektar olup ekonomik olarak sulanabilecek 8,5 milyon hektar alanın toplam 6,09 milyon hektarı sulamaya açılmıştır. Gıda sektörünün ve sanayinin ihtiyaç duyduğu tarımsal ürünleri karşılamak için kalan 2,41 milyon hektarlık sulama için de önemlidir (Duman, 2017).

Atıksu ile tarımsal ve yeşil alanların sulaması uygulamaları dünyanın birçok yerinde yapıldığı bilinmektedir. Dünyada 20 milyon hektarlık sulu tarım arazisinin kısa süre önce ham, işlenmiş ve/veya kısmen seyreltilmiş atıksu ile sulandırıldığı belirtilmiştir (Hamilton, vd., 2006). İşlenmiş atıksu, tarım ürünlerinin, toprakların, yüzeylerin ve yeraltı sularının patojenik ve zehirli kirletici maddelerinden kaynaklanan tehlikeleri en aza indirmek için kontrollü koşullar altında sulama için kullanılabilir.

Kentsel açık yeşil alanların doğal su döngüsüne ve ekosisteme katkısını göz ardı etmeden bu alanların sulanması için kullanılan su miktarını en aza indirecek önlemler alınmalı ve yöntemler geliştirilmelidir (Önder ve Akay, 2015). Sulama için gerekli olan su, sulanan alan, hektar başına metreküp cinsinden belirli su alım miktarları ( $m^3/ha/yıl$ ) ve su alım yüzdesinde geri dönüş suyu ile belirlenir. Bunlar

genel fizyografik koşullara, sulama sistemlerinin kullanılışlı durumuna, sulama tekniklerine ve ürün kompozisyonuna dayanır (Shiklomanov, 2000). Bu nedenle, çoğu ölkede atıksuyun sulama için yeniden kullanma konusundaki ilgi hızla artmaktadır. Ayrıca, atıksu ve sulama, doğrudan deşarjın yüzey ve yeraltı sularına yol açtığı kirliliği en aza indirmek için çevresel bağlamda atık yönetimi olarak kabul edilmektedir (Mohammad ve Mazahreh, 2003). Sulama için arıtılmış atıksu kullanılması durumunda, atıksuyun tuzluluk değerleri dikkate alınarak kontrollü bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Kudal ve Müftüoğlu, 2014).

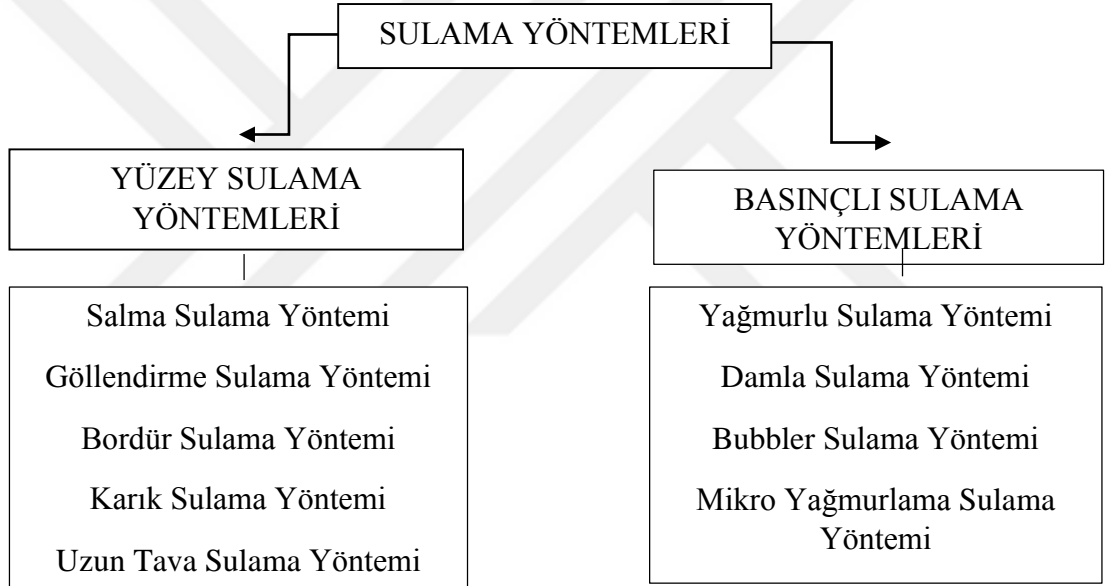
Atıksular tüm dünyadaki birçok ölkede sulama amaçlı olarak yeniden kullanılır. Olası bir mekanizma, sulama için diğer tatlı su kaynaklarının yerine kullanılabilen atıksu ve drenaj suyunun geri dönüştürölmesidir (Toze, 2006). Bununla birlikte, atıksu ile sulama, hem çiftçiler hem de ekinler için sağlık sorunları viral ve bakteriyel enfeksiyon riski taşır (Meli, 2002). Sulamada kullanılan su kullanım alanları ağıısından dikkate alındığında, kırsal alanlarda tarımsal sulama büyük bir paya sahiptir ve kentsel alanlarda kentsel yeşil alanların sulanması önemli bir yere sahiptir. Özel ve kamu alanları için peyzaj sulama, kentsel su koruma potansiyelinin en büyük kaynaklarından biri olarak tahmin edilmektedir (Önder ve Akay, 2015).

2030 yılında raporda yer alan Avrupa Çevre Ajansı, Türkiye'nin birçok bölgesinde su sıkıntısı yaşayacağını dile getirdi. Su kaynaklarının kısıtlı olması ve birçok alanda sulama amacıyla kullanılan suyun %65-80'inin kullanılması nedeniyle, sulamada kullanılan suyun etkin kullanımının önemi artmıştır (Önder ve Akay, 2015).

Bitkilerin bitki fazı boyunca ve bakım süreci boyunca sürekliliğini sağlamak için açık yeşil alanlarda tüketilen büyük miktarda su, su yönetimini peyzaj mimarlığı düzenlemelerinde zorunlu kılmaktadır. Bu alanlarda su tüketimini en aza indirecek başlıca alanlar; kapsamlı planlama ve tasarım, gerektiğinde toprağın iyileştirilmesi, uygun çim alanlarının oluşturulması, ekimdeki uygun türlerin seçimi, uygun sulama sisteminin seçimi, organik malç kullanımı ve uygun bakım prosedürlerinin uygulanmasıdır (Önder ve Akay, 2015). Tasarım tesislerinde su ihtiyaçları doğal ve yapay olarak iki şekilde karşılanmaktadır. Yeryüzünde, iklimin (rüzgar, güneş, hava, bağıl nem vb. gibi iklim özellikleri) ve yağış koşullarının uygun olduğu yerlerde, su ihtiyaçları kısmen ya da tamamen yağmurdan karşılanmaktadır.

Ölkemizde bu durum sadece Karadeniz bölgesinin doğusunda görölmektedir. Diğer bölgelerde, ekili bitkilerin su ihtiyaçları yağmurla ya da tam sulama ile

karşılanmaktadır. Rekreasyon alanlarını kullanan insanların temel amacı yeşil doku ve estetiğin korunmasıdır. Bugüne kadar, sulama tasarımcılarının amacı peyzaj alanlarının yeşil kalmasını ve sistemlerin daha düşük maliyetle üretilmesini sağlamaktır. Ancak günümüzde su kullanımındaki artış ve enerji tüketim harcamalarının yoğunluğunun toplam bakım maliyetlerindeki artış, birçok sulama suyunun su yönetimi konusunda daha fazla düşünmesine neden olmuştur. Rekreasyon alanlarındaki su yönetiminin yeni hedefi, yeşil dokuların estetik yapısını korurken, yıllık sulama suyu ve enerji tüketimini en aza indirmektir. Rekreasyon alanlarını klasik yöntemlerle sulamak çok zordur ve işgücüne ihtiyaç vardır. Bölge büyükse, işgücü ve işin zorluğu artıyor. Bu nedenle, rekreasyon alanlarındaki modern sulama yöntemlerinin kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır (Manav, 2009).



Şekil 2. 4. Sulama yöntemlerinin sınıflandırılması (Manav, 2009)

Tarımsal sulamada ve yeşil alan sulamasında, arıtılmış atıksu kullanımı, dünyada çok yaygın bir uygulamadır. Türkiye'de Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin 28 inci maddesine göre, teknik prosedürler Yönetmeliğinde belirtilen sulama suyu kalite kriterlerini karşılamak için arıtılmış atıksuyun sulama suyu olarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Arazi sulaması ve sulama açısından önerilen sınır değerlere göre, sular 5 farklı kalite sınıfına bölünmüştür. Bunlardan 1. ve 2. sınıf suların sulamada hiçbir sınırlama getirmeden kullanılabilceği, 3, 4 ve 5 sınıfta olan sular bazı sınırlamalarla kullanılabilceğini belirtilmiştir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004). Atıksuyun geri kazanılmasındaki teknoloji seviyesi, geri

kazanılacak suyun amaçlanan kullanımı ile doğru orantılıdır. Tarımsal veya yeşil alanların sulanması için kullanılacaksa biyolojik arıtma çıkışının iyi bir dezenfeksiyonu yeterli olabilir. (Çevre Durum Raporu, 2011). Bu çalışma ile kentsel yeşil alanlardaki su kullanımının ayrıntılı olarak incelenmesi, mevcut ve potansiyel problemlerin belirlenmesi ve bu sorunlara çözüm önerilerinin sunulması ve kentsel yeşil alanlardaki su yönetimi konularının detaylı olarak ele alınması amaçlanmıştır.

## **2.7. Golf Sahaların Su İhtiyacı ve Sulama Tekniği**

Tüm kıtalarda mevcut su kaynaklarının azalması, birincil ihtiyaçlar için suyun öncelikli kullanımını gerektirmektedir. Günümüzde, tüm yeşil alanlarda (golf, spor alanları, parklar ve bahçeler) alternatif su kaynaklarının (arıtma suyu, deniz suyu, bataklık suyu ve atıksu) kullanılması gündemdedir. Yeşil alan yönetimi, 21. yüzyılda iki ana faktör tarafından belirlenecektir. Birincisi su kalitesi olacak ve ikincisi su arzının miktarı ve korunması olacaktır. Bu faktörler yeşil alanın inşasında, sürdürülebilir yönetim ve bakım kararlarında büyük rol oynayacaktır (Şen, 2011). Bunların ışığında, 21. yüzyılda yeşil alan bakım stratejileri büyük ölçüde değişecektir. Çeşitli çevresel stres koşullarına uyum sağlayabilen, beslenme özellikleri geliştirebilen, hastalıklara ve böceklerle karşı yüksek dirençli (minimum ilaç kullanımı), geniş bir yelpazeye yayılan ve farklı su kaynaklarını kullanma kabiliyetine sahip olan çim türleri yeşil alanlarda baskın hale gelecektir (Şen, 2011). Ülkemizde, özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde turizmin gelişmesi ile birlikte yeşil çim bitkilerinin uzun bir geçmişi olmuştur. Ülkemizin farklı iklim bölgeleri olması nedeniyle, her bölgede kullanılabilecek çim türlerini belirlemek büyük önem taşımaktadır. Başarılı bir çim bitkisinin seçimi, çimlerin nasıl kullanıldığı, nerede yetiştirildiği ve kabul edilebilir süreklilik seviyesi ve görünüşü ile ilgilidir (Demiroğlu, 2010).

Günümüzde hem dünyada hem de Türkiye'de golf sahalarının sayısı hızla artmaktadır. Ortalama golf sahası 75 hektarlık bir alana sahiptir (Balcı ve Gedikli, 2011). Türkiye golf turizmi için tercih edilen bir yerdir, çünkü iklim koşulları tüm yıl boyunca golf oynamak için uygundur. Türkiye'nin dünya golf turizmindeki payının önümüzdeki 10 yıl içinde %2 'den %10 'a çıkması beklenmektedir (Bastug ve Buyuktas, 2003). Dünya çapında golf sahalarının sayısı ise 32,000'i aşmaktadır (Filipović, 2014).

Golf su, kum ve benzeri yapay engellerin bulunduğu çimenlerle kaplı doğal engellere sahip bir açık hava sporudur. Öte yandan, ülkenin ve bölgenin çeşitliliğine ve hareketliliğine ek olarak ekonomik, sosyal ve sportif yapı, ekolojik dengeleme işlevi, çevreyi kirlilikten korur (Kaplan, 2010). Ayrıca, kırsal rekreasyon alanı planlamasında da çok önemlidir. Şu anda, katı atık depolama alanları ve madenler gibi çok büyük çevresel sonuçlara sahip alanlar, onarımdan sonra golf sahası olarak kullanılmaktadır. Bu alanların geri kazanımı, toprak ve su yapısını iyileştirir, yerel vahşi doğaya barınma sağlar ve mikro iklimsel özellikleriyle iklimi iyileştirmede rol oynar (Çakıcı, 2002).

Golf sahalarının yapımında doğal arazi formunun değiştirilmesi, toprak kaybına, erozyona ve bazen doğal bitki örtüsünün zarar görmesine neden olmaktadır. Ayrıca golf sahalarının bakımı için gerekli gübreleme ve pestisit ilaçlama gibi kimyasalların kullanılması sonucunda yeraltı ve yerüstü su kaynakları kirlenmiş ve toksik maddeler toprağa aktarılmaktadır. Bir diğer önemli sorun da, golf sahalarının çok büyük çim yüzeylerine sahip olmasından dolayı su kullanımının çok yüksek olmasıdır. Günümüzde, bu kaynakların yönetimi ve toplumların su kaynaklarını kullanmak amacıyla, golf sahalarının planlama aşamasında kullanılması için stratejik yönetim çözümleri geliştirilmektedir (Çakıcı, 2002). En sorunlu konular arasında, golf sahalarının inşası sırasında sulak alanların ve diğer doğal alanların tahrip edilmesi ve sulama için gereken su miktarı ile çim alanlarının korunması için böcek ilacı ve gübreler gibi kimyasalların kullanılması yer almaktadır (Filipović, 2014).

Türkiye'de karar vericiler ve golf işletmecileri özellikle suyun korunması ile ilgili çalışmalarla ilgilenmektedir. Suyun verimli kullanımı, sulama suyunun ürün geliştirme ve verim üzerindeki etkilerinin anlaşılmasıyla mümkün olmaktadır (Bastug ve Buyuktas, 2003). Peyzajların ve çim alanların sulanması için suyun kullanılması, genellikle yüksek kaliteli tatlı su kaynakları için düşük öncelikli kullanım olarak görülmektedir (Skiles, 2010).

Suyun farklı koşullar altında sulamada kullanılması için birçok araştırmacı tarafından çok sayıda su kalitesi kılavuzu geliştirilmiştir. Ancak, en yaygın olarak ABD Tuzluluk Laboratuvarı (USSL) sınıflandırması kullanılmaktadır. Sodyum içeriği, ana bileşenlerin en sorunlu olanıdır ve sulama suyu kalitesi değerlendirmesinde önemli bir faktördür. Aşırı sodyum, toprakta fiziksel sorunlara neden olabilecek ve

toprak geçirgenliğini azaltabilecek alkali bir toprağın gelişmesine yol açar. Sodyum tehlikesi genellikle Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) ile ifade edilir. Elektriksel iletkenlik (EC), suyun sulamaya uygunluğunu belirlemede en önemli parametredir ve atık sudaki TDS'yi yansıttığı için mahsullerin tuzlanmasının tehlikesinin iyi bir göstergesidir. Tarımsal atık suyun neden olduğu en önemli olumsuz çevresel etki, kontrol edilmediği takdirde uzun vadede verimi düşürebilecek olan artan toprak tuzluluğudur. Elektriksel iletkenlik, suyun sulama kullanımına uygunluğunu belirlemede en önemli parametredir ve tuzluluk tehlikesinin iyi bir ölçümüdür. Tarımsal atıksuyun çevreye verdiği en önemli olumsuz etki, kontrol edilmezse uzun toprak tuzluluğuna neden olur. Yüksek EC'nin birincil etkisi, bitkilerin ozmotik aktivitesini azaltmak ve topraktan su ve besin alımını önlemektir (Jawad Alobaidy, vd., 2010).

Atıksuların çevresel amaçlar için yeniden kullanılması, sulak alanların restorasyon amaçlı kullanımını arttırmayı içerir. Rekreasyon amaçlı yeniden kullanım alanları ise; golf sahalarının sulanması, yüzme alanları, balık üretim havuzları, gölet ve havuzlardır. Ancak geri kazanılmış suların çevre ve rekreasyon amaçlı kullanımında; bakteri ve virüse bağlı sağlık etkileri, ötrofikasyon, koku ve estetik etkilere dikkat edilmelidir (Demir, vd., 2017). Bununla birlikte, atıksu yeniden kullanımının uygulanması için artan bir neden sadece sağlıktır. İyi tasarlanmış bir atıksu yeniden kullanımı projesi, atıksuyun arıtılması ve bertaraf edilmesi için uygun ve çevre dostu bir yol olabilir. Tanımlanan kullanımlar temel olarak sebzelerin, ağaçların, tahılların, çayırların, kamu bahçelerinin ve golf sahalarının sulanması için kullanılmaktadır (Angelakis, 1999). Arıtılmış evsel atıksuları ile yapılan sulama, yüzey veya yeraltı su kütlelerine doğrudan imha edilmesine kıyasla çevresel olarak sağlıklı bir atıksu bertarafı uygulaması olarak kabul edilmektedir (Rusan, 2007).

Golf sahaları, su yönetim bölgelerinden sulanan toplam su miktarına göre su tahsisleri alırlar. Bu alanların ihtiyaç duyduğu su miktarı, çimin türüne, köklenme derinliğine, toprak tipine, bakım seviyesine, girdi miktarına ve istenen etkiye bağlıdır (Mitchell, 2004). Atıksu kullanımı arttıkça, kullanımı ile ilgili tuzluluk ve sodisite sorunları, golf sahası endüstrisi için büyük bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir (Skiles, 2010). Aslında, golf sahaları olumlu ekolojik değerler açısından nadiren değerlendirilmektedir, çünkü bu durumda, geri kazanılmış suyu çevreye dahil etmek için güvenli bir yer teşkil ettikleri durum söz konusudur. Bu nedenle golf

sahalarının etkileri hakkında daha kapsamlı çalışmaların geliştirilmesi gerekmektedir (Salgot, 2012). Golf sahaların sulama yönetiminde iyi uygulama teknikleri, toprağa birikmiş tuzların doğru kontrolünü, gübrelerin ve böcek ilaçlarının uygun bir şekilde uygulanmasını, etkili sulamanın önlenmesini ve çim alanların etkili bir şekilde yönetilmesini içerir. Bununla birlikte, İspanya hariç, golf sahalarında suyun yeniden kullanılması için kurallar yoktur, ancak tarım ürünlerinin yeniden kullanımı için kurallar bazen uygulanmakta, bu da yönetim sorunlarına yol açmaktadır. Golf sahası tasarımı su yönetimi için önemli bir faktördür (Salgot, 2012).

Geri dönüşümlü evsel atıksuları ile sulanan ABD 'de golf sahaları, yüzey suları ile sulanan alanlara kıyasla %187 daha yüksek elektrik iletkenliği ve %481 daha yüksek sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) göstermiştir (Chen, 2013). Yeniden kullanım suyu besleyici maddeler ve kuraklık koşulları altında, evsel suyundan daha güvenilir bir su kaynağı olarak kabul edilmesine rağmen, yeniden kullanım suyu ayrıca istenmeyen düzeylerde çözünebilir tuzlar içerir (Devitt, vd., 2004). Yıllık yağışların sınırlayıcı bir faktör olduğu kurak bölgelerde yüksek kalitede çim tutmak için sulama gereklidir (Skiles, 2010). Bu nedenle, kontrollü araştırmalar, çim korumanın, çim kalitesinin azalmaya başlamadan önce bir noktaya ulaşılabileceğini doğrulamaktadır; daha sonra, azalan su, azaltılmış çim kalitesi ile sonuçlanır. Çim kalitesinde veya kaplamasında ortaya çıkan azalma, rekreasyonel kullanım, çevresel fonksiyonel kabiliyetler ve sitenin ekonomik kullanım değeri azaltma potansiyelini ifade eder, bu da doğrudan sahipleri, yerel ekonomiyi ve yerel ortamı olumsuz etkileyebilir (Carrow, 2006).

Çim zemininde kullanım için talep edilen tuzlu su kaynakları, geri kazanılmış su, tuz sızıntısı veya deniz suyu girişimi ve diğer kaynaklardan kaynaklanan tuzlu yeraltı sularını içerebilir. Birçok yerel yönetimler, geri kazanılmış ya da diğer sekonder tuzlu su kaynaklarının kullanılmasını gerektirecek şekilde, çim alanlarının sulanması için içme suyunun kullanımına kısıtlamalar getirerek tepki göstermektedirler (Marcum, 2006). Her golf sahası için ortalama su kullanımının yılda 503 milyon litre olduğu tahmin edilmektedir (Mitchell, 2004). Golf sahasından golf sahasına kadar su dağıtımında farklılık yaratan etkenler, toplam sulanan toprak ve toprak tipidir. Golf sahaları farklı su kaynaklarını kullanabilir: galler, göller ve yeniden kazanılmış su, Ancak, tüm kaynaklardan alınan toplam miktar, tüketime yönelik kullanma izin miktarını geçmemelidir (Mitchell, 2004). Alternatif su kaynaklarının kullanımı ile çim

saha bakım profesyonellerinin çimlerdeki yeni reaksiyonlarla karşılaşması beklenmektedir.

Bunlar azalan büyüme, bitki solgunluğu, besin dengesizlikleri, spesifik iyon toksisitesi, azaltılmış uzun süreli hayatta kalma yeteneği, tuzluluk stresi ile ortaya çıkma olasılığı gibi kriterler olacaktır. Çim alanlarındaki tuzun olumsuz etkilerinin giderilmesinde en önemli faktör tuza dayanıklı türlerin seçilmesidir (Şen, 2011). Normalde; Uzun ömürlü çimler, kozmetik koşullar ve büyüme özelliklerini yıllarca uygun koşullarda muhafaza eder. Çimlerdeki tuz direnci, tuzsuz, orta derecede tuzlu ve çok tuzlu koşullarda büyüme oranları ile belirlenir. Aynı zamanda yaprak gelişimi ve kök ile ilgili parametreler dikkate alınarak tolerans seviyeleri oluşturulmaktadır (Şen, 2011). Akdeniz ülkelerinde artılan kentsel atıksu, su kıtlığı olan alanlarda giderek daha fazla kullanılmaktadır ve golf sahalarının sulanması da dahil olmak üzere tarımda uygulanması su arıtımı için önemli bir unsur haline gelmektedir (Candela, vd., 2007).

## **2.8. Kaynak Araştırması ve Özetleri**

**Bahri, (1998)** tarafından Tunus'ta bulunan 15 arıtma tesisinden 28 kimyasal bileşen için, su kalitesi ve ürün üretimi ve çevre koruma yönetimi için bir temel sağlamak amacıyla ulusal bir atıksu bileşimi araştırması yapılmıştır. Tuzun, besin maddelerinin ve eser elementlerin içerikleri araştırılmış ve bileşimin, çoğu bitki için orta derecede tuzluluk ve sodisite, organik parametrelerin yüksek bir değişkenliği ve düşük eser element içeriği ile karakterize olduğunu göstermiştir. N ve P durumunda, bu tür değişikliklerde, gübreleme amaçları için suyun kullanılmasında bir kısıtlama göstermiştir. Birkaç bitki için zamanla tuzlulukta bir artış fark edilmiştir. Atıksuyunun tuz içeriği arıtma işleminden etkilenmezken, toplam N ve P giderim miktarı %48 (amonyum için %62) ve %63 olarak bulunmuştur. Sonuçta eser elementler için, veriler ortalaması: Zn %87; Cu ve Fe %78; Pb %64; Cr %50; Mn %44; Co ve Cd %17; ve Ni %13 ve analiz edilen su numuneleri, tarımsal yeniden kullanım için gerekli olan su kalitesiyle ilgili Tunus standartlarına uygun ve yüksek bir gübreleme içeriğine sahip olması belirlenmiştir.

Tablo 2.6. Atıksuyun yeniden kullanım örnekleri ( Kurtkulak, 2014)

Ülke	Uygulama Sahası
Japonya	Tuvalet temizliği, Sulama, Endüstriyel kullanım, Genel temizlik, Kar eritme suyu olarak
Fransa	Tarım arazilerinin sulanması
Mısır	Tarım arazilerinin sulanması
Brezilya	Endüstriyel kullanım, Tuvalet temizliği, Yeşil alanların sulanması
İtalya	Tarım arazilerinin sulanması, Endüstriyel ve tarımsal kullanım
İran	Tarım arazilerinin sulanması
Avustralya	Kentsel yeşil alan sulaması, yol ve cadde temizliği, tuvalet temizliği
Çin	Endüstriyel kullanım
Arjantin	Tarım arazilerinin sulanması
Fas	Golf sahalarının sulanması
İspanya	Yeşil alanların sulanması, Caddelerin temizliği, Yangın söndürme

**Asano, (2001)** yaptığı çalışmada, 1912-1985 yılları arasında Golden Gate parkının yeşil alanları geri kazanılan atıksuyla sulanmıştır. Ayrıca; kağıt hamuru ve kağıt işlemleri için geri kazanılmış evsel atıksularının endüstriyel kullanımı (Güney Afrika-1970), golf sahalarının sulanması (ABD-Avustralya-İspanya), narenciye bitkileri için geri kazanılmış su ile sulama ve yeraltı sularına tuzlu su girişinin azaltılması (Tunus-1962), brokoli, kereviz ve diğer bitkilerin geri dönüştürülmüş su ile sulanması (ABD-1987), gibi örnekleri mevcuttur.

**Papaiacovou, (2001)** yaptığı çalışmada, Yaklaşık 200.000 nüfuslu Kıbrıs'ın ikinci en büyük kentsel alanı olan Limasol'un atıksu yeniden kullanım sistemi 1995 yılından beri faaliyet göstermektedir. Yıllık 3,5 milyon m<sup>3</sup>'lük bir akışa sahip olan

yüksek kaliteli atıksular tamamen geri dönüştürülmekte ve yeraltı suyu yeniden şarjı, kamuya açık alanlar, golf sahaları kısıtlı sulama gibi pek çok amaçla ve sebze ve benzeri sulama dışında kullanılmaktadır. Sonuç olarak, Limassol'in su yeniden kullanım şeması, evsel atıksuların, ülkemizdeki su kıtlığıyla ekonomik bir şekilde mücadele etmek için değil, aynı zamanda yükseltmek ve sürdürmek için kullanılabilir ve kullanılması gereken değerli bir kaynak olduğunu da göstermiştir ve maksimum 10 mg/l BOİ<sub>5</sub>, ve maksimum 10 mg/l AKM'lik çıkış değerlerini sağlayan geri kazanılmış atıksu; golf sahası ve park sulamasında kullanılmaktadır.

**Huber ve ark, (2003)** yaptığı çalışmada, kentsel atıksu arıtma tesisinin atıksuyunda 0,5-5 µg/L olan antibiyotiklerin ve östrojenlerin ozondan sonra %90-99 oranında uzaklaştırıldığını tespit etmişlerdir.

**Al-Shammiri, (2005)** yaptığı çalışmada, mikro filtrasyon (MF) birimi, Kuveyt Bilimsel Araştırma Enstitüsü'nde, Reaya atıksu arıtma tesisinden gelen ikincil atıksu akışını arıtmak için test edilmiştir. Bu test, MF ünitesinin atıksu kirliliğinin giderilmesinde güvenilir ve çok etkili olduğunu göstermektedir. Kimyasal analiz sonucu, MF sisteminin atıksuyun kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini ortaya çıkarmıştır. Biyolojik oksijen ihtiyacı, Kimyasal oksijen ihtiyacı, Toplam bakteri sayısı ve toplam askıda katı madde açısından tutarlı bir azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, filtrasyon suyunun MF biriminden sulama amacıyla uygunluğunu incelemekte, MF ürün suyunun kalitesini Kuveyt ve diğer kuruluşlarda sulama standartlarıyla karşılaştırmaktadır. Çalışmanın sonucunda, MF ünitesi tarafından arıtılan atıksuyun kalitesinin düşük potansiyel problemlerle birlikte sulama için uygun olduğu görülmüştür.

**Karataş ve ark, (2005)** yaptığı çalışmada, İzmir belediyesi tarafından işlenmiş atıksuların Menemen Ovası'nda denize boşaltılmak yerine sulama suyu olarak kullanım olanakları ele alınmıştır. Bu amaçla, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve bu konuyla ilgili literatür doğrultusunda, bazı sulama suyu kalite parametreleri bakımından, İzmir arıtma tesisinin sulanmasına uygunluğu araştırılmıştır. Sonuç olarak, İzmir belediyesi arıtılmış atıksuları, birçok ürün için toplam tuz, elektriksel iletkenlik, çözünmüş katı madde, sodyum adsorpsiyon oranı, değiştirilebilir sodyum yüzdesi ve klorür açısından tolerans limitlerini aşmaktadır. Sonuçta bu kalite ile arıtılmış atıksu sulamada uygun olmadığı ve kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır.

**Candela ve ark, (2007)** yaptığı çalışmada, golf sahası sulamasında arıtılmış atıksu kullanılmıştır. Toprak ve akiferin bu tip su kullanımından etkilenip etkilenmediğini değerlendirmek için birkaç ay boyunca lagün, yeraltı suyu ve toprak profillerinden stabilizasyon örnekleri alınmıştır. Fekal koliform ve aerobik bakterilerin kimyasal analizi, toprak su basıncı ve toprak su içeriği, sulama suyu, akifer ve vadoz zonu suları yapılmıştır. Toprak profillerinde çalışma sırasında birkaç kez alındığında, yaz aylarında kısa bir süre haricinde koliformun olmadığını gözlenmiştir. Vadoz bölgesinde, akiferdeki klor konsantrasyonu, sulamadan 10 ay sonra 1200 mg/L'ye kadar yükselirken, üst 60 cm toprakta 1000 mg/kg NaO<sub>2</sub>'den fazla bir artış gözlenmiştir.

**Munoz ve ark, (2008)** yaptığı çalışmada, İspanya ve özellikle de Valencia Bölgesi gibi Akdeniz bölgelerindeki su kıtlığı nedeniyle, su otoriteleri belediyelerde atıksu yeniden kullanımını artırmıştır. Bu çalışmada, üçüncül arıtma alternatifleri (geleneksel arıtmalar ve ultrafiltrasyon içeren bir arıtım), Valenciya'da Quart-Benager'in atıksu arıtma tesisinde bulunan iki pilot tesis (2m<sup>3</sup>/s kapasite) kullanılarak değerlendirilmiştir. Yerleştirme (kimyasal ilaveli ve kimyasal katkı olmadan), geleneksel kum filtrasyonu, UV dezenfeksiyonu ve ultrafiltrasyon farklı alternatiflerde yer alan süreçlerdir. Sonuçlar, çökeltme + filtrasyon + UV radyasyonu ve ultrafiltrasyon içeren arıtmadan oluşan en verimli geleneksel alternatifin fekal koliformların neredeyse %100'ünü elimine ettiğini gösterdi. Bununla birlikte, KOİ'nin çıkarılması, diğer proses kombinasyonlarına kıyasla ultrafiltrasyon (% 60) dahil olmak üzere alternatifte çok daha yüksektir.

**Mouhanni ve ark, (2011)** tarafından Agadir M'zar tesisinin arıtılmış atıksuları iyi bir fizikokimyasal kalitesine sahip olduğu ve önemli besin maddeleri içerilmesini (NPK: azot, fosfor, potasyum) tespit edilmiştir. Ancak, bu suyun Agadir bölgesindeki golf çimenlerini sulamak için dezenfekte etmeden yeniden kullanılması, çok talep gören bir popülasyon için alanın kalitesini ve uygunluğunu engelleyebilecek bir bakteri yükünün varlığını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma, M'zar tesisinin atıksularının sodyum hipoklorit çözeltisi ile dezenfekte edilmesinin sonuçlarını ve bunların golf çimlerini sulamak için yeniden kullandığını bildirmiştir. Bu amaçla, çimlenme ve büyüme parametreleri için dezenfekte edilmiş arıtılmış atıksu (DTWW) ve yeraltı suyunun (GW) bitki çimine etkisini araştırmak ve karşılaştırmak için bir izleme protokolü gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuç, ağartıcı ile dezenfeksiyonun arıtılmış

atıksuyun tuzluluğunu arttırdığını ve toprak ve mahsulün geçirgenliğini etkileyebileceğini göstermiştir.

**Kihila ve ark, (2014)** tarafından yapılan çalışmanın amacı atık stabilizasyon havuzunun ve birleşik atık stabilizasyon havuzunun yapımı ve sulak alan işleme sisteminin atık kalitesini izlemek, sulama amaçlarına uygunluğunu değerlendirmek ve tarımsal üretim için atıksu arıtmasıdır. Sonuçlar göre kaydedilen TDS ortalama değerleri 587 mg/l ve 627 mg/l olduğunu göstermektedir. Nitrat-Azot değerleri 9,19 mg/l ve 2,35 mg/l, Fekal Koliform değerleri 100 ml başına 1000 sayım ve 100 ml başına 4626, WSP ve WSP-CW atıksuları için sırasıyla 159 mgO<sub>2</sub>/L ve 149 mgO<sub>2</sub>/L KOİ değerleri ele gelmiştir. Bulgulara göre, işlenmiş atıksuyun kısıtlı sulama için uygun olduğu gösterilmiştir.

**Kurtkulak, (2014)** yaptığı çalışmada atıksuların geri dönüşümü ve temiz su kaynaklarının korunması ile ilgili en eski çalışmalar 1900'lü yıllarda başlamıştır. Bu uygulamalar; çimler ve ağaçlar için su kullanımı ve sulaması, metal endüstrisinde soğutma suyu olarak ve sifonlu tuvaletlerin temizlenmesi için sıralanmıştır.

**Kudal ve Müftüoğlu, (2014)** tarafından yapılan çalışmada, Denizli ili Akköy ilçesinde işlenmiş kentsel atıksu ile sulanan tarım alanlarında bazı toprak verimliliği özelliklerinin belirlenmiştir. Bu amaçla toplanan toprak örnekleri; toprak reaksiyonu, suda çözünebilir tuz, karbonat, organik madde, toprak yapısı, toplam azot, organik karbon, fosfor ve potasyum analizleri yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, arıtılan atıksuya maruz kalan tarım arazilerinde; toprak reaksiyonu azalmış ve suda çözünen tuz ve karbonat miktarı artmıştır. Topraktaki organik karbon artmış ve toplam azot değerleri azalmıştır. Organik karbon içeriğindeki artış sonucunda C/N oranı artmıştır. Ayrıca, işlenmiş atıksu ile işlenmiş alanlarda fosfor değerlerinde önemli artışlar olmuştur.

**Bunani ve ark, (2015)** tarafından ikincil olarak arıtılmış kentsel atıksu daha ters osmoz membranlarla parlatılmış ve ters osmoz nüfuz eden suyun tarımsal sulamada kullanımları için değerlendirilmiştir. Tuzlu su ters osmoz ve deniz suyu ters osmoz zarlarının performansları, uygulanan basınç olarak 10 bar'da araştırılmıştır. Deniz suyu ters osmoz zarı 20 bar'da da test edilmiştir. Tuz oranı, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam organik karbon ve renk oranı, %94,2, %95,2, %85,8, %76,4 ve %91,3'lük ortalama değerlerle kabarcıklı su ters membranı ile uzaklaştırılmıştır. Aynı kirleticiler deniz suyu ters osmoz zarı ile sırasıyla % 98,3, % 84,6, % 69,7 ve % 86,6

ile uzaklaştırılmıştır. Toplam organik karbon hariç deniz suyu ters osmoz membranı, 10 bar'da ve 20 bar basınçta benzer redaksiyonlar göstermiştir.

**Mousavi ve ark, (2015)** tarafından Dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde, İran toprakları dahil olmak üzere (%80'in üzerinde) su krizi, sürdürülebilir tarım yolundaki temel sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir. Su kısıtlamaları ve artan su tüketimi nedeniyle düşük kaliteli su kaynakları (atıksu), son zamanlarda en fazla su tüketimine işaret eden tarımsal su ihtiyacının giderilmesi için bir çözüm olarak görülmektedir. Tarımsal sulama için kullanılan arıtılmış belediye atıksularının kullanımı tarımda popüler ve eski bir uygulama olmuştur. Son yıllarda su kısıtlamaları ve artan su kullanımından dolayı, özellikle tarım sektöründe ve su bazlı bölgelerdeki tatlı su kaynakları üzerindeki baskının artması, konvansiyonel olmayan su kaynaklarının ya da düşük kaliteli su kaynaklarının kullanılması, tarımda su gereksinimi için bir çözüm olarak görülmüştür. Ağır metaller, ürünlerde kullanımlarını artırarak kirlilik sorunlarına neden olan önemli çevresel kirleticilerin bir kısmını temsil etmektedir. Topraktaki ağır metallerin kademeli olarak birikmesine rağmen, çevredeki ağır metallerin stabilitesi, biyolojik veya kimyasal işlemlerle organik kirleticiler gibi ayrıştırılmadığından kirliliğe neden olacaktır.

**Mohammadi ve ark, (2015)** tarafından bu çalışmada Isfahan'ın kuzey atıksu arıtma tesisinin tarımsal sulama için atığın fizibilitesini belirlemişlerdir. Arıtılmış atıksuyun sulama için uygunluğunu değerlendirmek için sodyum adsorpsiyon oranı (SAR), çözünür sodyum oranı (SSP) ve potansiyel tuzluluk gibi önemli göstergeler araştırmışlar. Bu çalışmada, atıkların SAR değeri 2,62, gıda ve tarım örgütü (FAO) tarafından onaylanan kriterlere göre sulama için mükemmel, SSP değeri %39,7 ile sulama için iyi bir kalite ve potansiyel tuzluluk oranı 4,81 meq/L ve atıksuyun EC değeri de 1250  $\mu\text{s/cm}$  (1,25 ds/m) olarak FAO tarafından onaylanmış kriterlere göre toprak geçirgenliği için orta derecede uygundur ve sulama için izin verilmiştir.

**Tarı ve Sapmaz, (2017)** tarafından bu çalışma Serada yetiştirilen domatesler için en uygun sulama programını oluşturmak amacıyla 2012-2013 yetiştirme mevsimi boyunca Akdeniz iklim koşullarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma randomize blok tasarımında üç tekrarla gerçekleştirilmiş ve dört farklı sulama konusu tartışılmıştır. Buharlaşma miktarlarının farklı oranları (%60, %80, %100 ve %120) açık su yüzeyinden elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, sulama seviyelerinin domates verimi ve bazı kalite kriterleri üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Açık su

yüzeyi buharlaşmasının %100'ü en uygun sulama programı olarak bulunmuştur. Bu sulamanın sulama suyu ihtiyacı, su tüketimi, verim ve sulama suyu kullanım verimliliği sırasıyla 350 mm, 361 mm, 128,7 ton ha<sup>-1</sup>, 36,8 kg m<sup>-3</sup>'tür.

**Urbano ve ark, (2017)** tarafından evsel atıksular ile sulama, tarımsal ürün geliştirme için önemli besin maddeleri içerebilmesi ve bu etkiyi sulamada tekrar kullanması, içme suyu ihtiyacının azalması, besin maddelerini geri dönüştürülmesi ve su gövdeleri üzerindeki atıksu boşalmalarının azalması kabul edilmiştir. Bu çalışmada, Dusky Red Latosol'un fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişiklikler, sulama üzerine artırılmış atıksu ile yetiştiricilik sonrası marul verim ve kalitesi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bir serada, marullar, geleneksel gübreleme (T<sub>1</sub>) ile içme suyu ve kısmi geleneksel gübreleme (T<sub>2</sub>) ile artırılmış atıksu kullanılarak sulanmıştır. Marul hasadından sonra toprağın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, besin maddeleri ve marul yapraklarının mikrobiyolojik kalitesi değerlendirilmiştir. Sulama suyu içerisinde analizler yapılmış ve bazı toprak besleyicilerinin (K, Ca, H, Al ve S) konsantrasyonu, T<sub>2</sub> ile sulamadan sonra artmış ve marul yaprakları ya da topraktaki E.Coli'nin varlığı gözlemlenmemiştir. T<sub>2</sub>, toprağın fiziksel özelliklerine zarar vermemiş ve besin maddelerini artmıştır. T<sub>2</sub>'de yetiştirilen marulun kalitesi T<sub>1</sub>'de yetiştirilene göre daha yüksek olmuş ve işlenmiş atıksu kalitesi, marul damla sulama için uygun olarak kabul edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Alanının Konumu ve İklim Özellikleri

Orta Karadeniz Bölgesinin Karadeniz sahil şeridinde yer alan çalışmanın yürütüldüğü Samsun ili, coğrafi konum olarak 40° 50' - 41° 51' kuzey enlemleri, 37° 08' ve 34° 25' doğu boylamları arasındadır. Ayrıca Samsun ili, doğusunda Ordu, güneyinde Amasya ve Tokat, batısında ise Sinop ve Çorum illeri ile çevrili olup kuzeyinde de Karadeniz yer alır.

Çalışma alanı seçilen Samsun golf sahası (Şekil 3.1), deniz dolgusu ile yapılan dünyadaki ilk ve Karadeniz'in tek golf sahasıdır. Samsun golf sahası 300 dekarlık bir alan üzerine kurulmuş ve 9 çukura sahiptir (Anonim, 2018d).



Şekil 3.1. Samsun golf alanının genel Görünümü (Anonim, 2018d)

Yürütülen çalışma Samsun Büyükşehir Belediyesi tarafından 2016 yılında Samsun ilinde kurulan golf sahasında kullanılan çim türlerinin sulanmasında Samsun Doğu Biyolojik Atıksu Arıtma tesisinde arıtılmış atıksuyun kullanılma olanakları Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Çevre Mühendisliği araştırma laboratuvarında ve Ziraat Fakültesi sera üniteleri alanında yer alan örtü altı yüksek tünel ortamında araştırılmıştır.

Samsun ili Karadeniz Bölgesi'nin en büyük metropol kentidir. Kentin nüfus yoğunluğu nedeniyle ticari yaşantısı etkindir. Samsun genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Samsun genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Samsun iklimi şehrin konumu ve coğrafyası nedeniyle sahil ve iç kesimlerinde farklıdır. Karadeniz ikliminin yaşandığı sahil şeridinde, yaz ayları çok sıcak ve nemli, kışlar ılık, soğuk ve yağışlı

geçer. İç kesimler dağların etkisinden dolayı kışlar soğuk, yağmur ve kar yağışlı, yazlar ise serin geçer. Yıllık ortalamalara göre en sıcak aylar; Temmuz ve Ağustos ayları, en soğuk aylar Ocak ve Şubat aylarıdır (Hekimoğlu, 2007).

Karadeniz Bölgesi, ülkemizde görülen üç ana iklim türünde, ılıman iklim karakterine sahiptir. Ayrıca, yerel koşullara göre, kıyı bölgeleri ile kıyı alanları arasındaki iklim değişikliği, çeşitli yerel iklim bölgelerinin oluşmasına da yol açmaktadır (Bahadır, 2013).

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi Mart 2019- Şubat 2020 dönemine ait, örtü altı yüksek tünel ortamında sıcaklık ve nem değişimleri termo- higrometre cihazı ile izlenmiştir.



Tablo 3.1. Denemelerin yürütüldüğü örtü altı yüksek tünel ortamında sıcaklık ve nem değerleri

İklim parametreleri	Mart 2019	Nisan 2019	Mayıs 2019	Haziran 2019	Temmuz 2019	Ağustos 2019	Eylül 2019	Ekim 2019	Kasım 2019	Aralık 2019	Ocak 2020	Şubat 2020	Yıllar Ort.
Ort. Sıcaklık (°C)	8,92	12,70	17,08	23,74	25,38	25,90	21,74	18,87	10,05	8,80	8,11	8,12	15,78
En Yüksek Sıcaklık (°C)	25,90	32,60	28,50	34,20	40,60	41,10	39,80	35,40	25,40	25,50	21,00	22,20	31,01
En Düşük Sıcaklık (°C)	0,20	3,20	8,10	14,20	14,00	14,50	8,30	10,50	3,60	0,80	0,20	0,60	6,51
Ort. Nem Birimi (g/m <sup>3</sup> )	74,56	78,62	81,23	82,00	65,91	67,99	70,86	80,17	76,22	78,56	70,88	79,76	75,56
En Yüksek Nem (g/m <sup>3</sup> )	100,00	100,00	100,00	100,00	94,90	97,10	97,80	98,90	97,50	99,70	99,70	100,00	98,61
En Düşük Nem (g/m <sup>3</sup> )	28,10	33,90	46,90	31,20	26,80	29,20	26,40	17,30	8,00	38,90	34,80	31,80	29,44

\*: İklim verileri gelişim periyodunun yalnızca 12 aylık dönemini içermektedir. Gelişim döneminin son üç ayına ait (Mart 2020-Mayıs 2020) iklim verisi toplanamamıştır.

### 3.1.2. Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ve Derin deniz deşarjı 1 Eylül 2014 tarihi itibarıyla işletmeye alınmıştır (Şekil 3.2). Arıtma Tesisi nüfusun %44'üne hizmet vermektedir. Tesis, günlük ortalama 105,000 m<sup>3</sup>/gün atıksu arıtma işlemine sahip 220 dönümlük bir arazide yer almaktadır ve ardından, Karadeniz Bölgesi'ndeki 2,500 km boru ile deşarj açısından en büyük atıksu arıtma tesisidir. Tam otomatik atıksu arıtma tesisi derin deniz deşarjı ile sonuçlanır. Arıtılmış atıksu, yaklaşık 2,45 km'lik bir mesafede 23,5 m derinliğe deşarj edilmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ilan edilen ve hassas bir bölge olarak Bafra ile Ünye arasındaki kıyı şeridinde kentsel atıksu arıtım yönetmeliğine göre atıksular biyolojik olarak arıtılmalıdır ve bu nedenle arıtma işleminde azot ve fosfor giderimi yapılmaktadır.



Şekil 3.2. Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi (Anonim, 2014ç)

Karadeniz bölgesi'nin en büyük arıtma tesisi Samsun'un Tekkeköy ilçesi Organize Sanayi Bölge'sinde inşa edilmiştir. Arıtma Tesisi Samsun ili nüfusunun %44'üne hizmet vermektedir. Tesisin 220 dönümlük bir alan içerisinde yer alması, günlük ortalama 105,000 m<sup>3</sup>/gün atıksu arıtıldıktan sonra 1600'lük boru ile yaklaşık 2,5 kilometre açık denize deşarj edilmektedir. Kaba ızgaralardan çıkan atık katı atık tesisine gönderilmektedir.

Giriş haznesinden kaba ızgaralara, ve sonra da ince ızgaralar dalgıç tipli pompalar ile iletilirler. Kum, köpük ve yağ için kum ve yağ çöktürücü havuzları mevcuttur. Fosfor havuzlarında biyofosfor giderimi Bardenpo-A<sup>2</sup>/O, havalandırma havuzlarında nitrifikasyon-denitrifikasyon prosesi gerçekleştirilmektedir, son çöktürme geri devir ve çamur arıtma tesislerine aktarılır. Çıkışta filtrasyon olmaksızın,

2 mg/L'den daha az fosfor konsantrasyonu olabilmektedir. Çıkış suyunun filtrasyonu ile fosfor konsantrasyonu 1,5 mg/L'den daha düşük değerlere inebilir.

Arıtılmış suyun analizlerinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından anlık izlenebilmesi için online izleme kabini mevcuttur ve analiz sonuçları düzenli olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığına iletilmektedir.

### **3.1.3. Petri ve Saksı Denemesinde Kullanılan Çimlerin Tanımı ve Özellikleri**

Golf sahaları, çok çeşitli çim türlerinin yetiştirilmesinin yanı sıra farklı yetiştirme ortamları, eğimleri ve yüzey kullanımlarıyla karakterize edilirler. Çim alanları iç ve dış kentsel alanların çıplak toprak yüzeylerini yeşil bir örtü ile kaplayarak toprakların korunmasına yardımcı olunması gibi faydaları da vardır (Arslan, 2010). Ayrıca yeşil yaprakları sayesinde oksijen üreticisi olmasının yanı sıra, çim alanlar gündüz güneş ışığını emerek ve geceleri de topladıkları radyasyonu geri vererek pozitif bir etki de sağlarlar.

Çim alanlarının oluşumunda kullanılacak çim türlerinin seçiminde iklim, toprak, ışık koşulları ve çim alanlarının kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır (Karakurt, 2004).

Amerika Birleşik Devletleri'nden temin edilen golf sahaları için özel ve aynı zamanda Samsun Büyükşehir Belediyesi golf sahasında da kullanılan dört farklı çim türü (*Lolium perenne* Topgun, *Poa pratensis geisha*, *Festuca rubra com. Long fellow*, *Festuca rubra sergi*) kullanılmıştır.

Golf sahalarında kullanılacak en uygun çim türleri ve çeşitleri bölgenin iklim koşulları dikkate alınarak seçilir. İstanbul, Samsun ve Ankara gibi serin iklim koşullarında kurulan golf sahalarında ise daha kolay yetişebilen ve dört mevsimde yeşil kalabilen, çok yıllık çim (*Lolium perenne*), kırmızı yumak (*Festuca rubra*), çayır salkım (*Poa pratensis*) grup çimlerin kullanılması önerilmektedir (Salman, 2017). Samsun golf sahasında kullanılan (*Lolium perenne* Topgun, *Poa pratensis geisha*, *Festuca rubra com. Longfellow*, *Festuca rubra sergi*) gibi çim türleri laboratuvar ve örtü altı yüksek tünel alanlarında yurtdışından temin edilerek kullanılmıştır.

### **3.1.4. Golf Sahasında Kullanılan Çim Türleri**

#### **3.1.4.1. *Lolium Perenne* (Çok Yıllık Çim)**

Çok yıllık çimler, çim sahalarının yapımında en yaygın kullanılan türler arasındadır (Güneylioğlu, 2007). *Lolium perenne* çim tohumu serin iklim çim türleri arasında yer almaktadır (De, 2017). Bu çim türü oldukça büyük ve iri olup tohumları kolayca çimlenir ve gelişir (Demiroğlu, 2010).

#### **3.1.4.2. *Poa Pratensis* L. (Çayır Salkım Çimi)**

Çayır salkım çimi (*Poa pratensis*), dünyada en fazla kullanılan çim bitkilerinden birisidir. Çok sık ve ince yeşil bir alan yaratır. Yavaş çimlenme ve beslenme hızı nedeniyle bitki yetiştirmek çok zordur. Serin ve nemli alanlarda iyi gelişir (Arslan, 2010). Fide sapları 45-60 cm boyundadır, ancak yoğun otlatma için kullanıldığında yükseklikleri 10-15 cm'ye kadar düşürülebilir. Yapraklar tüysüz ve yumuşaktır (De, 2017). Bu çim Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 50 eyalette ve Kanada'nın tüm eyaletlerinde yoğun şekilde yetiştirilen, Kuzey Amerika'daki en tanınmış ve yaygın çok yıllık çim türlerinden birisidir (Dekeyser, vd., 2015).

#### **3.1.4.3. *Festuca Rubra* (Kırmızı Yumak)**

Kanada'da büyük miktarlarda yetiştirilen “yaygın bir tip”, olup, bazen “Boreal” karışımları olarak adlandırılan, daha düşük kaliteli, daha ucuz tohum karışımlarında satılmaktadır (De, 2017). Kırmızı yumak çim türü koyu yeşil renkli, ince, düzgün ve kaliteli çim örtüsü olarak bilinir. Düşük sıcaklıklara dirençleri düşüktür ve kış aylarında rengi değişir (Arslan, 2010).

### **3.2. Yöntem**

Bu tez çalışmasında çim bitkilerinin çimlenme testinin yapıldığı petri denemeleri ve çimlenme gücünün yüksek olduğu belirlenen iki çim türü çeşidi kullanılarak golf sahası yetiştiriciliğinin simüle edildiği saksı denemeleri yapılmıştır.

#### **3.2.1. Petri Denemesi**

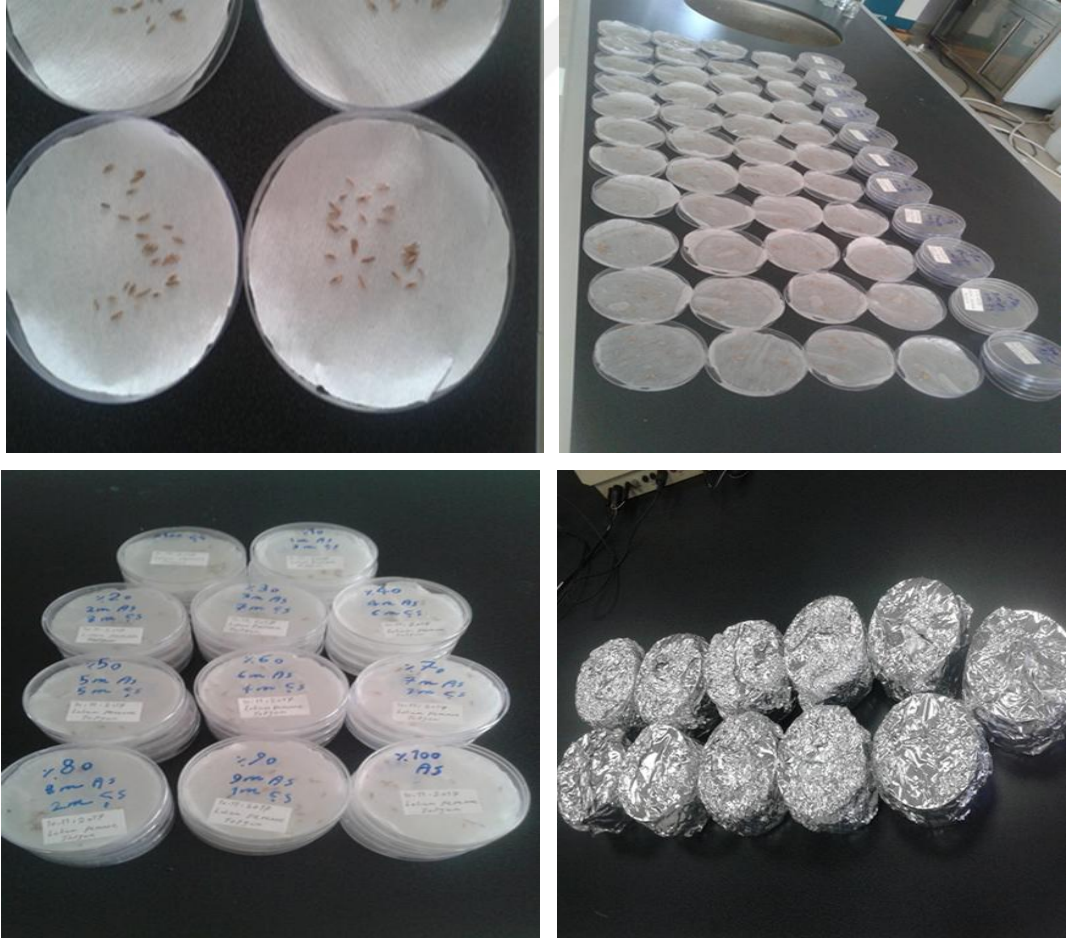
##### **3.2.1.1. Petri Denemesinde Su Örneklerinin Alınması ve Analizleri**

Bu çalışmada, bitki sulamasında kullanılan farklı oranlarda Samsun ileri biyolojik atıksu arıtma tesisinden gelen arıtılmış evsel atıksu numuneleri ile çeşme suyuyla seyreltilen atıksu ve arıtılmış atıksuların kimyasal analizleri yapılmıştır. Ayrıca bakanlığa iletilen veriler de izlenmiştir. Deneme alanında kullanılan su analiz parametreleri pH (elektrometrik yöntemi- 4500-H<sup>+</sup> B), elektriksel iletkenlik (elektrometrik yöntemi- 2520 B), çözülmüş oksijen (elektrometrik yöntemi- 4500-O G), sıcaklık (elektrometrik yöntemi), toplam askıda katı madde (filtre yöntemi- 2540 D), toplam çözülmüş madde (filtre yöntemi- 2540 C), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (titrasyon yöntemi- 5210 B), kimyasal oksijen ihtiyacı (titrasyon yöntemi- 5210 B), nitrat (spektrofotometre yöntemi- 4500-NO<sub>3</sub>-B), nitrit (spektrofotometre yöntemi- 4500-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> B), toplam azot (4500 N), toplam fosfor (spektrofotometre yöntemi- 4500-P F), sülfat (4500-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> E.), kalsiyum (EDTA titrimetrik yöntem- 3500-Ca B), magnezyum (hesaplama yöntemi- 3500-Mg B), sodyum (alev fotometrik yöntem- 3500-Na B), amonyum azotu (titrimetrik yöntemi 4500-NH<sub>3</sub>), fekal koliform (katı besiyeri yöntemi -Ts ISO 4832 gıda) gibi farklı yöntemler ile standart metodlara göre yapılmıştır (APHA, AWWA, Standard Methods for Water and Wastewater, 2012).

##### **3.2.1.2. Petri Denemesinin Kurulması**

Petri denemesinde sulama için çeşme suyu ve arıtılmış atıksu kullanılmıştır. Petri denemesi üç tekrar olarak yapılmıştır. Petri denemesinde çeşme ve arıtılmış atıksuyun farklı karışım oranlarının golf sahasındaki çimlerin çimlenmesinde ve çim kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi için su ve bitki analizlerini içeren bir ön deneme olarak yapılmıştır. Petri denemesinde, steril edilmiş 9 cm çapındaki petri kapları kullanılmıştır. Her bir petri kabına 25'er adet tohum eklenmiş ve her petriye farklı konsantrasyonlarda (Tablo 3.2) sulama amaçlı arıtılmış atıksu karıştırılarak çim türlerinin çimlendirilmesi yapılmıştır. Çim bitkisinin ihtiyaç duyduğu miktarda ve bitkiyi strese sokmayacak aralıklarla 10 ml su örnekleri eklenerek petriler streç film

ile sarılmış ve tohumlar  $25 \pm 1$  °C'de inkübatörde bekletilmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Tohumlar her gün sayılmıştır ve 1 mm kök uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlenme işleri Uluslararası Tohum Sağlık Test (ISTA) kuralı ile (Tablo 3.3) belirlenmiştir (Sivritepe, 2012). Uluslararası bir kuruluş olarak ISTA'nın tohum testinde bir tekdüzelik hedefi vardır. ISTA'nın yöntem doğrulama programının amacı, yeni test yöntemlerinin geçerliliğini, eşdeğer test yöntemlerinin karşılaştırılmasını ve tohum kalitesinin değerlendirilmesi için mevcut test yöntemlerinin bakımını sağlayan bir sistem sunmaktır. Uluslararası Tohum Sağlık Testi (ISTA) kuralına bağlı 5. ve 7. günde toplam çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme hızı (%) ve 14. ve 21. günde çimlenme gücü değerleri (%), kök uzunluğu (cm), fide uzunluğu (cm), fide ve kök yaş ağırlığı (mg) belirlenmiştir. Araştırmanın sonunda elde edilen verilerle, faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre MSTAT-C paket programı kullanılarak varyans analizi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.



Şekil 3.3. Petri deneme hazırlanması



Şekil 3.4. Petri deneme hazırlanmasında inkübatörde bekletme işlemleri

Atıksu arıtma tesisinin çıkış suyunun bitki üzerindeki etkilerini belirlemek için, farklı sulama oranlarıyla sulanmıştır. Denemelerde kullanılan atıksu ve çeşme suyunun dağılımı Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Petri denemesinde atıksu ve çeşme suyu karışım oranları

<b>Arıtılmış atıksu oranı (%)</b>	<b>Çeşme suyu oranı (%)</b>
0	100
10	90
20	80
30	70
40	60
50	50
60	40
70	30
80	20
90	10
100	0

Arıtılmış atıksu ve çeşme su karışımları çim bitkisinin ihtiyaç duyduğu miktarda verilmiştir.

Tablo 3.3. Uluslararası tohum testleri derneği (ISTA)

ISTA kuralına göre çimlenme zamanı						
Çim türleri	Çimlenme hızı (%)	Çimlenme gücü (%)	Kök uzunluğu (cm)	Fide uzunluğu (cm)	Fide ve yaş ağırlığı	Kök yaş ağırlığı
<i>Lolium perenne Topgun</i>	5	14	14	14	14	14
<i>Poa pratensis geisha</i>	7	21	21	21	21	21
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	7	21	21	21	21	21
<i>Festuca rubra sergi</i>	7	21	21	21	21	21

### 3.2.1.3. Bitkisel Ölçüm ve Analizler

Çimlerin farklı su karışımlarına karşı verecek tepkilerin belirlenmesi için atıksu ve çeşme suyu farklı oranlarda karıştırılarak sulama yapılmıştır. Petri yönteminde ISTA kuralına göre her çimin çimlenme süresi sonucunda çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme hızı (%), kök uzunluğu (cm), fide uzunluğu (cm), fide yaş ağırlığı (mg) ve çimlenme gücü değerleri (%) belirlenmiştir.

ISTA kuralına göre çimlerin hızı ve gücü şöyle belirlenmiştir:

- Lolium perenne Topgun*: Çimlenme hızı beşinci gün, çimlenme gücü ve bitki analizi 14 gündür.
- Poa pratensis geisha*: Çimlenme hızı yedinci gün ve çimlenme gücü ve bitki analizi 21 gündür.
- Festuca rubra com. Longfellow*: Çimlenme hızı yedinci ve çimlenme gücü ve bitki analizi 21 gündür.
- Festuca rubra sergei*: Çimlenme hızı yedinci gün ve çimlenme gücü ve bitki analizi 21 gündür (Sivritepe, 2012).

#### **3.2.1.4. İstatistik Analizleri**

Araştırmanın sonunda elde edilen verilerle, faktöriyel düzende MSTAT-C paket programı kullanılarak varyans analizi ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan testi yapılmıştır (Akbarimoghaddam, vd., 2011). Buna ek olarak, uygulamalardaki mevcut farklılıkların önem dereceleri belirlenmiştir.

#### **3.2.2. Örtü Altı Yüksek Tünel Ortamında Saksı Denemeleri**

Saksı denemeleri arıtılmış atıksuyun golf sahasında yetiştirilen çimlerin sulanmasında kullanılma olanağının araştırılması amacıyla Samsun Büyükşehir Belediyesi golf sahasındaki yetiştirme ortamı simüle edilerek kum ve toprak ortamında kurulmuştur. Saksı denemelerinde kullanılan çim tohumları Samsun Büyükşehir Belediyesi golf sahasında kullanılan çim karışımlarını simüle etmek amacıyla Amerika Birleşik Devletleri'nden temin edilmiştir. Petri çimlenme uygulamasından seçilen iki uygun çim türü (*Lolium perenne topgun* ve *Festuca rubra com. Longfellow*) saksı denemelerinde kullanılmıştır. Saksı denemelerinde farklı oranlarda seyreltilmiş arıtılmış atıksu karışımlarıyla ve arıtılmış atıksuyla sulanan kum ve toprak ortamlarında çim gelişimleri değerlendirilmiştir.

##### **3.2.2.1. Saksı Denemeleri İçin Toprak ve Kumun Örneklerinin Alınması ve Kullanıma Hazırlanmaları**

Saksı denemesinde yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak örnekleri, golf sahasına benzerliğinin sağlanabilmesi amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bafra Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinden tınlı bünyeye sahip bir alandan, kum örnekleri ise golf sahasına temin edilen kumdan alınmıştır. Alınan toprak örneği örtü altı yüksek tünel ortamında kurutulmuş ve 2 mm'lik eleklerden elenerek analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Saksı denemesi için kum ve toprakta hazırlanan işlemler



Şekil 3.6. Saksı deneme için kum ve toprak eleme işlemler

### 3.2.2.2. Saksı Denemeleri İçin Saksıların Hazırlanma İşlemi

Saksı denemesi iki farklı çim türü (*Lolium perenne topgun* ve *Festuca rubra com. Longfellow*), iki farklı yetiştirme ortamı (kum ve toprak), dört farklı sulama suyu karışımı (çeşme su, %50 arıtılmış atık su, %75 arıtılmış atık su, arıtılmış atık su) konularında üç tekrar olarak toplam 48 saksıda yürütülmüştür. Saksı denemesinde kullanılan saksılar 28 cm yüksekliğe ve 28 cm derinliğe sahip plastik kaplar kullanılmıştır (Şekil 3.7). Saksılarda drenaj sularının toplanabilmesi amacıyla her saksının altına bir drenaj sistemi kurulmuştur. Bu amaç için her bir saksının tabanına üzeri delinmiş drenaj boruları yerleştirilmiş ve drenaj sistemi saksı dışına bir musluk sistemi ile bağlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Saksı denemesi için hazırlanan plastik saksı ve drenaj borusu

Saksıların tabanına yerleştirilen drenaj borularının üzerine, ince kum ve toprak materyalleri tarafından drenaj gözeneklerinin tıkanmasını engellemek amacıyla elyaf ile örtülmüştür. Daha sonra tüm saksılardaki drenaj sisteminin üzeri, 650 g sabit ağırlık olacak şekilde çakıl ile örtülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Saksı denemesinde çakıl tartma ve hazırlanma işlemler

Tüm saksılarda drenaj sisteminin kurulumu tamamlandıktan sonra, yetiştirme ortamı olarak kumun kullanılacağı saksılara 35 kg kum, yetiştirme ortamı olarak toprağın kullanılacağı saksılara ise 30 kg toprak tartılarak saksılara ilave edilmiş (Şekil 3.9) ve seraya yerleştirilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Saksı denemesinde yetiştirme ortamı olarak kullanılacak kum ve toprak doldurulmuş saksılar



Şekil 3.10. Saksı denemesi için hazırlanmış saksıların örtülü yüksek tünelde yerleştirilmesi

Saha çalışmaları için hazırlanan 48 saksıda örtülü yüksek tünel ortamında takip edilmiştir. Çalışma ortamında, sıcaklık ve nem düzenli aralıklarla ölçülerek takip edilmiştir.

### 3.2.2.3. Saksı Denemesinde Ekilecek Tohum ve Kullanılacak Gübre Miktarı

Çim alanlarına ekilecek tohum miktarı hesaplanırken, kullanılacak tohumların yeni bir tarihe sahip tohumlardan seçilmesi ve tohumların çimlenme yüzdesinin %90 veya daha fazla olması hususlarına dikkat edilmesi önemlidir.

Tez çalışmasındaki saksı denemesinde Samsun Büyükşehir Belediyesi golf sahasındaki çim yetiştiriciliğinin simüle edilmesi amaçlandığı için, saksı denemesinde ekilecek çim tohumu ve uygulanacak gübre miktarlarına Samsun Büyükşehir Belediyesi golf sahasında kullanılan tohum ve gübre miktarları esas alınarak karar verilmiştir.

Bu görüşme sonrasında saksılara ekilecek tohum miktarı Samsun Büyükşehir Belediyesi golf sahasındaki ekim miktarına uygun olacak şekilde belirlenmiştir. Buna göre kare şeklinde yüzey alanına (784 cm<sup>2</sup>) sahip her bir saksı yüzeyine, 36 kg tohum/da olacak şekilde 2,8 g çim tohumu ekimi gerçekleştirmiştir. Tohum ekimi saksı yüzeyinden bir miktar kum ve toprak kaldırıldıktan sonra tohumlar yüzeye eşit şekilde dağıtılarak gerçekleştirilmiş ve daha sonra tohumlar yüzeyden kaldırılan materyaller ile tekrar örtülmüştür (Şekil 3.11, Şekil 3.12).



Şekil 3.11. Yetiştirme ortamı kum olan saksılarda çim tohumun ekimi



Şekil 3.12. Yetiştirme ortamı toprak olan saksılarda çim tohumunun ekimi

Golf sahalarının sürekli olarak yeşil bir görünüme sahip olmaları amaçlandığı için, gübre kullanımı genelde yüksek olan alanlardır. Dolayısıyla bu alanlarda uygun çim türlerinin seçiminin yanı sıra gübreleme zamanına ve gübrenin alınma şekline dikkat etmek gerekir. Saksı denemesinde gübre uygulamalarına, ekim döneminden başlayarak hasata kadar olan dönemi kapsayacak şekilde Samsun golf sahası koşullarında uygulanan gübreleme yöntemine uygun dozlarda (4,2 kg N/da, 1,8 kg P/da) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her saksıya tohum ekimi sırasında 1,65 g kompoze gübre [(20-20-0 (22 SO<sub>3</sub>)] uygulanmıştır. Ayrıca saksı denemesinde her iki yetiştirme ortamında (kum ve toprak) çim türlerinin gelişiminin teşvik edilmesi için 15 günlük zaman aralıklarıyla düzenli olarak mikroelement gübrelemesi (Fe, Cu, Zn, B ve Mn) gerçekleştirmiştir. Uygulama da mikroelement gübresi 10 mg Fe/L, 1 mg Cu/L, 10 mg Zn/L, 2 mg B/L ve 4 mg Mn/L içerecek şekilde su içerisinde çözülmüş ve sonrasında hazırlanan sulu mikroelement gübresi saksılara uygulanmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Saksılara mikroelement gübre verilmesi

#### 3.2.2.4. Saksı Denemesinde Kullanılan Kum ve Toprak Ortamlarında Tarla Kapasitesinin Hesaplanması ve Sulama Yöntemi

Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için, bitkinin suya ihtiyaç duyduğu zamanının, her sulamada uygulanacak su miktarının ve sulama süresinin kesin olarak belirlenmesi gerekir (Çömlekçioğlu, 2017). Sulama süresi ve uygulanacak sulama suyu miktarına bakılmaksızın, bilinçsiz sulama düşük verim, tuzluluk ve sodyumluluk gibi önemli problemleri doğurur (Ertek, 2002).

Saksı denemelerinde çim bitkilerinin sulanmasında uygulanacak sulama suyu miktarları tarla kapasitesi hesabına göre hesaplanmıştır. Bu amaçla denemede bitki ekimi yapılmadan önce yetiştirme ortamı olarak kum ve toprak kullanılan saksılarda tarla kapasitesi hesaplanmıştır.

Bu amaçla kum ve toprak doldurulmuş iki ayrı saksı önce tartılmıştır. Daha sonra saksılar suyla doymun hale getirilmiş ve saksı yüzeylerinden suyun buharlaşması engellenerek saksılar yerçekimine bağlı serbest drenaja bırakılmışlardır (Şekil 3.14). Saksıların nem durumu dengeye ulaştığında yani drenaj ile su çıkışı durduğunda saksıların tarla kapasitesine ulaştığı kabul edilmiş ve bu nem koşullarındaki saksı ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir.

Tarla kapasitesine ilişkin yapılan testler sonrasında yetiştirme ortamı kum olan saksılarda tarla kapasitesi nem koşullarındaki saksı ağırlığı 40,740 kg; yetiştirme ortamı toprak olan saksılarda ise 37,110 kg olarak belirlenmiştir. Bu ağırlıklar, yetiştirme ortamlarının her birini tarla kapasitesi nem koşullarına getirmek için

sulamalar ile saksıların getirileceği ağırlıklar olarak kabul edilmiştir. Saksı denemesi süresince her sulamada hem kum hemde toprak doldurulmuş saksılardan tesadüfi olarak belirlenen üçer saksı tartılmış ve saksıların tarla kapasitesinden aksilen ortalama ağırlığı belirlenmiştir. Daha sonra her iki yetiştirme ortamındaki tüm saksılara, belirlenen bu ortalama ağırlık azalması üzerinden tarla kapasitesi ağırlıklarına ulaşılma kadar sulama yapılmıştır. Sulamalar sırasında ayrıca yıkama suyu miktarları da hesaplanmış ve hesaplanan yıkama suyu miktarları sulama suyu miktarına eklenerek sulamalar yapılmıştır. Her saksıya uygulanacak yıkama suyu miktarı, saksıları tarla kapasitesine getirmek için verilen su miktarının 0,85'e bölünmesiyle hesaplanmıştır (Tablo 3.4 ve Tablo 3.5). Bununla birlikte deneme sırasında çimlerin büyümesi ile ortaya çıkan bitki ağırlıkları, tarla kapasitesi hesaplanırken ihmal edilmiştir.



Şekil 3.14. Kum ve toprak yetiştirme ortamları için tarla kapasitesinin hesaplanması

Tablo 3.4. Kumlu saksılarda tarla kapasitesine göre çimlerin sulama miktarı

<b>Ay</b>	<b>Tarla kapasitesinde saksı ağırlığı (kg)</b>	<b>Sulama öncesi saksı ağırlığı (kg)</b>	<b>Saksıların tarla kapasitesine gelmesi için verilen su miktarı (mL)</b>	<b>Saksılara sulama ile verilen yıkama suyu miktarı (mL)</b>
<b>Mart</b>	40,74	39,32	1,42	1,67
<b>Nisan</b>	40,74	38,14	2,60	3,05
<b>Mayıs</b>	40,74	38,21	2,53	2,97
<b>Haziran</b>	40,74	37,82	2,92	3,43
<b>Temmuz</b>	40,74	38,20	2,53	2,98
<b>Ağustos</b>	40,74	38,11	2,62	3,09
<b>Eylül</b>	40,74	38,21	2,53	2,97
<b>Ekim</b>	40,74	37,67	3,07	3,61
<b>Kasım</b>	40,74	38,10	2,64	3,10
<b>Aralık</b>	40,74	39,12	1,61	1,89
<b>Ocak</b>	40,74	39,23	1,50	1,76
<b>Şubat</b>	40,74	39,23	1,51	1,77

Tablo 3.5. Topraklı saksılarda tarla kapasitesine göre çimlerin sulama miktarı

Ay	Tarla kapasitesinde saksı ağırlığı (kg)	Sulama öncesi saksı ağırlığı(kg)	Saksıların tarla kapasitesine gelmesi için verilen su miktarı (mL)	Saksılara sulama ile verilen yıkama suyu miktarı (mL)
<b>Haziran</b>	37,67	36,16	2,50	2,95
<b>Temmuz</b>	37,67	35,16	1,50	2,95
<b>Ağustos</b>	37,67	35,22	2,45	2,88
<b>Eylül</b>	37,67	35,20	2,47	2,90
<b>Ekim</b>	37,67	36,13	1,54	1,81
<b>Kasım</b>	37,67	36,62	1,05	1,23
<b>Aralık</b>	37,67	36,63	2,50	2,95
<b>Ocak</b>	37,67	36,75	0,91	1,07
<b>Şubat</b>	37,67	36,99	0,67	0,79
<b>Mart</b>	37,67	37,10	0,57	0,67
<b>Nisan</b>	37,67	37,42	0,25	0,29
<b>Mayıs</b>	37,67	37,42	0,24	0,28

### 3.2.2.5. Çim Tohumlarının Saksılara Ekilmesi ve Saksı Denemelerine Başlanması

Farklı çim türlerinin ve yetiştirme ortamlarının kullanıldığı saksı denemesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera ünitesinde örtü altı yüksek tünel ortamında yürütülmüştür. Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksılara tohum ekimi 28.01.2019 tarihinde, yetiştirme ortamı olarak toprağın kullanıldığı saksılara ise 10.05.2019 tarihinde yapılmıştır.

Denemelerde sulamalar çim bitkilerinin tüm saksılardaki su çıkışı homojen olarak gerçekleşene kadar çeşme suyu ile yapılmıştır. Sulamalar tohumların yetiştirme ortamı içerisinde taşınmasının engellenmesi için saksıların yüzeyine kurutma kağıdı

serilerek sulama yapılmış ve sulamalarda süzgeçli sulama başlığı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.15). Her sulama sonrasında saksılardan drenaj sularıda toplanmıştır.



Şekil 3.15. Saksılarda homojen çim çıkışı tamamlanana kadar çeşme suyu ile sulama işlemleri

### 3.2.2.6. Arıtılmış Atıksu Sulama Çalışmaları ve Drenaj Suyunun Örnelerinin Alınması

Yetiştirme ortamı olarak kum ve toprağın kullanıldığı tüm saksılarda çimlerin homojen çimlenme düzeyleri tamamlandıktan sonra saksı denemelerinde arıtılmış atıksu ile sulamalara başlanmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı denemede arıtılmış atıksu ile sulamalara tohum ekiminden sonraki günde başlanmıştır. Sulamalarda kullanılan arıtılmış atıksular her ay bir kere Samsun Doğu Biyolojik İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınmıştır. Örtü altı yüksek tünel ortama getirilerek plastik

tank içerisinde depolanan arıtılmış atıksu, daha sonra sulamalarda kullanılacak farklı sulama suyu karışımlarının hazırlanması için kullanılmıştır. Depolanan arıtılmış atıksu kullanılarak 100 litrelik plastik bidonlara farklı oranlarda arıtılmış atıksuyun kullanıldığı sulama suları hazırlanmıştır ve sulamalar bu plastik bidonlardaki sular kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.16 ve Şekil 3.17). Denemeler süresince arıtılmış atıksu ayda bir kere Samsun Doğu Biyolojik İleri Atıksu Arıtma Tesisi'nden alınmış ve 300 litrelik plastik depolarda saklanmıştır. Kum ortamında çim türlerinin ilk çimlenme ve çimlerin dolgun hali Şekil 3.18 ve Şekil 3.19, toprak ortamında çim türlerinin ilk çimlenme ve çimlerin dolgun hali Şekil 3.20 ve Şekil 3.21'de verilmiştir.



Şekil 3.16. Tesisten gelen arıtılmış atıksuların bidonlarda depolanması



Şekil 3.17. Serada kumlu saksıların yerleştirilmesi



Şekil 3.18. Kumlu saksılarda ilk çimlenme



Şekil 3.19. Kumlu saksılarda çimlerin dolgun halı



Şekil 3.20. Topraklı saksılarda ilk çimlenme



Şekil 3.21. Topraklı saksılarda çimlerin dolgun hali

Sulama suyunun sınıflandırmasına dayalı sulama suyu kalite kriterleri Tablo 3.6'da, sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal konsantrasyonları Tablo 3.7'de, evsel nitelikli atıksu kirlilik yükü Tablo 3.8'de ve Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyun analizleri Tablo 3.9'da, 2020 yılının atıksu arıtma tesisi analiz sonuçları Tablo 3.10'da ve Kıta içi su kaynakların sınıfları Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.6. Sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite göstergeleri (Anonim, 1991b)

Kaliteparametreleri	Sulama suyu sınıfı				
	I. Sınıf su (çok iyi)	II. Sınıf su (iyi)	III. Sınıf su (kullanılabilir)	IV. Sınıf su (ihtiyatla kullanılmalı)	V. sınıf su (zararlı) uygun değil
EC <sub>25x10</sub> <sup>6**</sup>	0-250	250-750	750-2000	750-2000	> 3000
Değişebilir Sodyum Yüzdesi (% Na)	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Sodyum Adsorbsiyon oranı (SAR)	< 10	10-18	18-26	> 26	
Sodyum karbonat kalıntısı (RSC) (meq/L)	> 1.25	1.25-2.5	> 2.5		
Sodyum karbonat kalıntısı mg/L	< 66	66-133	> 133		
Klorür (Cl <sup>-</sup> ) ( meq/L)	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
Klorür (Cl <sup>-</sup> ) (mg/L)	0-142	142-249	249-426	426-710	> 710
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) (meq/L)	0-4	4-7	7-12	12-20	> 20
Sülfat (SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ) ( mg/L)	0-192	192-336	336-575	575-960	> 960
Toplam tuz konsantrasyonu (mg/L)	0-175	175-525	525-1400	1400-2100	> 2100
Bor konsantrasyonu (mg/L)	0-0,5	0,5-1,12	1,12-2,0	> 2.0	-
Sulama suyu sınıfı	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> veya NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	0-5	5-10	10-30	30-50	> 50
Fekal Koliform 1/100 (mL)	0-2	2-20	20-100	100-1000	> 1000
BOİ <sub>5</sub> (mg/L)	0-25	25-50	50-100	100-200	> 200
Askıda katı madde (mg/L)	20	30	45	60	> 100
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9	< 6 veya > 9
Sıcaklık	30	30	35	40	> 40

Tablo 3.7 Sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları (Anonim, 1991b)

İzin verilen maksimum konsantrasyonları			
Elementler	Birim alana verilebilecek maksimum toplam miktarlar, kg/ha	Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda da sınır değerler mg/L	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında, mg/L
Alüminyum (Al)	4600	5	20
Arsenik (As)	90	0,1	2
Berilyum(Be)	90	0,1	0,5
Bor (B)	680	-3	2
Kadmiyum (Cd)	9	0,01	0,05
Krom (Cr)	90	0,1	1
Kobalt (Co)	45	0,05	5
Bakır (Cu)	190	0,2	5
Florür (F)	920	1	15
Demir (Fe)	4600	5	20
Kurşun (Pb)	4600	5	10
Lityum (Li) <sup>1</sup>	-	2,5	2,5
Manganez (Mn)	920	0,2	10
Molibden (Mo)	9	0,01	0,052
Nikel (Ni)	920	0,20	2
Selenyum (Se)	16	0,02	0,02
Vanadyum (V)	-	0,1	1
Çinko (Zn)	1840	2	10

Tablo 3.8. Evsel nitelikli atıksu kirlilik yükü (Anonim, 2004c)

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik
BOİ <sub>5</sub>	(mg/L)	40	35
KOİ	(mg/L)	120	90
AKM	(mg/L)	40	25
pH	-	6-9	6-9

Tablo 3.9. 2020 yılının atıksu arıtma tesisi analiz sonuçları

AY	pH		EC (µS/cm)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		TN (mg/L)		TP(mg/L)	
	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış
<b>Ocak</b>	7,42	7,18	1602	1377	158,96	12,52	374,44	31,20	152,61	12,65	36,8	6,26	3,81	0,48
<b>Şubat</b>	7,45	7,20	1655	1398	160,23	12,10	412,50	29,52	155,63	12,32	36,52	5,23	3,92	0,45
<b>Mart</b>	7,51	7,15	1545	1342	162,00	12,52	385,3	29,54	158,36	12,63	37,02	5,60	3,85	0,51
<b>Nisan</b>	7,45	7,19	1602	1452	172,2	12,06	402,65	28,41	160,23	12,51	36,41	5,32	3,92	0,49
<b>Mayıs</b>	7,48	7,45	1815	1277	188,77	12,55	420,19	31,48	165,21	12,32	38,8	6,77	4,22	0,43
<b>Haziran</b>	7,50	7,65	1378	1113	198,73	12,87	415,03	29,51	169,75	11,28	38,43	6,32	4,02	0,33
<b>Temmuz</b>	7,46	7,63	1497	1282	187,74	12,84	424,58	29,3	173,39	11,38	39,15	5,71	4,53	0,40
<b>Ağustos</b>	7,40	7,45	1448	1272	175,55	12,06	398,52	28,93	165,58	11,06	38,29	5,55	4,26	0,47
<b>Eylül</b>	7,44	7,31	1453	1219	178,00	13,04	401,89	29,47	168,86	11,73	38,26	5,42	4,25	0,51
<b>Ekim</b>	7,46	7,48	1429	1239	174,00	13,00	372,00	29,05	158,40	11,62	38,72	5,50	4,42	0,43
<b>Kasım</b>	7,46	7,49	1452	1262	179,00	12,00	389,00	29,58	159,88	11,76	38,61	5,50	4,15	0,40
<b>Aralık</b>	7,47	7,41	1479	1268	173,00	13,00	387,00	30,32	158,4	11,95	39,46	6,06	4,42	0,50

Tablo 3.10. Sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tablo (Orman ve Su İşler Bakanlığı, 2016)

Kalite Kriteri		Birim <sup>5</sup>	Kullanım Kısıtlaması		Az-Orta Kullanım Kısıtlaması	Yüksek Kullanım Kısıtlaması
			Yok			
Tuzluluk (Sulama suyunun bitki için uygunluğunu etkiler) <sup>1</sup>						
Elektriksel İletkenlik (EC <sub>w</sub> )		dS/m	< 0,7		0,7 – 3,0	> 3,0
Toplam Çözünmüş Madde (TÇM)		mg/L	< 450		450 – 2000	> 2000
Geçirgenlik (Suyun toprakta emilim oranını etkiler. SAR ve EC <sub>w</sub> birlikte değerlendirilmelidir.) <sup>2</sup>						
	0 - 3		> 0,7		0,7 – 0,2	< 0,2
SAR	6-Mar ve EC <sub>w</sub>		> 1,2		1,2 – 0,3	< 0,3
	12-Jun		> 1,9		1,9 – 0,5	< 0,5
	20-Dec		> 2,9		2,9 – 1,3	< 1,3
	20 - 40		> 5,0		5,0 – 2,9	< 2,9
Özgül İyon Toksikitesi (Hassas bitkiler için)						
Sodyum (Na) <sup>3</sup>	Yüzey sulama	SAR	< 3		3 – 9	> 9
	Püskürtme sulama	me/L	< 3		> 3	
Klorür (Cl) <sup>3</sup>	Yüzey sulama	me/L	< 4		4 – 10	> 10
	Püskürtme sulama	me/L	< 3		> 3	
Bor (B)		mg/L	< 0,7		0,7 – 3,0	> 3,0
Diğer Etkiler (Hassas bitkiler için)						
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N) <sup>4</sup>		mg/L	< 5		5 – 30	> 30
Toplam Pestisit		mg/L	< 0,01		0,01 – 0,1	> 0,1
Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> ) (sadece tepeden püskürtme sulama için)		me/L	< 1,5		1,5 – 8,5	> 8,5
pH			Normal Aralık 6,5 – 8,4			
RSC (Artıksal Sodyum Karbonat) <sup>6</sup>			< 1,25	1,25		> 2,5

Tablo 3.11. Kıta içi su kaynakların sınıfları (Anonim, 2004c)

<b>SU KALİTE SINIFLARI</b>				
<b>SU KALİTE PARAMETRELERİ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal parametreler</b>				
1) Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
2) pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L)	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl <sup>-</sup> /L)	25	200	400b	> 400
6) Sülfat iyonu (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/L)	0,2c	1c	2c	> 2
8) Nitrit azotu (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L)	0,002	0,01	0,05	> 0,05
9) Nitrat azotu (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	> 0,65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/L)	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na <sup>+</sup> /L)	125	125	250	> 250
<b>B) Organik parametreler</b>				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L)	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0,5	1,5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0,02	0,3	0,5	> 0,5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0,05	0,2	1	> 1,5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/L)	0,002	0,01	0,1	> 0,1
8) Mineral yağlar ve türevleri (mg/L)	0,02	0,1	0,5	> 0,5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0,001	0,01	0,1	> 0,1

Tablo 3.11. Devamı (Anonim, 2004c)

SU KALİTE SINIFLARI				
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
C) İnorganik kirlenme parametrelerid				
1) Cıva ( $\mu\text{g Hg/L}$ )	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum ( $\mu\text{g Cd/L}$ )	3	5	10	> 10
3) Kurşun ( $\mu\text{g Pb/L}$ )	10	20	50	> 50
4) Arsenik ( $\mu\text{g As/L}$ )	20	50	100	> 100
5) Bakır ( $\mu\text{g Cu/L}$ )	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) ( $\mu\text{g Cr/L}$ )	20	50	200	> 200
7) Krom ( $\mu\text{g Cr}^{+6}/\text{L}$ )	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt ( $\mu\text{g Co/L}$ )	10	20	200	> 200
9) Nikel ( $\mu\text{g Ni/L}$ )	20	50	200	> 200
10) Çinko ( $\mu\text{g Zn/L}$ )	200	500	2000	> 2000
11) Toplam Siyanür (toplam) ( $\mu\text{g CN/L}$ )	10	50	100	> 100
12) Florür ( $\mu\text{g F}^{-}/\text{L}$ )	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor ( $\mu\text{g Cl}_2/\text{L}$ )	10	10	50	> 50
14) Sülfür ( $\mu\text{g S}=\text{L}$ )	2	2	10	> 10
15) Demir ( $\mu\text{g Fe/L}$ )	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan ( $\mu\text{g Mn/L}$ )	100	500	3000	> 3000
17) Bor ( $\mu\text{g B/L}$ )	1000e	1000e	1000e	> 1000
18) Selenyum ( $\mu\text{g Se/L}$ )	10	10	20	> 20
19) Baryum ( $\mu\text{g Ba/L}$ )	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum ( $\text{mg Al/L}$ )	0.3	0.3	1	> 1
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Fekal koliform (EMS/100 mL)	100	20000	100000	> 100000

### 3.2.2.7. Saksı Denemesi Sırasında Yürütülen Bakım İşlemleri

Saksı denemelerinde çimlerin sağlıklı şekilde yetiştirilebilmesi için bakım işlemleri de yapılmıştır. Arıtılmış atıksu ile sulamalara başlandıktan sonra mantar hastalıkların gelişiminin engellenmesi amacıyla tüm saksılara mantar ilacı verilmiştir (Şekil 3.22). Çim bitkilerinin gelişiminin arttığı ve kök gelişimlerinin yoğunlaştığı dönemlerde ise saksılarda çimlerin kök bölgesindeki sıkışmaların azaltılması ve havalanmanın artırılması için tüm saksılarda yüzeyden 5-10 cm derinliğe kadar çivi ile delme işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.22. Mantar ilaçlaması ve köklerin havalandırılması için yapılan işlemler

### 3.2.2.8. Bitkisel Ölçümler

Çim türlerinin farklı sulama suyu konsantrasyonlarında gelişim performanslarının belirlenmesi amacıyla çim türlerinde (bitki boyu) gibi bitkisel parametreler değerlendirilmiştir. Çim boy uzunluk ölçümleri çim biçimi öncesinde her saksıdan seçilen 10 çim bitkisinde gerçekleştirilmiştir. Çim boy uzunluğu, cetvel ile boğazdan çimin boyu bitene kadar olan mesafe olarak ölçülmüştür. Çim boyu uzunluk ölçümü Şekil 3.23'te verilmiştir.



Şekil 3.23. Çim boy uzunluğunun ölçülmesi

Deneme süresince uzayan çim bitkileri belirli zaman aralıklarında biçilmiş ve biçim zamanları her ay drenaj suyu analizi için örnek alınması öncesi olarak belirlenmiştir (Şekil 3.24 ve Şekil 25).



Şekil 3.24. Kum yetiştirme ortamlarındaki çimlerin biçim öncesi ve sonrası



Şekil 3.25. Toprak yetiştirme ortamlarındaki çimlerin biçim öncesi ve sonrası

Deneme sonunda yetiştirme ortamı olarak kum ve toprağın kullanıldığı saksılardan Şekil 3.26’da gösterildiği şekilde kum ve toprak örnekleri alınmıştır. Kum ve toprak örnekleri saksılar kırılarak alınmış ve örnekleme kenar etkisinden korunacak şekilde saksıların orta kısımlarından yapılmıştır. Alınan bu örneklerde arıtılmış atıksuların yetiştirme ortamlarındaki etkilerini belirlemek için kimyasal analizler standart yöntemlere göre yapılmıştır.



Şekil 3.26. Kum ve toprak yetiştirme ortamlarından örnek alınması

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Petri Denemesinde Arıtılmış Atıksu Örneklerine Ait Fiziksel-Kimyasal Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Farklı çim türlerinin (*Lolium perenne Topgun*, *Poa pratensis geisha*, *Festuca rubra com. Longfellow*, *Festuca rubra sergi*) arıtılmış atıksu ile sulanması sonrasında çimlenme durumlarının belirlenmesi amacıyla petri denemeleri, Çevre Mühendisliği Bölüm laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Petri denemesi sonunda çim türlerinin çimlenme testlerinin yanı sıra arıtılmış atıksu ve çeşme suyunun değerlendirilmesi, sulama suyu kalite kriterlerinin sınıflandırılması ve su kirliliği kontrol teknik prosedürlerinin düzenlenmesi esasına göre incelenmiştir. Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisinden farklı tarihlerde arıtılmış su örnekleri alınmıştır. Laboratuvarda yaptığımız analiz sonuçları ile Çevre Mühendisliği laboratuvarlarındaki sonuçlar ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na rapor edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nde belirtilen sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalitesine (1991) göre değerlendirilmiştir. Sulama suyu sınıflandırma kriterleri teknik prosedürlerine ilişkin su kirliliği kontrolü yönetmeliği teknik usuller tebliğine göre incelendiğinde arıtılmış atıksu parametre değerlerinin çoğunluğu I. sınıfta yer aldığı belirlenmiştir. Ancak elektriksel iletkenlik (EC) değeri en yüksek "1,46 dS/m" ile III. sınıfta belirlenmiştir. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından elde edilen tüm bu veriler yürütülen 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğine göre irdelenmiş ve bu yönetmeliğe göre, su kullanımında arıtma tesisinden çalışmalarımızda kullandığımız arıtılmış atıksu değerleri açısından değerlendirildiğinde kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

#### 4.1.1. Çimlenme Testi Sonuçları

Petri denemesinde çim türlerinin çimlendirme işlemlerinde farklı arıtılmış atıksu ve çeşme suyu oranı kullanılmış ve deneme üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Uluslararası Tohum Sağlık Testi ISTA kuralına bağlı olarak her petride çimlenen toplam tohumlar sayılarak her bir çim türünün çimlenme hızı (%), çimlenme gücü değerleri (%), kök uzunluğu (cm), fide uzunluğu (cm), fide ve kök yaş ağırlığı (mg) belirlenmiştir. Uluslararası Tohum Sağlık Testine (ISTA) göre her bir çim türü farklı

zamanda çimlenmiştir. *Lolium perenne topgun* türünün 5. günde çimlenme hızı (%), 14. günde çimlenme gücü değerleri (%), kök uzunluğu (cm), fide uzunluğu (cm), fide ve kök yaş ağırlığı (mg) değerleri belirlenmiştir. Bu teste göre her bir çim türü farklı zamanda çimlenmiştir. Bu ölçümler *Lolium perenne topgun* türü için 5. günde, *Poa pratensis geisha*, *Festuca rubr. com* ve *Festuca rubra sergei* türleri için 7. günde çimlenme hızı, 21. gün çimlenme gücü değerleri, kök uzunluğu, fide uzunluğu, fide ve kök yaş ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Fide ve kök uzunluğu cetvel ile ölçülmüştür, fide ve kök yaş ağırlığı birbirinden ayrı ayrı tartı ile tartarak hesaplanmıştır.

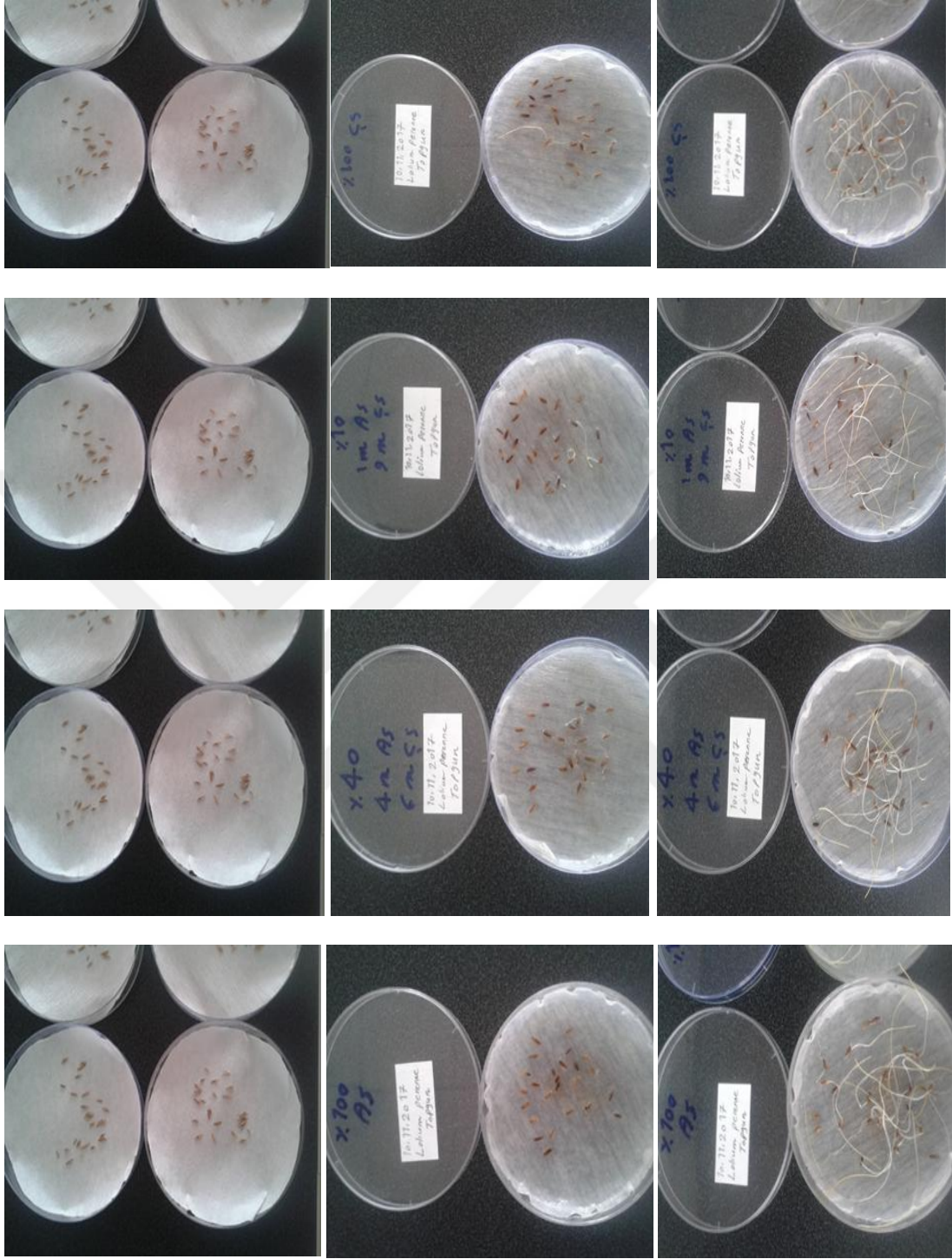
Çimlenme sonucu dört farklı çimin en yüksek ve düşük seviyede çimlenme durumları Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.



1. gün

5 gün

14 gün

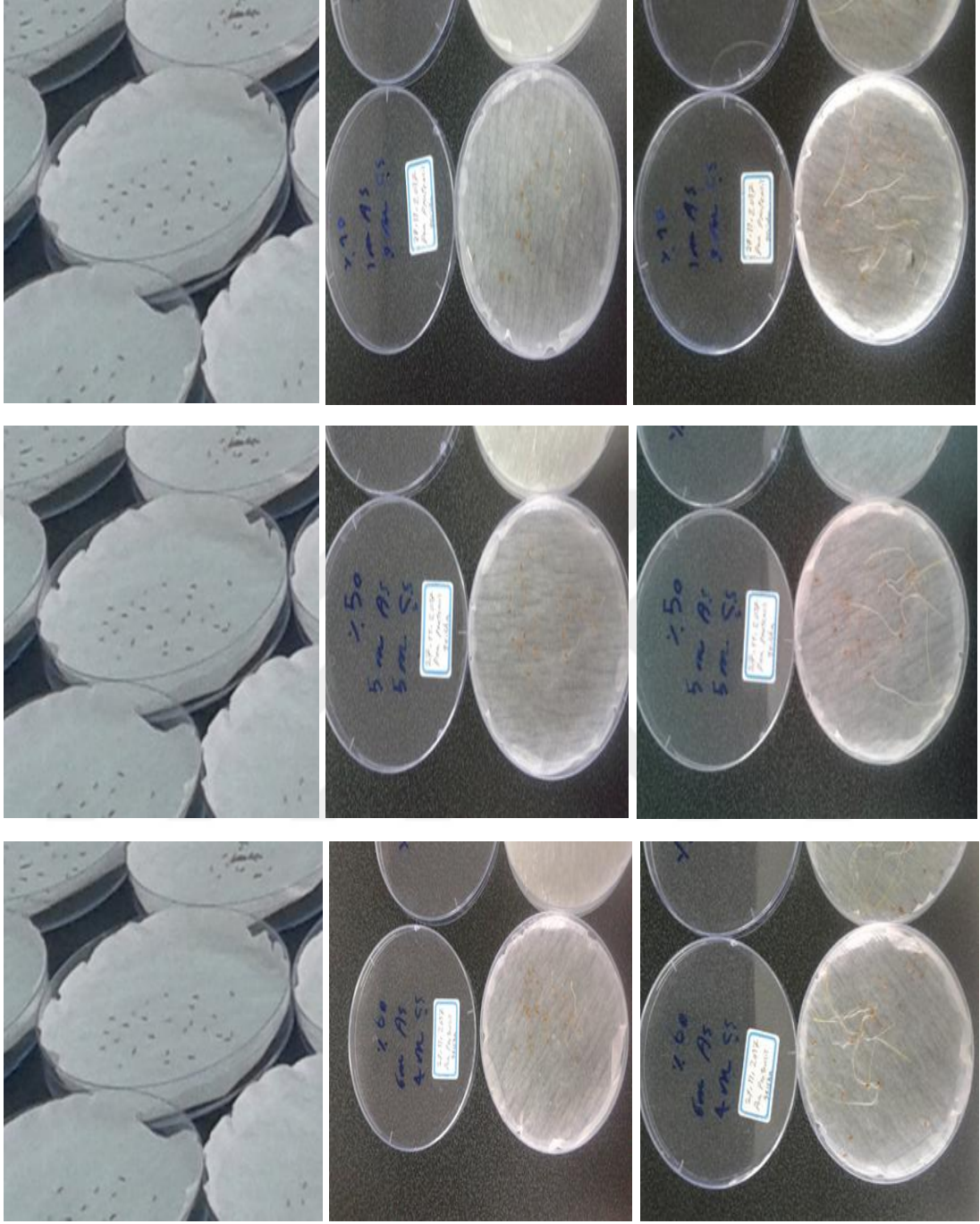


Şekil 4.1. Golf sahası için en iyi ve uygun olan çim (*Lolium perenne* Topgun)

1 gün

7 gün

21gün



Şekil 4.2. Golf sahası için uygun olmayan ve en düşük çim (*Poa pratensis geisha*)

#### 4.1.2. Çimlenme Testi Sonuçlarına ait İstatistiksel Analiz Sonuçları

Çim türlerinin farklı zamanlarda çimlenmeleri nedeniyle analizler farklı günler için yapılmıştır. Uluslararası Tohum Sağlık Testine göre 5. ve 7. gün petride çimlenme hızı (%) ve 14. ve 21. gün çimlenme gücü değerleri (%) kaydedilmiş ve her petriden 10 adet örnek alınmış ve bu örneklerde kök uzunluğu (cm), fide uzunluğu (cm), fide ve kök yaş ağırlığı (mg) ölçümleri yapılmıştır. Tüm veriler elde edildikten sonra verilerin istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için varyans analizi yapılmıştır (Tablo 4.1). Petri denemesinde çim türlerinin çimlenme hızı, çimlenme gücü, kök ve fidede uzunluğu ve yaş ağırlığı değerlerinin karşılaştırıldığı varyans analizi sonucunda, uygulanan artırılmış atıksu dozları arasındaki farklar %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.1). Ayrıca incelenen parametreler için çim türlerinin etkisinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.01$ ) bulunurken artırılmış atıksu × çim türleri arasındaki interaksiyonlar da  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tablo 4.1. Petri denemesi sonuçlarına ilişkin varyans analiz tablosu

V.K	S.D	Kök Uzunluğu		Fide Yaş Ağırlığı		Kök Yaş Ağırlığı	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Artırılmış atıksu	10	0,3680	7,52**	1,16	10,15**	0,7410	2,62**
Çim Türleri	3	33,64	686,77**	177,23	1545,81**	340,11	1203,33**
Artırılmış atıksu × Çim Türleri	30	0,2680	5,47**	1,58	13,85**	1,54	5,48**
Hata	132	0,0490		0,1150		0,2830	
Genel	175	-----		-----		-----	
CV%		9,61		6,50		7,99	

V.K	S.D	Çimlendirme Hızı		Çimlendirme Gücü		Fide Uzunluğu	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Artırılmış atıksu	10	279,16	23,41**	139,66	6,57**	0,5620	6,01**
Çim Türleri	3	12530,31	1051,16**	18935,41	892,11**	75,11	802,92**
Artırılmış atıksu × Çim Türleri	30	145,39	12,19**	112,61	5,30**	0,8730	9,33**
Hata	132	11,92		21,22		0,0940	
Genel	175	-----		-----		-----	
CV%		6,61		6,77		5,55	

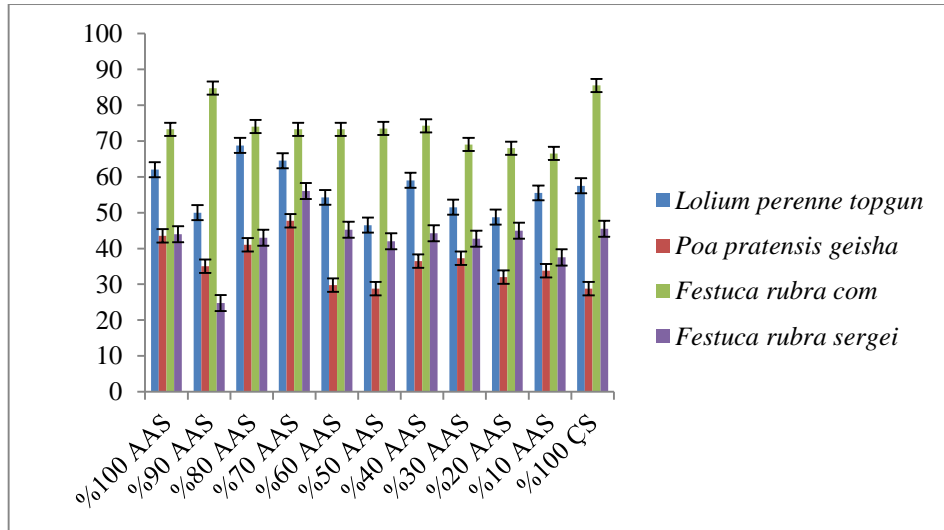
\*\* varyans analizi %1 oranında anlamlı çıkmıştır.

#### 4.1.3. Duncan Tabloları

*Çimlenme hızı*: Duncan testi ortalama tablosuna göre *Festuca rubra com.* *Longfellow* çimlenme süresinde %90 arıtılmış atıksu uygulamasında %84,75 ve çeşme su uygulamasında %85,50'lik çimlenme oranı ile en çok *Festuca rubra sergei* ise %90 arıtılmış atıksu uygulamasında, % 24,75 ile en az çimlenme hızı oranına sahip çim türleri olduğu görülmektedir (Tablo 4.2)

Tablo 4.2. Golf sahalarında kullanılan farklı çim türlerinin çimlenme hızlarının değişimi

Çim türleri	Çimlenme hızı											Ort.
	%100 AAS	%90 AAS	%80A AAS	%70 AAS	%60 AAS	%50 AAS	%40 AAS	%30 AAS	%20 AAS	%10 AAS	%100 ÇS	
<i>Lolium perenne topgun</i>	62,00	50,00	68,75	64,50	54,25	46,50	59,00	51,50	48,75	55,50	57,50	<b>56,20 B</b>
<i>Poa pratensis geisha</i>	43,50	35,00	41,00	47,75	29,75	28,75	36,50	37,25	32,00	33,75	28,75	<b>35,82 D</b>
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	73,25	84,75 a	74,00	73,25	73,25	73,50	74,25	69,00	68,00	66,50	85,50 a	<b>74,11 A</b>
<i>Festuca rubra sergei</i>	44,00	24,75 v	43,00	56,00	45,25	42,00	44,25	42,75	45,00	37,50	45,50	<b>42,73 C</b>
<b>Ortalama</b>	<b>55,69 B</b>	<b>48,63 D</b>	<b>56,69 B</b>	<b>60,38 A</b>	<b>50,63 CD</b>	<b>47,69 D</b>	<b>53,50 BC</b>	<b>50,13 D</b>	<b>48,44 D</b>	<b>48,31 D</b>	<b>54,31 B</b>	

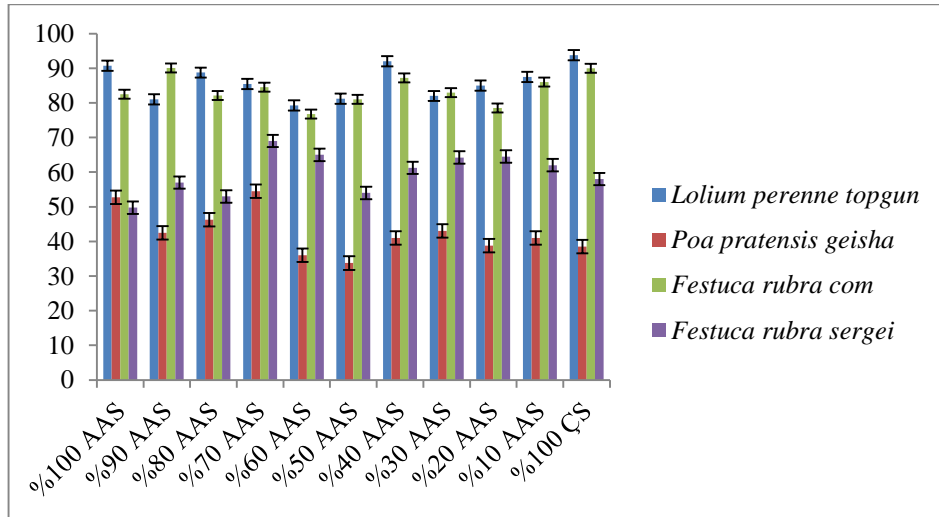


Şekil 4.3. Golf sahalarında kullanılan çimlerin çimlenme hızı

*Çimlenme gücü:* Çim türlerinin çimlenme gücüne ait Duncan tablosu incelendiğinde, *Lolium perenne Topgun* türünün %40 artılmış atıksu uygulamasında %92 ve çeşme suyu uygulamasında %93,75 çimlenme gücü oranı ile en yüksek; *Poa pratensis geisha* türünün ise %50 ve %60 artılmış atıksu uygulamalarında %33,75 ve 36,00 çimlenme gücü ile en düşük çimlenme gücüne sahip türler olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin çimlenme gücü belirlenmesi

	Çimlenme gücü											Ort.
	%100 AAS	%90 AAS	%80 AAS	%70 AAS	%60 AAS	%50 AAS	%40 AAS	%30 AAS	%20 AAS	%10 AAS	%100 ÇS	
<i>Lolium perenne Topgun</i>	90,75	81,00	88,75	85,50	79,25	81,25	92,00 ab	82,00	85,00	87,50	93,75 a	<b>86,07 A</b>
<i>Poa pratensis geisha</i>	52,75	42,50	46,25	54,50	36,00 o	33,75 o	41,00	43,00	38,75	41,00	38,50	<b>42,55 C</b>
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	82,50	90,07	82,13	84,50	76,75	81,00	87,25	83,00	78,50	86,00	90,00	<b>83,79 A</b>
<i>Festuca rubra sergei</i>	49,75	57,00	53,00	69,00	65,00	54,00	61,25	64,25	64,50	62,00	58,00	<b>59,80 B</b>
<b>Ortalama</b>	<b>68,94 BC</b>	<b>67,64 BC</b>	<b>67,53 BC</b>	<b>73,38 A</b>	<b>64,25 CD</b>	<b>62,50 D</b>	<b>70,38 AB</b>	<b>68,06 BC</b>	<b>66,69 BCD</b>	<b>69,13 AB</b>	<b>70,06 AB</b>	

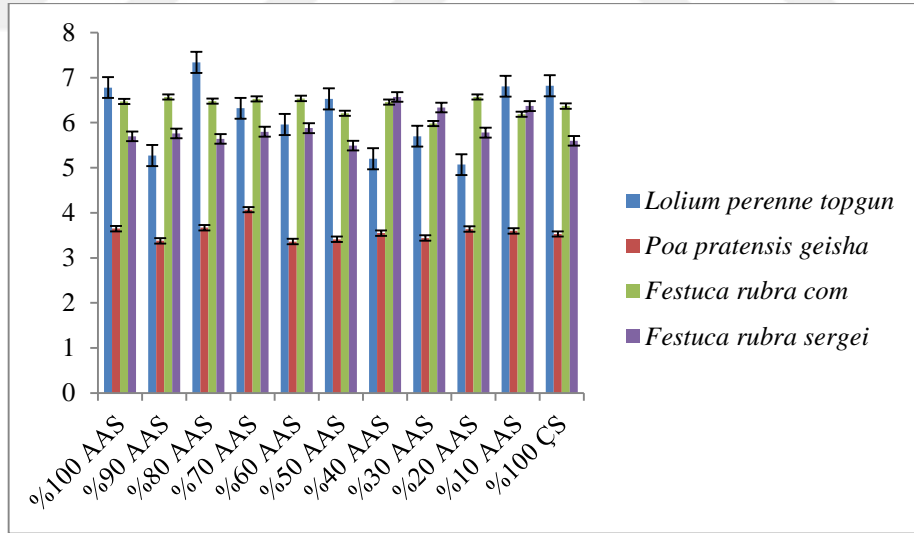


Şekil 4.4. Golf sahalarında kullanılan çimlerin çimlenme gücü

*Fide uzunluğu:* Çim türlerinin fide uzunluklarına ilişkin ortalama Duncan tablosuna göre, *Lolium perenne Topgun* türü, çeşme suyu uygulamasında 6,82 cm ve %80 artılmış atıksu uygulamasında 7,34 cm ile en yüksek; *Poa pratensis geisha* türünün ise, %60 AAS uygulamasında 3,36 cm ile en düşük fide uzunluğuna sahip çim türleri olduğu görülmektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin fide uzunluğu belirlenmesi

	Fide uzunluğu											Ort.
	%100 AAS	%90 AAS	%80 AAS	%70 AAS	%60 AAS	%50 AAS	%4 AAS	%30 AAS	%20 AAS	%10 AAS	%100 ÇS	
<i>Lolium perenne Topgun</i>	6,78	5,27	7,34 a	6,32	5,96	6,53	5,20	5,70	5,07	6,81	6,82 b	<b>6,16 B</b>
<i>Poa pratensis geisha</i>	3,65	3,38	3,67	4,07	3,36 n	3,41	3,55	3,44	3,64	3,60	3,53	<b>3,57 D</b>
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	6,47	6,57	6,48	6,53	6,54	6,21	6,46	5,98	6,57	6,19	6,37	<b>6,40 A</b>
<i>Festuca rubra sergei</i>	5,70	5,76	5,64	5,80	5,88	5,49	6,57	6,34	5,78	6,37	5,60	<b>5,90 C</b>
Ortalama	<b>5,65 ABC</b>	<b>5,25 D</b>	<b>5,78 A</b>	<b>5,68 ABC</b>	<b>5,44 BCD</b>	<b>5,41 CD</b>	<b>5,44 BCD</b>	<b>5,36 CD</b>	<b>5,26 D</b>	<b>5,74 AB</b>	<b>5,58 ABC</b>	

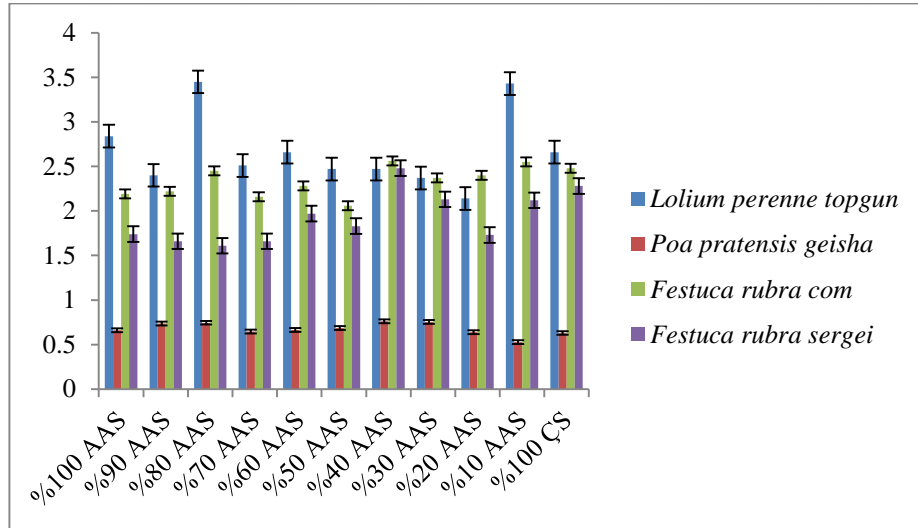


Şekil 4.5. Golf sahalarında kullanılan çimlerin fide uzunluğu

*Kök uzunluğu:* Çim türlerinin kök uzunluklarına ilişkin ortalama Duncan tablosuna göre, *Lolium perenne Topgun* türü %10 ve %80 artırılmış atıksu uygulamalarında 3,43 ve 3,45 cm değeri ile en yüksek; *Poa pratensis geisha* türünün ise %10 artırılmış atıksu uygulamasında 0,52 cm ile en düşük kök uzunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.5)

Tablo 4.5. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin kök uzunluğu belirlenmesi

	Kök uzunluğu											Ort.
	%100 AAS	%90 AAS	%80 AAS	%70 AAS	%60 AAS	%50 AAS	%40 AAS	%30 AAS	%20 AAS	%10 AAS	%100 ÇS AAS	
<i>Lolium perenne Topgun</i>	2,84	2,40	3,45 a	2,51	2,66	2,47	2,47	2,37	2,14	3,43 a	2,66	<b>2,67 A</b>
<i>Poa pratensis geisha</i>	0,66	0,74	0,75	0,65	0,67	0,69	0,77	0,76	0,64	0,52 l	0,63	<b>0,677 5 D</b>
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	2,19	2,22	2,45	2,16	2,28	2,06	2,56	2,37	2,40	2,55	2,48	<b>2,34 B</b>
<i>Festuca rubra sergei</i>	1,74	1,66	1,61	1,66	1,97	1,83	2,48	2,13	1,73	2,12	2,28	<b>1,93 C</b>
<b>Ortalama</b>	<b>1,85 BC</b>	<b>1,75 C</b>	<b>2,06 AB</b>	<b>1,74 C</b>	<b>1,89 BC</b>	<b>1,76 C</b>	<b>2,07 AB</b>	<b>1,91 BC</b>	<b>1,73 C</b>	<b>2,16 A</b>	<b>2,01 AB</b>	

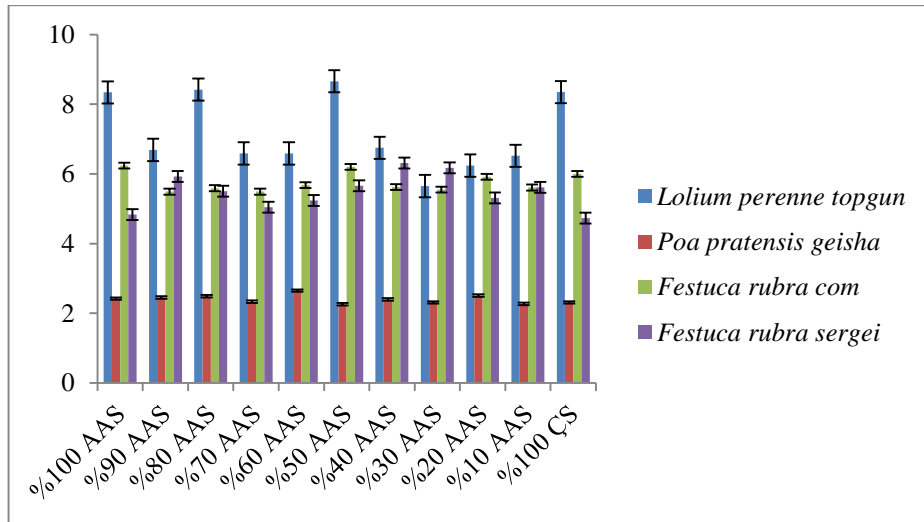


Şekil 4.6. Golf sahalarında kullanılabilir çimlerin kök uzunluğu

*Fide yaş ağırlığı:* Çim türlerinin fide yaş uzunluklarına ilişkin ortalama Duncan tablosuna göre, çim türlerinden *Lolium perenne Topgun* türünün, çeşme suyu, %50, %80' ve artırılmış atıksu uygulamalarında 8,35, 8,66, 8,42 ve 8,34 g/m<sup>2</sup> değerleri ile en yüksek; *Poa pratensis geisha* türünün ise %10 artırılmış atıksu uygulamasındaki 2,27 g/m<sup>2</sup> değeri ile en düşük fide yaş ağırlığına sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin fide yaş ağırlığı belirlenmesi

	Fide yaş ağırlığı											Ort .
	%100 AAS	%90 AAS	%80 AAS	%70 AAS	%60 AAS	%50 AAS	%40 AAS	%30 AAS	%20 AAS	%10 AAS	%100 ÇS	
<i>Lolium perenne Topgun</i>	8,34 a	6,69	8,42 a	6,59	6,59	8,66 a	6,75	5,65	6,24	6,52	8,35 a	<b>7,16 A</b>
<i>Poa pratensis geisha</i>	2,42	2,45	2,49	2,33	2,65	2,26	2,40	2,31	2,51	2,27 l	2,31	<b>2,40 D</b>
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	6,24	5,49	5,59	5,49	5,68	6,20	5,62	5,55	5,92	5,61	6,00	<b>5,76 B</b>
<i>Festuca rubra sergei</i>	4,83	5,93	5,50	5,04	5,24	5,66	6,31	6,17	5,31	5,61	4,73	<b>5,48 C</b>
<b>Ortalama</b>	<b>5,45 ABC</b>	<b>5,14 CDEF</b>	<b>5,50 AB</b>	<b>4,86 F</b>	<b>5,04 DEF</b>	<b>5,69 A</b>	<b>5,27 BCD E</b>	<b>4,92 F</b>	<b>4,99 EF</b>	<b>5,01 EF</b>	<b>5,35 BCD</b>	

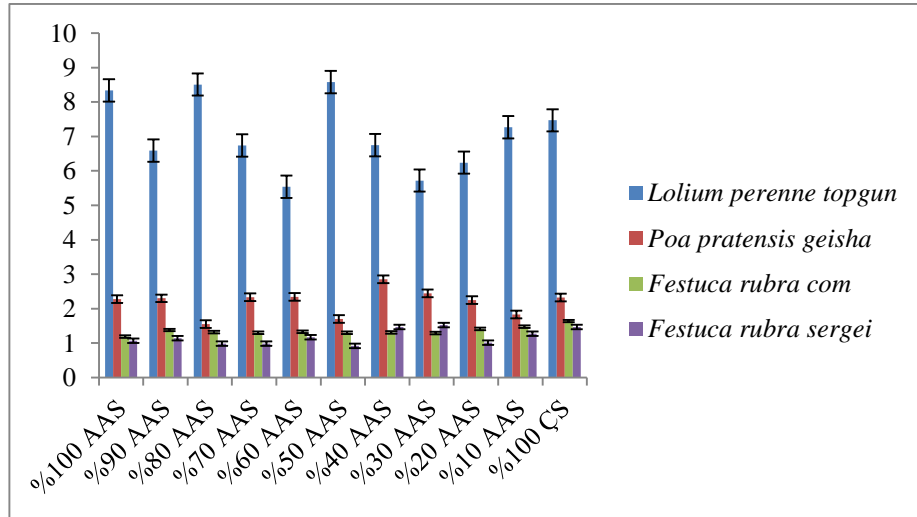


Şekil 4.7. Golf sahalarında kullanılabilir çimlerin fide yaş ağırlığı

*Kök yaş ağırlık:* Çim türlerinin kök ağırlıklarına ilişkin ortalama Duncan tablosuna göre, çim türlerinden *Lolium perenne Topgun* türü %50 ve %80 artırılmış atıksu uygulamalarında 8,58 ve 8,51g/m<sup>2</sup> değerleri ile en yüksek kök yaş ağırlığına sahip olduğu ve *Festuca rubra sergi* çim türünün ise %50 artırılmış atıksu uygulamasındaki 0,92 g/m<sup>2</sup> değeri ile en düşük kök yaş ağırlığına sahip çim türü olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Golf sahalarında kullanılan farklı çimlerin kök yaş ağırlığı belirlenmesi

	Kök yaş ağırlığı											Ort.
	%100 AAS	%90 AAS	%80 AAS	%70 AAS	%60 AAS	%50 AAS	%40 AAS	%30 AAS	%20 AAS	%10 AAS	%100 ÇS	
<i>Lolium perenne Topgun</i>	8,34	6,59	8,51 a	6,74	5,54	8,58 a	6,75	5,72	6,24	7,27	7,47	<b>7,07 A</b>
<i>Poa pratensis geisha</i>	2,28	2,30	1,55	2,33	2,34	1,70	2,85	2,44	2,25	1,83	2,32	<b>2,20 B</b>
<i>Festuca rubra com. Longfellow</i>	1,19	1,38	1,32	1,30	1,33	1,30	1,31	1,29	1,41	1,48	1,64	<b>1,36 C</b>
<i>Festuca rubra sergei</i>	1,07	1,14	0,982	0,982	1,17	0,920 k	1,47	1,52	1,01	1,27	1,47	<b>1,18 C</b>
<b>Ortalama</b>	<b>3,22 A</b>	<b>2,85 AB</b>	<b>3,09 AB</b>	<b>2,83 AB</b>	<b>2,59 B</b>	<b>3,12 AB</b>	<b>3,10 AB</b>	<b>2,74 AB</b>	<b>2,73 AB</b>	<b>2,96 AB</b>	<b>3,23 A</b>	



Şekil 4.8. Golf sahalarında kullanılabilecek çimlerin kök yaş ağırlığı

MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılan varyans analizi sonuçlarına göre *Lolium perenne Topgun* çim türünün farklı arıtılmış atıksu ile sulama koşullarında çimlenme hızı, çimlenme gücü, fide ve kök uzunluğu ve fide ve yaş ağırlığı bakımından en yüksek verilere sahip olduğundan arıtılmış atıksu ile sulama koşullarında golf sahası için en uygun ve en iyi çim türü olduğu düşünülmüştür. *Festuca rubra com. Longfellow* çim türü de yine petri denemesinde incelenen parametrelere ilişkin istatistiksel analiz sonuçları sonrasında en uygun ikinci tür olarak kabul edilmiştir.

*Poa pratensis geisha* çim türünün farklı arıtılmış atıksu konsantrasyonlarında sulama sonrasında çok düşük çimlenme hızı, çimlenme gücü, fide ve kök uzunluğu ve fide ve kök yaş ağırlığına sahip tür olduğu için arıtılmış atıksuyun golf sahasında sulama suyu olarak kullanılması durumunda yetiştirilmesinin uygun olmayacağı belirlenmiştir.

#### **4.2. Saksı Denemelerinden Alınan Drenaj Suyu Örneklerinin Fiziksel-Kimyasal Analizler Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Tezin bu bölümünde, yetiştirme ortamı olarak kum ve toprağın kullanıldığı saksı denemesinden alınan drenaj suyu (kum ve topraktaki gözenekleri dolduran ve bitki büyümesi üzerinde zararlı etkisi olan fazla suyun uzaklaştırılması ve uygun su, hava ve tuz dengesinin sağlanması) örneklerinin analizlerine ait değerlendirmeler yer almaktadır.

Sulama suyunun kullanılabilirliğinin belirlenmesi için sodyum ve diğer kationların nispi adsorpsiyon oranı (SAR), toksik elementlerin konsantrasyonu, kalsiyum ve magnezyum, anyonlar (klor, sülfat, nitrat), toplam katı madde, organik madde yükü ile patojen mikroorganizmaların belirlenmesi önemlidir.

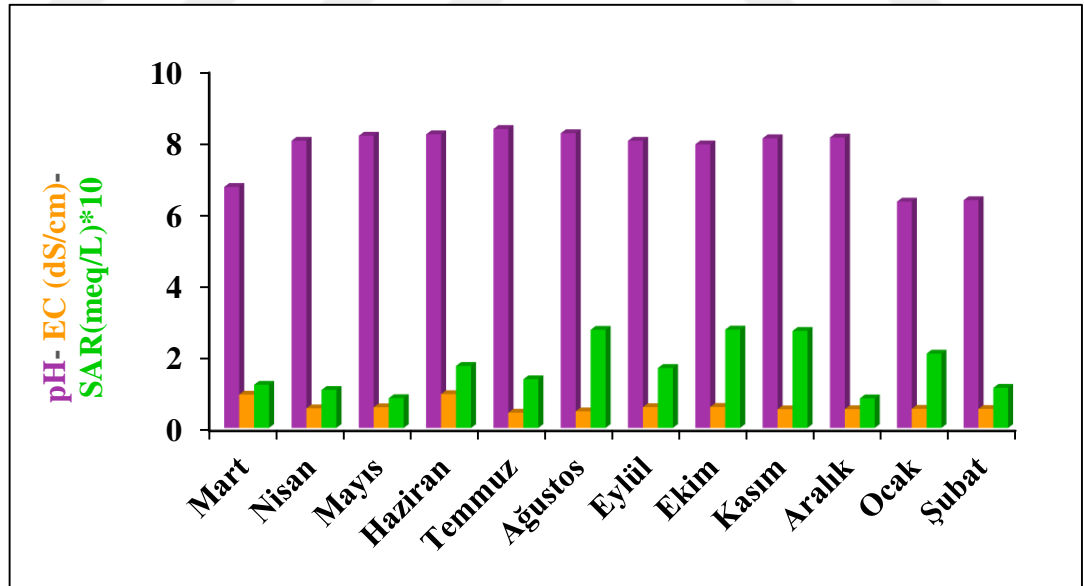
Çim tohumlarının saksılara ekimi gerçekleştirildikten sonra yapılan her sulamada, drenaj suyu örnekleri alınmış ve analizler yapılmıştır. Ayrıca sulamada kullanılan arıtılmış atıksu ve çeşme suyu örneklerinin de analizi gerçekleştirilmiştir. Denemede alınan tüm su örneklerinde pH, elektriksel iletkenlik (dS/m) çözünmüş oksijen (mg/L), sıcaklık (°C), toplam askıda katı madde (mg/L), toplam çözünmüş madde (mg/L), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (mg/L), kimyasal oksijen ihtiyacı (mg/L), nitrat (mg/L), nitrit (mg/L), toplam azot (mg/L), toplam fosfor (mg/L), sülfat (mg/L) ve fekal koliform (EMS/100 mL) ve ağır metal (mg/L) analizleri standart

metodlara göre yapılmıştır (APPA, AWWA, Standard Methods for Water and Wastewater, 1990).

Analiz sonuçları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tebliği'nde yer alan sulama sularının sınıflandırılmasına göre (SKKY, 1991) incelenerek değerlendirilmiştir.

Samsun Doğu İleri iyolojik Atıksu Arıtma tesisinden alınan arıtılmış atıksuyun sulama suyu olarak kullanıldığı saksı denemelerinde kum ortamındaki çim türlerinde 02.03.2019- 03.02.2020 tarihleri arasında ve toprak ortamındaki çim türlerinde ise 08.06.2019- 01.05.2020 tarihleri arasında aylık zaman dilimlerinde alınan drenaj suyu örneklerikirlilik değerlendirmeleri yapılmıştır.

Saksı denemesinde, kum ortamında yetiştirilen *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı (Tablo 3.2) ile sulanan saksıların 02.03.2019- 03.02.2020 tarihleri arasında alınan drenaj suyu örneklerinin pH, EC ve SAR parametre değerlerinin bir yıllık süreç içindeki değişimleri ve bu değişimlerin karşılaştırılması Şekil 4.9- 4.16'da belirlenmiştir.



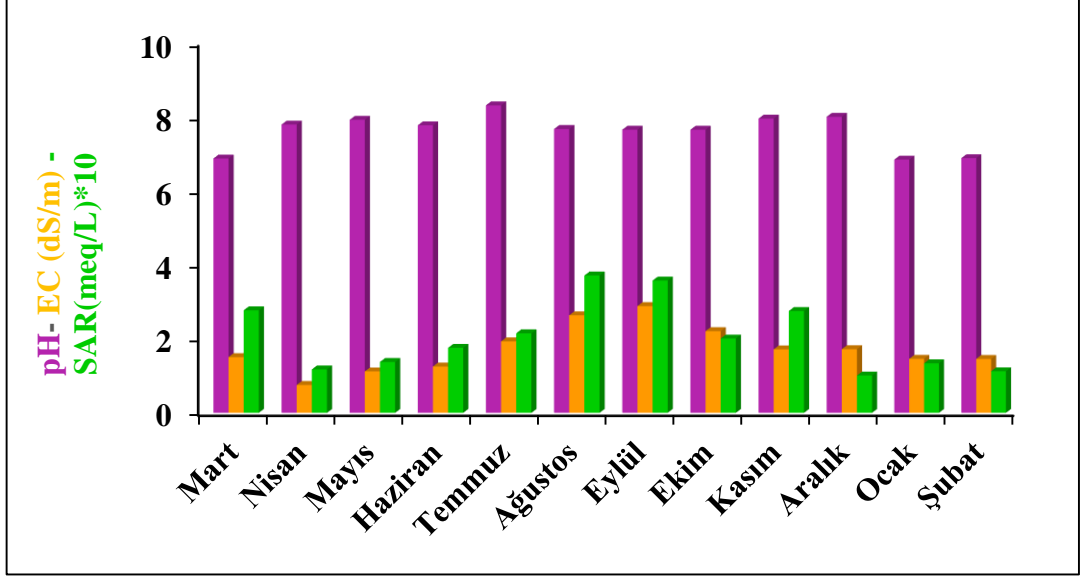
Şekil 4.9. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.9'da (Ek-1) görüldüğü gibi kum ortamında, çeşme su ile sulanan *Lolium* çim türünde drenaj suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.9). Elde edilen sonuçlara göre

pH değerlerinde en yüksek değer yetiştirme periyodunun 8,35 olarak, en düşük değer ise 6,32 olarak ölçülmüştür. En yüksek EC değerinin yetiştirme periyodunun 0,94 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 0,43 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 27,5 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 8,2 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre alınan eşme suyu örneklerinde tesis verilerine göre pH değerleri yüksek bulunmuştur. Drenaj suyunun EC değerlerinin ise 12 ay boyunca tesisten alınan arıtılmış atıksu örneğinde belirlenen EC değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

eşme suyunda saksı denemesinin başlangıcında A.B.D. Tuzluluk laboratuvarı sulama suyu sınıflandırma sistemine (Anonim, 1954a) göre yapılan su kalitesi sınıflandırması (SKS) C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır. Deneme süresince aylık olarak alınan drenaj suyu örneklerinde su kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflara değiştiği belirlenmiştir (Ek-1). Drenaj suyu kalite sınıfları başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj sularının tuzluluk yönünden orta (C<sub>2</sub>) ve yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>), sodyumluluk (alkalilik) yönünden ise orta (S<sub>2</sub>), yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) oluşturacak sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Drenaj sularının tuzluluk yönünden genel olarak C<sub>2</sub> (orta) sınıfında belirlenmesi, eşme suyu uygulamasının saksılarda tuzluluk yönünden her hangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını açıklamaktadır.



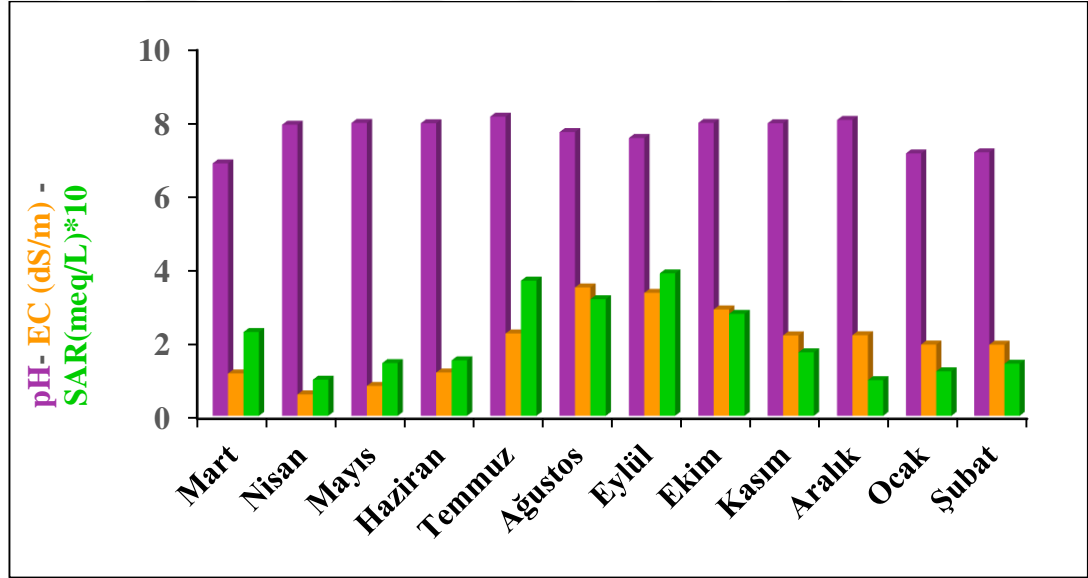
Şekil 4.10. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.10'da (Ek- 2) görüldüğü gibi kum ortamında, %50 artırılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde drenaj suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.10). Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer deneme boyunca 8,31 olarak, en düşük değer ise 6,84 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6'ya göre artırılmış atıksu uygulamasında drenaj suyu örneğinde pH değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. sınıfta yer alırken, Tablo 3.8'de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır. En yüksek EC değerinin yetiştirme periyodunun 2,88 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 0,75 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 37,0 meq/l (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 10,1 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %50 artırılmış atıksu uygulamasındaki drenaj suyu örneğinde EC ve SAR değerleri (I. Sınıf) sulama suyu kategorisine girmektedir.

Tablo 3.9'a göre alınan drenaj suyu örneklerinde ise pH değerleri yüksek bulunmuştur. Drenaj suyunun EC değerlerinin ise 12 ay boyunca tesisten alınan artırılmış atıksu örneğinde belirlenen EC değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan %50 artırılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Çim yetiştiriciliğinin

yapıldığı 12 aylık periyotta, aylık zaman dilimlerinde alınan drenaj suyu örneklerinde belirlenen su kalite sınıflarının ise C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-2). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak yüksek (C<sub>3</sub>) ve bazı aylarda da (Ağustos ve Eylül) çok yüksek tuzluluk zararı (C<sub>4</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) yönünden ise orta (S<sub>2</sub>) ancak çoğunlukla yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Su kalite sınıfı yönünden drenaj suyu sonuçlarına göre %50 artırılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sınıfı yönünden genel olarak saksılarda bir değişim ortaya koymadığı ve sulama suyu olarak kullanımının sorun yaratmadığı söylenebilir.



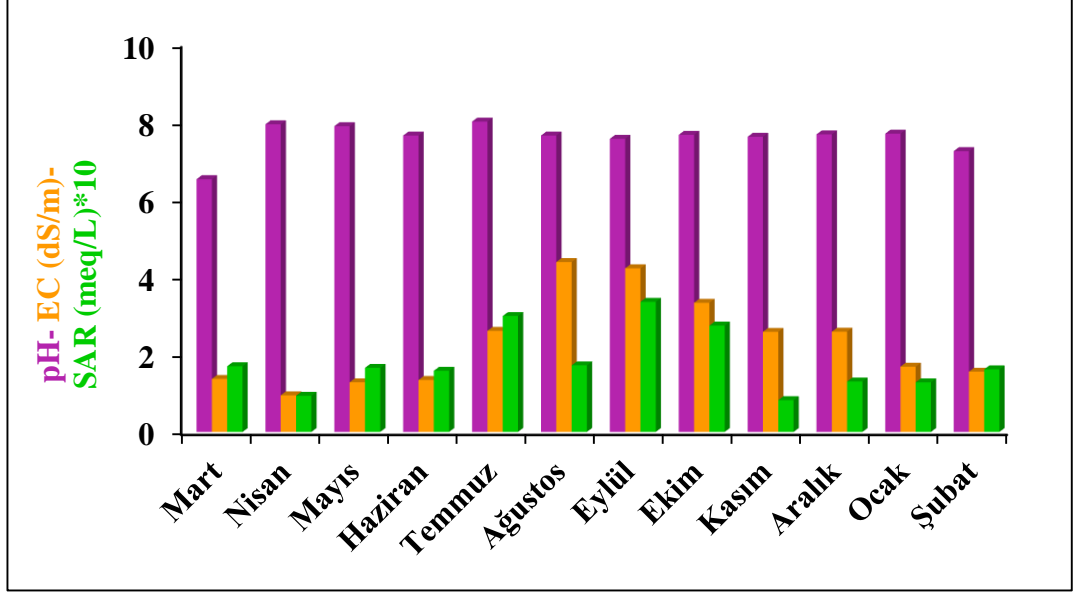
Şekil 4.11. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.11’de (Ek- 3) görüldüğü gibi kum ortamında, %75 artırılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde drenaj suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.11). Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer çalışma boyunca 8,11 olarak, en düşük değer ise 6,84 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6’ya göre artırılmış atıksu uygulamasında drenaj suyu örneğinde pH değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. sınıfta yer alırken, Tablo 3.8’de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır. En yüksek EC değerinin yetiştirme periyodunun 3,47 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 0,58

dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 38,5 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 9,8 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %75 arıtılmış atıksu uygulamasındaki drenaj suyu örneğinde EC ve SAR değerleri (I. Sınıf) sulama suyu kategorisine girmektedir.

Tablo 3.9'a göre alınan drenaj suyu örneklerinde ise pH değerleri yüksek bulunmuştur. Drenaj suyunun EC değerlerinin ise 12 ay boyunca tesisten alınan arıtılmış atıksu örneğinde belirlenen EC değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan %75 arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Drenaj sularının alındığı 12 aylık periyotta ise drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-3). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak %75 arıtılmış atıksu uygulamasında Nisan ayı dışında (C<sub>2</sub>-orta) genel olarak yüksek (C<sub>3</sub>) ve bazı aylarda da (Ağustos, Eylül ve Ekim) çok yüksek tuzluluk zararı (C<sub>4</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj suları Ağustos (S<sub>3</sub>-yüksek) ve Kasım (S<sub>2</sub>-orta) ayları dışında çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) sınıfında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar %75 arıtılmış atıksu uygulamasının çeşme suyu ve %50 arıtılmış atıksu uygulamalarına göre saksılarda daha fazla tuz biriktirme eğiliminde ancak oluşan tuzluluk değerlerinin de bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin çok altında olduğunu ortaya koymaktadır. Yine elde edilen sonuçlara göre %75 arıtılmış atıksu uygulamasının uzun süreli tuzluluk sorunlarına neden olmaması için daha etkin bir yıkama suyu uygulaması dahilinde sulama suyu kullanımının uygun olacağı söylenebilir.



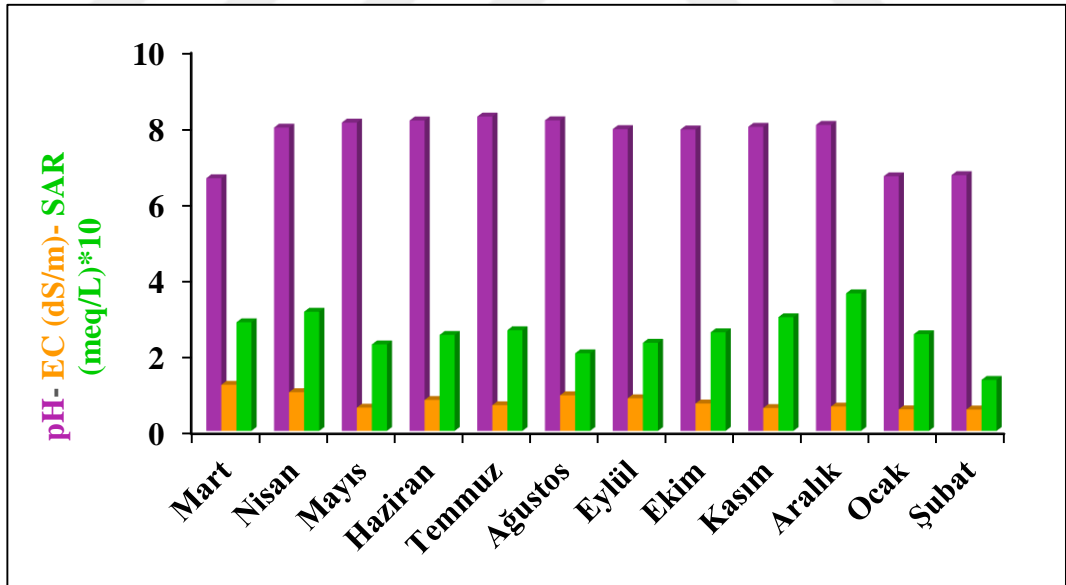
Şekil 4.12. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.12’de (Ek- 4) görüldüğü gibi kum ortamında, arıtılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde drenaj suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.12). Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer deneme boyunca 8,01 olarak, en düşük değer ise 6,53 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6’ya göre arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj suyu örneğinde pH değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. sınıfta yer alırken, Tablo 3.8’de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır. En yüksek EC değerinin deneme boyunca 4,40 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 0,95 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 33,8 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 8,3 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre arıtılmış atıksu uygulamasındaki drenaj suyu örneğinde EC ve SAR değerleri (I. Sınıf) sulama suyu kategorisine girmektedir.

Tablo 3.9’a göre alınan drenaj suyu örneklerinde ise pH değerleri yüksek bulunmuştur. Drenaj suyunun EC değerlerinin ise 12 ay boyunca tesisten alınan arıtılmış atıksu örneğinde belirlenen EC değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Buna karşın 12 aylık periyotta drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, gibi farklı

sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-4). Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak aynı sınıfta (C<sub>3</sub>-yüksek tuzluluk) ve bazı aylarda da (Temmuz-Aralık arası) daha yüksek tuzluluk zararı oluşturan C<sub>4</sub> sınıfında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj sularının bazı aylarda orta (S<sub>2</sub>) ve yüksek (S<sub>3</sub>) sınıflarında belirlenmesine karşın genel olarak çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) oluşturan SKS yer aldığı belirlenmiştir (Ek-4). Elde edilen bu sonuçlar diğer sulama uygulamalarıyla karşılaştırıldığında arıtılmış atıksu uygulamasının saksılarda daha fazla tuzluluk ve sodyumluluk sorunu yaratan sulama uygulaması olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte arıtılmış atıksu uygulamasında oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu belirlenmiş ve arıtılmış atıksu uygulamasının uzun süreli kullanımına bağlı olarak tuzluluk sorunlarının ortaya çıkmaması için daha etkin bir yıkama suyu uygulaması dahilinde sulama suyu olarak kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir.



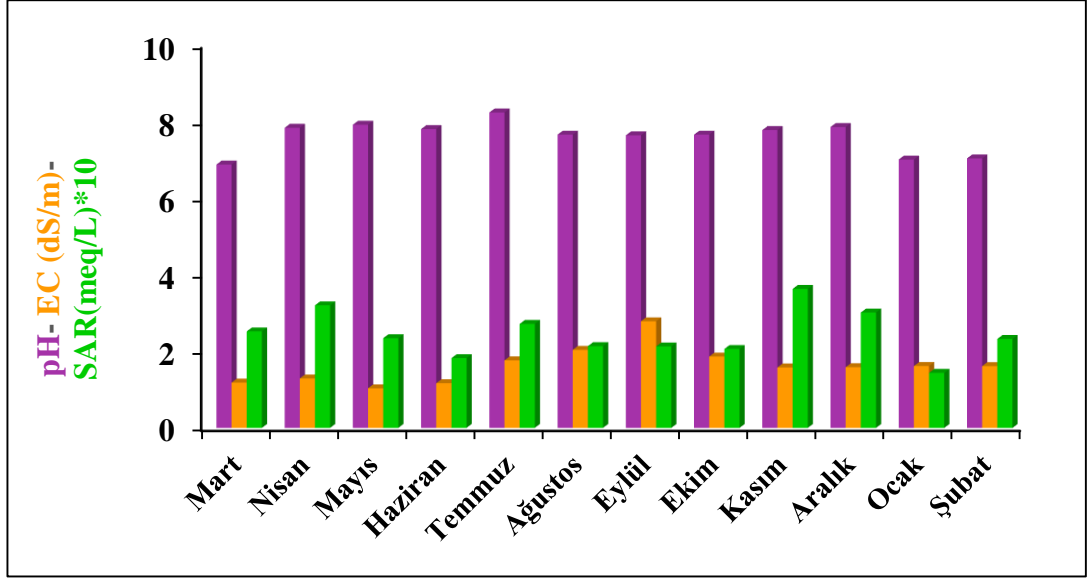
şekil 4.13. Kum ortamında *Festuca* im türünde, eşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değerini ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

şekil 4.13'te (Ek- 1) verildiği gibi, *Festuca* im türünde eşme su ile sulanan *Festuca* im türünde drenaj suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değerini çalışma süresi boyunca izlenmiştir (şekil 4.13). Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer deneme boyunca 8,25 olarak, en düşük değer ise 6,63

olarak ölçülmüştür. En yüksek EC değerinin yetiştirme periyodunun 1,21 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 0,56 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 36,1 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 13,4 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre alınan çeşme suyu örneklerinde tesis verilerine göre pH değerleri yüksek bulunmuştur. Drenaj suyunun EC değerlerinin ise 12 ay boyunca tesisten alınan arıtılmış atıksu örneğinde belirlenen EC değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çeşme suyu denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Deneme süresince aylık olarak alınan drenaj suyu örneklerinde su kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflara değiştiği belirlenmiştir (Ek-1). Drenaj suyu kalite sınıfları başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj sularının tuzluluk yönünden genele olarak orta (C<sub>2</sub>) ve yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>), sodyumluluk (alkalilik) yönünden ise Şubat ayı dışında (S<sub>3</sub>-yüksek) çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) oluşturacak sınıfta yer aldığı görülmektedir. *Lolium* çim türünün yetiştirildiği saksılarla karşılaştırıldığında, *Festuca* çim türünün yetiştirildiği saksılarda çeşme suyu uygulamasının drenaj suyu tuzluluk sınıfları yönünden daha yüksek tuzluluk etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ancak çoğunlukla C<sub>2</sub> (orta) sınıfında belirlenen drenaj suyu kalite sınıfı sonuçları, çeşme suyu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden her hangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını göstermektedir.

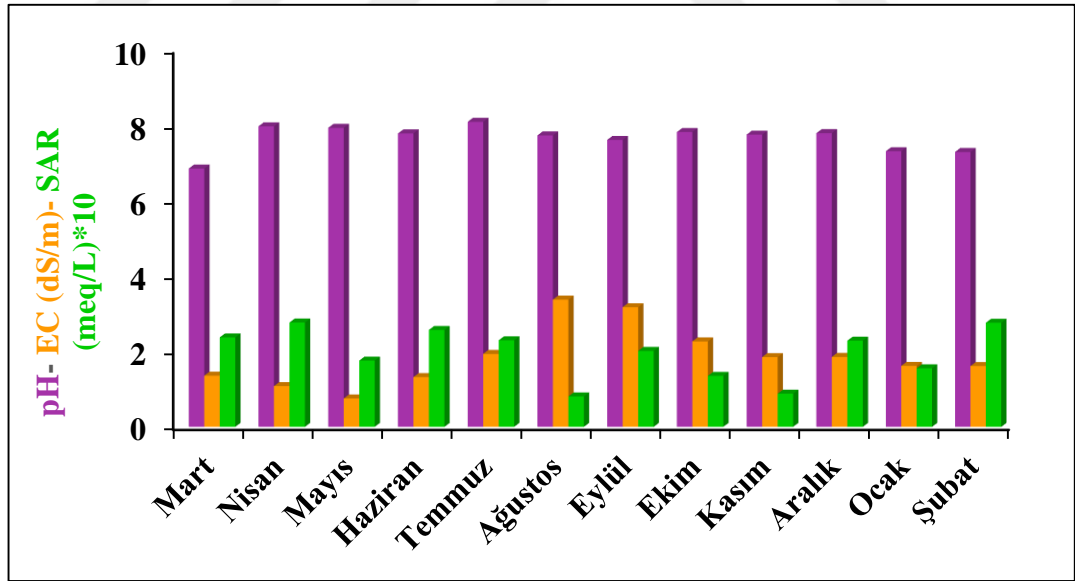


Şekil 4.14. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.14'te (Ek- 2) gösterildiği gibi, *Festuca* çim türlerinde 12 ay boyunca %50 arıtılmış atıksuyun kullanıldığı denemelerde elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.14). Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer yetiştirme periyodunun 8,24 olarak, en düşük değer ise 6,88 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6'ya göre arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj suyu örneğinde pH değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. sınıfta yer alırken, Tablo 3.8'de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır. En yüksek EC değerinin deneme boyunca 2,79 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 1,03 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. EC bakımından %50 arıtılmış atıksu ile sulamanın olumsuz etkilerinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 36,3 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 14,4 meq/L (I. Sınıf) belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre arıtılmış atıksu uygulamasındaki drenaj suyu örneğinde EC ve SAR değerleri (I. Sınıf) sulama suyu kategorisine girmektedir.

Tablo 3.9'a göre yapılan denemelerde *Festuca* çim türünde %50 seyreltilmiş arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının uygulandığı denemelerden elde edilen drenaj çıkış suyu pH değerleri, atıksu arıtma tesisinde ölçülen pH değerlerinden yüksek çıkmıştır. Elektriksel iletkenlik değerleri, atıksu arıtma tesisinde ölçülen EC değerlerinden daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan %50 arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Çim yetiştiriciliğinin yapıldığı 12 aylık periyotta, aylık zaman dilimlerinde alınan drenaj suyu örneklerinde belirlenen su kalite sınıflarının C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> sınıflarında olduğu görülmektedir (Ek-2). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak Eylül ayı (C<sub>4</sub>-çok yüksek tuzluluk) dışında yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>-yüksek tuzluluk) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) sınıflaması ise drenaj suyunun alındığı tüm zamanlarda çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) sınıfında belirlenmiştir. *Lolium* çim türünün yetiştirildiği saksılarla karşılaştırıldığında, *Festuca* çim türünün yetiştirildiği saksılarda %50 arıtılmış atıksu uygulamasının drenaj suyu tuzluluk sınıfları yönünden benzer tuzluluk etkisinin (C<sub>3</sub>-yüksek tuzluluk) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar %50 arıtılmış atıksu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden her hangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını ve sulama suyu olarak %50 arıtılmış atıksu kullanımının tuzluluk etkisinin olmadığı söylenebilir.



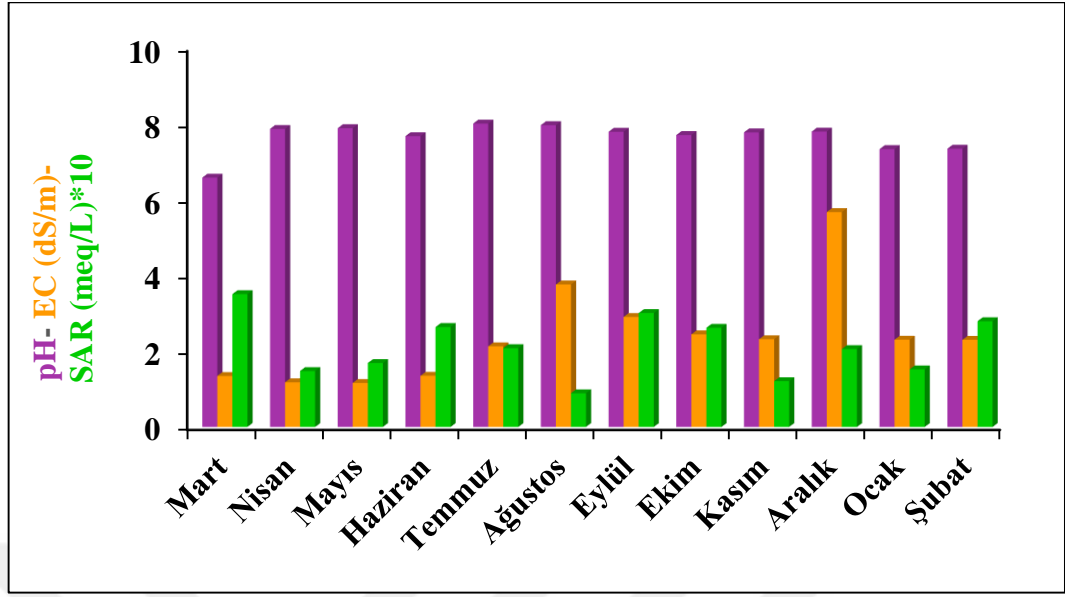
Şekil 4.15. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.15'te (Ek- 3) gösterildiği gibi, kum ortamında 12 aylık süre boyunca *Festuca* çim türünde %75 arıtılmış atıksuyun kullanıldığı denemelerde elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.15). Elde edilen sonuçlara göre pH

değerlerinde en yüksek değer yetiştirme periyodunun 8,10 olarak, en düşük değer ise 6,86 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6'ya göre arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj suyu örneğinde pH değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. sınıfta yer alırken, Tablo 3.8'de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır. En yüksek EC değerinin yetiştirme periyodunun 3,39 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 0,75 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. EC bakımından %75 arıtılmış atıksu ile sulamanın olumsuz etkilerinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 27,7 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 8,1 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre arıtılmış atıksu uygulamasındaki drenaj suyu örneğinde EC ve SAR değerleri (I. Sınıf) sulama suyu kategorisine girmektedir.

Tablo 3.9'a göre yapılan denemelerde *Festuca* çim türünde %75 seyreltilmiş arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının uygulandığı denemelerden elde edilen drenaj çıkış suyu pH değerleri, atıksu arıtma tesisinde ölçülen pH değerlerinden yüksek çıkmıştır. Elektriksel iletkenlik değerleri, atıksu arıtma tesisinde ölçülen EC değerlerinden daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan %75 arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Drenaj sularının alındığı 12 aylık periyotta ise drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-3). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak %75 arıtılmış atıksu uygulamasında Ağustos ve Eylül ayları (C<sub>4</sub>-çok yüksek tuzluluk) dışında yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj suları Kasım (S<sub>2</sub>-orta alkalilik) ve Ağustos (S<sub>3</sub>-yüksek alkalilik) ayları dışında çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) sınıfında belirlenmiştir. *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda elde edilen sonuçlar %75 arıtılmış atıksu uygulamasının çeşme suyu ve %50 arıtılmış atıksu uygulamalarının *Lolium* çim türü yetiştirilen saksılarda olduğu gibi daha fazla tuz biriktirme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte %75 arıtılmış atıksu uygulamasında oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin çok altında olduğu fakat uzun süreli tuzluluk sorunlarına neden olmaması için %75 arıtılmış atıksu uygulamasında daha etkin bir yıkama suyu uygulaması yönetiminin benimsenmesinin uygun olacağı söylenebilir.



Şekil 4.16. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

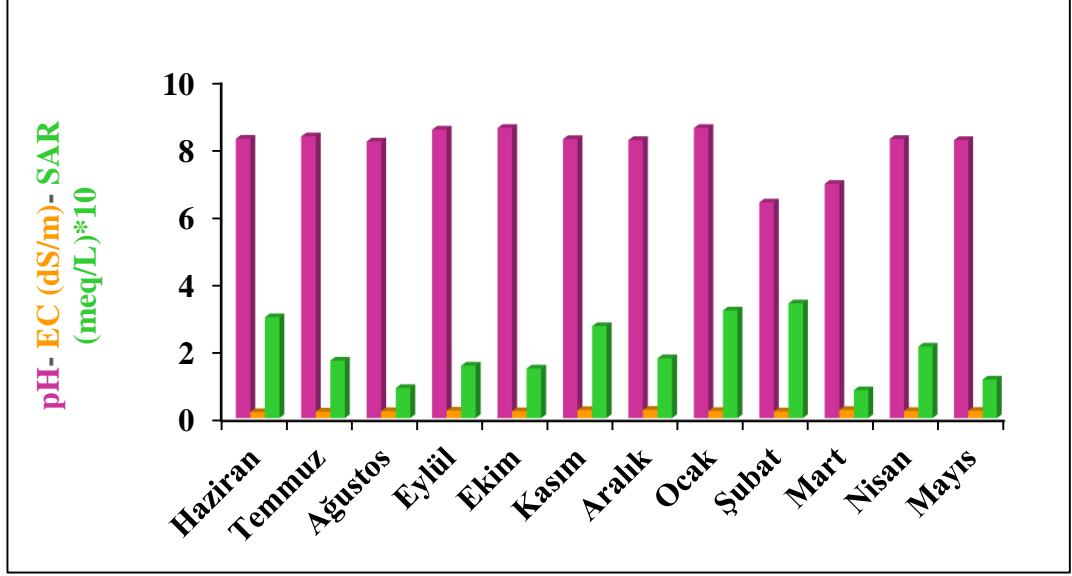
Şekil 4.16’da (Ek- 4) gösterildiği gibi, kum ortamında 12 aylık süre boyunca *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksuyun kullanıldığı denemelerde elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde pH, EC ve SAR analiz değerlerindeki değişimleri çalışma süresi boyunca izlenmiştir (Şekil 4.16). Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer yetiştirme periyodunun 8,01 olarak, en düşük değer ise 6,59 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6’ya göre arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj suyu örneğinde pH değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. sınıfta yer alırken, Tablo 3.8’de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır. En yüksek EC değerinin yetiştirme periyodunun 5,68 dS/m (I. Sınıf) olarak, en düşük EC değerinin de 1,17 dS/m (I. Sınıf) saptandığı görülmektedir. EC bakımından arıtılmış atıksu ile sulamanın olumsuz etkilerinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. SAR değerlerinin incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 35,3 meq/L (I. Sınıf) görülürken, en düşük SAR değeri ise 12,2 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre arıtılmış atıksu uygulamasındaki drenaj suyu örneğinde EC ve SAR değerleri (I. Sınıf) sulama suyu kategorisine girmektedir.

Tablo 3.9’a göre yapılan denemelerde *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının uygulandığı denemelerden elde edilen drenaj çıkış suyu pH değerleri, atıksu arıtma tesisinde ölçülen pH değerlerinden yüksek çıkmıştır.

Elektriksel iletkenlik değerleri, atıksu arıtma tesisinde ölçülen EC değerlerinden daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Buna karşın 12 aylık periyotta drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, gibi farklı sınıflarda değiştii görülmektedir (Ek-4). Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak çok yüksek tuzluluk zararı (C<sub>4</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj sularının Nisan, Ağustos ve Kasım ayları (S<sub>3</sub>-yüksek alkalilik) ayları dışında genel olarak çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) oluşturan SKS yer aldığı belirlenmiştir (Ek-4). Elde edilen bu sonuçlar diğer sulama uygulamalarıyla karşılaştırıldığında arıtılmış atıksu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda, daha fazla tuzluluk ve sodyumluluk sorunu yaratan sulama uygulaması olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte arıtılmış atıksu uygulamasında oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu da söylenebilir. Arıtılmış atıksu uygulamasının uzun süreli sulamada kullanımına bağlı olarak tuzluluk sorunlarının ortaya çıkmaması için daha etkin bir yıkama suyu uygulamasının planlanması önerilmektedir.

Saksı denemesinde, Yetiştirme ortamı olarak toprak kullanılan saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türleri dört farklı su karışımı ile sulanarak 08.06.2019- 01.05.2020 tarihleri arasında yaklaşık 1 yıl süreyle yetiştirilmiştir. Saksı denemesi sırasında farklı sulama karışımları ile sulanan saksılardan alınan drenaj suyu örneklerinin pH, EC ve SAR değerlerindeki değişimler bir yıl süreyle değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.17- 4.24'te belirlenmiştir.



Şekil 4.17. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

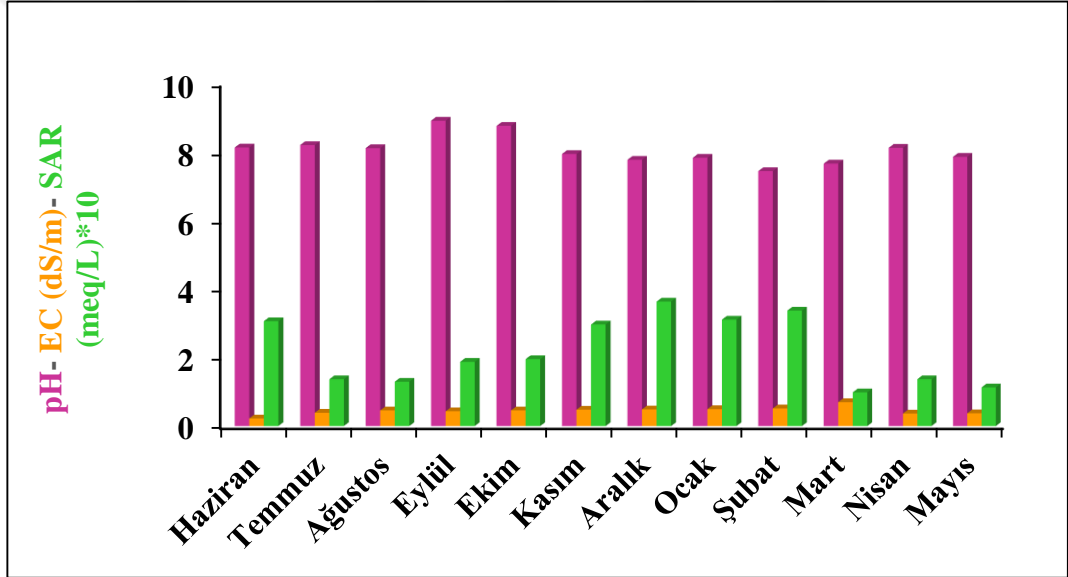
Şekil 4.17’de (Ek- 5) görüldüğü gibi toprak ortamında çeşme su ile sulanan *Lolium* çim türünde drenaj çıkış suyu örneklerindeki pH, EC ve SAR’a ait analiz sonuç 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre pH değerlerinde en yüksek değer 8,60 olarak, en düşük değer ise 6,40 olarak belirlenmiştir.

Genel sulama kalitesine göre değerlendirildiğinde pH değerleri 6,5-8,4 arasındadır, buna göre toprak denemelerinde çok az birkaç artış olsa da yıllık ortalama değerler bu sınırlar içerisinde ve sulama suyu olarak kullanıma uygundur.

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek değer 0,24 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,18 dS/m (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Kum ortamında elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında toprak ortamında çeşme suyu uygulamasında elde edilen EC değerlerinin daha düşük değerler aldığı görülmektedir.

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) değerlerinde en yüksek değer 34,1 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 8,2 meq/L (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.9’a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyunun pH, EC analiz sonucu 6,600 ve 1,337  $\mu$ /cm değer olduğu belirlenmiştir. Yaptığım çalışmada pH değerleri Şubat ayında bu değerden düşük ve diğer aylarda yüksek çıkmıştır. EC değerleri 12 ay süre boyunca tesiste yapılan EC analiz değerlerinden daha yüksek olduğu tayin edilmiştir.

Çeşme suyu denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Deneme süresince aylık olarak alınan drenaj suyu örneklerinde su kalite sınıflarının ise C<sub>1</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>1</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflara değiştiği belirlenmiştir (Ek-5). Drenaj suyu kalite sınıfları başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj sularının tuzluluk yönünden başlangıç sulama suyuyla aynı sınıfta (C<sub>1</sub>-düşük tuzluluk zararı), sodyumluluk (alkalilik) yönünden ise orta (S<sub>2</sub>), yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) oluşturacak sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Drenaj sularının tuzluluk yönünden genel olarak C<sub>1</sub> (düşük tuzluluk zararı) sınıfında belirlenmesi, çeşme suyu uygulamasının saksılarda tuzluluk yönünden her hangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını açıklamaktadır.

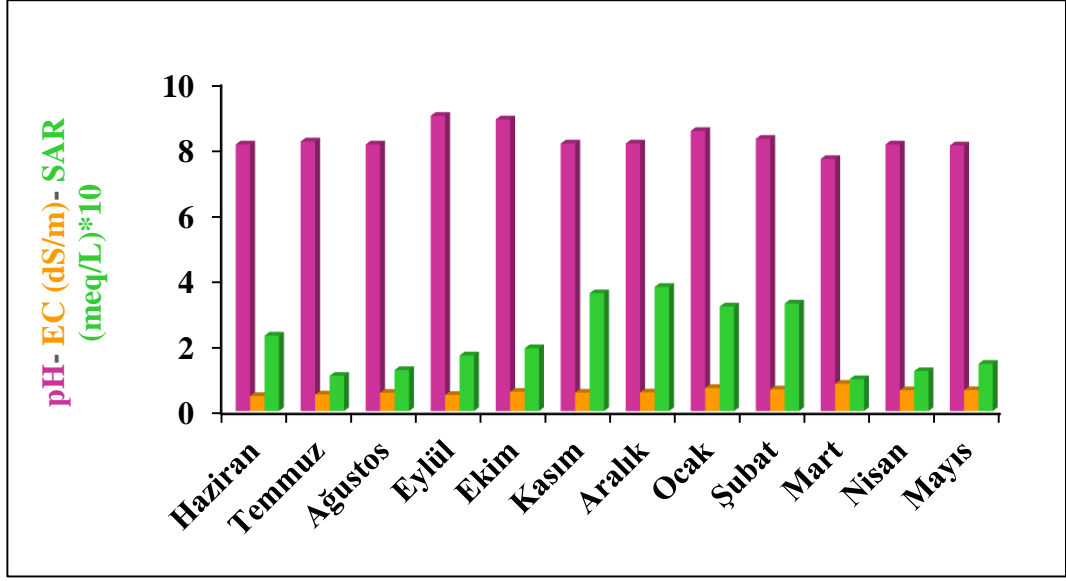


Şekil 4.18. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 artırılmış atıksuyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.18’de (Ek- 6) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Lolium* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 8,92 olarak ölçülürken, en düşük değeri ise 7,45 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6’ya göre *Lolium* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneğinin pH değeri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su özelliği göstermiştir. Tablo 3.8’de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır.

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,70 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,22 dS/m (I. sınıf) olęldę görülmektedir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 36,4 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 9,9 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri yetiştirme periyodunun son aylarında sulama suyu kalitesi yönünden I. sınıf ve II. sınıf su kalite sınıfında yer almış ve %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre tesiste yapılan analizlerle elde edilen pH ve EC değerleri *Lolium* im türünde %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyunun pH ve EC değerleri ile karşılaştırıldığında, daha yüksek çıkmıştır.

Sulamada kullanılan %50 arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). im yetiştiriciliğinin yapıldığı 12 aylık periyotta, aylık zaman dilimlerinde alınan drenaj suyu örneklerinde belirlenen su kalite sınıflarının ise C<sub>1</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-6). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak orta tuzluluk zararı (C<sub>2</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) yönünden ise orta (S<sub>2</sub>), yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek sodyum zararı (S<sub>4</sub>) sınıfları arasında değiştiği tespit edilmiştir. Su kalite sınıfı yönünden drenaj suyu sonuçlarına göre %50 arıtılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sınıfı yönünden genel olarak saksılarda tuzluluk yönünden herhangi bir sorun yaratmadığı ve sulama suyu olarak kullanımının uygun olduğu önerilebilir.



Şekil 4.19. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 artırılmış atıksuyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.19'da (Ek-7) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Lolium* çim türünde %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 8,99 olarak ölçülürken, en düşük değeri ise 7,68 olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre *Lolium* çim türünde %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneğinin pH değeri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su özelliği göstermiştir. Tablo 3.8'de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır.

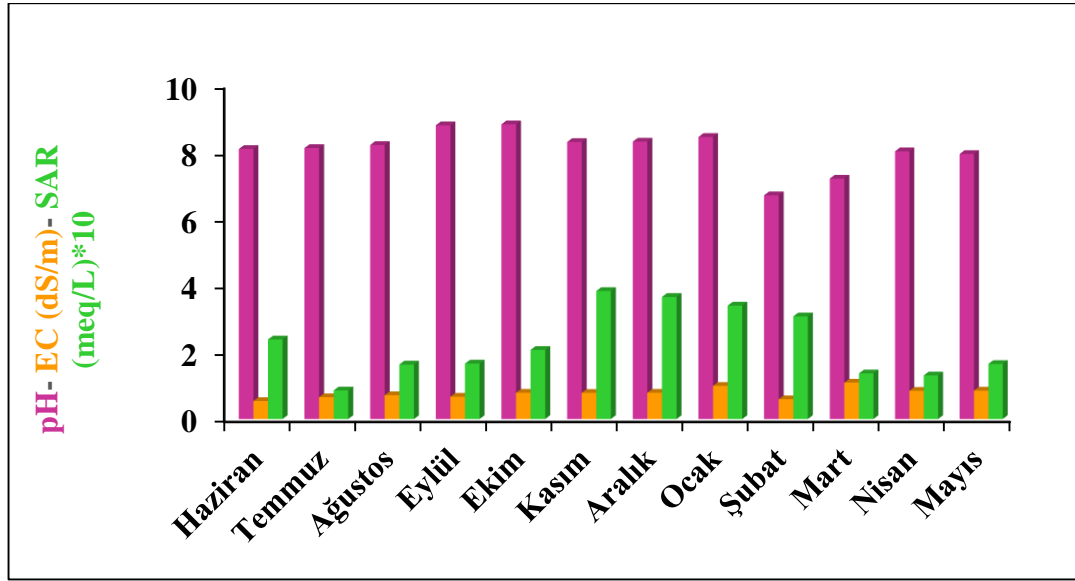
Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,83 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,46 dS/m (I. sınıf) ölçüldüğü görülmektedir. Tablo 4.9'a göre, EC değerleri sulama suyu kalitesi yönünden yetiştirme periyodunda I. Sınıf kalitesinde elde edilmiştir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 37,9 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 9,7 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir.

Elektriksel iletkenlik suda toplam çözünmüş madde yani tuzluluğun bir göstergesidir. Toprak geçirgenliğini ve hidrolik iletkenliği de azaltır. Elektriksel iletkenlik değeri 700  $\mu$ S altında I. Sınıf, 700-3000  $\mu$ S arasında II. Sınıf ve 3000  $\mu$ Sden büyükse III. Sınıf su yani kullanımında zararlı etkisi olan su olarak değerlendirilebilmektedir. Arıtılmış su EC değeri 1463  $\mu$ S/cm olup tebliğdeki değeri

sağladığı için sulama suyu için uygun görülmektedir. Genel sulama suyu kalitesine göre değerlendirdiğimizde 3 dS/m'den oldukça altında belirlendiği için kullanıma uygun görülmektedir. Sulamada kullanılacak suların toprak içine infiltrasyonuna etkili SAR ve EC sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi çok önemlidir. Artırılmış atıksuların çim sahalarda yeniden kullanımının değerlendirilmesinde SAR=0-3 ve EC<0,2 dS/m, SAR 3-6 ve EC<0,3 dS/m, SAR 6-12 ve EC<0,5 dS/m, SAR 12-20 ve EC<1,3 dS/m, SAR 20-40 ve EC<2,9 dS/m olduğu durumlar sularının kullanımının uygun olmadığı koşullar olarak belirtilmiştir (Ayers ve Westcot, 1989). Hem toprak hem de saha denemelerinin SAR ve EC değerleri birlikte değerlendirildiğinde uygun olmayan sınırlar içerisinde değer bulunamamıştır ve bu açıdan değerlendirildiğinde de golf sahalarının sulanmasında kullanımının uygunluğu belirlenmiştir (Ayers, vd., 1989).

%75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre tesiste yapılan analizlerle elde edilen pH ve EC değerleri *Lolium* çim türünde %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyunun pH ve EC değerleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerde görülmüştür.

Sulamada kullanılan %75 artırılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Drenaj sularının alındığı 12 aylık periyotta ise drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-7). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak %75 artırılmış atıksu uygulamasında Haziran ayı dışında (C<sub>3</sub>-yüksek tuzluluk zararı) genel olarak orta tuzluluk zararı (C<sub>2</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj sularının yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek alkalilik zararı (S<sub>4</sub>) sınıflarında yer aldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar %75 artırılmış atıksu uygulamasının çeşme suyu ve %50 artırılmış atıksu uygulamalarına benzer şekilde toprak ortamında *Lolium* çim türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden herhangi bir sorun yaratmadığı belirlenmiştir.



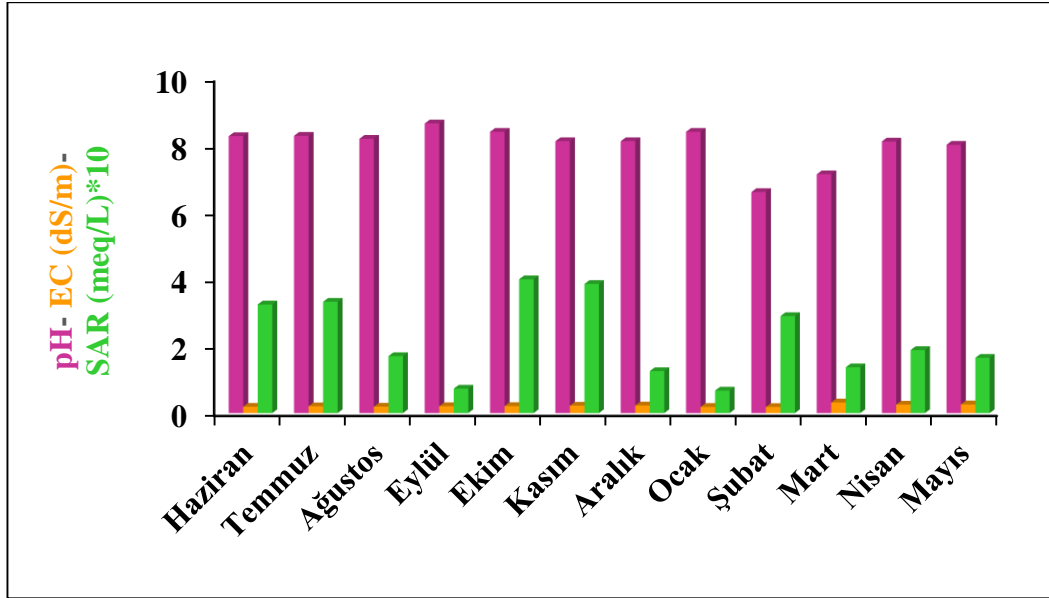
Şekil 4.20. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.20’de (Ek- 8) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Lolium* çim türünde arıtılmış atıksu ile yapılan denemelerde drenaj çıkış suyu örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 8,84 olarak ölçülürken, en düşük değeri ise 6,71 olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6’ya göre *Lolium* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneğinin pH değeri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su özelliği göstermiştir. Tablo 3.8’de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır.

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 1,09 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,54 dS/m (I. sınıf) ölçüldüğü görülmektedir.

Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 38,4 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 13,1 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir. Arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. Tablo 3.9’a göre tesiste yapılan analizlerle elde edilen pH ve EC değerleri *Lolium* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyunun pH ve EC değerleri ile karşılaştırıldığında, pH ve EC değerlerinin yetiştirme periyodunun daha yüksek değerlerde görülmüştür.

Sulamada kullanılan arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Buna karşın 12 aylık periyotta drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-8). Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden orta tuzluluk (C<sub>2</sub>) ve çoğunlukla da yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>) sınıflarında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj suları, Temmuz ayı (S<sub>2</sub>-orta alkalilik) dışında genel olarak yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek alkalilik zararı (S<sub>4</sub>) SKS’da belirlenmiştir (Ek-8). Elde edilen bu sonuçlar diğer sulama uygulamalarıyla karşılaştırıldığında arıtılmış atıksu uygulamasının toprak ortamında *Lolium* çim türü yetiştirilen saksılarda genel olarak tuzluluk ve sodyumluluk sorunu yaratan sulama uygulaması olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak arıtılmış atıksu uygulamasında oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu görülmektedir. Uzun süreli kullanımına bağlı olarak arıtılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sorunlarının ortaya çıkartmaması etkin yıkama suyu uygulaması dahilinde sulama suyu kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir.

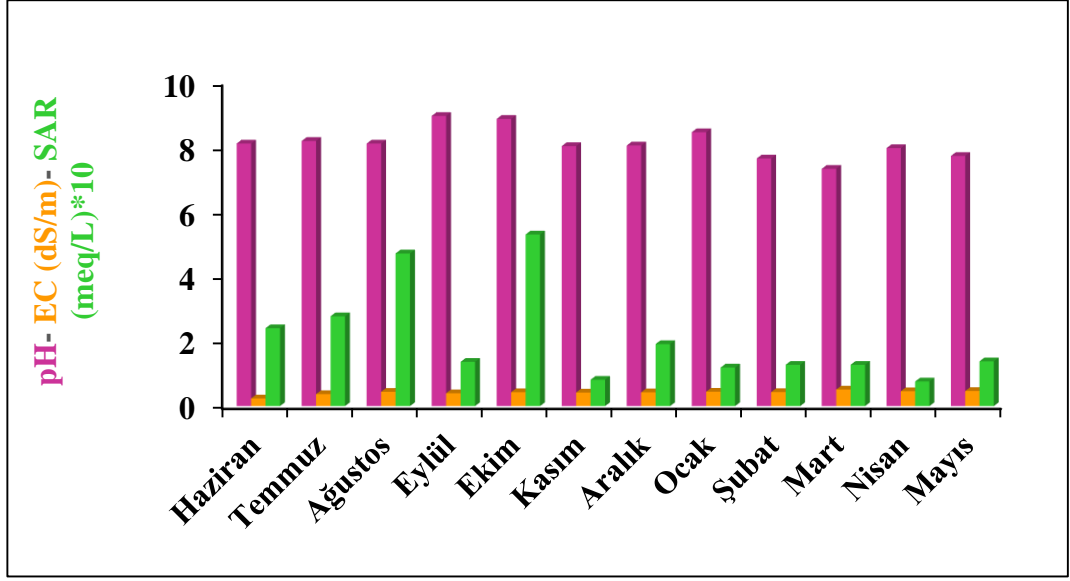


Şekil 4.21. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.21’de (Ek- 5) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Festuca* çim türünde çeşme su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu

örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 8,66 olarak ölçülürken, en düşük değeri ise 6,61 olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,32 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,18 dS/m (I. sınıf) ölçüldüğü görülmektedir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 40,0 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 6,7 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir. Sodyum adsorpsiyon oranı çeşme su ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür.

Çeşme suyu denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Deneme süresince aylık olarak alınan drenaj suyu örneklerinde su kalite sınıflarının ise C<sub>1</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>1</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflara değiştiği belirlenmiştir (Ek-5). Drenaj suyu kalite sınıfları başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj sularının tuzluluk yönünden tamamının düşük (C<sub>1</sub>) ve orta tuzluluk zararı (C<sub>2</sub>) sınıflarında, sodyumluluk (alkalilik) yönünden ise çok değişken sınıflarda S<sub>1</sub>-düşük, S<sub>2</sub>-orta, S<sub>3</sub>-yüksek ve S<sub>4</sub>-çok yüksek sodyum zararı) oluşturacak sınıflarda yer aldığı görülmektedir. *Lolium* çim türünün yetiştirildiği saksılarla karşılaştırıldığında, *Festuca* çim türünün yetiştirildiği saksılarda çeşme suyu uygulamasının drenaj suyu tuzluluk sınıfları yönünden düşük ve orta tuzluluk zararı etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ancak çoğunlukla C<sub>1</sub> (düşük tuzluluk zararı) sınıfında belirlenen drenaj suyu kalite sınıfı sonuçları, çeşme suyu uygulamasının toprak ortamında *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden her hangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını göstermektedir.

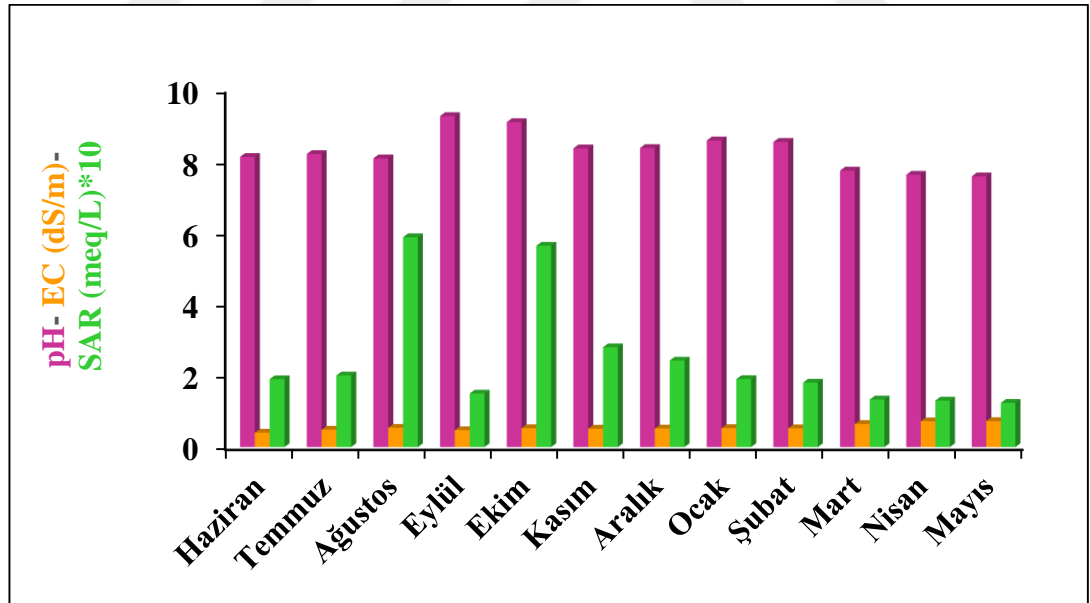


Şekil 4.22. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.22’de (Ek- 6) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Festuca* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 8,97 olarak ölçülürken, en düşük değeri ise 7,34 olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre *Festuca* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneğinin pH değeri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su özelliği göstermiştir. Tablo 3.8’de evsel nitelikli atıksu kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır.

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,51 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,24 dS/m (I. sınıf) ölçüldüğü görülmektedir. Tablo 3.6’ya göre %50 artırılmış atıksu oranında *Festuca* çiminde EC değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. Sınıf kalitede elde edilmiştir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 53,1 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 7,6 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir. %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. Tablo 3.9’a göre denemelerde yapılan analizlerle elde edilen pH ve EC değerleri *Lolium* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyunun pH ve EC değerleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerlerde görülmüştür.

Sulamada kullanılan %50 arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Çim yetiştiriciliğinin yapıldığı 12 aylık periyotta, aylık zaman dilimlerinde alınan drenaj suyu örneklerinde belirlenen su kalitesinin C<sub>1</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> SKS’da olduğu görülmektedir (Ek-6). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden Haziran ayı (C<sub>1</sub>-düşük tuzluluk zararı) dışında tamamıyla C<sub>2</sub> (orta tuzluluk zararı) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Drenaj suyunun sodyum (alkalilik) sınıflaması yönünden orta (S<sub>2</sub>), yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek (S<sub>4</sub>) sınıflarında belirlenmiştir. Toprak ortamında *Lolium* çim türünün yetiştirildiği saksılarla karşılaştırıldığında, *Festuca* çim türünün yetiştirildiği saksılarda %50 arıtılmış atıksu uygulamasının drenaj suyu tuzluluk sınıfları yönünden benzer tuzluluk etkisinin (C<sub>2</sub>-orta tuzluluk) olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar %50 arıtılmış atıksu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden her hangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını ve sulama suyu olarak %50 arıtılmış atıksu kullanımının tuzluluk etkisi oluşturmadığı söylenebilir.



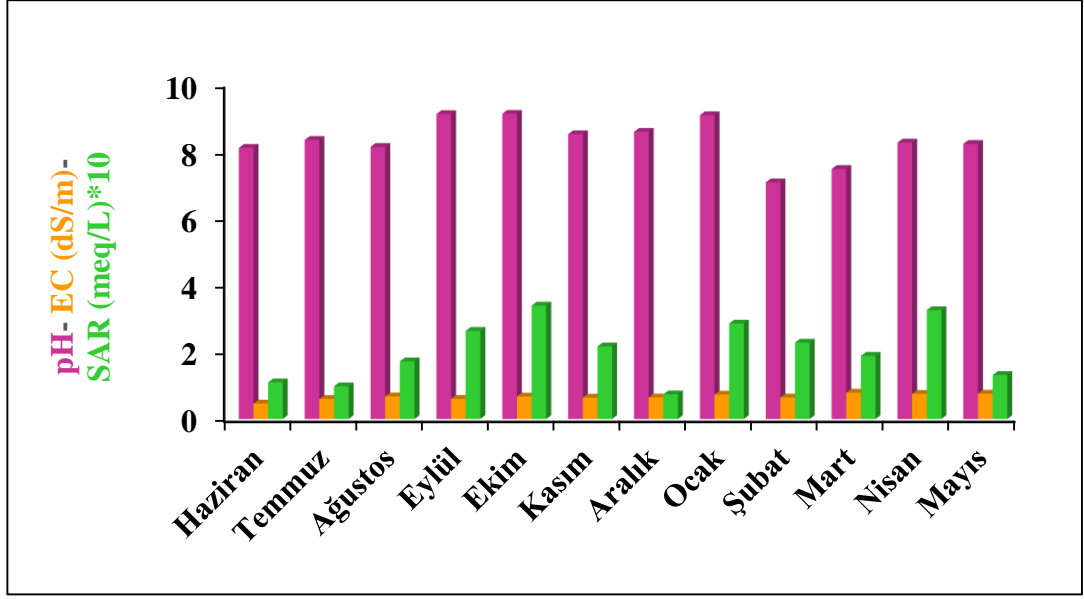
Şekil 4.23. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.23’te (Ek- 7) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Festuca* çim türünde %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 9,27 olarak en düşük değeri ise 7,59

olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre *Festuca* çim türünde %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneğinin pH değeri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su özelliği göstermiştir. Tablo 3.8'de evsel nitelikli atık su kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır.

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,73 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,41 dS/m (I. sınıf) ölçüldüğü görülmektedir. Tablo 3.6'ya göre %75 arıtılmış atıksu oranında *Festuca* çiminde EC değerleri sulama suyu sınıfı bakımından I. Sınıf kalitede elde edilmiştir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 58,9 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 12,5 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir. %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür.

Sulamada kullanılan %75 arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Drenaj sularının alındığı 12 aylık periyotta ise drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-7). Başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden Haziran ayı (C<sub>3</sub>-yüksek tuzluluk zararı) dışında orta tuzluluk zararı (C<sub>2</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj suları S<sub>3</sub> (yüksek alkalilik zararı) ve S<sub>4</sub> (çok yüksek alkalilik zararı) sınıflarında belirlenmiştir. *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda elde edilen sonuçlar %75 arıtılmış atıksu uygulamasının *Lolium* çim türü yetiştirilen saksılarda olduğu gibi Haziran ayı dışında daha fazla tuz biriktirme eğiliminde olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının pH, EC ve SAR değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.24'te (EK-8) gösterildiği gibi, toprak ortamında 12 aylık süre boyunca *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerine ait pH, EC ve SAR değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, drenaj çıkış suyunun en yüksek pH değeri 9,13 olarak ölçülürken, en düşük değeri ise 7,08 olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre *Festuca* çim türünde arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneğinin pH değeri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su özelliği göstermiştir. Tablo 3.8'de evsel nitelikli atık su kirlilik yüküne göre pH değerleri kabul edilen sınır değerler (6,0-9,0) arasında çıkmıştır.

Toprak, siltli-kil sınıfında olması pH değeri çok az alkali olup EC değeri hafif tuzluluğu yansıtmaktadır. Sulama devam ettikçe pH ve EC değerlerinin biraz artışı beklenmektedir. pH değerindeki artış gözlenemese de EC artışı net olarak görülmektedir. Bedbabis ve arkadaşlarının (2015) yaptıkları çalışmada; arıtılmış atıksu ile sulama yapıldığında toprak pH'sında kısa ve ani artışlara neden olduğu, uygun dozlar kullanıldığında olumsuz bir etkisinin olmadığı, eğer arıtılmış atıksu yüksek oranda bikarbonat içeriyorsa sulama yoluyla topraklara uygulanmasının toprak pH'sını artırabildiği gözlemlenmiştir (Bedbabis, vd., 2015).

Elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; en yüksek EC değeri 0,79 dS/m (I. sınıf) olarak, en düşük EC değeri ise 0,46 dS/m (I. sınıf) ölçüldüğü görülmektedir. Tablo 3.6'ya göre arıtılmış atıksu oranında *Festuca* çiminde EC değerleri sulama suyu

sınıfı bakımından I. Sınıf kalitede elde edilmiştir. Sodyum adsorpsiyon oranı değerleri incelendiğinde; en yüksek SAR değeri 33,9 meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 7,4 meq/L (I. Sınıf) olarak belirlendiği görülmektedir. Arıtılmış atıksu ile sulama denemelerinden elde edilen SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre tesiste yapılan analizlerle elde edilen pH ve EC değerleri *Lolium* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyunun pH ve EC değerleri ile karşılaştırıldığında, pH ve EC değerlerinin yetiştirme periyodunun daha yüksek değerde olduğu görülmüştür.

Sulamada kullanılan arıtılmış atıksu karışımı, denemenin başlangıcında SKS yönünden C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında tanımlanmıştır (Anonim, 1954a). Buna karşın 12 aylık periyotta drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir (Ek-8). Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak orta tuzluluk zararı (C<sub>2</sub>) sınıfında yer almasına karşın yetiştirme periyodunun son üç ayında (Mart, Nisan ve Mayıs) yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan sodyum (alkalilik) sınıfı yönünden drenaj sularının orta (S<sub>2</sub>), yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek alkalilik zararı (S<sub>4</sub>) sınıflarında yer aldığı belirlenmiştir (Ek-8). Elde edilen bu sonuçlar diğer sulama uygulamalarıyla karşılaştırıldığında arıtılmış atıksu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda, tuzluluk yönünden ortaya konulan orta ve yüksek tuzluluk zararı etkileri olduğunu ancak oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte uzun süreli kullanımda arıtılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sorunları ortaya çıkartmaması için daha etkin bir yıkama suyu planlanması ile kullanımı önerilmektedir.

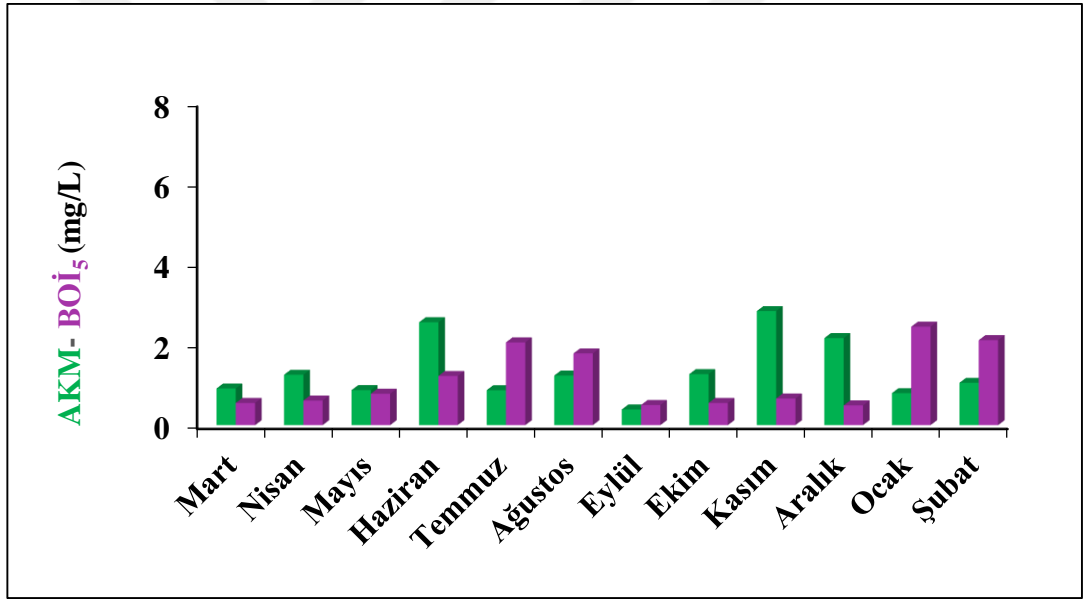
Yapılan tez çalışması ile ilgili çalışmalarda; Ada, H. (2011) yaptığı çalışmada Kocaeli kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanaklarının araştırılmışlardır. Çalışmada çim bitkisine 5 farklı şebeke ve atıksu karışımı (%0, %25, %50, %75, %100) uygulamıştır. Analiz sonucunda atıksu tesisi su çıkış ve çeşme suyu pH değerleri 1.sınıf ve en yüksek EC değeri 935 µm/cm III. Sınıf bulunmasına rağmen atıksuyun kullanılabilir olduğu belirtilmiştir.

Bozdoğan, E. (2009) çalışmalarına göre Karaisalı ilçesi kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulamalarında kullanılabilme olanaklarının araştırılmasında iki yıl süre boyunca arıtılmış atıksuyun ortalama pH

değerleri deşarj standartlarına göre ilk yıl 7,03, ikinci yıl 6,9 olarak elde edilmiştir ve EC değerleri ilk yıl 1757,7  $\mu\text{m}/\text{cm}$ , ikinci yıl 1766  $\mu\text{m}/\text{cm}$  olup bu değerler III. Sınıf olarak sulama suları için uygun olduğu bildirilmiştir.

Tarı, P (2011) arıtılmış atıksuların sulamada kullanımı üzerine bir araştırma yapmıştır. Biyolojik arıtma tesisi çıkış sularının çim sulama hedefiyle yapılmıştır alınan numunelerin analiz sonuçları sulama sularının sınıflandırılmasına göre pH ve SAR değerleri I. Sınıf ve EC değerleri III. Sınıf su grubuna girdiğini belirlemiştir.

Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin AKM ve BOİ<sub>5</sub> parametre değerlerine ilişkin bir yıllık süreçteki değişimler ve karşılaştırmalar Şekil 4.25- 4.32'de belirlenmiştir.



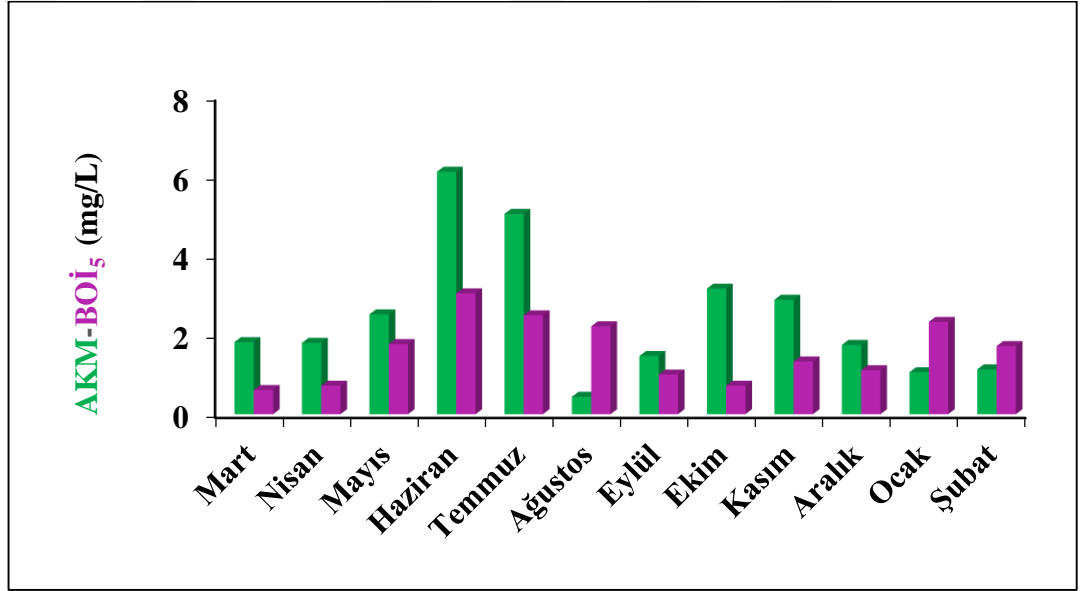
Şekil 4.25. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Deşarj standartlarına göre, evsel nitelikli atıksu arıtma tesisi çıkış sularının BOİ<sub>5</sub> değeri 50  $\text{mgL}^{-1}$ , sulama suyu kriterlerine göre de  $<20 \text{ mg L}^{-1}$  olmalıdır. Arıtma tesisi çıkış suyunun BOİ<sub>5</sub> değerinin 20  $\text{mg L}^{-1}$ 'den düşük olduğu görülmektedir. Bu verilere göre atıksu hem alıcı ortam deşarj standartlarını hem de sulama suyu olarak kullanılabilme kriterini sağlamaktadır.

Şekil 4.25'te (Ek-1) görüldüğü gibi çeşme suyu ile sulanan *Lolium* çim türlerinde drenaj çıkış suyu örneklerindeki AKM ve BOİ<sub>5</sub> analiz sonuçları 12 aylık

süre boyunca değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 2,83 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,39 mg/L belirlendiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 2,44 mg/L olarak, en düşük değer de 0,49 mg/L olarak elde edilmiştir.

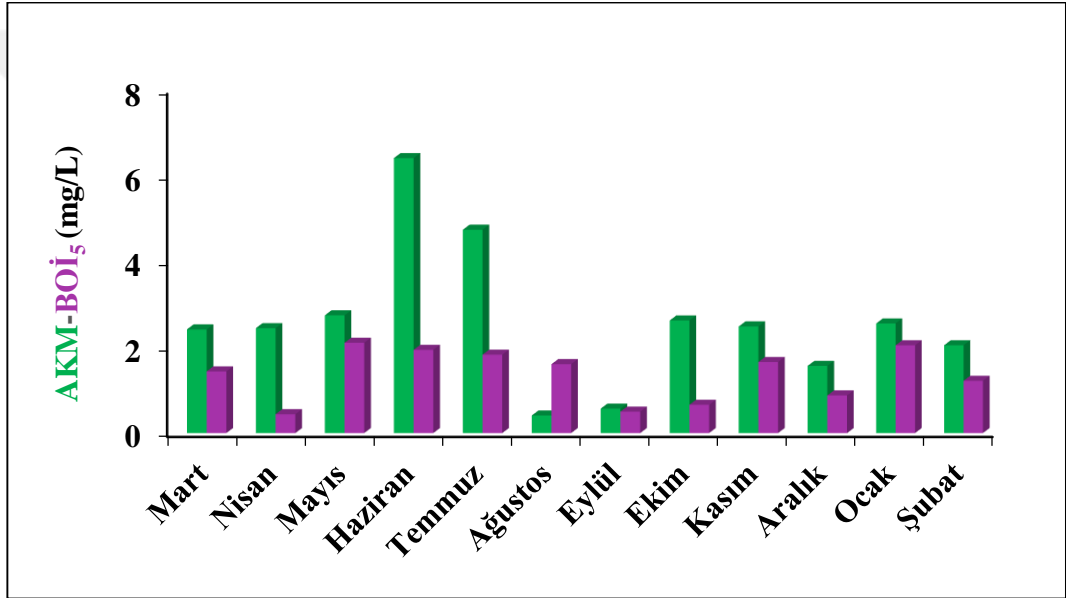
Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme suyu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıflandırması bakımından I. sınıf su değerinde olduğu görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerleri drenaj suyunun alındığı tüm aylarda 'Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında kaldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.26. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 artırılmış atık su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.26'da (Ek-2) görüldüğü gibi %50 artırılmış atık su ile sulanan *Lolium* çim türlerinde drenaj çıkış suyu örneklerindeki AKM ve BOİ<sub>5</sub> analiz sonuçları 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre elde edilen sonuçlar, AKM değerlerinde en yüksek değer 6,11 mg/Lolarak, en düşük değer de 0,44 mg/L olarak saptandığını ortaya koymaktadır. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde en yüksek değer 3,05 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,61 mg/L olarak elde edildiği görülmüştür. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %50 artırılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerinde AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmektedir.

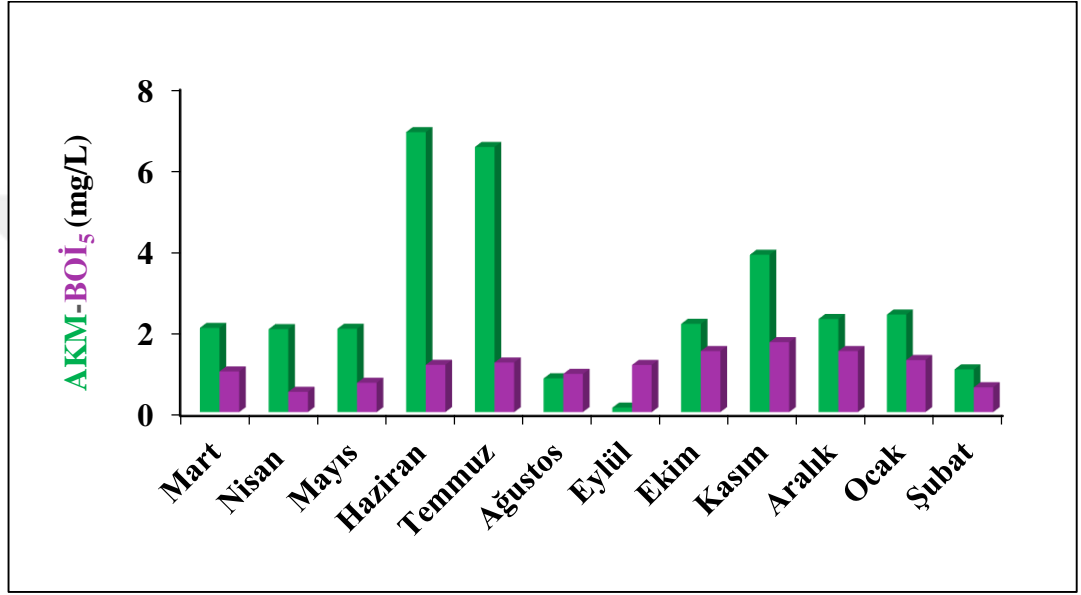
Tablo 3.8'e göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerleri drenaj suyunun alındığı tüm aylarda 'Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında yer almıştır. Tablo 3.9'a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analizler sonucunda AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerleri sırasıyla 4 mg/L ve 7 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada AKM değerlerinin yetiştirme periyodunun Haziran ve Temmuz aylarında tesiste yapılan analiz değerlerden daha yüksek ve diğer aylarda ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin 12 aylık analiz periyodu boyunca tesiste yapılan analiz değerlerinden daha düşük değerler aldığı görülmüştür.



Şekil 4.27. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %75 artılmış atık su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.27'de (Ek-3) görüldüğü gibi %75 artılmış atık su ile sulanan *Lolium* çim türlerinde drenaj çıkış suyu örneklerindeki AKM ve BOİ<sub>5</sub> analiz sonuçları 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre elde edilen sonuçlar, AKM değerlerinde en yüksek değer 6,41 mg/L olarak, en düşük değerin de 0,41 mg/L olarak belirlendiğini göstermektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde en yüksek değerin 2,11 mg/L olarak en düşük değerin ise 0,44 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %75 artılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerindeki AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerleri drenaj suyunun alındığı tüm

aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında yer almıştır. Tablo 3.9'a göre Yapılan çalışmada AKM değerlerinin yetiştirme periyodunun Haziran ve Temmuz aylarında tesiste yapılan analiz değerlerden daha yüksek ve diğer aylarda ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinin 12 aylık analiz periyodu boyunca tesiste yapılan analiz değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

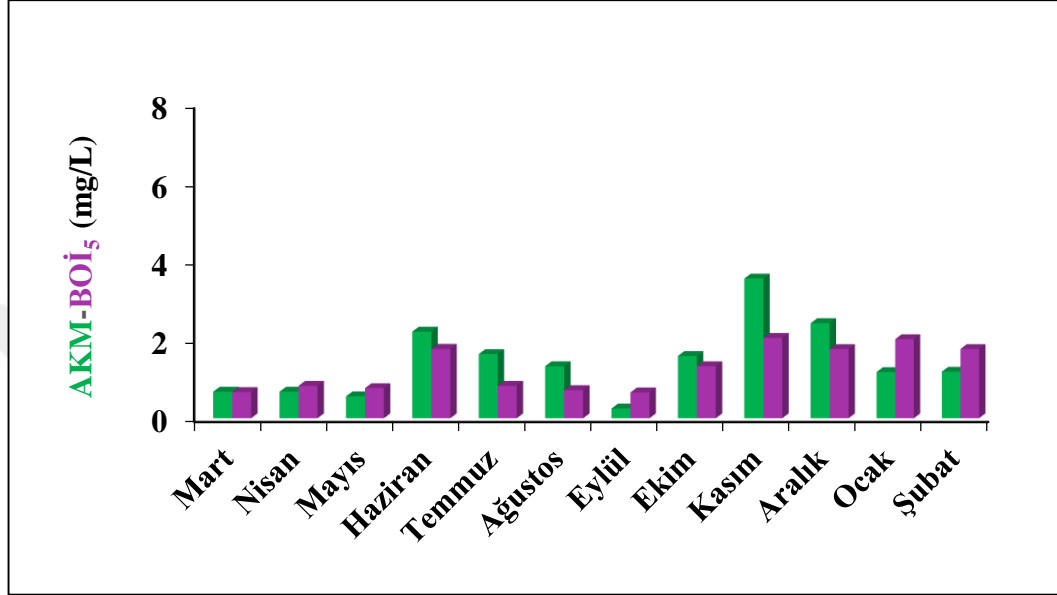


Şekil 4.28. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atık su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.28'de (Ek-4) görüldüğü gibi, arıtılmış atık su ile sulanan *Lolium* çim türlerinde drenaj çıkış suyu örneklerindeki AKM ve BOI<sub>5</sub> sonuçları 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre elde edilen sonuçlar, AKM değerlerinde en yüksek değer 6,87 mg/L olarak, en düşük değer 0,83 mg/L olarak saptandığını göstermektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde en yüksek değer 1,72 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,50 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir.

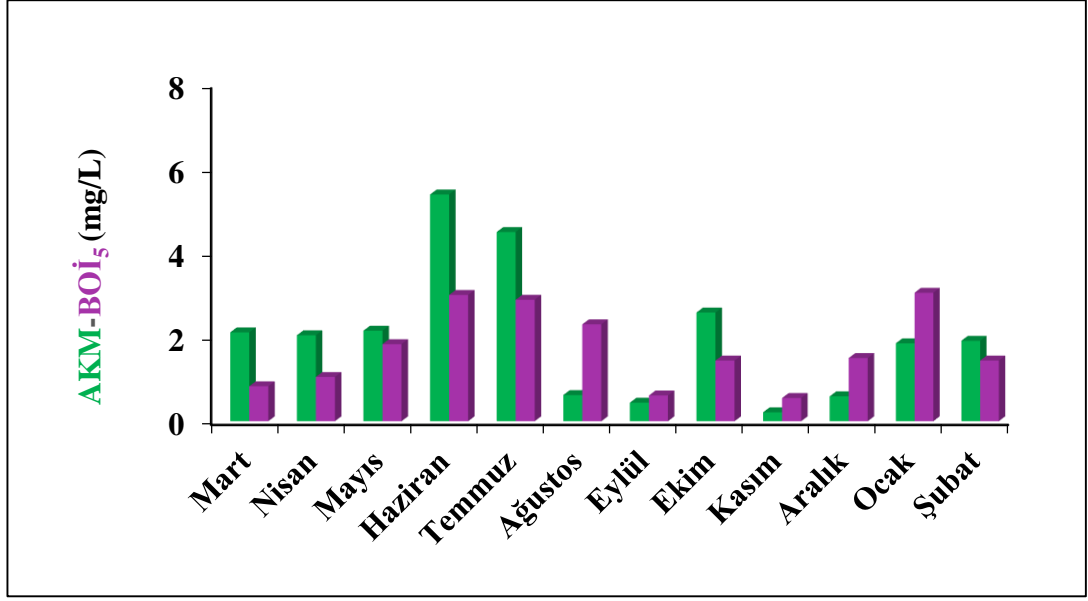
Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerinde AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su yer aldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub>'in drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı gözlemlenmiştir. Tablo 4.12'ye göre yapılan çalışmada AKM

değerlerinin yetiştirme periyodunun Haziran ve Temmuz aylarında tesiste yapılan analiz değerlerden daha yüksek ve diğer aylarda ise daha düşük değerler aldığı görülmüştür. BOİ<sub>5</sub> değerlerinin 12 aylık analiz periyodu boyunca tesiste yapılan analiz değerlerinden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



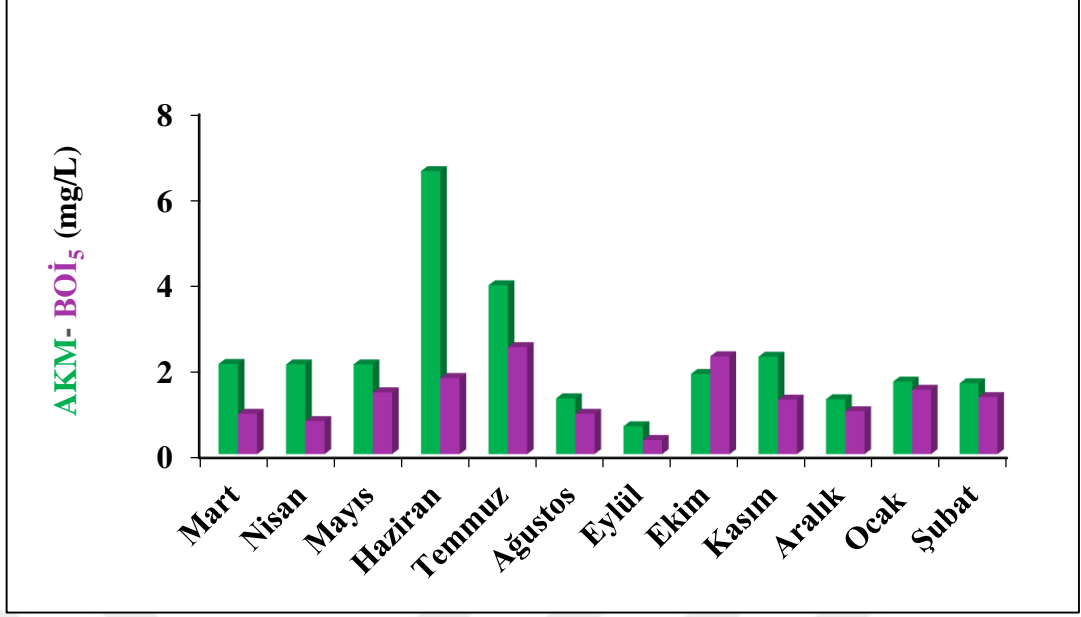
Şekil 4.29. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.29'da (Ek-1) görüldüğü gibi, çeşme suyu ile sulanan *Festuca* çim türünde drenaj çıkış suyu örneklerindeki AKM ve BOİ<sub>5</sub> analiz sonuçları 12 aylık süre boyunca değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 3,57 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,56 mg/L olarak belirlendiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 2,05 mg/L olarak, en düşük değer de 0,66 mg/L olarak belirlendiği görülmektedir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme suyu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında kaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.9'a göre elde edilen AKM ve BİO<sub>5</sub> değerlerinin tesis suyunda elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür.



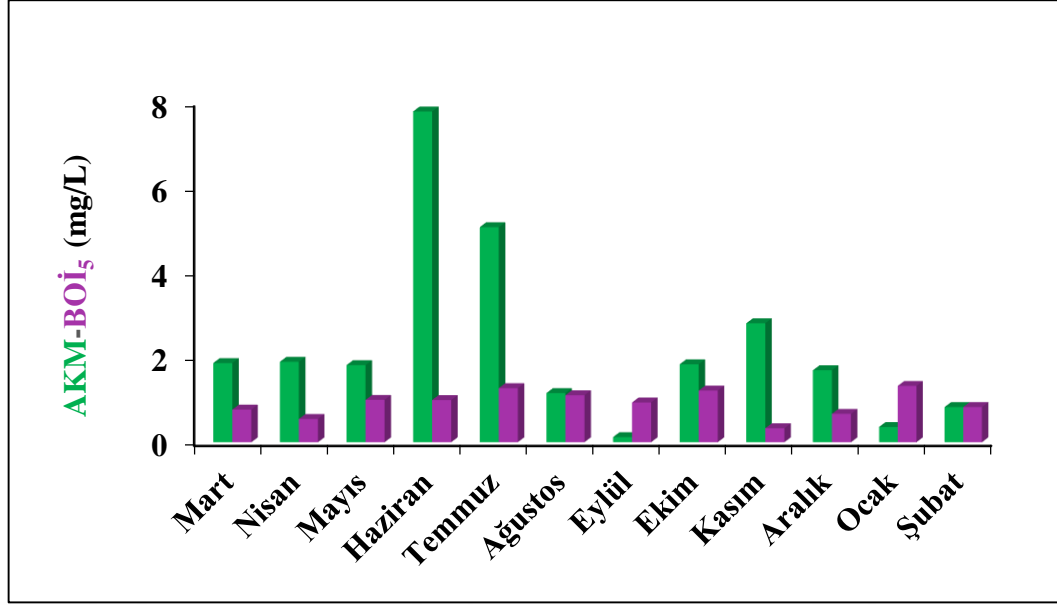
Şekil 4.30. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atık su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.30'da (Ek-2) görüldüğü gibi, %50 arıtılmış atık su ile sulanan, *Festuca* çim türlerinde 12 aylık süre boyunca toplanan drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları grafiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 5,39 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,21 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 3,05 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,55 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %50 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmektedir. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin ise yetiştirme periyodu boyunca tesis suyunda belirlenen değerlerden daha düşük değerler aldığı görülmüştür.



Şekil 4.31. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atık su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

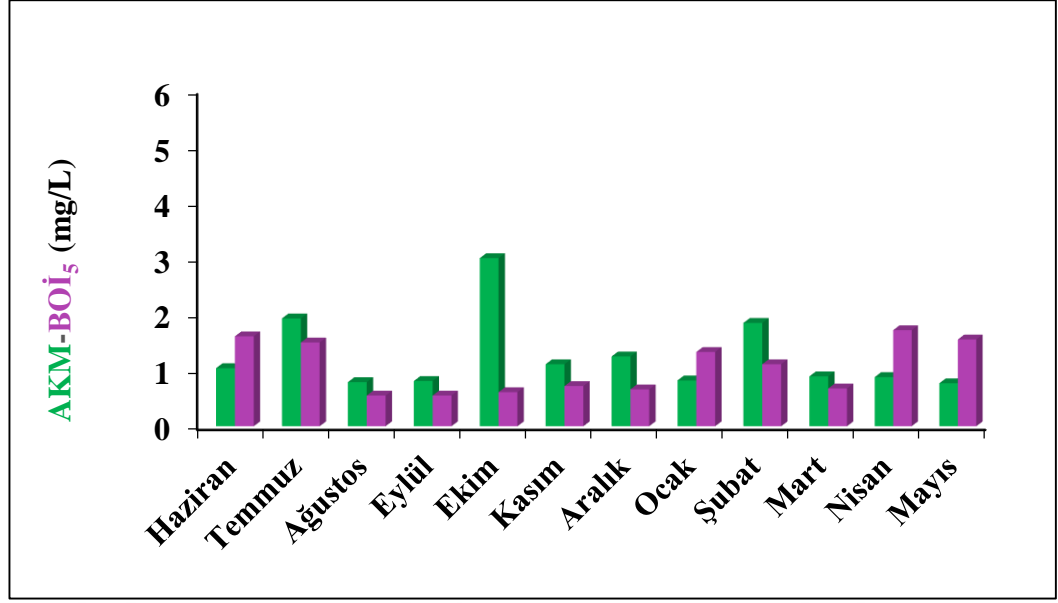
Şekil 4.31’de (Ek-3) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atık su ile sulanan *Festuca* çim türlerinde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 6,59 mg/L olarak en düşük değerin ise 0,65 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 2,49 mg/L olarak, en düşük değerinde yine 0,33 mg/L olarak saptandığı görülmektedir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerinde AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmektedir. Tablo 3.8’e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında kaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.9’a göre AKM değerlerinin yetiştirme periyodunun Haziran ayında tesis suyunda elde edilen analiz değerinden daha yüksek, diğer aylarda ise daha düşük değerler aldığı ve BOI<sub>5</sub> değerlerinde yetiştirme periyodu süresince tesis suyunda elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.32. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atık su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

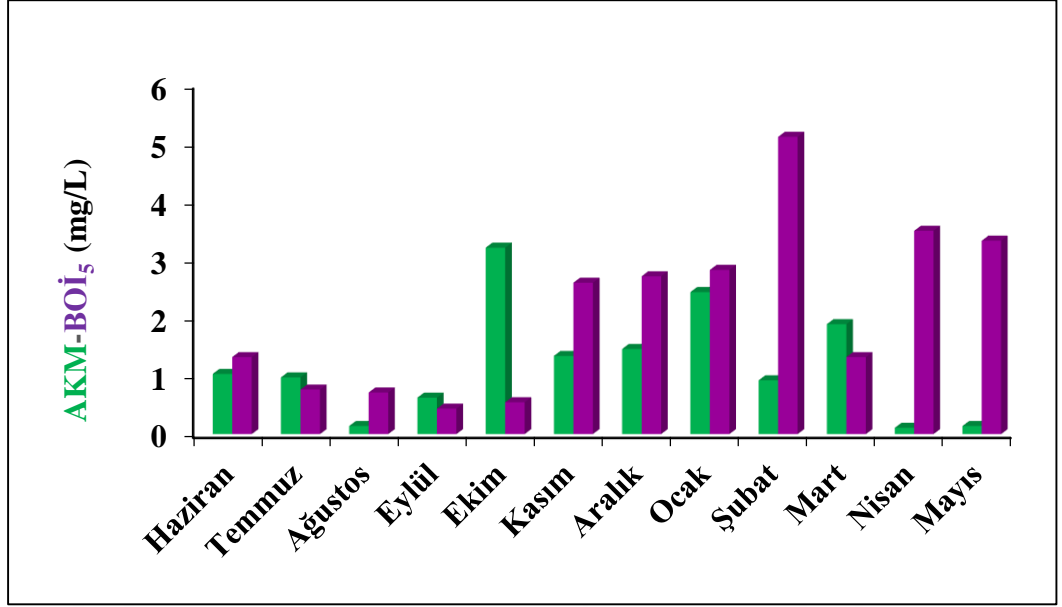
Şekil 4.32’de (Ek-4) görüldüğü gibi, arıtılmış atık su ile sulanan *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 7,79 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,12 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 1,33 mg/L olarak, en düşük değer de 0,33 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8’e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9’a göre AKM değerlerinin yetiştirme periyodunun Haziran ve Temmuz aylarında tesis suyunda elde edilendeğerden daha yüksek, diğer aylarda ise daha düşük değerler aldığı ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin ise tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyunda elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 08.06.2019- 01.05.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin AKM ve BOI<sub>5</sub> parametre değerlerine ilişkin bir yıllık süreçteki değişimler ve karşılaştırmalar Şekil 4.33- 4.40’da verilmiştir.



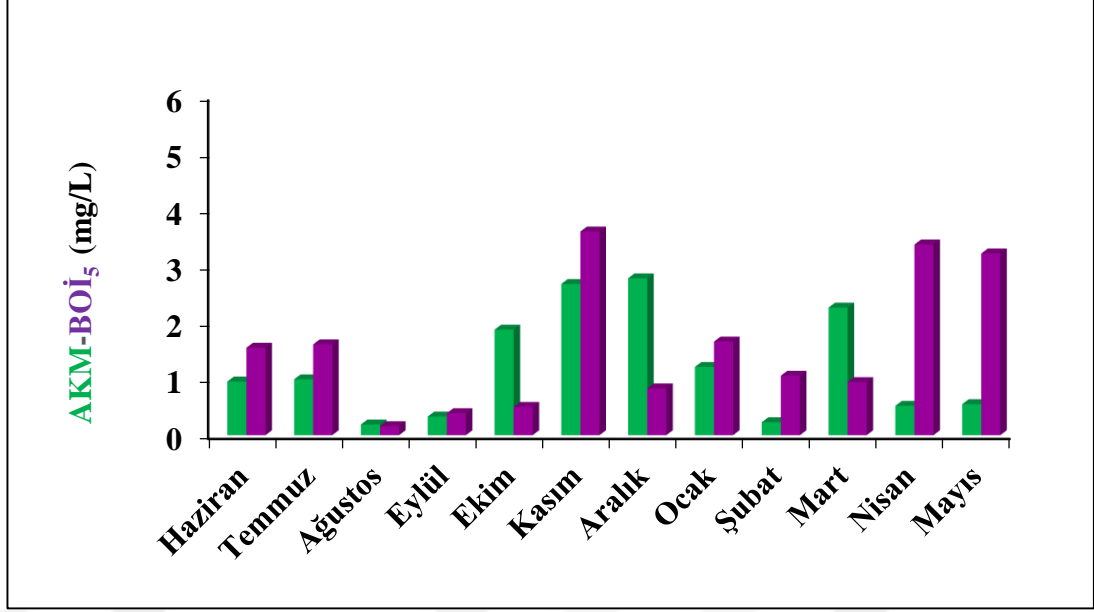
Şekil 4.33. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.33'te (Ek- 5) görüldüğü gibi, çeşme su ile sulanan *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 3,01 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,77 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 1,72 mg/L olarak, en düşük değer de 0,55 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre AKM değerlerinin tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyundan elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin ise tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyunda elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



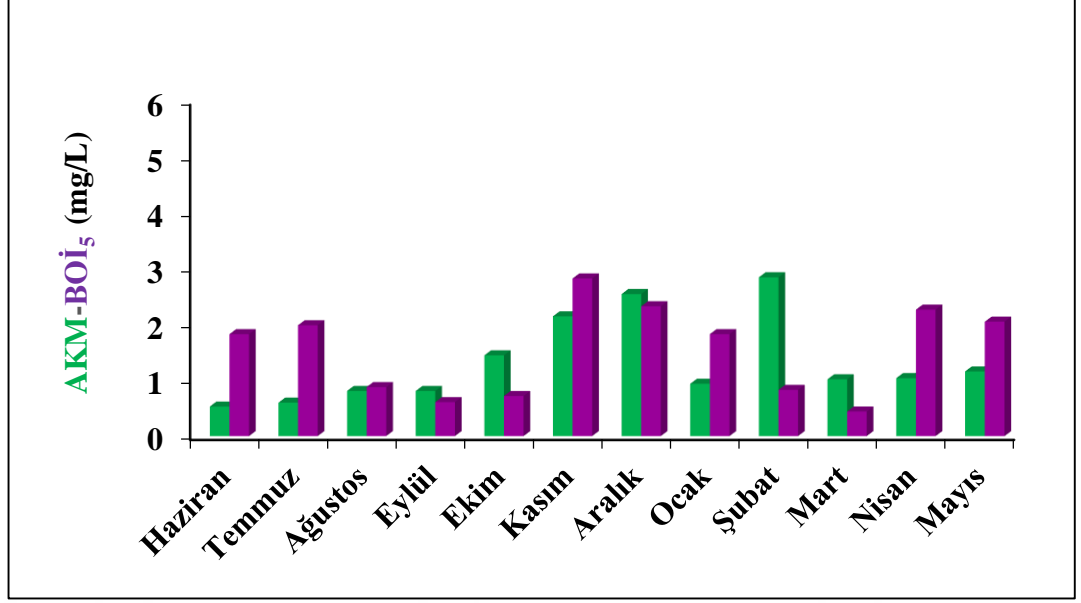
Şekil 4.34. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.34'te (Ek-6) görüldüğü gibi, %50 artırılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 3,21 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,11 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 5,11 mg/L olarak, en düşük değer 0,44 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre AKM değerlerinin tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyundan elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin ise tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyunda elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



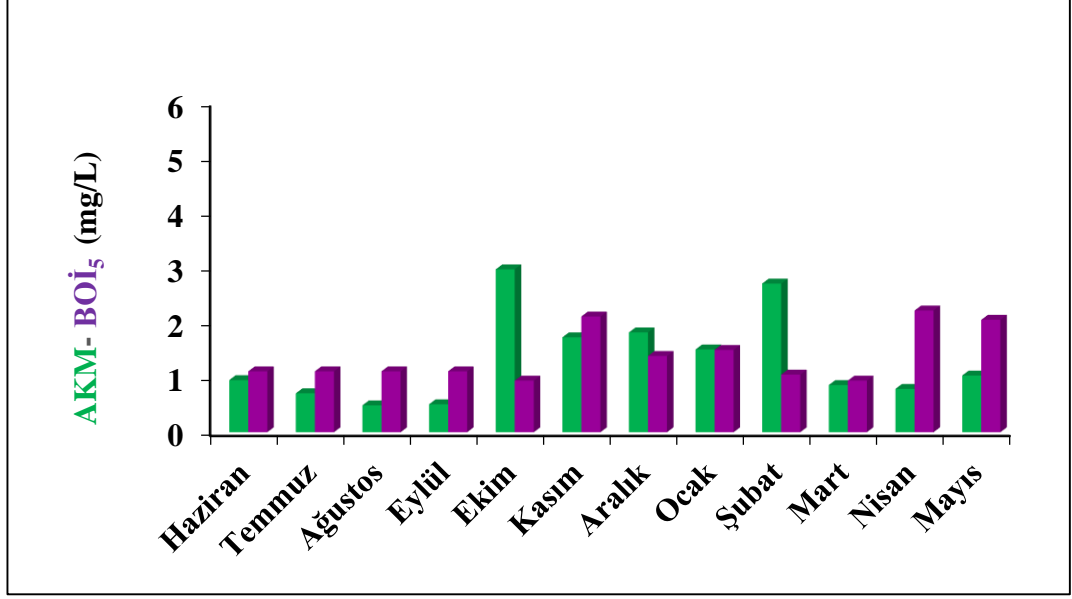
Şekil 4.35. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.35'te (Ek-7) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 2,78 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,19 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 3,61 mg/L olarak, en düşük değer de 0,16 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyundan elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



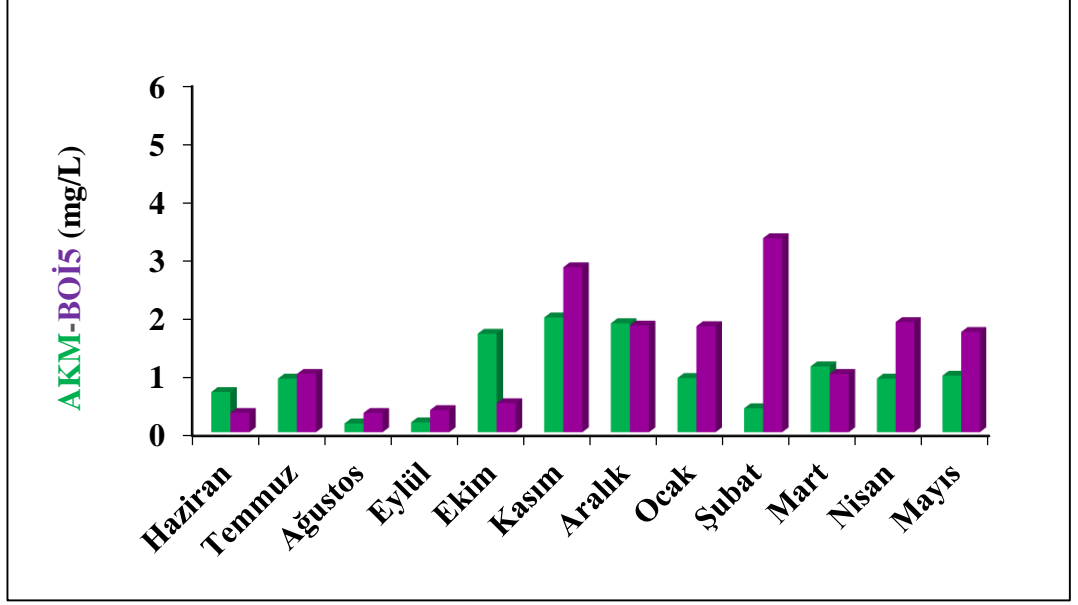
Şekil 4.36. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.36’da (EK-8) görüldüğü gibi, arıtılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 2,85 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,53 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 2,83 mg/L olarak, en düşük değer de 0,44 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8’e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler aldığı görülmüştür.



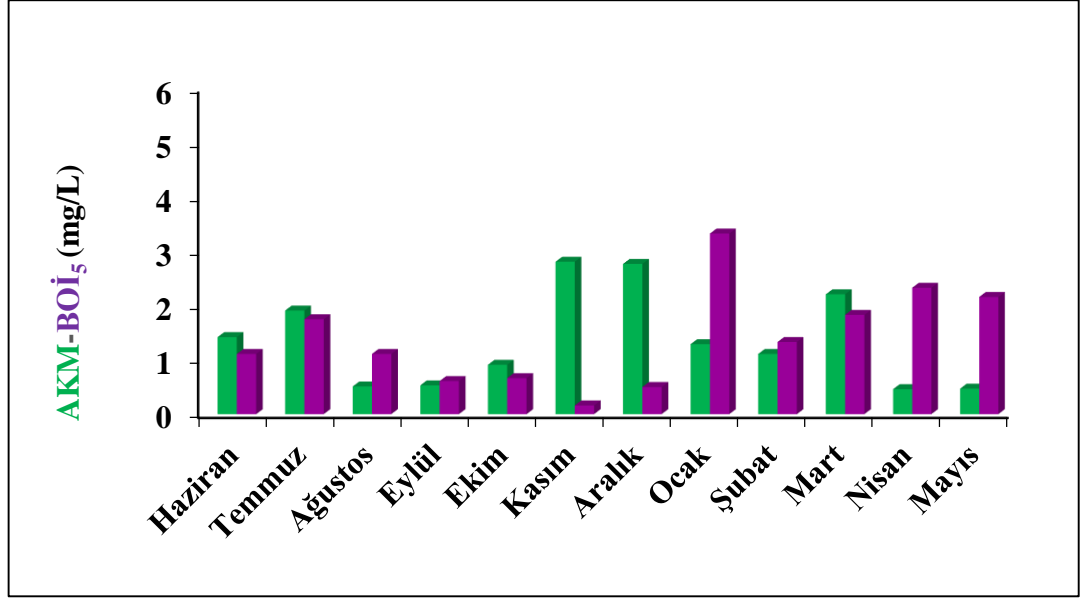
Şekil 4.37. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.37’de (Ek-5) görüldüğü gibi, çeşme su ile sulanan *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 2,97 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,49 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 2,22 mg/L olarak, en düşük değer de 0,94 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8’e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9’a göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyundan elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



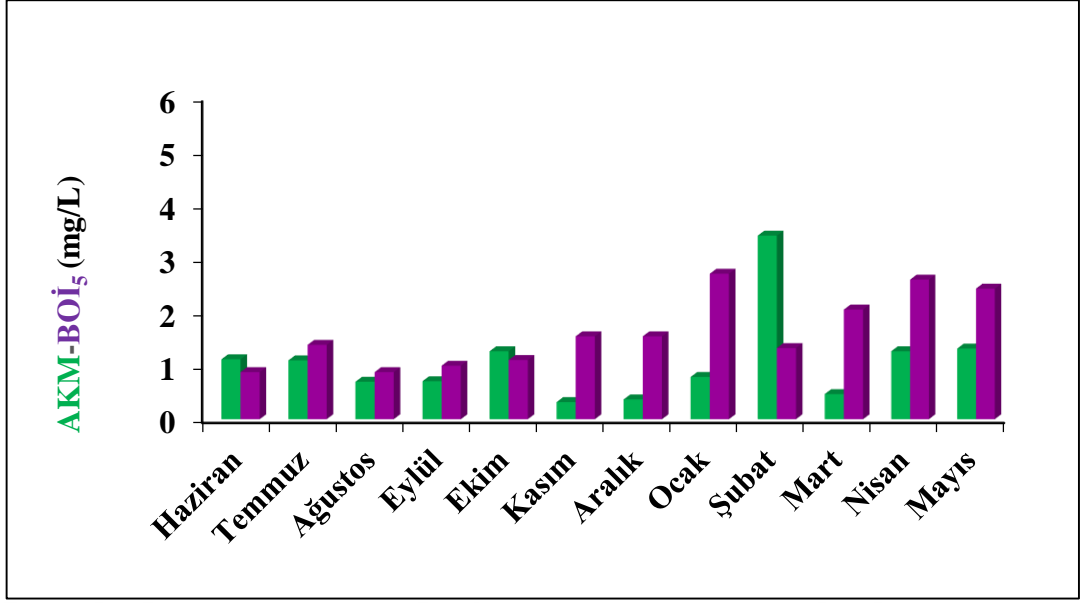
Şekil 4.38. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.38’de (Ek-6) görüldüğü gibi, %50 artırılmış atıksu ile sulanan *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOİ<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 1,97 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 3,33 mg/L olarak, en düşük değer 0,33 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8’e göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9’a göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyundan elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.39. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.39'de (Ek-7) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 2,81 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,46 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 3,33 mg/L olarak, en düşük değer de 0,16 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmüştür.



Şekil 4.40. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksılarda drenaj sularının AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.40'da (Ek-8) görüldüğü gibi, arıtılmış atıksu ile sulanan *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerinde elde edilen AKM ve BOI<sub>5</sub> analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, AKM değerlerinde en yüksek değer 3,43 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,32 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Biyolojik oksijen ihtiyacı değerlerinde ise en yüksek değer 2,72 mg/L olarak, en düşük değer de 0,88 mg/L olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj suyu örneklerine ait AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.8'e göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmüştür. Tablo 3.9'a göre AKM ve BOI<sub>5</sub> değerlerinin tüm yetiştirme periyodu boyunca tesis suyundan elde edilen değerden daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

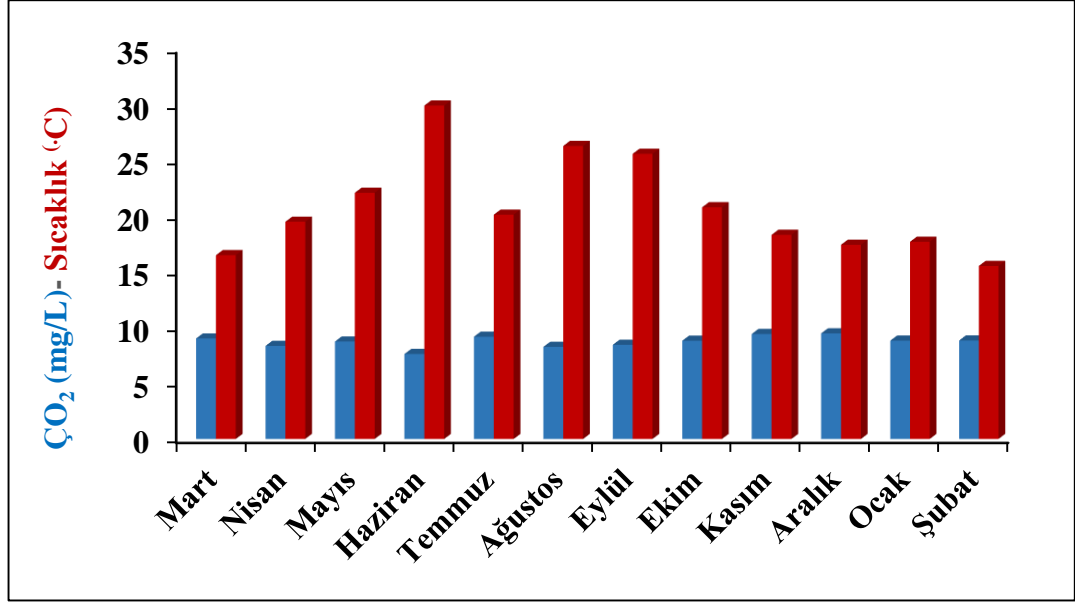
Çalışılan tez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda, Bozdoğan, E. (2009) çalışmalarına göre Karaisalı ilçesi kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulamalarında kullanılabilme olanaklarının araştırılmasında iki yıl boyunca arıtılmış ve atıksu denemesi sırasında ölçülen tüm BOI<sub>5</sub> değerleri, evsel atıksu deşarj standartları Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (75 mg/L) üzerinde elde edilmiştir. Kentsel atıksu, BOI<sub>5</sub> açısından olumsuzdur. En düşük değerler BOI<sub>5</sub> için ilk yıl (158,5 mg/L), ikinci yıl (101,6 mg/L) alınan örneklerde yer almaktadır. En yüksek değerler

(581,4 mg/L) ilk yıl (753,3 mg/L) ikinci yıl alınan numunelerde ölçülmüştür. Karaisalı ilçesinin kentsel atıksularındaki AKM değerleri, evsel atıksu deşarj standartları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin (200 mg/L) üzerindedir. Kentsel atıksu, ilk deneme tarihi dışında AKM için olumsuzdur.

Ada, H. (2011) yaptığı çalışmada Kocaeli kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada im bitkisine 5 farklı şebeke ve atıksu karışımı uygulanmıştır. Analiz sonucunda atıksu tesisi su çıkış ve eşme suyu AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerleri I.sınıf çıkmıştır ve yeşil alan sulaması için bu atıksular kullanılabilir.

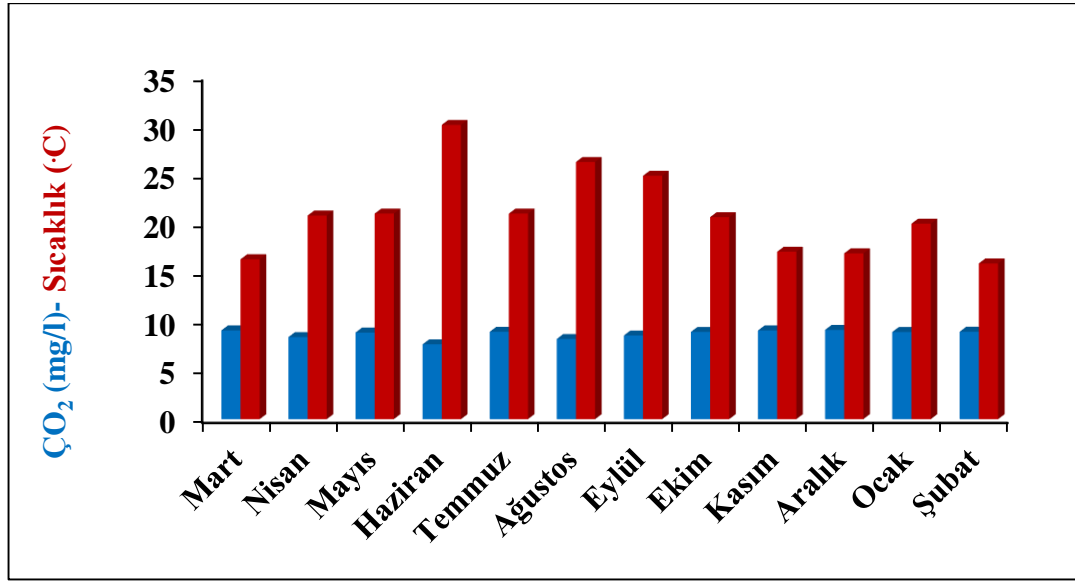
Tarı, P (2011) arıtılmış atıksuların sulamada kullanımını üzerine bir araştırma yapmıştır. Biyolojik arıtma tesisi çıkış sularının çim sulama hedefiyle yapılmıştır ve numunelerin analiz sonuçları sulama sularının sınıflandırılmasına göre AKM değerleri I. Sınıf su grubuna ve BOİ<sub>5</sub> değerleri, II. Sınıf su grubuna girmektedir. Alınan arıtılmış atıksu örneklelerinin analiz sonuçlarına göre AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerleri I. Sınıf su kalite sınıfına girmektedir.

Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* im türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 02.03.2019-03.02.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklelerinin çözünmüş oksijen ve sıcaklık parametre değerlerine ilişkin sonuçların bir yıllık süreç içindeki değerimleri değerlendirilmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.41- 4.48'de belirlenmiştir.



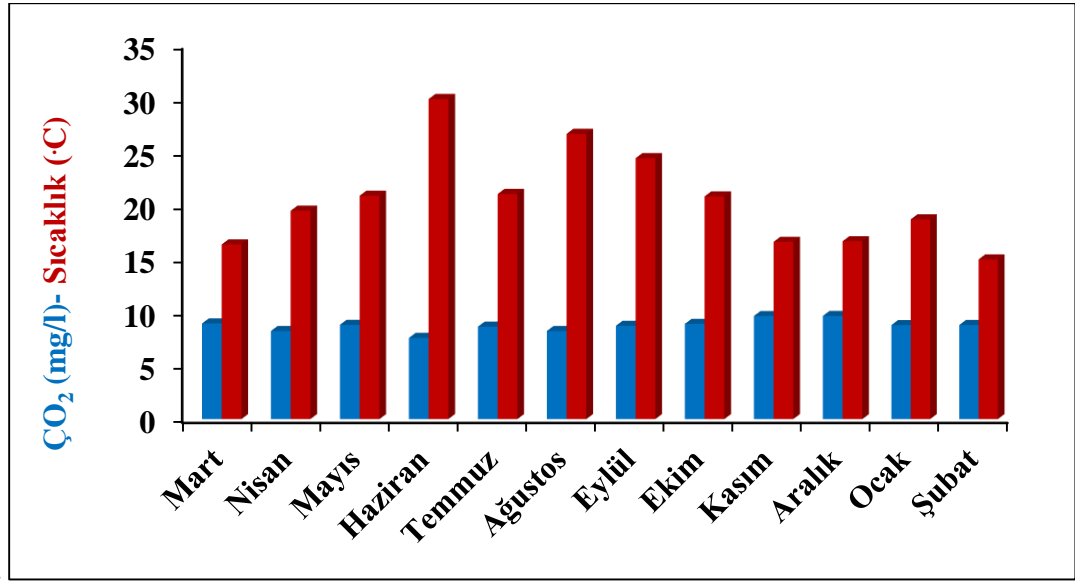
Şekil 4.41. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.41’de (Ek-1) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Lolium* çim türünde çeşme suyu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,48 mg/L olarak belirlenmiş, en düşük değer ise 7,63 mg/L olarak saptandığı görülmüştür. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,93 °C olarak, en düşük değer ise 15,53 °C olarak ölçülmüştür. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme suyu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer almıştır. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak çeşme suyu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. Buna karşı sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



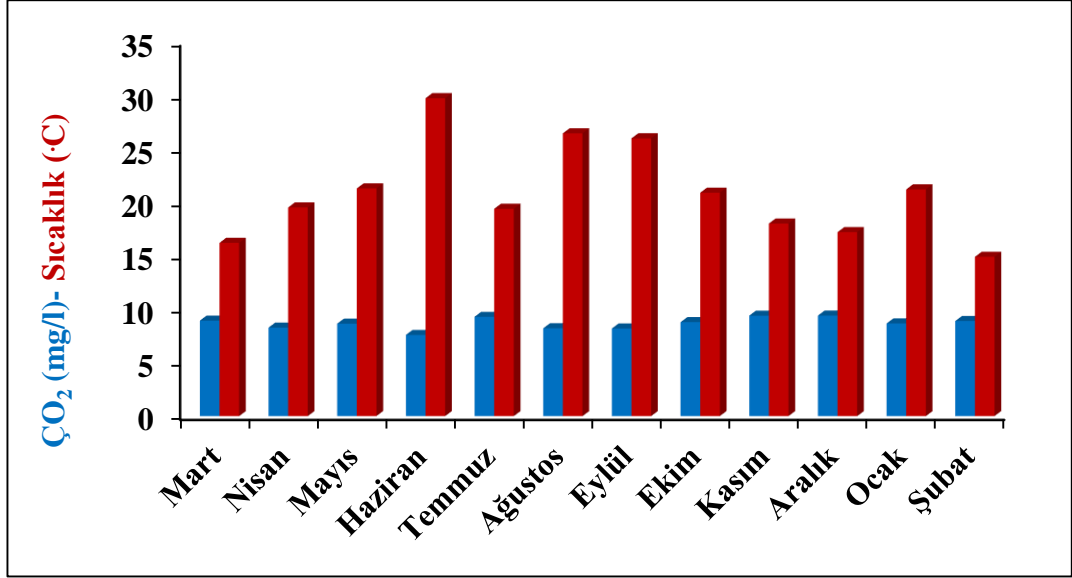
Şekil 4.42. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.42’de (Ek-2) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Lolium* çim türünde %50 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,11 mg/L olarak, en düşük değer de 7,64 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 30,07°C olarak ve en düşük değerde 15,90°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %50 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak %50 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun çoğu aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



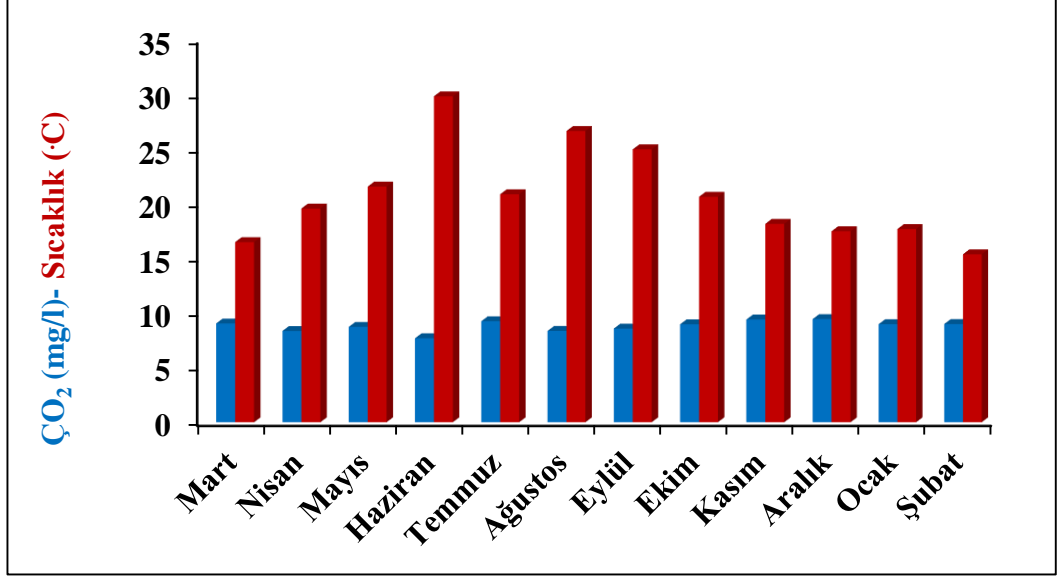
Şekil 4.43. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.43'te (Ek-3) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Lolium* çim türünde %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,75 mg/L olarak, en düşük değer de 7,68 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,97°C olarak ve en düşük değerde 15,03°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3,6'ya göre 12 aylık süre boyunca %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11'de verildiği gibi %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri çoğu aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



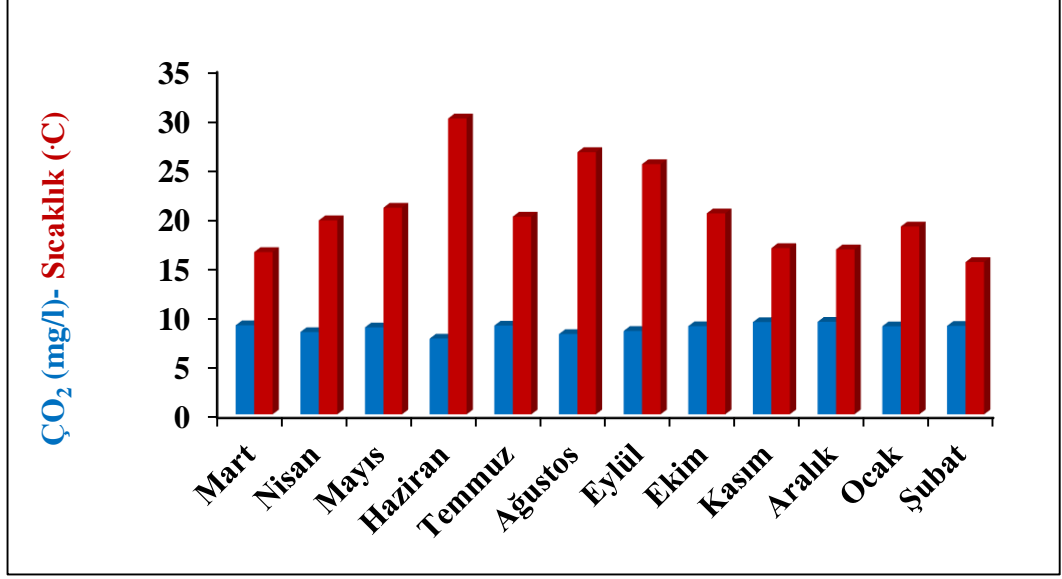
Şekil 4.44. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.44’de (Ek-4) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Lolium* çim türünde arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,50 mg/L olarak, en düşük değer de 7,67 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,77°C olarak ve en düşük değerde 15,00°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’a göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atık su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



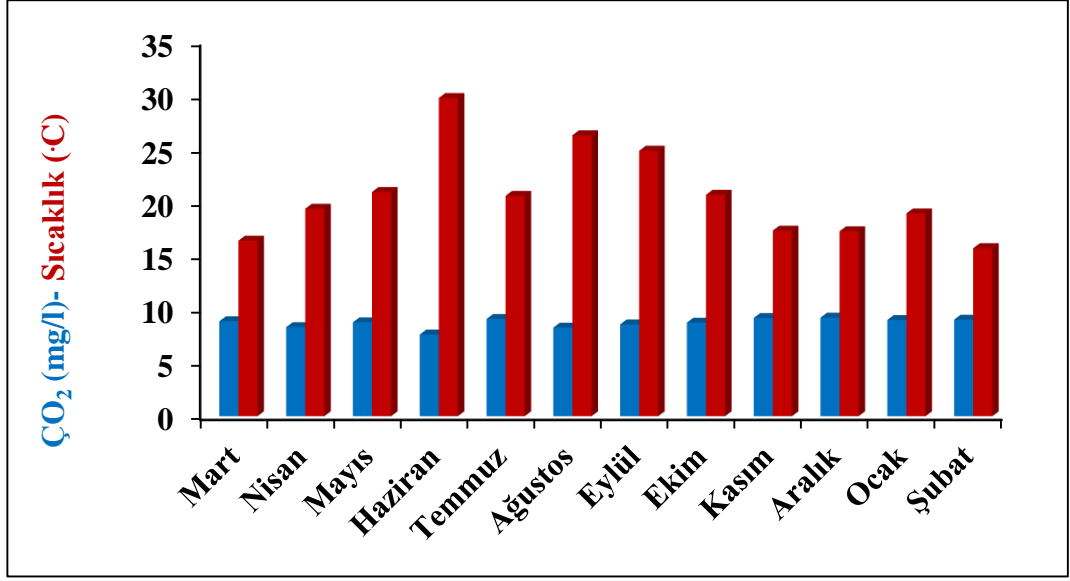
Şekil 4.45. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.45'te (Ek-1) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Festuca* çim türünde çeşme su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,50 mg/L olarak, en düşük değer de 7,73 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,83°C olarak ve en düşük değerde 15,43°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak çeşme su ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



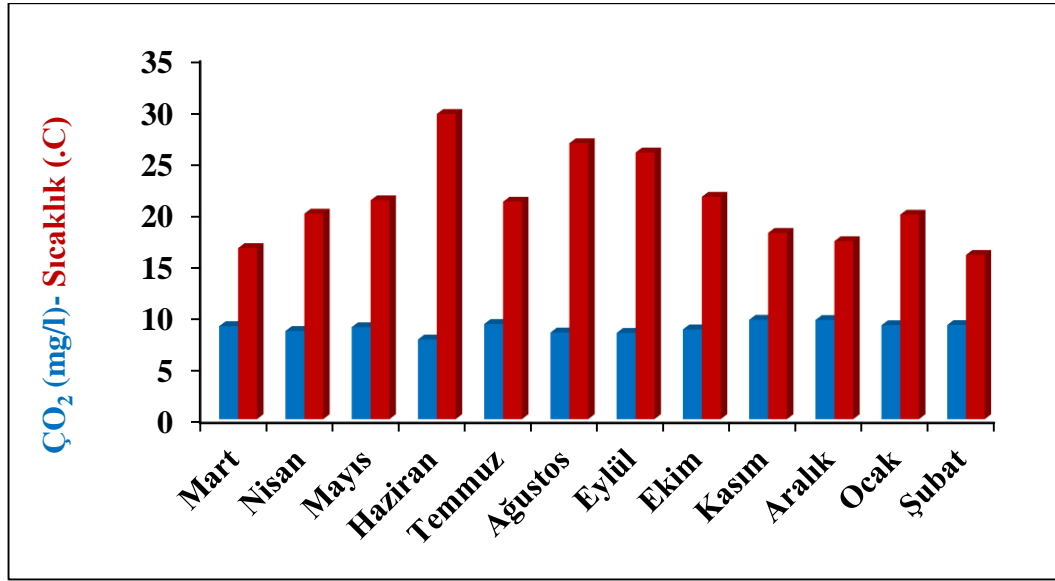
Şekil 4.46. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.46’da (Ek-2) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Festuca* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,45 mg/L olarak, en düşük değer de 7,74 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,97°C olarak ve en düşük değerde 15,50°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun dördüncü Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.47. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

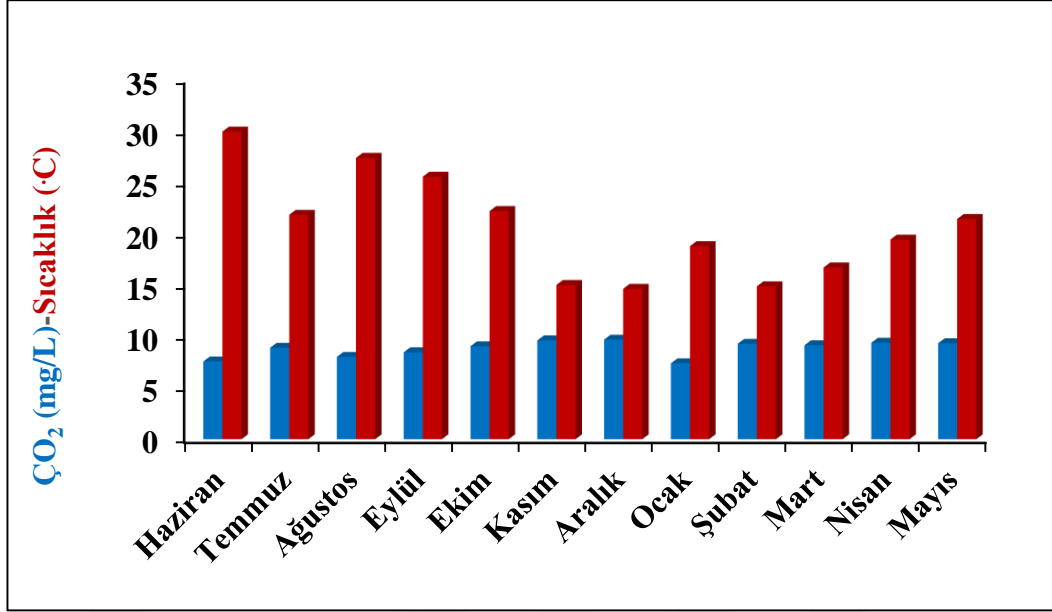
Şekil 4.47’de (Ek-3) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Festuca* çim türünde %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,31 mg/L olarak, en düşük değer de 7,71 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,77°C olarak ve en düşük değerde 15,80°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de verildiği gibi %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.48. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

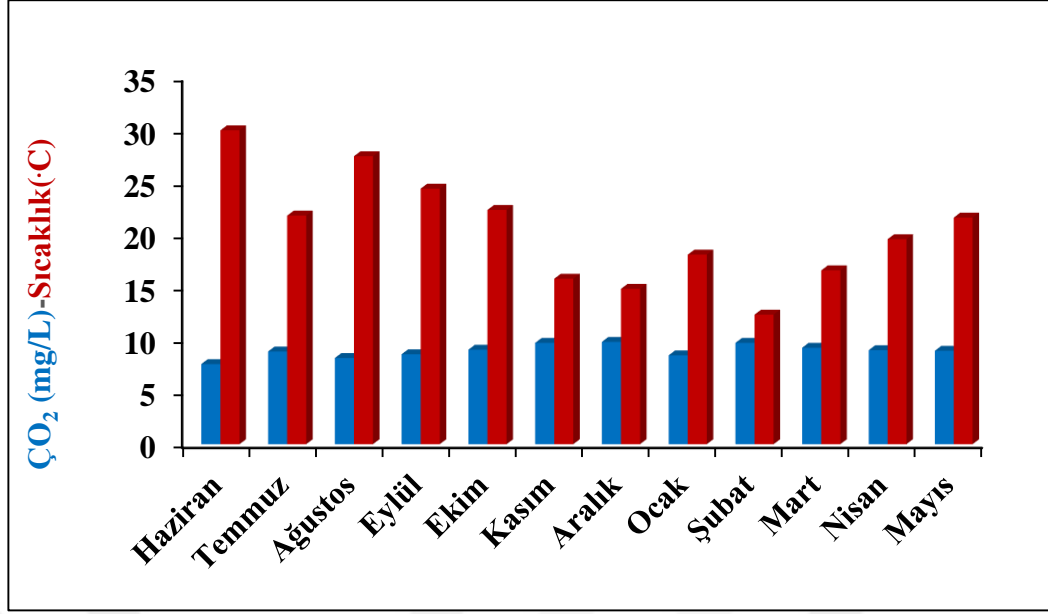
Şekil 4.48’de (Ek-4) görüldüğü gibi, kum ortamında, *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,58 mg/L olarak, en düşük değer de 7,68 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,53°C olarak ve en düşük değerde 15,87°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun dördüncü ayında (Haziran) II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.

Yetiştirme ortamı olarak topraklı kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 08.06.2019- 01.05.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin çözülmüş oksijen ve sıcaklık parametre değerlerine ilişkin sonuçların bir yıllık süreç içindeki değişimleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.49- 4.56’da belirlenmiştir.



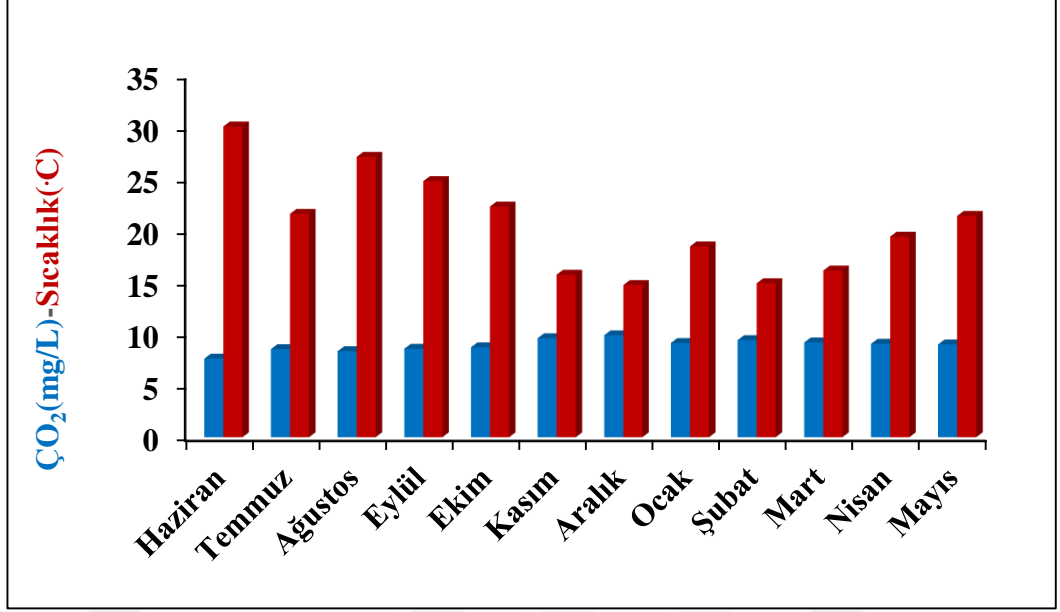
Şekil 4.49. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.49'da (Ek-5) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Lolium* çim türünde çeşme su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,78 mg/L olarak, en düşük değer de 7,64 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,97°C olarak ve en düşük değerinde 14,73°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak çeşme su ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



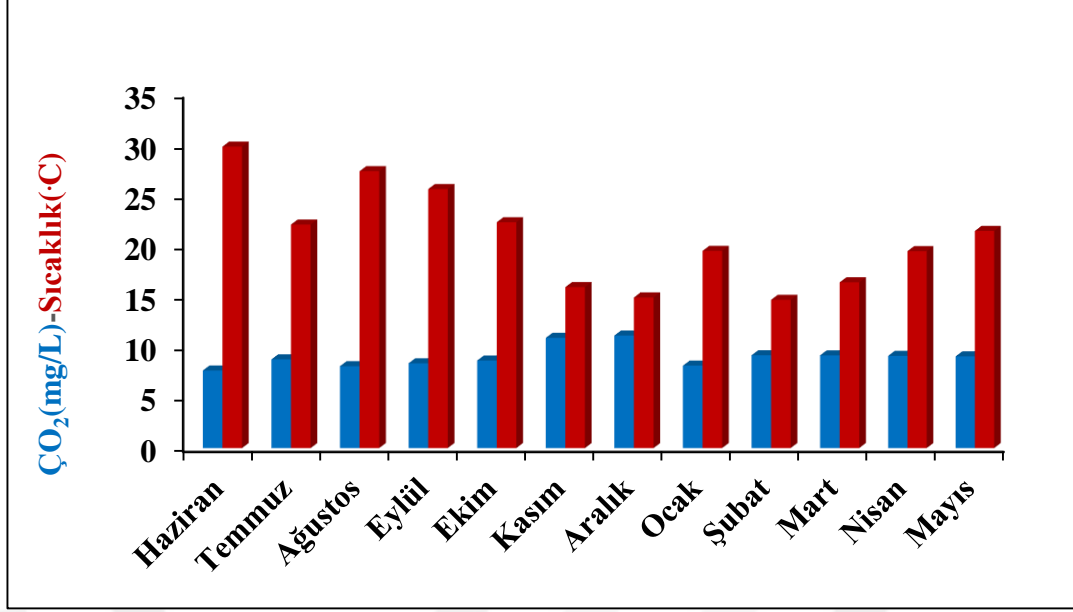
Şekil 4.50. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.50’de (Ek-6) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Lolium* çim türünde %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,77 mg/L olarak, en düşük değer de 7,65 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,97°C olarak ve en düşük değerde 12,37°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



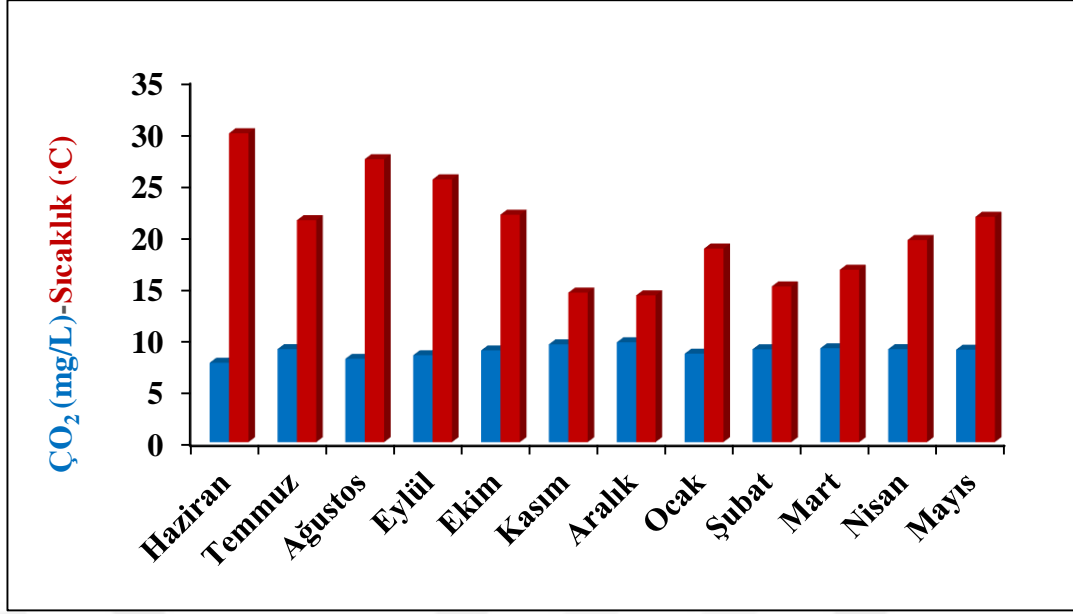
Şekil 4.51. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.51’de (Ek-7) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Lolium* çim türünde %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,94 mg/L olarak, en düşük değer de 7,66 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 30,1°C olarak ve en düşük değerde 14,80°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de verildiği gibi %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



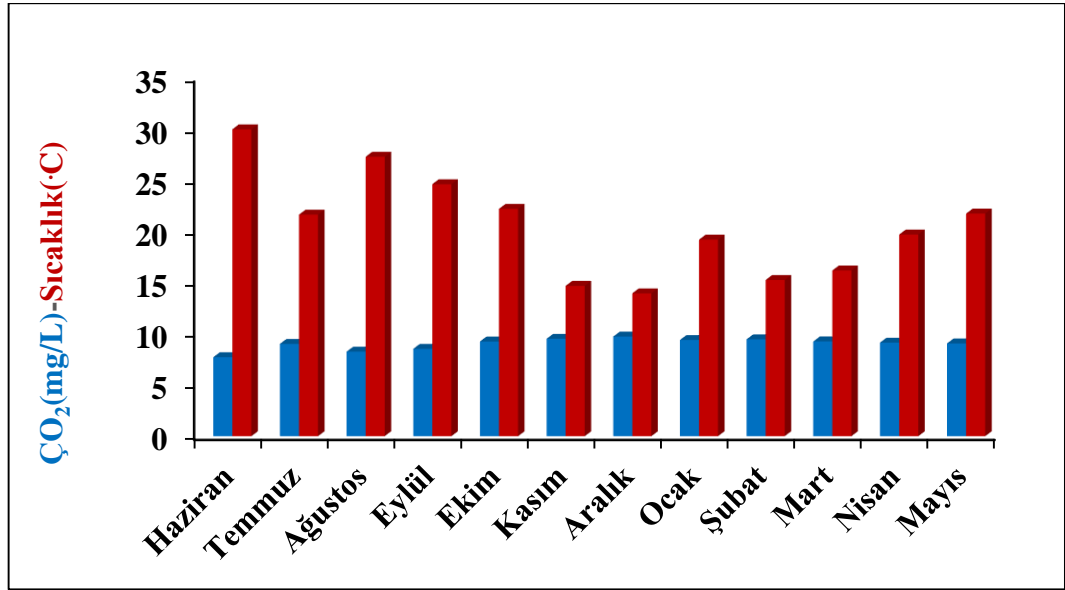
Şekil 4.52. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.52’de (Ek-8) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Lolium* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 11,14 mg/L olarak, en düşük değer de 7,68 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,80°C olarak ve en düşük değerde 14,67°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de görüldüğü gibi arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



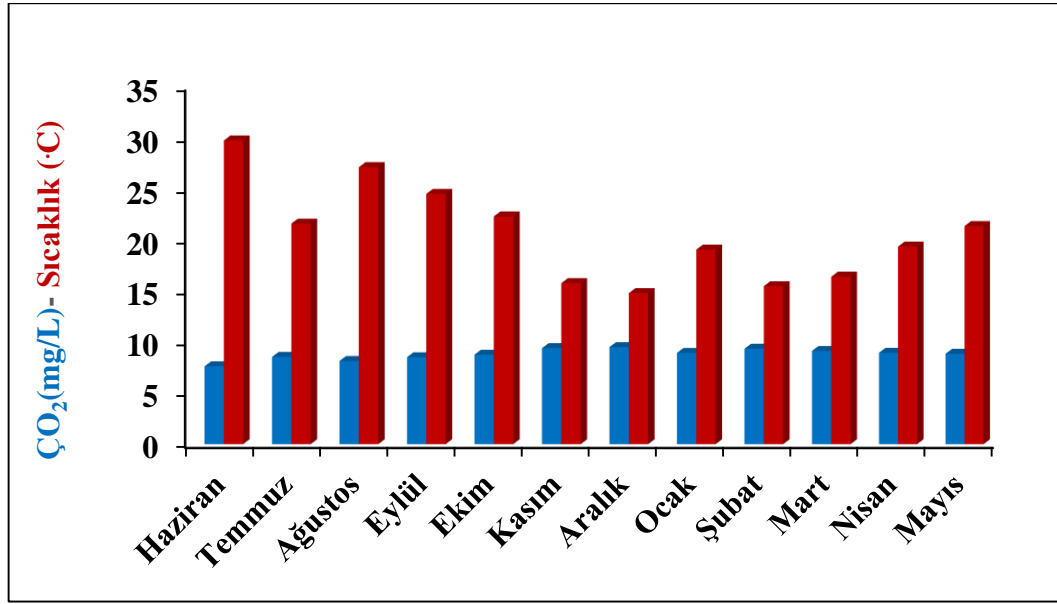
Şekil 4.53. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.53'te (Ek-5) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Festuca* çim türünde çeşme su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,73 mg/L olarak, en düşük değer de 7,74 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,87°C olarak ve en düşük değerde 14,27°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca çeşme su ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak çeşme su ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun birinci ayında (Haziran) II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



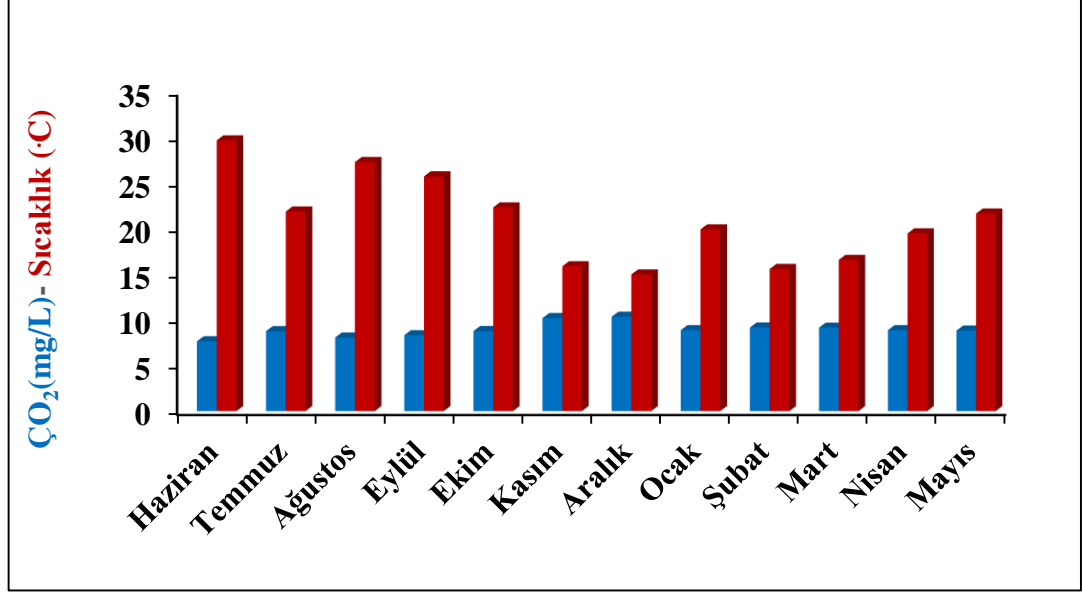
Şekil 4.54. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.54'te (Ek-6) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Festuca* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,78 mg/L olarak, en düşük değer de 7,75 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,97°C olarak ve en düşük değerde 14°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun çoğu aylarda I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



Şekil 4.55. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.55'te (Ek-7) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Festuca* çim türünde %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 9,61 mg/L olarak, en düşük değer de 7,71 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,77°C olarak ve en düşük değerde 14,90°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6'ya göre 12 aylık süre boyunca %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerine uygun olarak %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ayında II. sınıf, diğer aylarda ise I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.



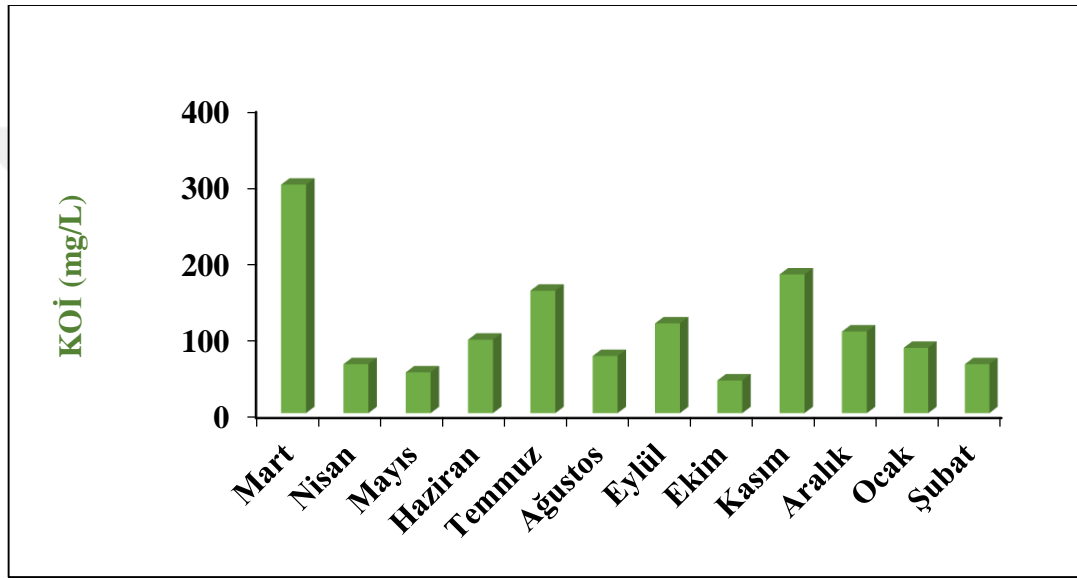
Şekil 4.56. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.56’da (Ek-8) görüldüğü gibi, toprak ortamında, *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde, 12 aylık süre boyunca çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çözülmüş oksijen değerlerinde en yüksek değer 10,38 mg/L olarak, en düşük değer de 7,68 mg/L olarak belirlenmiştir. Sıcaklık değerlerinde en yüksek değer 29,70°C olarak ve en düşük değerde 15,03°C olarak elde edilmiştir. Tablo 3.6’ya göre 12 aylık süre boyunca arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyu örneklerinde sıcaklık değerleri tüm yetiştirme periyodu boyunca, sulama suyu kalite sınıfı bakımından I. sınıf su sınıfında yer aldığı görülmüştür. Tablo 3.11’de verildiği gibi arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında çözülmüş oksijen değerleri yetiştirme periyodunun çoğu I. sınıf su sınıfında değerlendirilen değerler aldığı görülmüştür. Sıcaklık değerleri arttıkça çözülmüş oksijen miktarının azaldığı görülmüştür.

Çalışılan tez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda Kurtkulak, H. (2014) çalıştığına göre Konya atıksu arıtma tesisinde kentsel atıksuların geri kazanımı ve yeşil alanların sulanmasında yeniden kullanımı konusunda pilot ölçekli ileri atıksu arıtma tesisi ve gerçek ölçekli ileri atıksu arıtma tesislerinin laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada başka parametreler yanında ölçülen sıcaklık değerleri Pilot tesis girişinde minimum sıcaklık 13,9 °C iken, maksimum sıcaklık MF çıkışında 25,23 °C 'de ölçülmüştür ve ortalama olarak, atıksu arıtma tesisinden çıkan

artılmış atıksuyun sıcaklık değerleri ile pilot tesis giriş suyu sıcaklığı hemen hemen aynı olduğu görülmüştür.

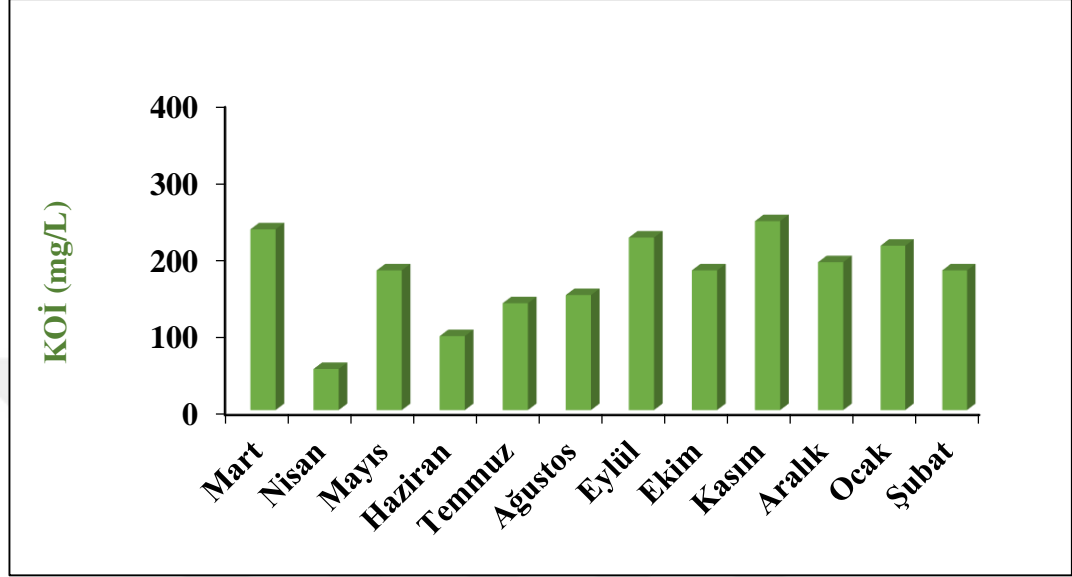
Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 02.03.2019-03.02.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin KOİ değerlerine ilişkin bir yıllık süreç içindeki değişimler değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.57- 4.64’de belirlenmiştir.



Şekil 4.57. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

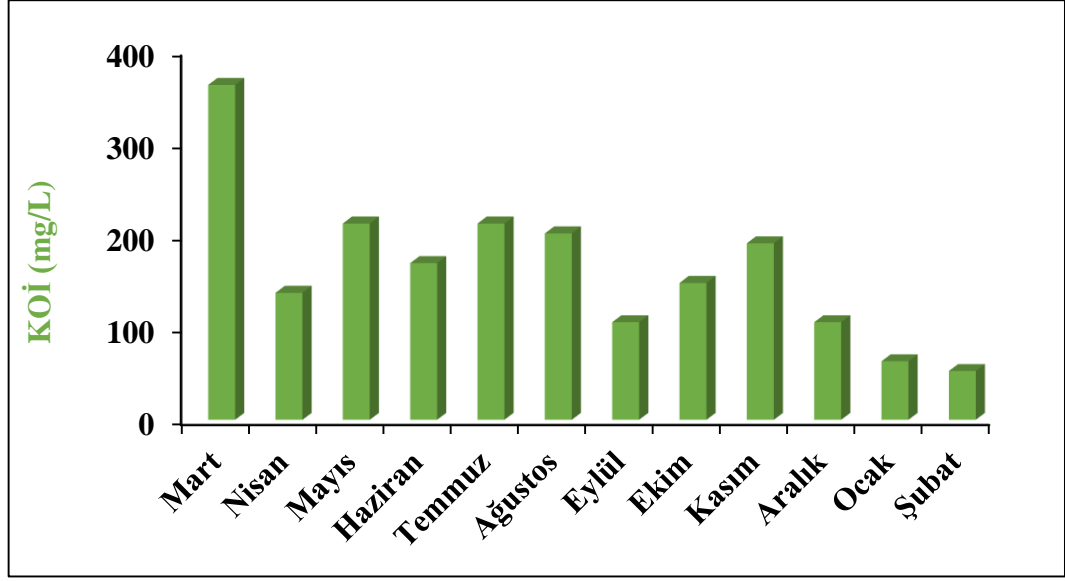
Şekil 4.57’de (Ek-1) görüldüğü gibi, kum ortamında, çeşme suyu ile sulanan *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 298,6 mg/L olarak, en düşük değer ise 42,67 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı görülmüştür. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Mart, Temmuz ve Kasım aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın üzerinde değerler aldığı görülmüştür. Bu aylarda sulamada kullanılan çeşme suyu uygulaması KOİ açısından olumsuz sonuçlar ortaya koymuştur. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan sulama suyu, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve indirgeme koşullarının oluşumuna neden olabilir. Diğer aylarda ise KOİ

değerleri düşük olarak belirlenmiş ve bu değerler “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları” sınır değerinin altında çıkmıştır.



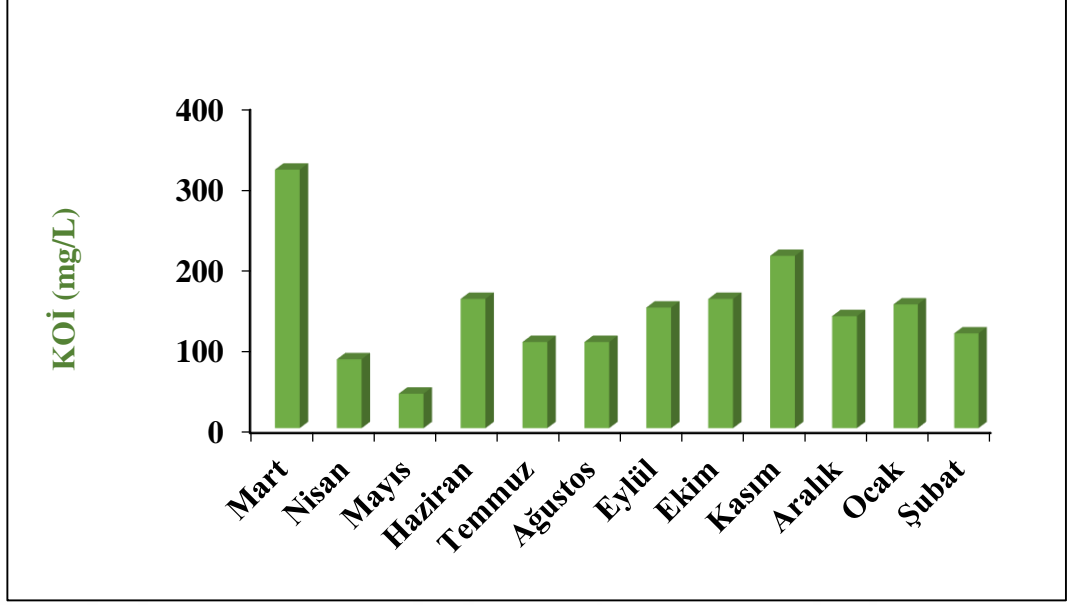
Şekil 4.58. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.58’de (Ek-2) görüldüğü gibi, kum ortamında, %50 arıtılmış atık su ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 245,3 mg/L olarak, en düşük değer ise 53,33 mg/L olarak belirlenmiştir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun (Nisan ve Haziran aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler diğer aylarda standart değerinin üzerinde bulunmuştur. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %50 arıtılmış atık su sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir.



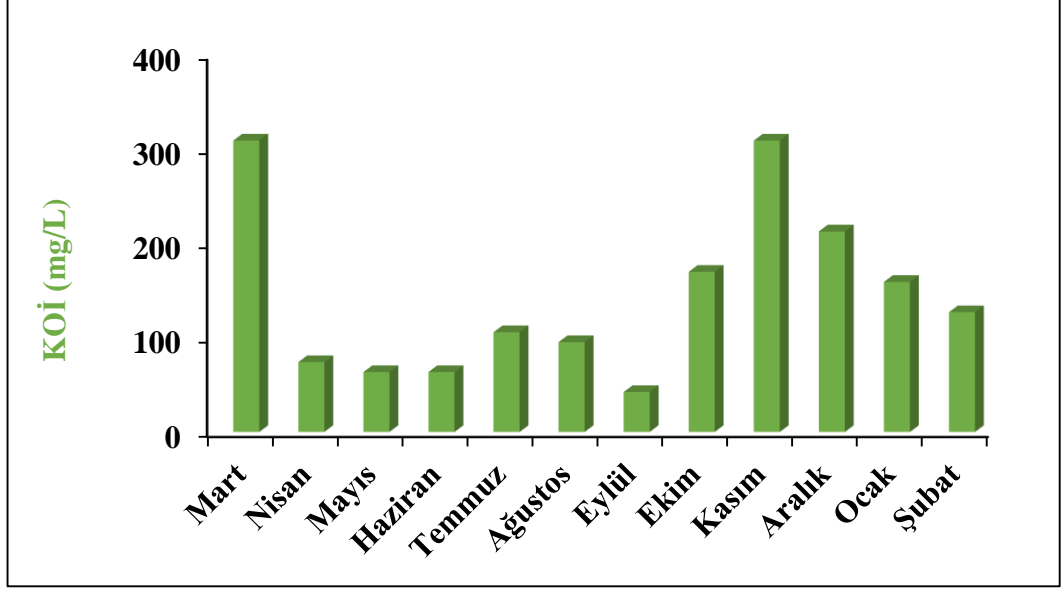
Şekil 4.59. Kum ortamında golf sahasına ait *Lolium* çiminde, %75 atıksu oranında KOİ değerlerin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.59’da (EK-3) görüldüğü gibi, kum ortamında, %75 arıtılmış atık su ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 362,6 mg/L olarak, en düşük değer ise 53,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Eylül, Aralık, Ocak ve şubat aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler diğer aylarda standartları aşan değerler ölçülmüştür. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %75 arıtılmış atık su sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir.



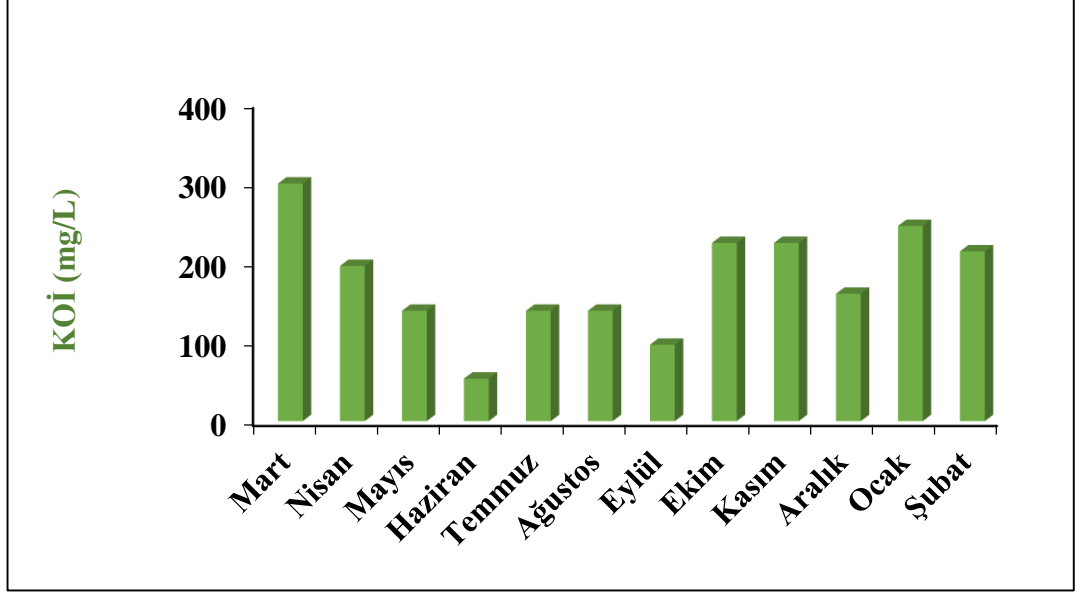
Şekil 4.60. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.60'da (Ek-4) görüldüğü gibi, kum ortamında, arıtılmış atık su ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 320 mg/L olarak, en düşük değer ise 42,67 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj suyuna ait 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 4.11'e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Şubat aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler alırken diğer aylarda standartları aşan değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda arıtılmış atık su sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir.



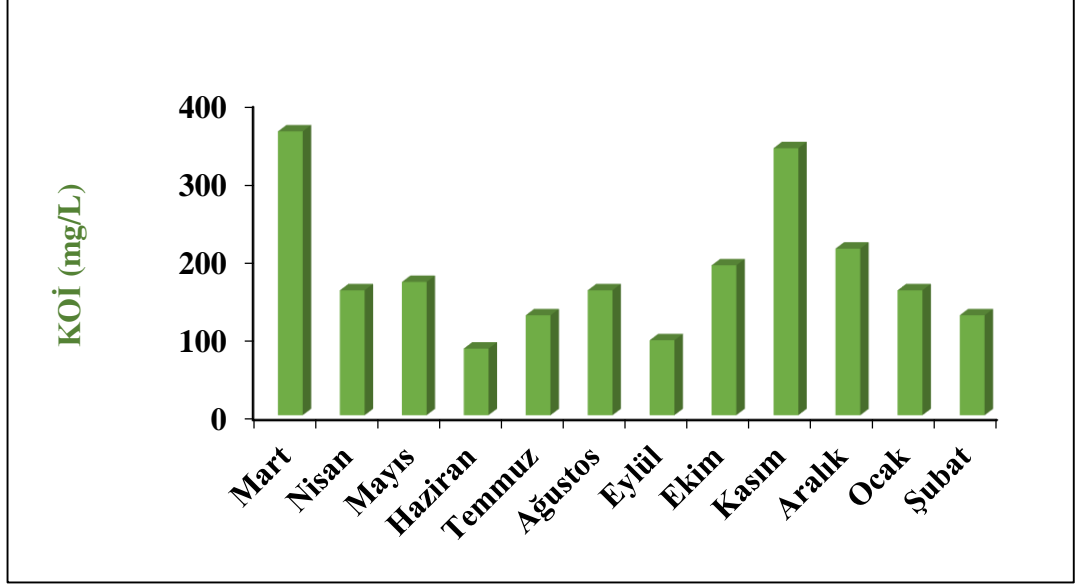
Şekil 4.61. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.61’de (Ek-1) görüldüğü gibi, kum ortamında, çeşme su ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 309,30 mg/L olarak, en düşük değer ise 42,67 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda çeşme su sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir. Tablo 3.9’a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda KOİ değeri 15,70 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada KOİ değerlerinin 12 aylık süre boyunca tesis suyunda belirlenen KOİ değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



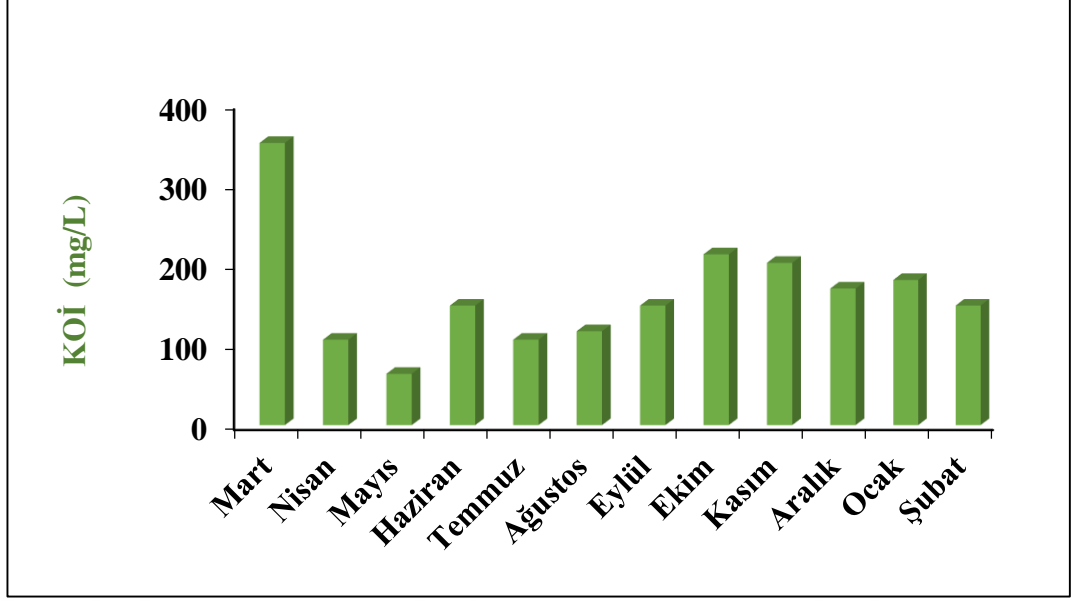
Şekil 4.62. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.62’de (Ek-2) görüldüğü gibi, kum ortamında, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 298,6 mg/L olarak, en düşük değer ise 53,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ve Eylül aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %50 arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir.



Şekil 4.63. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

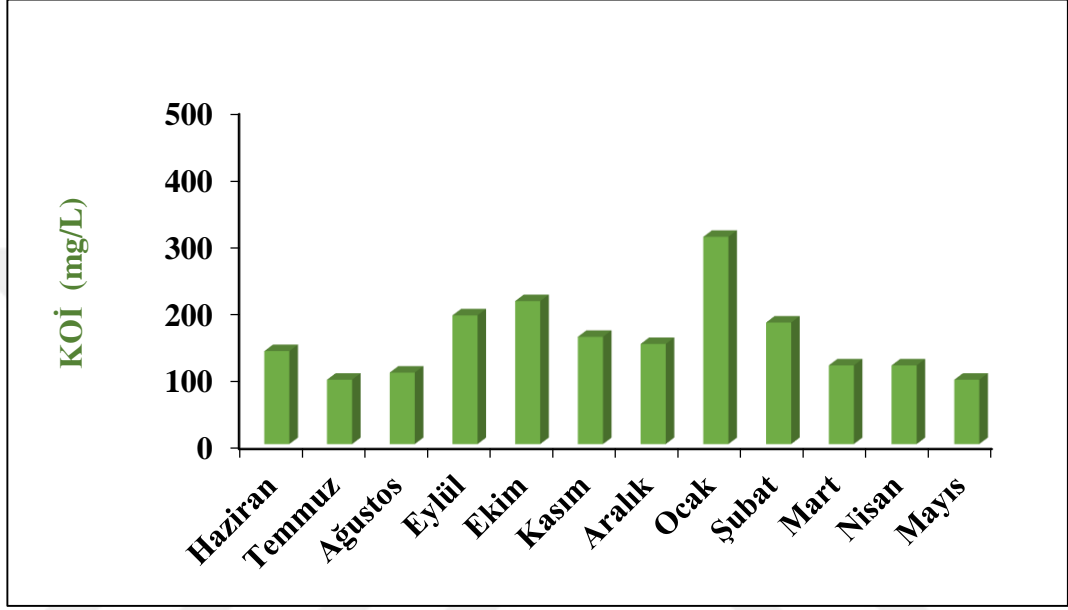
Şekil 4.63'te (Ek-3) görüldüğü gibi, kum ortamında, %75 artırılmış atıksu ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 362,6 mg/L olarak, en düşük değer ise 85,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8'e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Haziran ve Eylül aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %75 artırılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir.



Şekil 4.64. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.64'te (Ek-4) görüldüğü gibi, kum ortamında, arıtılmış atıksu ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 352 mg/L olarak, en düşük değer ise 64 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8'e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir. Tablo 3.9'a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda KOİ değeri 15,70 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada KOİ değerlerinin 12 aylık süre boyunca tesis suyunda belirlenen KOİ değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

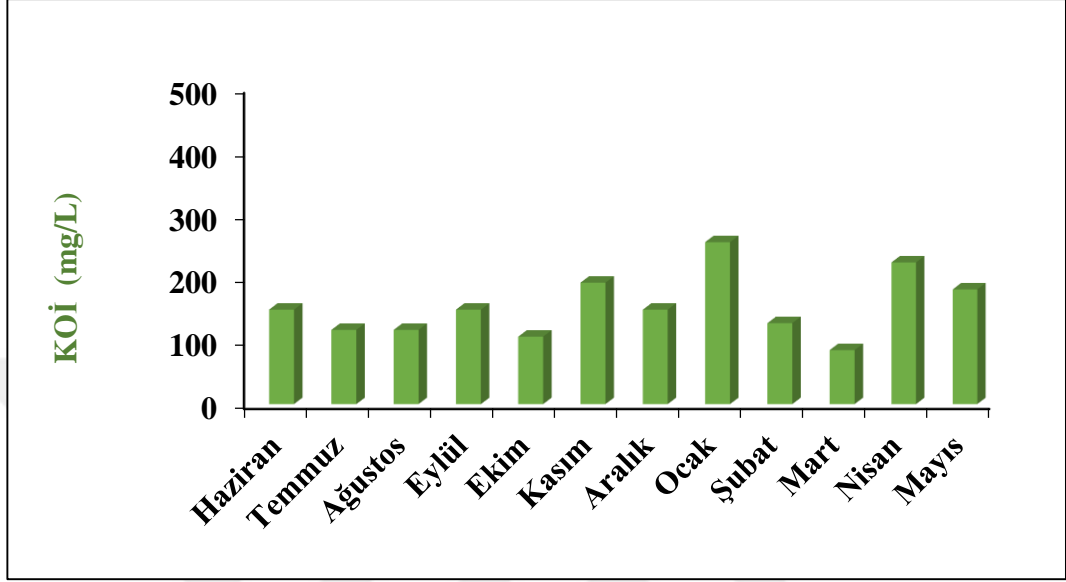
Yetiştirme ortamı olarak topraklı kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 08.06.2019-01.05.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin KOİ değerlerine ilişkin bir yıllık süreç içindeki değişimler değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.65- 4.72’de belirlenmiştir.



Şekil 4.65. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

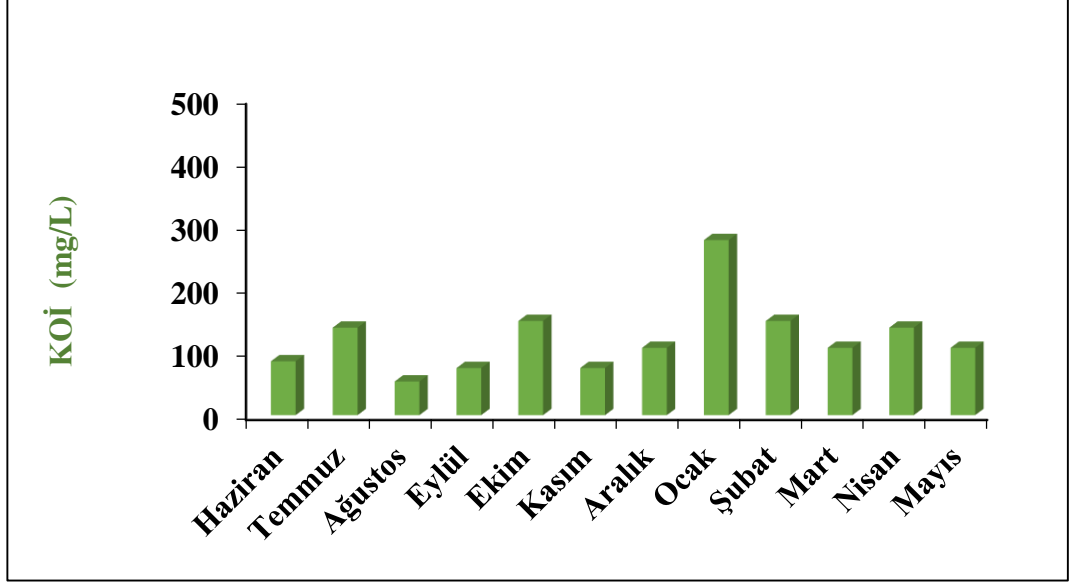
Şekil 4.65’te (Ek-5) görüldüğü gibi, toprak ortamında, çeşme su ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 309,3 mg/L olarak, en düşük değer ise 96,00 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Temmuz, Ağustos, Mart, Nisan Mayıs aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda çeşme su sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir. Tablo 3.9’a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda

yapılan analiz sonucunda KOİ değeri 15,70 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada KOİ değerlerinin 12 aylık süre boyunca tesis suyunda belirlenen KOİ değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



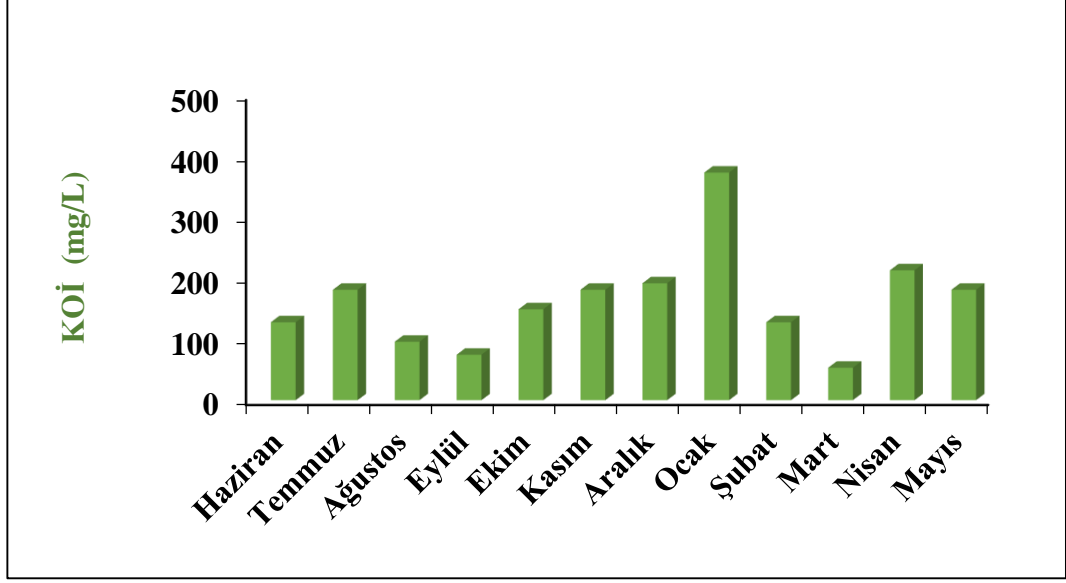
Şekil 4.66. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.66'da (Ek-6) görüldüğü gibi, toprak ortamında, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 256 mg/L olarak, en düşük değer ise 85,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8'e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Temmuz, Ağustos, Ekim ve Mart aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %50 arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir.



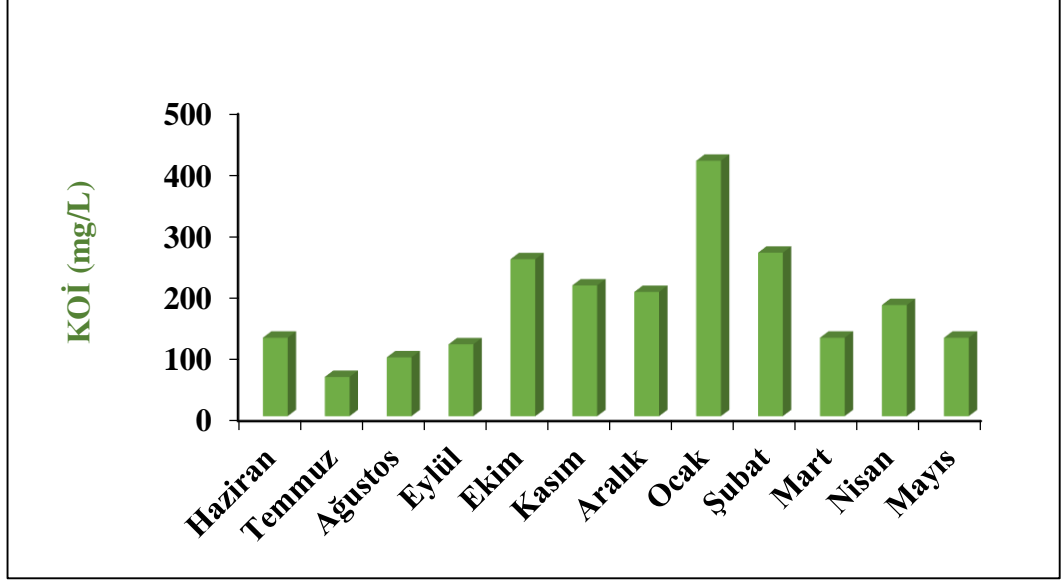
Şekil 4.67. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.67’de (Ek-7) görüldüğü gibi, toprak ortamında, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 277,3 mg/L olarak, en düşük değer ise 53,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Temmuz, Ekim, Ocak, Şubat ve Nisan aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın üzerinde değerler alırken diğer aylarda altında değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %75 arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmemiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir. Tablo 3.9’a göre yapılan çalışmada KOİ değerlerinin 12 aylık süre boyunca tesis suyunda belirlenen KOİ değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



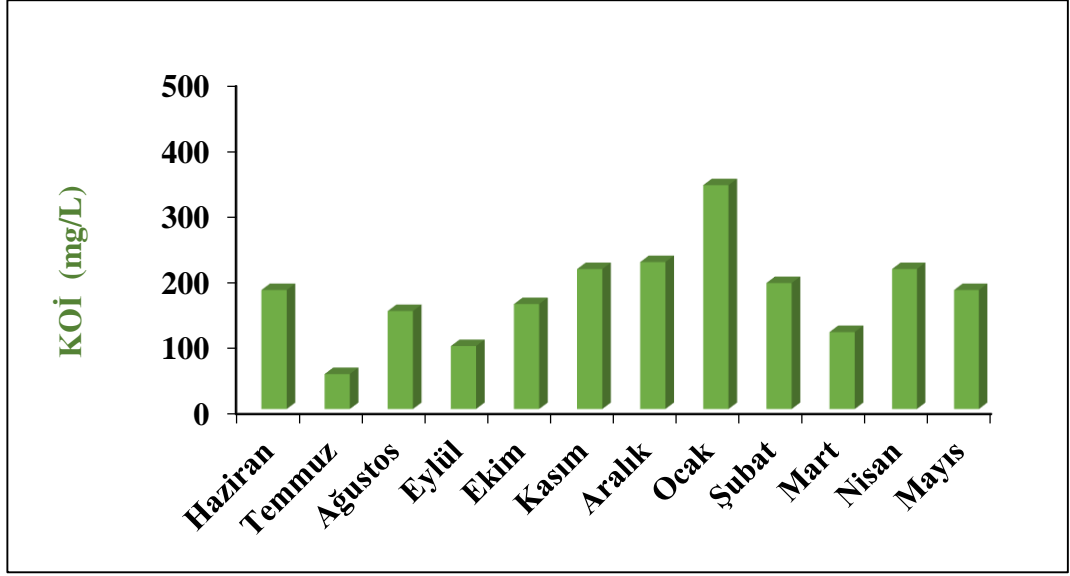
Şekil 4.68. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.68’de (Ek-8) görüldüğü gibi, toprak ortamında, arıtılmış atıksu ile sulanan, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 373,3 mg/L olarak, en düşük değer ise 53,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Ağustos, Eylül ve Mart aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir.



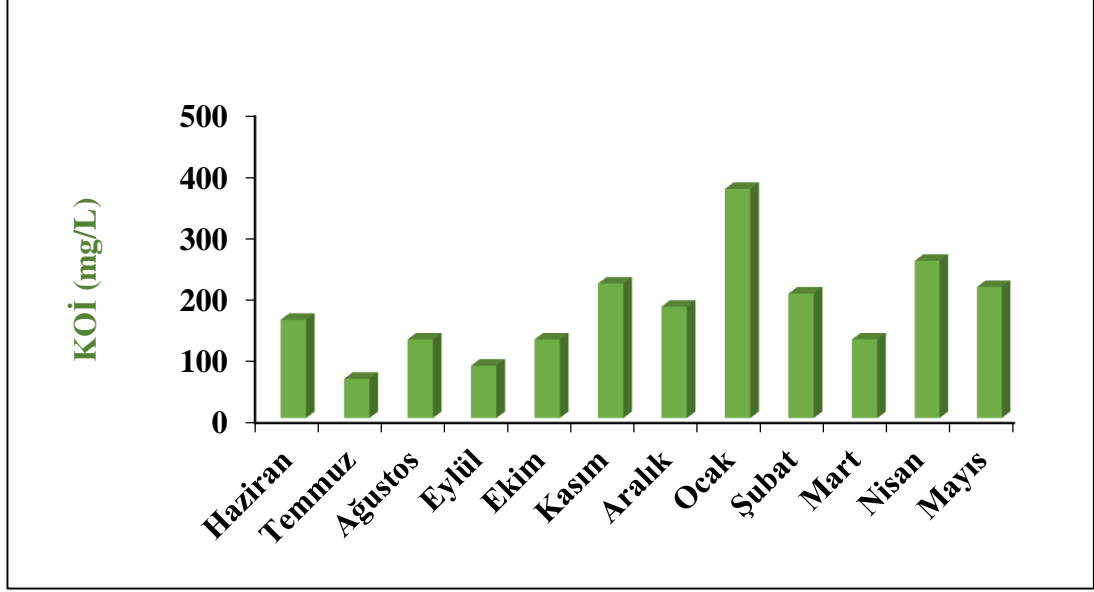
Şekil 4.69. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.69’da (Ek-5) görüldüğü gibi, toprak ortamında, çeşme su ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 416 mg/L olarak, en düşük değer ise 64 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda çeşme su sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir.



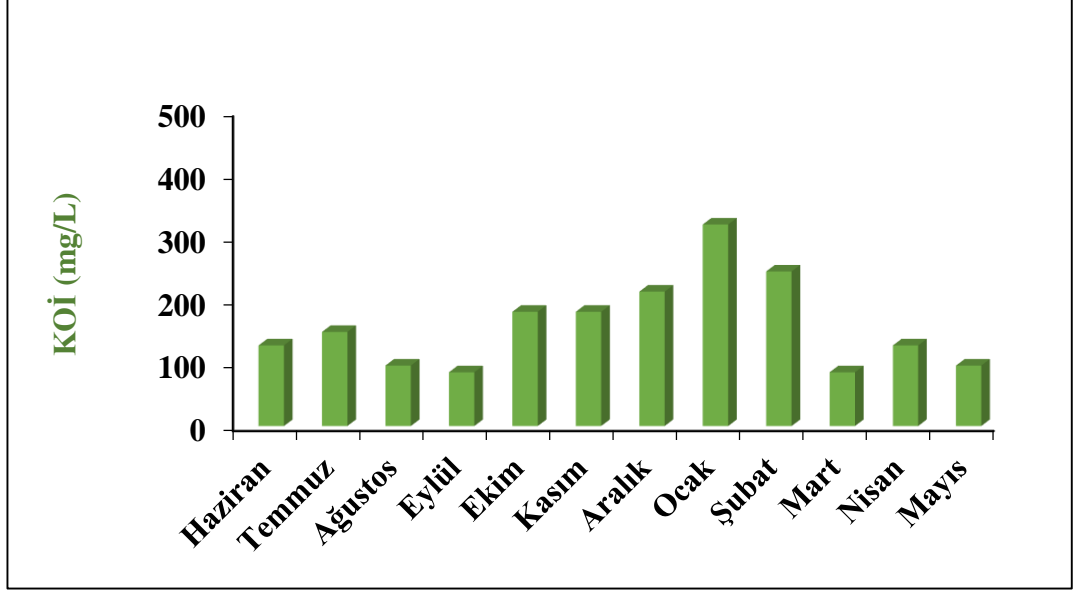
Şekil 4.70. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.70’de (Ek-6) görüldüğü gibi, toprak ortamında, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 341,3 mg/L olarak, en düşük değer ise 53,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Temmuz, Eylül ve Mart aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %50 arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir. Tablo 3.9’a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda KOİ değeri 15,70 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada KOİ değerlerinin 12 aylık süre boyunca tesis suyunda belirlenen KOİ değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.71. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.71’de (Ek-7) görüldüğü gibi, toprak ortamında, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 373,3 mg/L olarak, en düşük değer ise 64 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Temmuz ve Eylül aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda %75 arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir.



Şekil 4.72. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında KOİ değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması. (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.72’de (Ek-8) görüldüğü gibi, toprak ortamında, arıtılmış atıksu ile sulanan, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj çıkış suyu örneklerindeki KOİ değerlerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, KOİ değerlerinde en yüksek değer 320 mg/L olarak, en düşük değer ise 85,33 mg/L olarak elde edildiği görülmektedir. Drenaj çıkış suyuna ilişkin 12 aylık değerlendirme sonunda KOİ değerlerinin giderek azaldığı belirlenmiştir. Tablo 3.8’e göre KOİ değerleri yetiştirme periyodunun Ağustos, Eylül, Mart ve Mayıs aylarında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Evsel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları’nın altında değerler alırken diğer aylarda üzerinde değerler aldığı gözlemlenmiştir. Standartların üzerinde değerler aldığı aylarda arıtılmış atıksu sulama uygulamasının KOİ yönünden olumsuz nitelik taşıdığı belirlenmiştir. Yüksek KOİ değerlerine sahip olan su, yetiştirme ortamının oksijen içeriğini azaltabilir ve bunun sonucunda indirgeme koşullarının oluşmasına neden olabilir. Tablo 3.9’a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda KOİ değeri 15,70 mg/L olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada KOİ değerlerinin 12 aylık süre boyunca tesis suyunda belirlenen KOİ değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

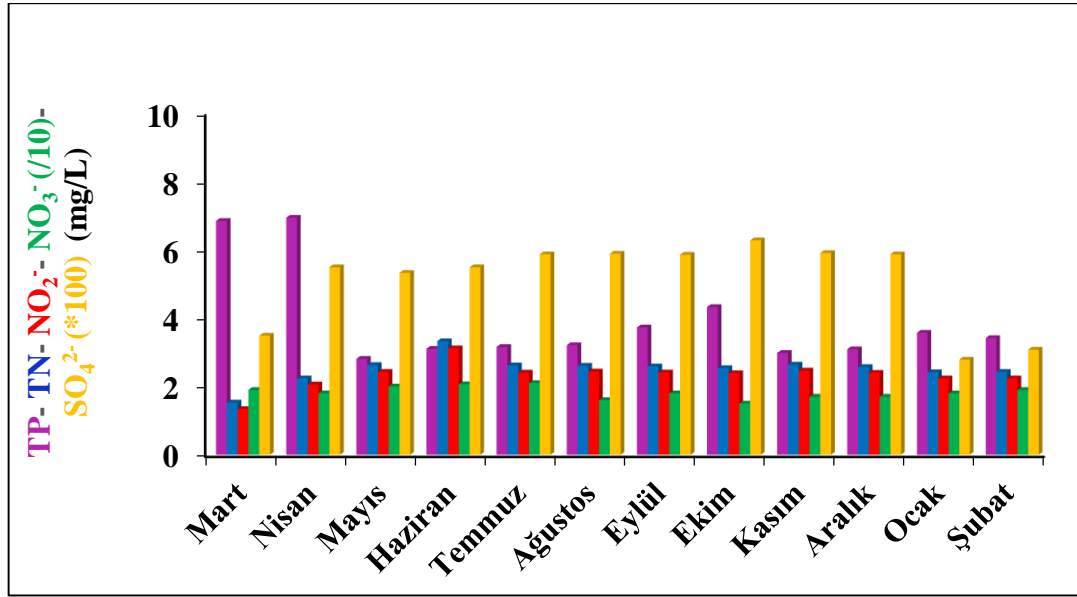
Çalışılan tez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda, Bozdoğan, E. (2009) çalışmalarına göre Karaisalı ilçesi kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulamalarında kullanılabilme olanaklarının araştırılmasında iki yıl süre

boyunca arıtılmış atıksuyun ortalama KOİ değerleri değarj standartlarına göre ortalamalar 1 yıl (783 mg/L), 2 yıl (936,8 mg/L)'dir. En yüksek değerler 1 yıl (1152 mg/L), 2 yıl (1747,2 mg/L) ve en düşük değerler 1yıl (369,6 mg/L), 2 yıl (307,2 mg/L) belirlenmiştir. KOİ değeri 'Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortama Değarj Standartları'nın (180 mg/l) zerindedir. Kentsel atıksu KOİ konsantrasyonu olarak olumsuz nitelik taşımaktadır.

Kurtkulak, H. (2014) yaptığı çalışmada Konya atıksu arıtma tesisinde kentsel atıksuların geri kazanımı ve yeşil alanların sulanmasında yeniden kullanımı konusunda KOSKİ atıksu arıtma tesisi bünyesindeki laboratuvarlarda pilot ölçekli ileri atıksu arıtma tesisi ve gerçek ölçekli ileri atıksu arıtma tesislerinin laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Gerçek lekli tesis; veriler 15 Ağustos 2012 ve 8 Ekim 2012 tarihleri arasında 32 gün olarak değerlendirilmiştir. Çalışma boyunca KOİ değeri pilot tesisi giriş suyu olan Konya arıtılmış atıksu çıkış suyunda ortalama 76,98 mg/L olarak analiz edilmiştir. En düşük KOİ değeri 40,5 mg/L ve en düşük KOİ değeri 9 mg/L olarak bulunmuştur.

KOİ su ve atıksularda kirliliğin derecesini gösteren en önemli parametrelerden birisidir ve atıksudaki organik maddelerin kimyasal stabilizasyonları için gerekli oksijen miktarını göstermektedir. Arıtılmış atıksu denemelerinden elde edilen ortalama değerler SKKY'ne göre KOİ parametresi için alıcı ortam standartı 180 mg L<sup>1</sup> nin altında bulunmuştur sonuç olarak KOİ parametresi açısından kullanılabilirliği mümkündür.

Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* im türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 02.03.2019-03.02.2020 tarihleri arasında alınan drenaj suyu örneklerinin anyon içeriklerindeki (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimler bir yıllık süreç boyunca değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.73-4.80'da değerlendirilmiştir.



Şekil 4.73. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

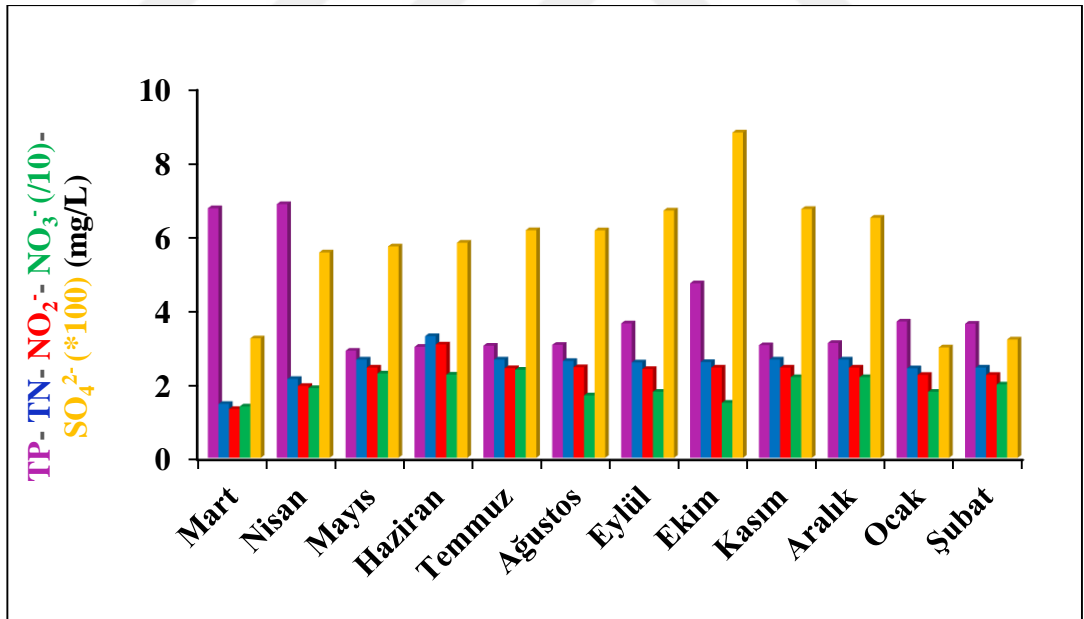
Şekil 4.73'te (Ek-9) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde kum ortamında çeşme suyu ile sulanan saksılardan alınan drenaj suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer yetiştirme periyodunun 6,94 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,98 mg/L olarak bulunmuştur. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,33 mg/L olarak, en düşük değerde 1,53 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,12 mg/L, en düşük değerde 1,34 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin başlangıç değerlerine göre artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,21 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak saptanmıştır. Tablo 3.6'ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. Yetiştirme periyodu süresince NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri azalma ve artma yönünde değişkenlikler gösterse de nispeten başlangıç

değerine yakın durağan olarak kabul edilebilecek değişim eğilimleri ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 628 mg/L (IV. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 278,67 mg/L (II. Sınıf) olarak saptanmıştır. Tablo 3.6'ya göre  $SO_4^{2-}$  değerleri yetiştirme periyodunun onbirinci ve onikinci aylarında (Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü aylarında (Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran) III. sınıf sulama suyu niteliğinde, diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda TP ve TN değerleri sırasıyla 0,56 mg/L ve 5,62 mg/L olarak ölçülmüştür. Denemelerden alınan su analiz sonuçları karşılaştırıldığında, yapılan çalışmada çeşme suyu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek ve TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.74. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

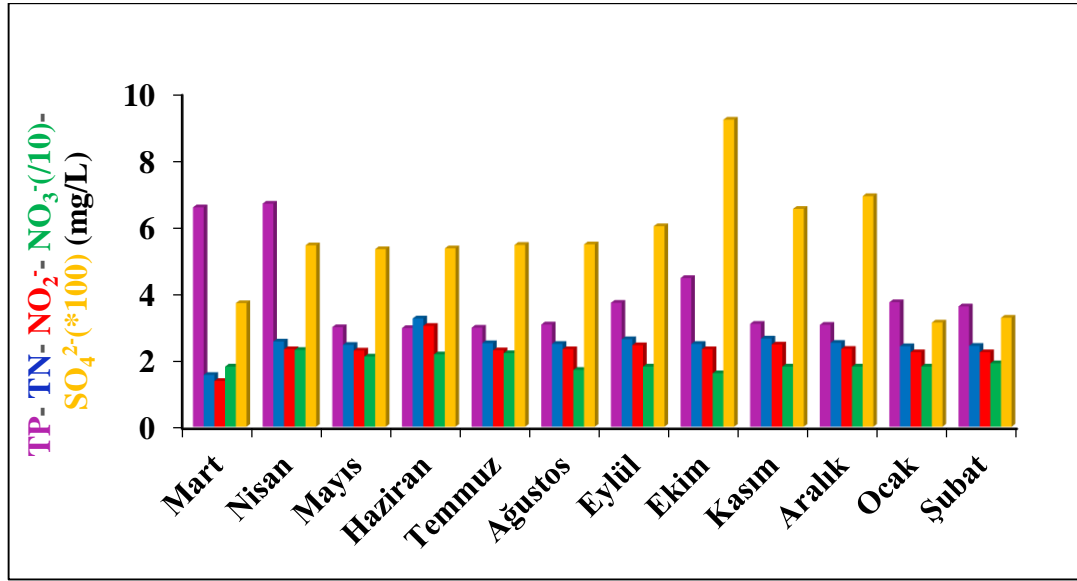
Şekil 4.74'te (Ek-10) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde kum ortamında %50 arıtılmış atık su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu

karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,87 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,92 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,32 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,47 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,09 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,33 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında  $\text{NO}_2^-$  değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_2^-$  değerlerinin başlangıç değerlerine göre artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,24 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,14 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre drenaj çıkış suyunun  $\text{NO}_3^-$  değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 880 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 301 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %50 artırılmış atık su uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun birinci, onbirinci ve onikinci aylarında (Mart, Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun ikinci ve üçüncü aylarında (Nisan ve Mayıs) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre %50 artırılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



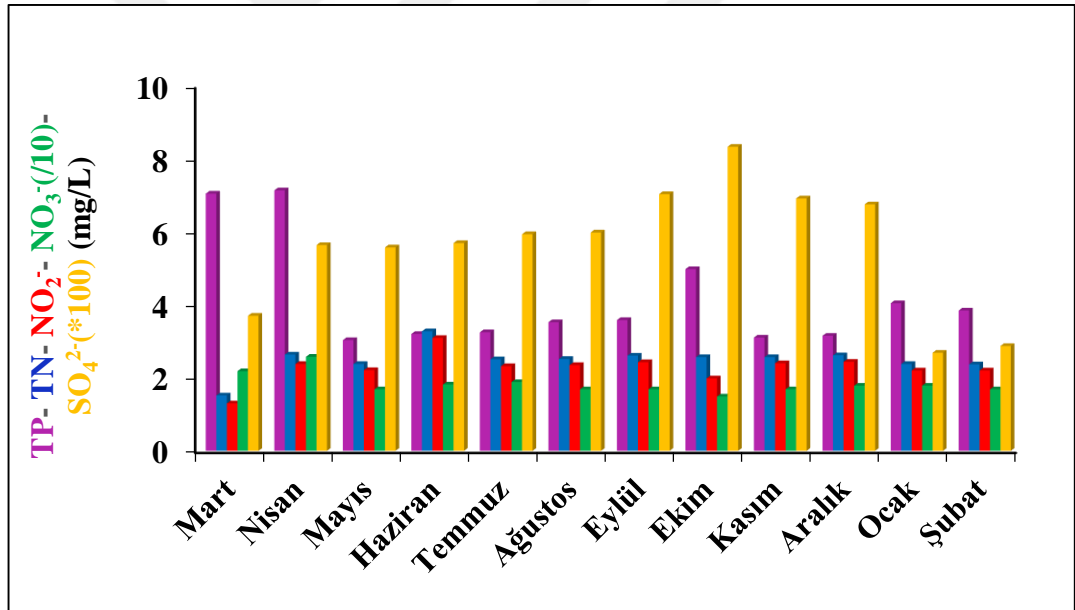
Şekil 4.75. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %75 artırılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.75'te (Ek-11) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde kum ortamında %75 artırılmış atık su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,68 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,95 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,24 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,55 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,02 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,37 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin başlangıç değerlerine göre artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,23 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,16 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 920 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 312 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %75 arıtılmış atık su uygulamasında,  $SO_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun onbirinci ve onikinci ayda (Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci ayda (Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında  $SO_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



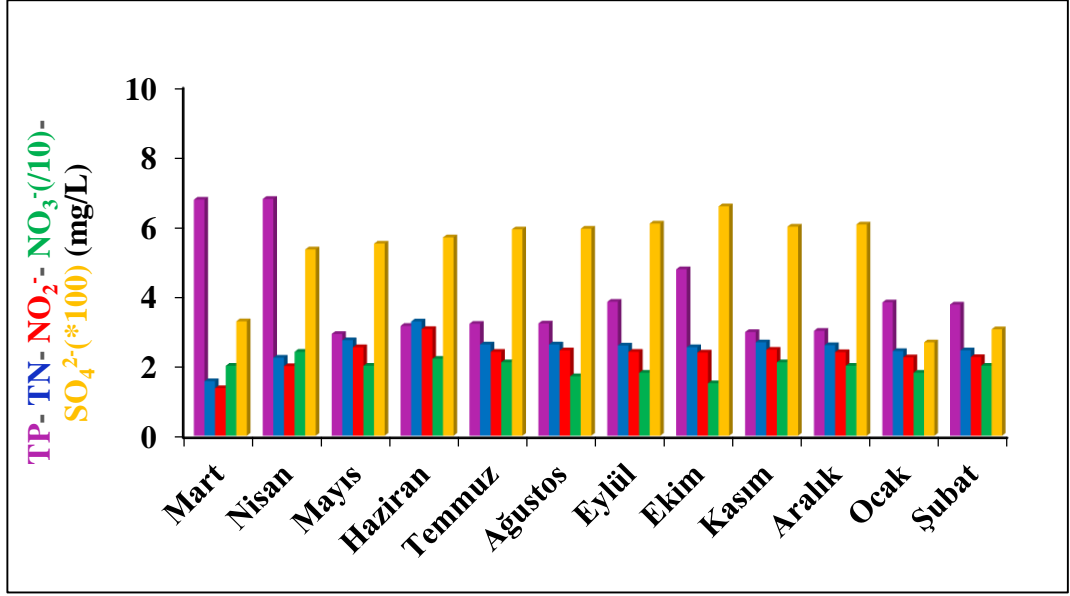
Şekil 4.76. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  ve  $SO_4^{2-}$ ) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.76'da (Ek-12) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde kum ortamında arıtılmış atık su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 7,15 mg/L olarak, en düşük değer ise 3,06 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun

tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,30 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,53 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,22 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,31 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında  $\text{NO}_2^-$  değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_2^-$  değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,26 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,16 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun  $\text{NO}_3^-$  değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 834 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 271 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre arıtılmış atık su uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun onbirinci ve onikinci ayda (Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü ayda (Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 3.9’a göre arıtılmış atık su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



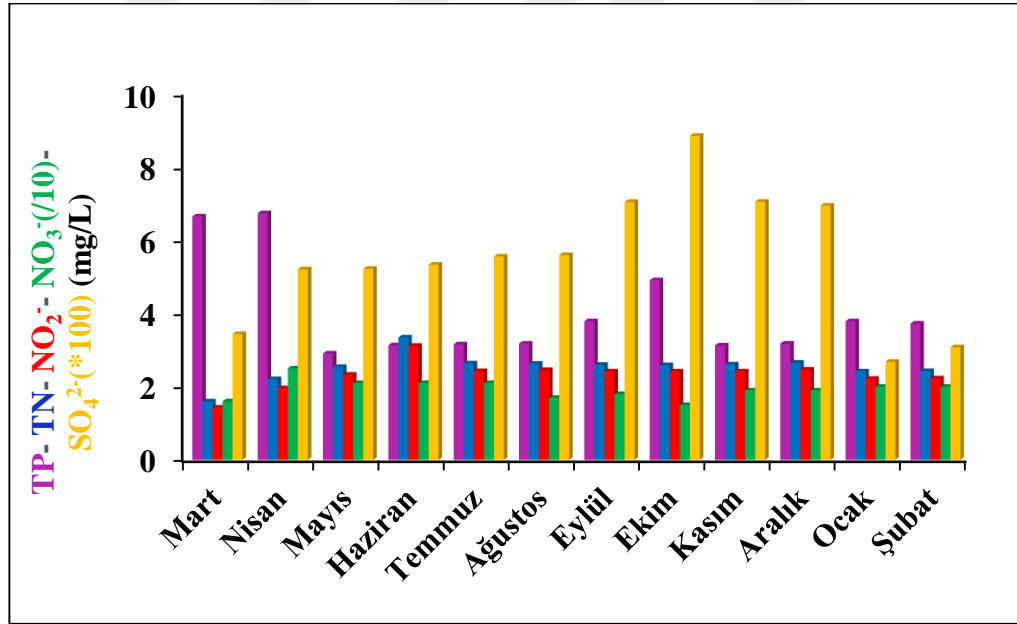
Şekil 4.77. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.77’de (Ek-9) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde kum ortamında çeşme su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,77 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,91 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,27 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,56 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,05 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,36 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,24 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 656 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 267 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre çeşme su uygulamasında,  $SO_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun birinci, onbirinci ve onikinci ayda (Mart, Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun ikinci, üçüncü ve dördüncü ayda (Nisan, Mayıs ve Haziran) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında  $SO_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda TP ve TN değerleri sırasıyla 0,56 mg/L ve 5,62 mg/L olarak belirlenmiştir. Tesis suyunda elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında yapılan çalışmada çeşme su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.78. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

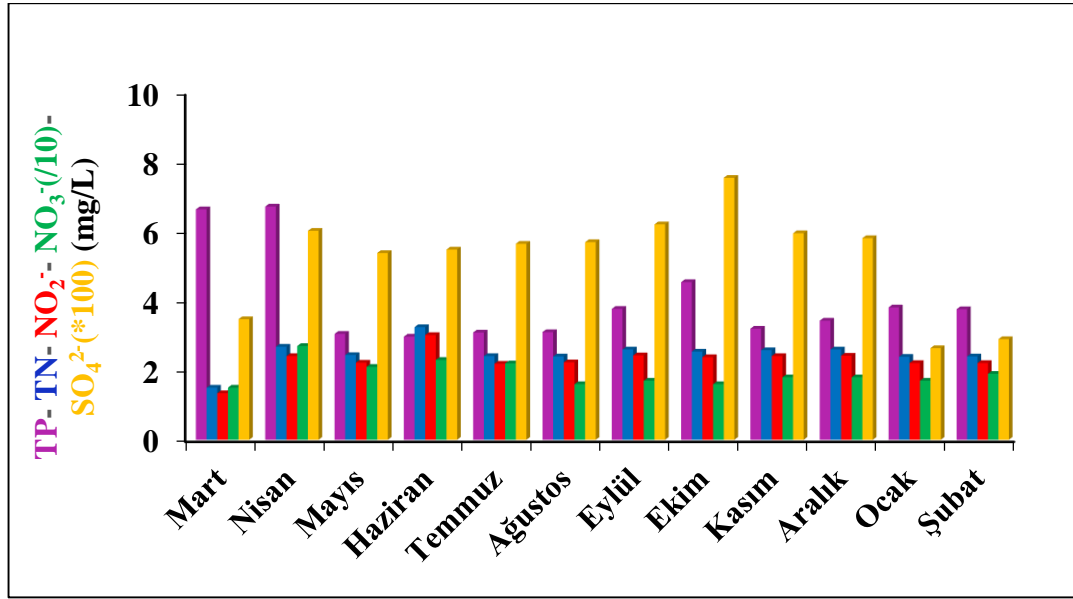
Şekil 4.78'de (Ek-10) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde kum ortamında %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,74 mg/L olarak, en

düşük değer ise 2,91 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,35 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,60 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,12 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,43 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında  $\text{NO}_2^-$  değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_2^-$  değerlerinin başlangıç değerlerine göre artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,25 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun  $\text{NO}_3^-$  değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_3^-$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 855 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 268 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre %50 arıtılmış atıksu uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun onbirinci ve onikinci ayda (Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı ayda (Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran, Temmuz ve Ağustos) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9’a göre %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

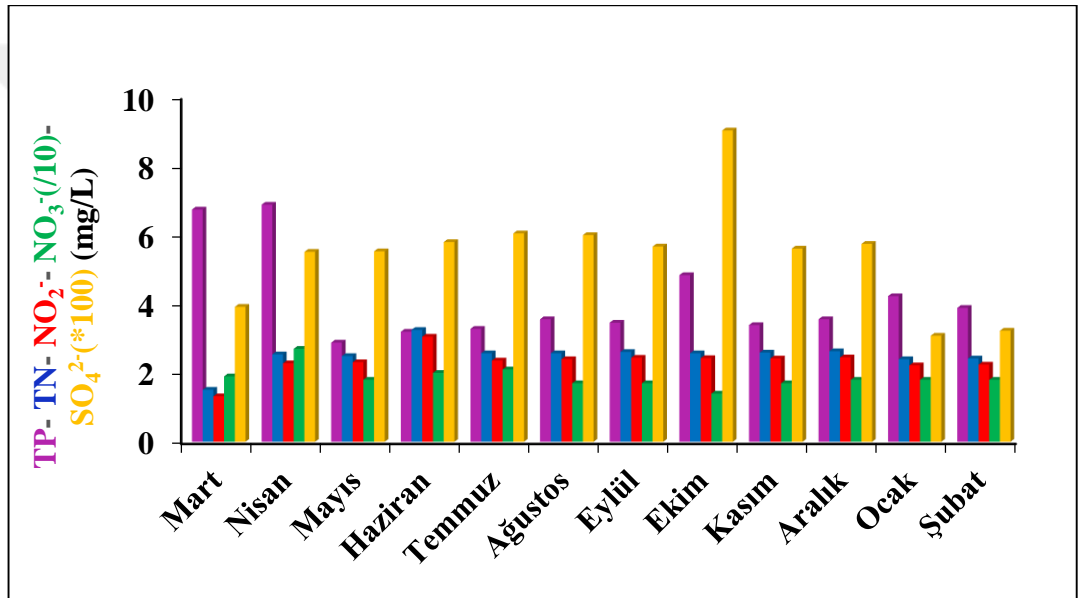


Şekil 4.79. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.79’de (Ek-11) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde kum ortamında %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,72 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,97 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,24 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,50 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,02 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,34 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,27 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 755 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 264 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %75 artılmış atıksu uygulamasında,  $SO_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun onbirinci ve onikinci ayda (Ocak ve Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ayda (Mart, Mayıs, Haziran ve Temmuz) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında  $SO_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



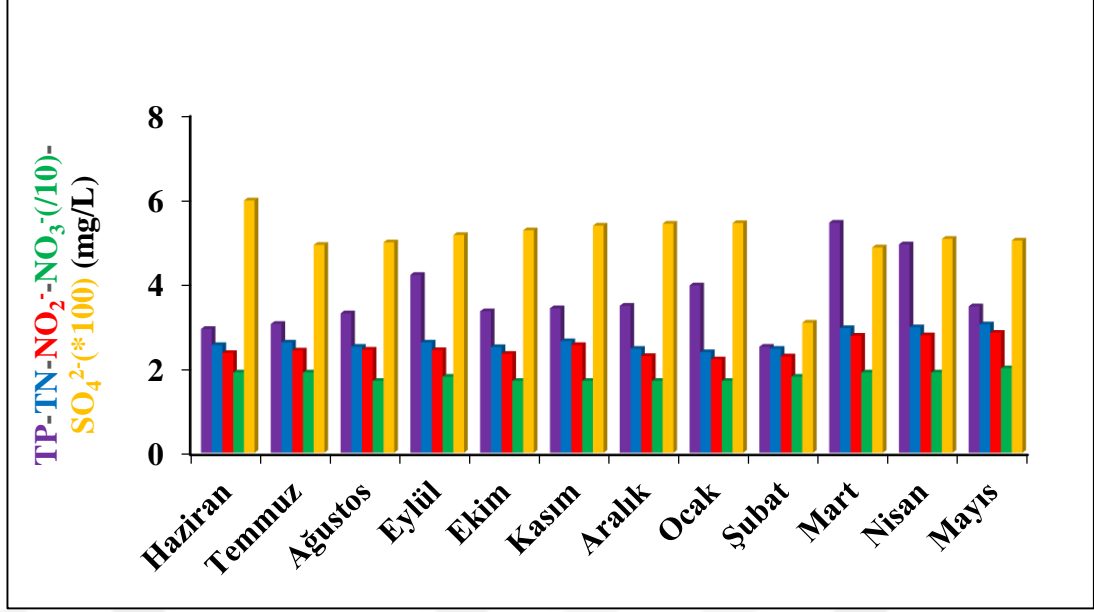
Şekil 4.80. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.80'de (Ek-12) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde kum ortamında arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,88 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,88 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,25 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,51 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,05 mg/L olarak, en düşük değer ise 1,32 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,27 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,14 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 903 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 308 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre artılmış atıksu uygulamasında, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerleri, yetiştirme periyodunun onbirinci ve onikinci ayda (Ocak ve şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci, ikinci, üçüncü, yedinci, dokuzuncu ve onuncu ayda (Mart, Nisan, Mayıs, Eylül, Kasım ve Aralık) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son iki ayı dışında SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 3.9’a göre artılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

Yetiştirme ortamı olaraktoprak kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* im türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 08.06.2019-01.05.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin anyon içeriklerindeki değişimler bir yıllık süre boyunca değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar şekil 4.81-4.88’de belirlenmiştir.



Şekil 4.81. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

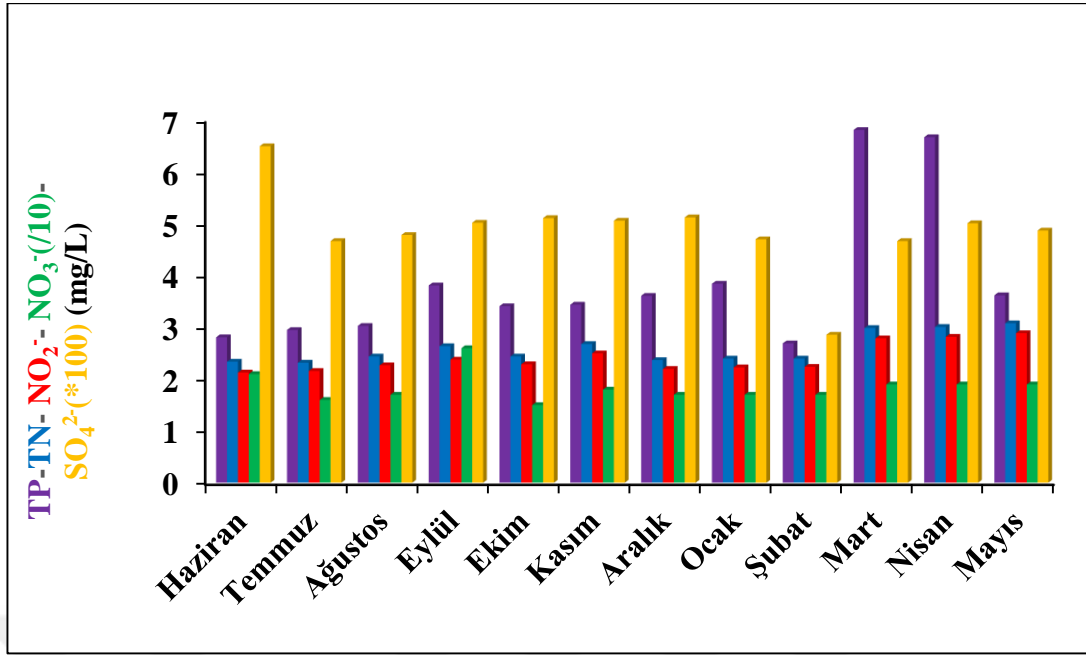
Şekil 4.78’de (Ek-13) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde toprak ortamında çeşme su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 5,44 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,51 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,04 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,38 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,84 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,21 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,20 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer 0,17 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I.

sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_3^-$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 596,33 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 308 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre çeşme su uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ayda (Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son ayında  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda TP ve TN değerleri sırasıyla 0,56 mg/L ve 5,62 mg/L olarak belirlenmiştir. Tesis suyunda elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında yapılan çalışmada çeşme su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.



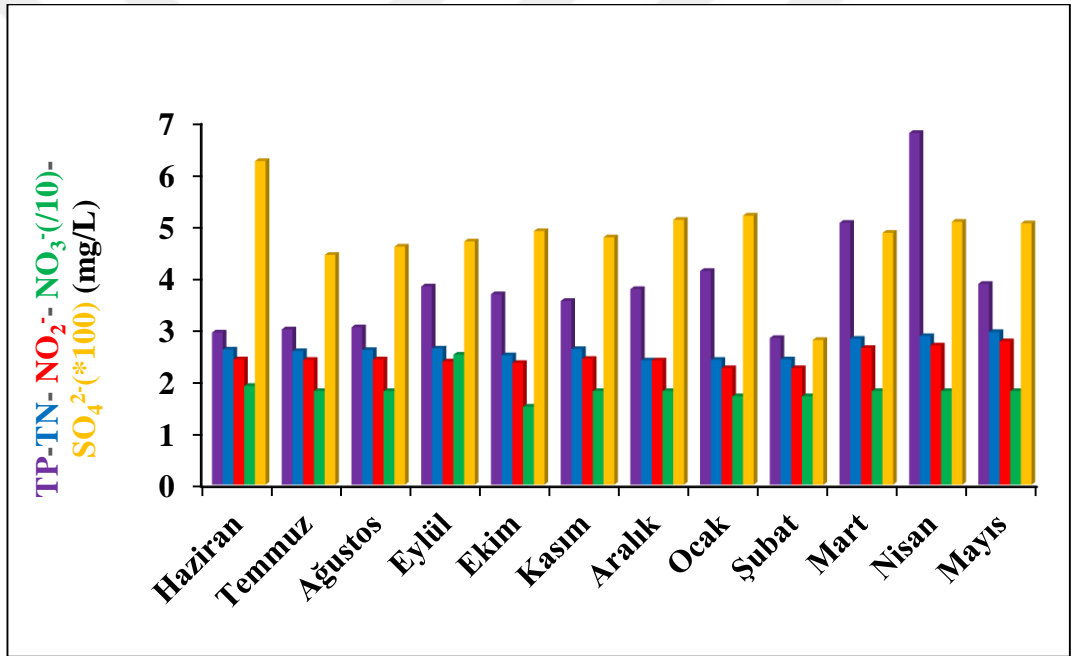
Şekil 4.82. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.82’de (Ek-14) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde toprak ortamında %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,81 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,69 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,08 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,32 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,89 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,16 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirilmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,26 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I.

sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_3^-$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 649,67 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 286 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %50 artılmış atıksu uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ayda (Şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son ayında  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin azaldığı eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



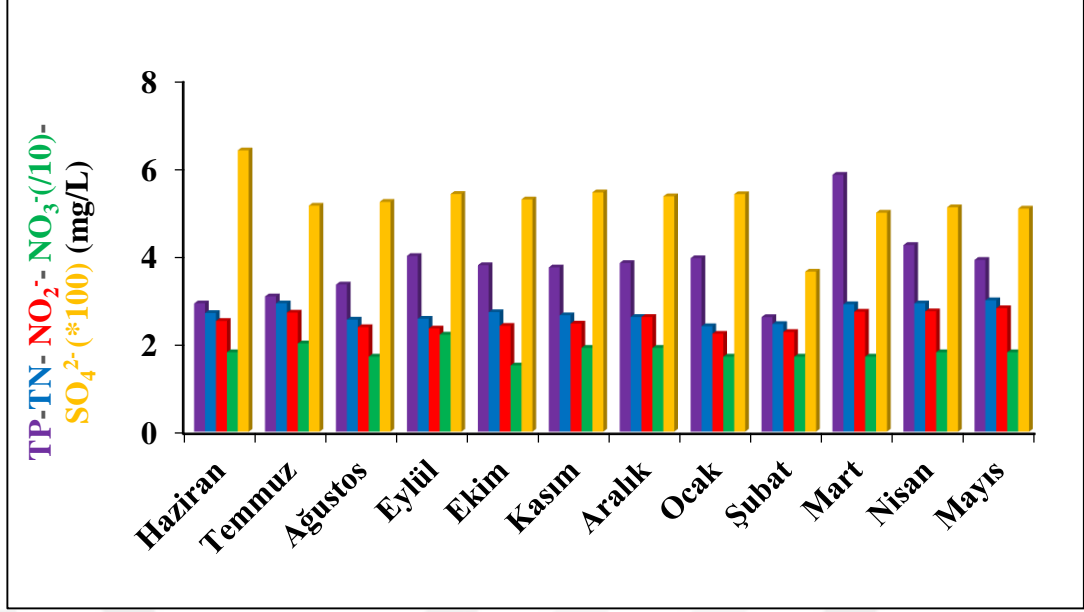
Şekil 4.83. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 artılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$ ) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.83'te (Ek-15) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde toprak ortamında %75 artılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,79 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,82 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık

yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 2,94 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,39 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,76 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,24 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılanm değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,25 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 624,33 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 278,67 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre %75 arıtılmış atıksu uygulamasında, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ayda (şubat) sulama suyu kalite sınıfı bakımından II. sınıf sulama suyu niteliğinde, yetiştirme periyodunun birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son ayında SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



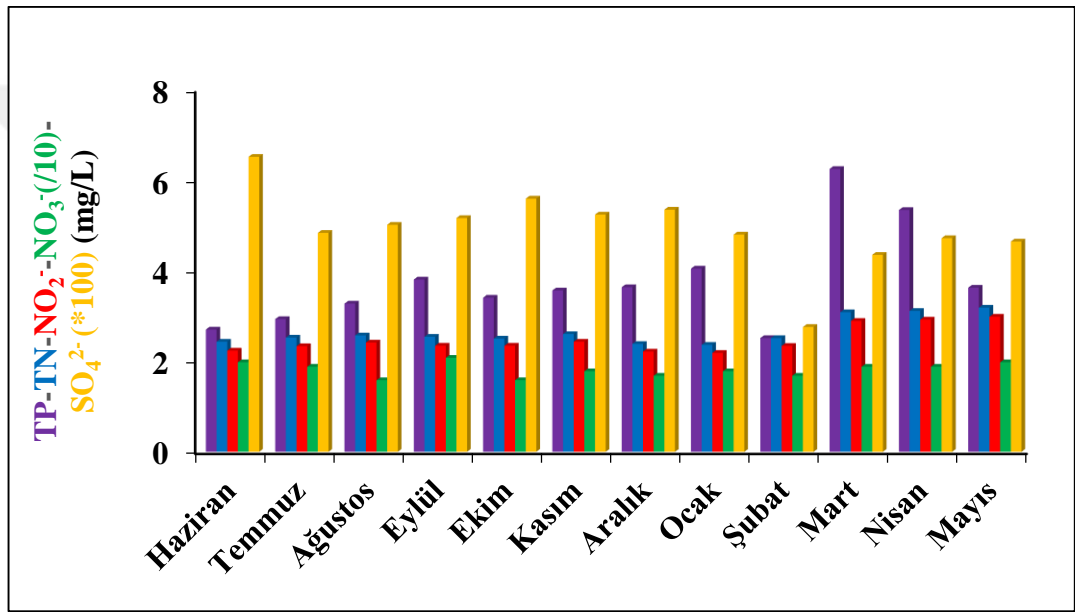
Şekil 4.84. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.84'te (Ek-16) görüldüğü gibi *Lolium* çim türünde toprak ortamında arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 5,84 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,60 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 2,98 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,39 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,80 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,22 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirilmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,22 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre drenaj suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I.

sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_3^-$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 639,67 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 363,33 mg/L (III. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre artılmış atıksu uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son ayında  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



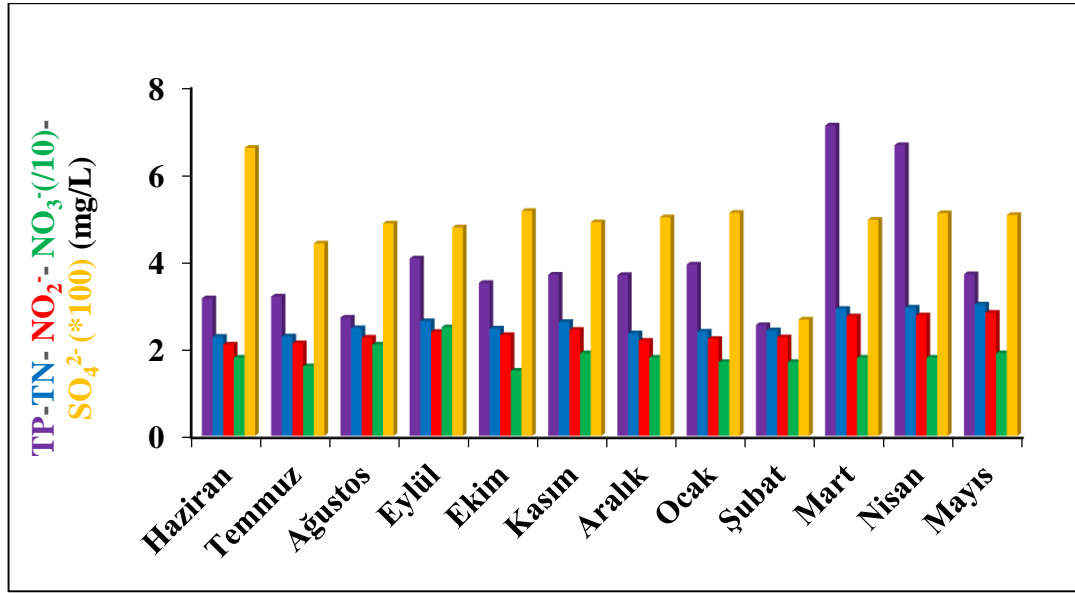
Şekil 4.85. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{SO}_4^{2-}$ ) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.85'te (Ek-13) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde toprak ortamında çeşme su ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,26 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,54 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,21 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,39 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 3,01 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,21 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılanma değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,21 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 653 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 278,67 mg/L (III. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre eşme su uygulamasında, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ay (şubat) II. sınıf sulama suyu niteliğinde ve birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son ayda SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9'a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda TP ve TN değerleri sırasıyla 0,56 mg/L ve 5,62 mg/L olarak belirlenmiştir. Tesis suyunda elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında yapılan çalışmada eşme su ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

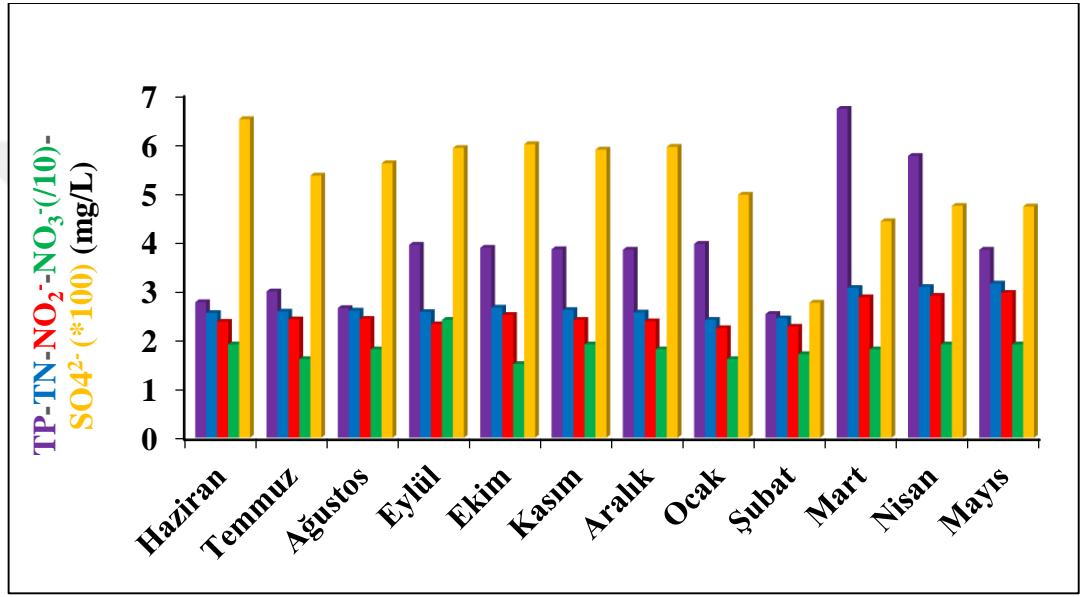


Şekil 4.86. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.86’da (Ek-14) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde toprak ortamında %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 7,10 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,55 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,02 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,28 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,83 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,10 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirilmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,25 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 659 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 267,67 mg/L (III. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6'ya göre %50 artılmış atıksu uygulamasında,  $SO_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ay (Şubat) II. sınıf sulama suyu niteliğinde ve birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son ayında  $SO_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



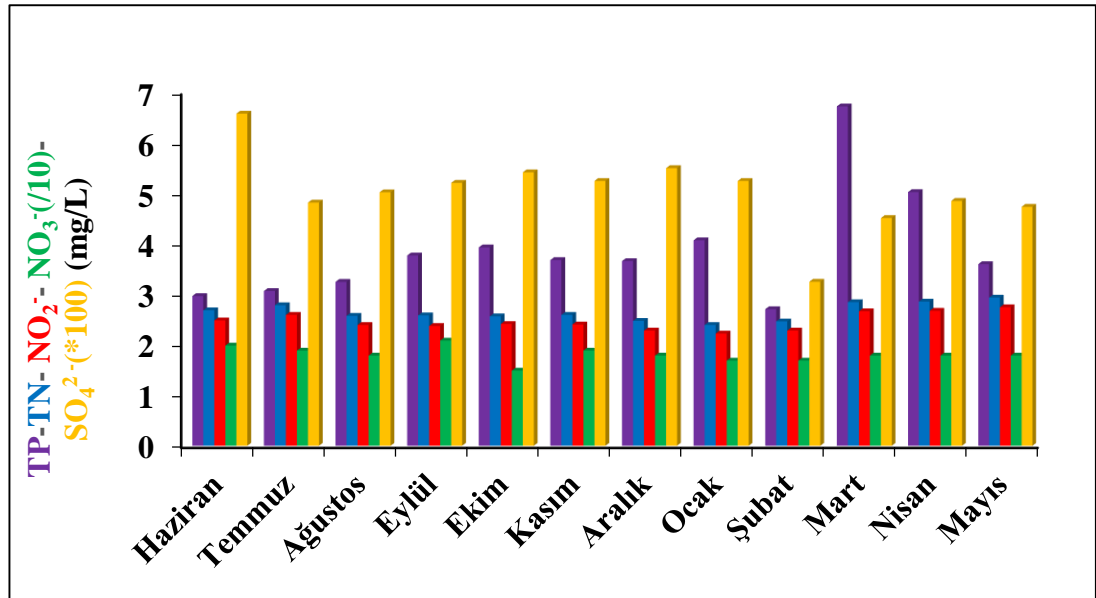
Şekil 4.87. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 artılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.87'de (Ek-15) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde toprak ortamında %75 artılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,70 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,52 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11'de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 3,14 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,40 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,95 mg/L

olarak, en düşük değer ise 2,23 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılanma değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,24 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda NO<sub>3</sub><sup>-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Sülfat değerlerinde en yüksek değer 649 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 275 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre %75 artılmış atıksu uygulamasında, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ay (şubat) II. sınıf sulama suyu niteliğinde ve ikinci, nc, sekizinci, onuncu, onbirinci ve onikinci ayda (Temmuz, Ağustos, Ocak, Mart, Nisan ve Mayıs) III. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda ise IV. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son dört ay dışında diğer aylarda SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.



şekil 4.88. Toprak ortamında *Festuca* im türünde, artılmış atıksu ile sulanan saksuların drenaj sularında anyon içeriklerinin (TP, TN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.88’de (Ek-16) görüldüğü gibi *Festuca* çim türünde toprak ortamında arıtılmış atıksu ile sulanan saksılardan alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki anyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, toplam fosfor değerlerinde en yüksek değer 6,72 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,72 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılan değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında TP değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda TP değerlerinin başlangıç değerlerine göre azaldığı gözlemlenmiştir.

Toplam azot değerlerinde en yüksek değer 2,95 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,41 mg/L olarak belirlenmiştir. Nitrit değerlerinde en yüksek değer 2,76 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,24 mg/L olarak elde edilmiştir. Tablo 3.11’de kıta içi su kaynaklarının sınıflarına ilişkin yapılanma değerlendirmeye göre yetiştirme periyodunun tüm aylarında  $\text{NO}_2^-$  değerleri IV. sınıf kategorisinde değerlendirilmiş ve 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_2^-$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Nitrat değerlerinde en yüksek değer 0,21 mg/L (I. Sınıf) olarak, en düşük değer ise 0,15 mg/L (I. Sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre drenaj çıkış suyunun  $\text{NO}_3^-$  değerleri, sulama suyu kalite sınıfı bakımından 12 aylık süre boyunca I. sınıf su sınıfında yer almıştır. 12 aylık yetiştirme periyodunun sonunda  $\text{NO}_3^-$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

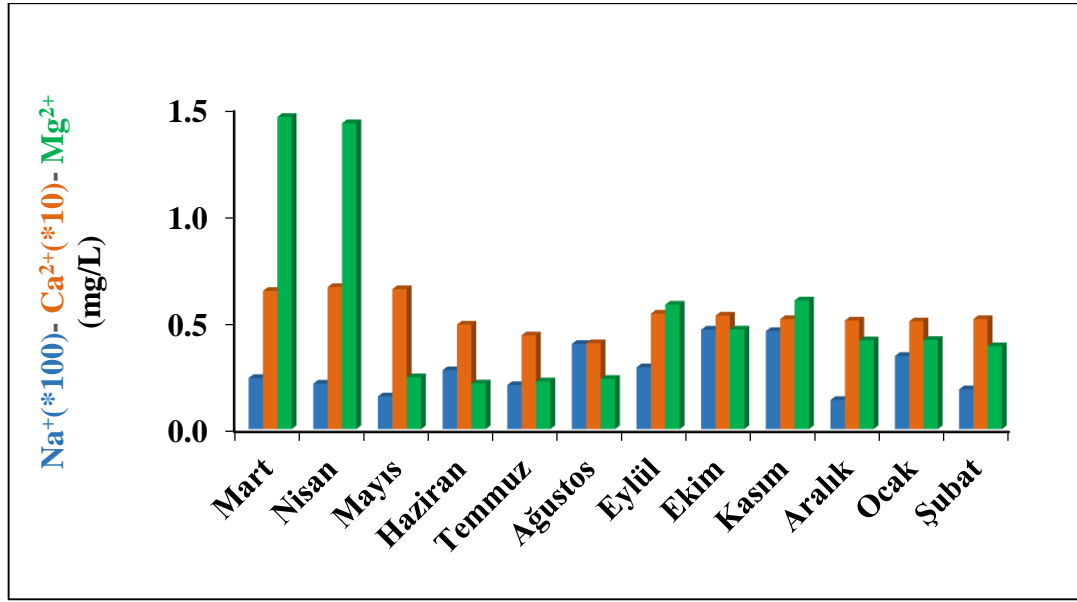
Sülfat değerlerinde en yüksek değer 657,67 mg/L (IV. sınıf) olarak, en düşük değer ise 326,33 mg/L (II. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.6’ya göre arıtılmış atıksu uygulamasında,  $\text{SO}_4^{2-}$  değerleri, yetiştirme periyodunun dokuzuncu ay (Şubat) II. sınıf sulama suyu niteliğinde ve birinci ayda (Haziran) IV. sınıf sulama suyu niteliğinde ve diğer aylarda III. sınıf sulama suyu niteliğinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun 12 aylık sürecinde son dört ay dışında diğer aylarda  $\text{SO}_4^{2-}$  değerlerinin artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 3.9’a göre Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunda yapılan analiz sonucunda TP ve TN değerleri sırasıyla 0,56 mg/L ve 5,62 mg/L olarak belirlenmiştir. Tesis suyunda elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında yapılan çalışmada arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında elde edilen drenaj sularında TP değerlerinin daha yüksek, TN değerlerinin ise daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir.

Çalışılan tez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda; Ada, H. (2011) yaptığı çalışmada Kocaeli kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanaklarının araştırılmıştır. Çalışmada çim bitkisine 5 farklı şebeke ve atıksu karışımı uygulanmıştır. Analiz sonucunda çeşme suyu toplam fosfor, toplam azot, nitrat ve sülfat parametre değerleri, sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterlerine göre 1. Sınıf su değerinde ve arıtılmış atıksu parametre değerleri çoğu 1.sınıf çıkmıştır ve bu değerlere göre yeşil alanların sulanmasında kullanılabilceği görülmektedir.

Bozdoğan, E. (2009) çalışmasında, Karaisalı ilçesi kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulamalarında kullanılabilme olanaklarının araştırılmasında iki yıl boyunca arıtılmış atıksuyun ortalama toplam azot (N) ve toplam fosfor miktarları hem kentsel atıksuda, hem de arıtılmış atıksuda iki yılda da sınır değerlerin altında olduğunu tespit etmiştir. Sülfat değerler bakımından Karaisalı ilçesinin kentsel atıksularının iyi kalitede olduğu sonucuna varmıştır.

Tarı, P (2011) çalışmasında, arıtılmış atıksuların sulamada kullanımını üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışma Karaağaç köyündeki sahildeki Artur tatil köyünde gerçekleştirilmiştir. Biyolojik atıksu arıtma tesisinin başlangıç suyu çimlerin sulanması amacıyla inşa edilmiş olup ve 01.07.2010 tarihinde alınan numunelerin analiz sonuçları sulama sularının sınıflandırılmasına göre SO<sub>4</sub> değerleri I. Sınıf olarak ve NO<sub>3</sub> analiz sonuçları III. Sınıf olarak sınıflandırılmıştır. 13.08.2010 tarihinde NO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> değerleri II. Sınıf ve 14.09.2010 tarihinde alınan numunelerin SO<sub>4</sub> değerleri II. Sınıf ve NO<sub>3</sub> değerleri III. Sınıfa girmektedir ve bu arıtılan sular, sulama suyu olarak uygun bulunduğu belirtilmektedir.

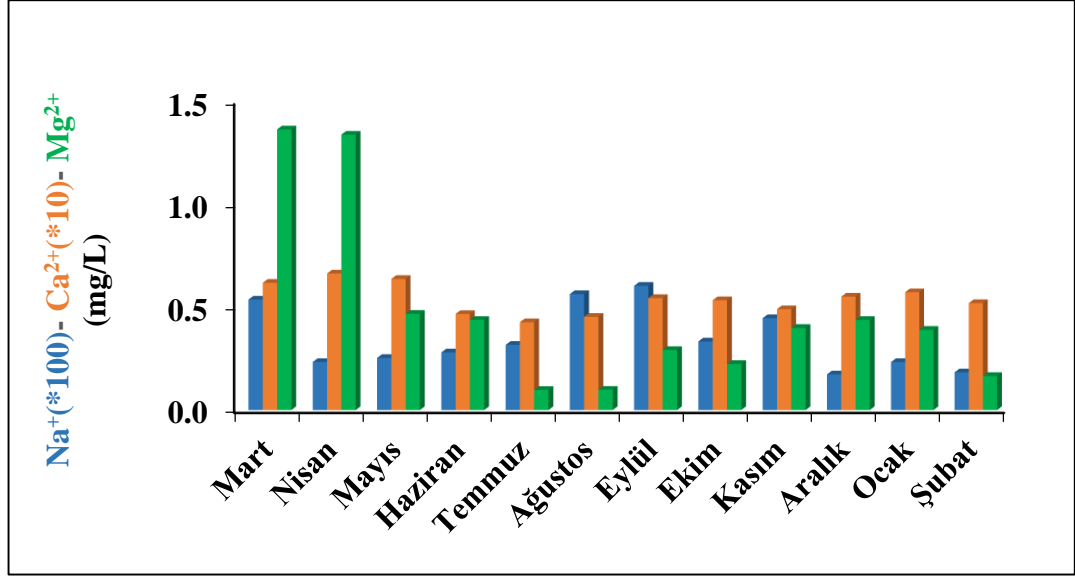
Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan ve 02.03.2019- 03.02.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin katyon içeriklerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.89- 4.96'da belirlenmiştir.



Şekil 4.89. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme suyu ile sulanan saksıların drenaj sularında kation içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.89’da (Ek-9) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde çeşme suyu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki kation içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çeşme suyu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 46,67 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 13,67 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Sodyum değerleri 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin (I. sınıf su 125 mg/L, II. sınıf su 125 mg/L, III. sınıf su 250 mg/L ve IV. sınıf su > 250 mg/L) çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır.

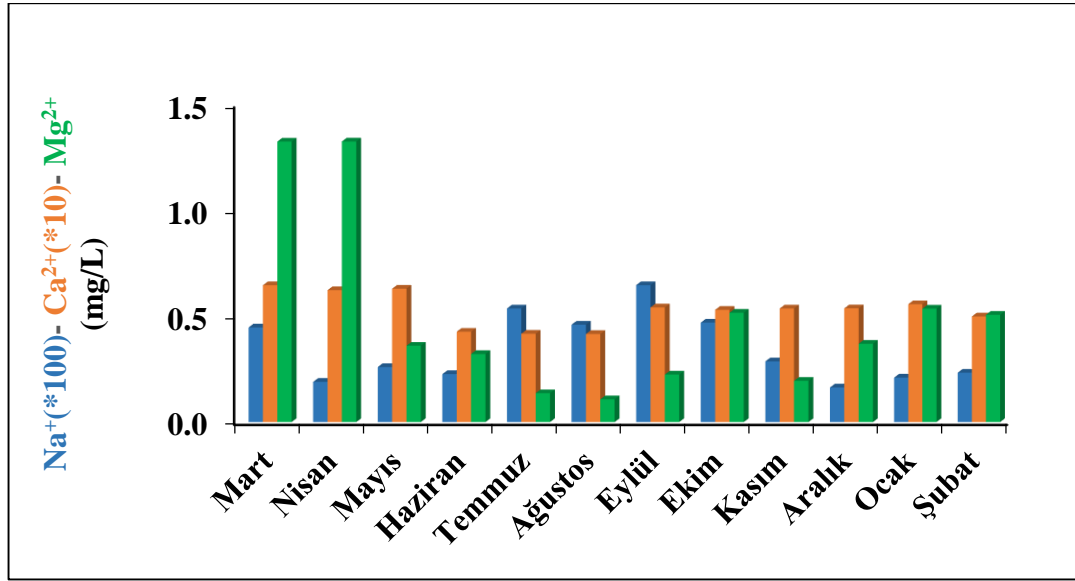
*Lolium* çim türünde çeşme suyu ile sulama sonrası saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,57 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,03 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 1,46 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,21 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriği, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.90. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

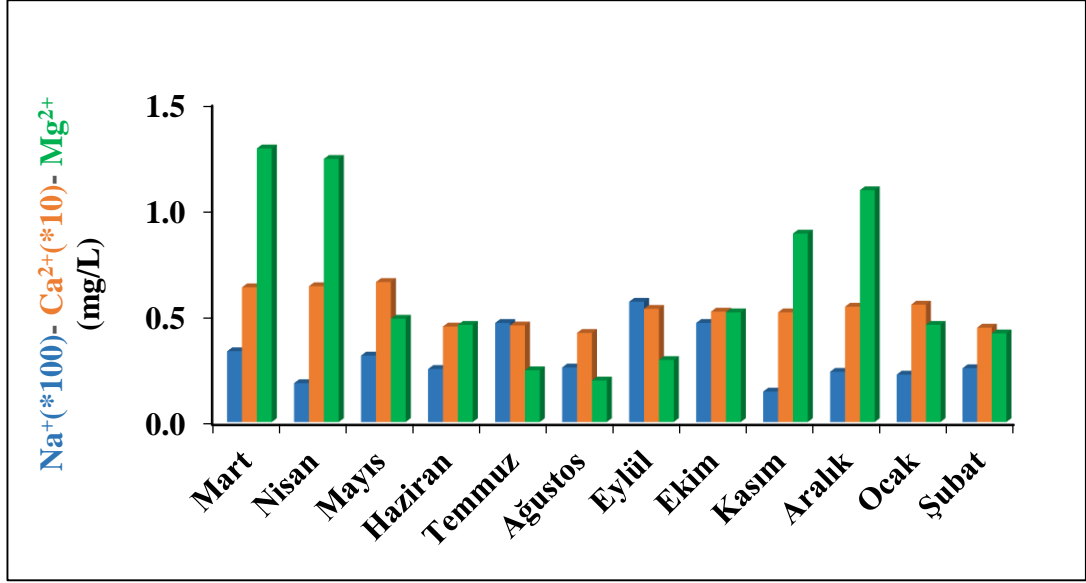
Şekil 4.90’da (Ek-10) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde %50 arıtılmış atık su ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %50 arıtılmış atık su uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 60,33 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 17,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir.

Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %50 arıtılmış atık su ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,63 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,27 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 1,36 mg/L, en düşük değer ise 0,10 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.91. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.91’de (Ek-11) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde %75 arıtılmış atık su ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %75 arıtılmış atık su uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 64,67 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 16,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,47 mg/L, en düşük değer ise 4,16 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 1,33 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,11 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

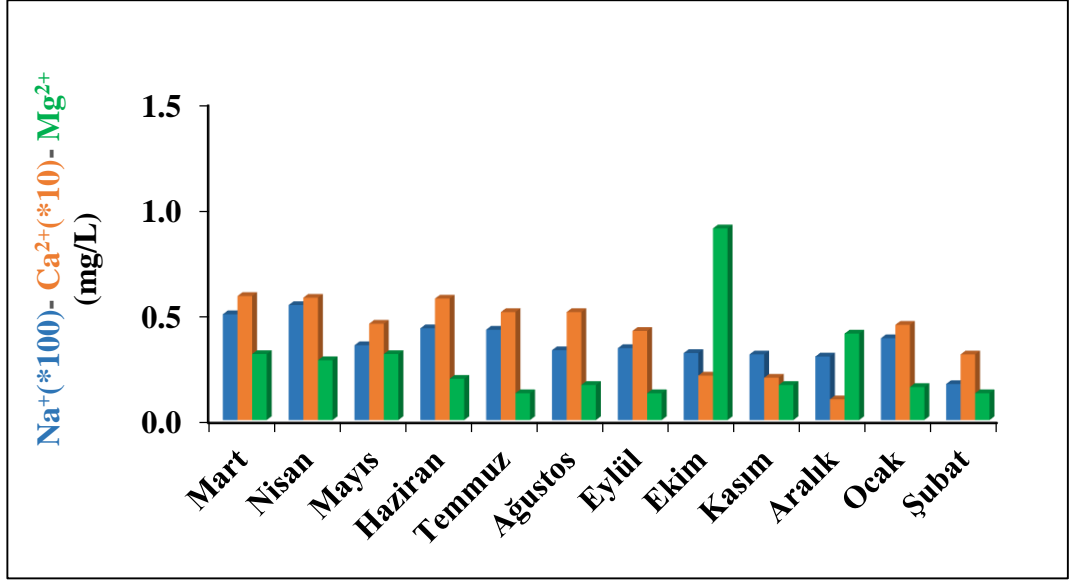


Şekil 4.92. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atık su ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.92’de (Ek-12) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde arıtılmış atık su ile sulanan denemelerden alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, arıtılmış atık su uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 56,67 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 14,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır.

Arıtılmış atık su ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,60 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,20 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 1,29 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,20 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

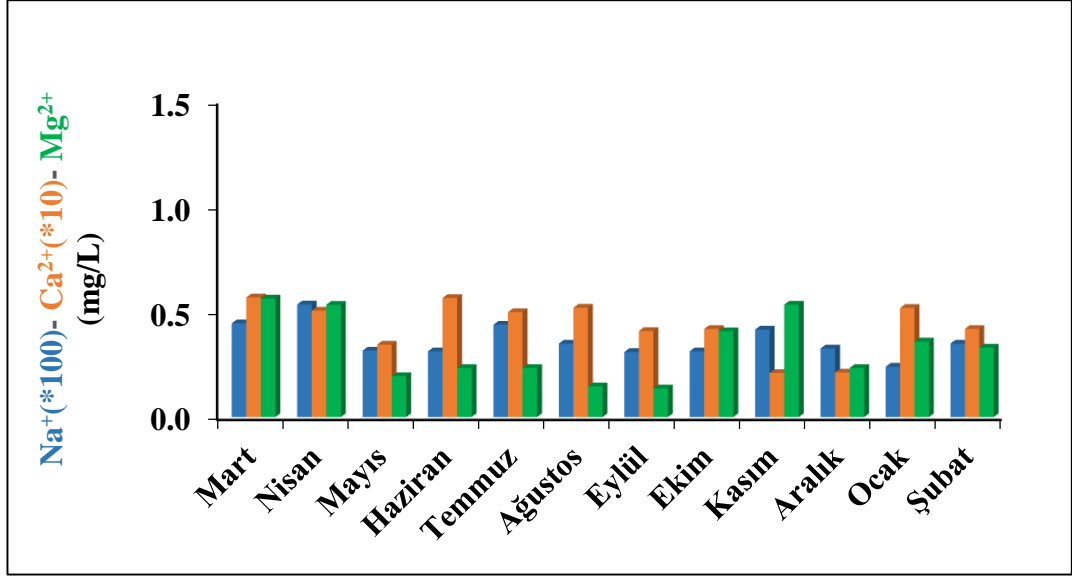


Şekil 4.93. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.93'te (Ek-9) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde çeşme su ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çeşme su uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 54,33 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 17 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir.

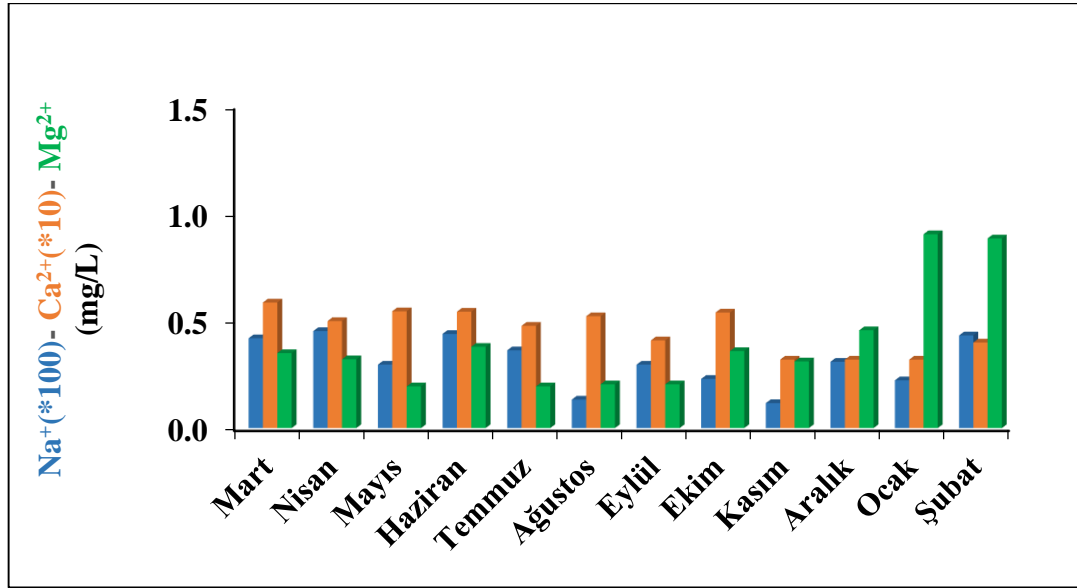
Çeşme su ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 5,86 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,98 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,91 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,13 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



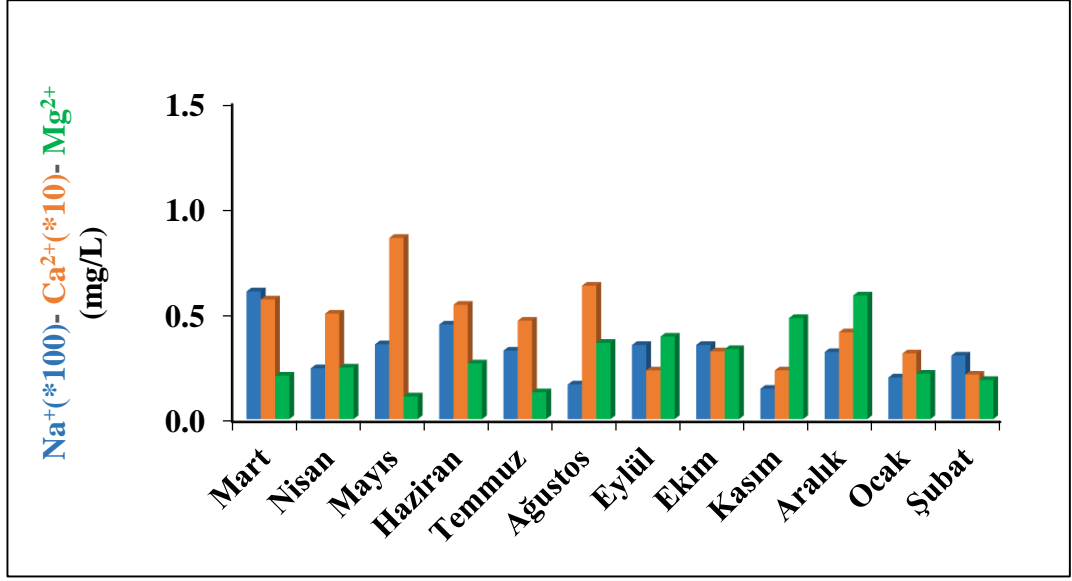
Şekil 4.94. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.94’te (Ek-10) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %50 artırılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 53,67 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 24 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 5,70 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,10 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,56 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,14 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.95. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.95'te (Ek-11) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde %75 arıtılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %75 arıtılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 45,33 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 11,67 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11'de "SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 5,87 mg/L olarak, en düşük değer ise 3,20 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,91 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,19 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

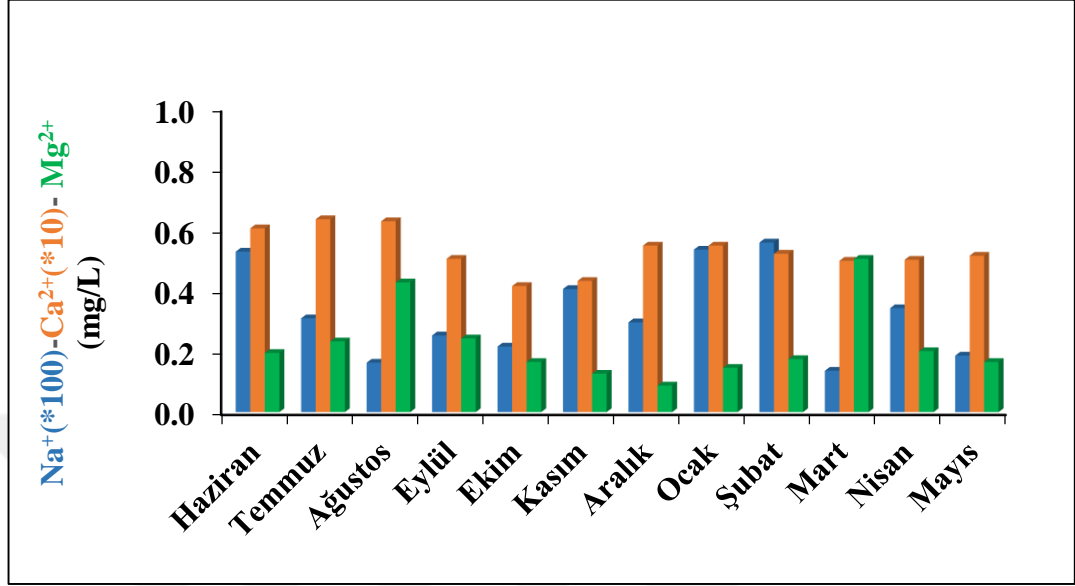


Şekil 4.96. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019-03.02.2020)

Şekil 4.96’da (Ek-12) görüldüğü gibi kum ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj çıkış suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, arıtılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 60,33 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 14,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. Arıtılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 8,56 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,10 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,58 mg/L olarak, en düşük değer 0,11 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

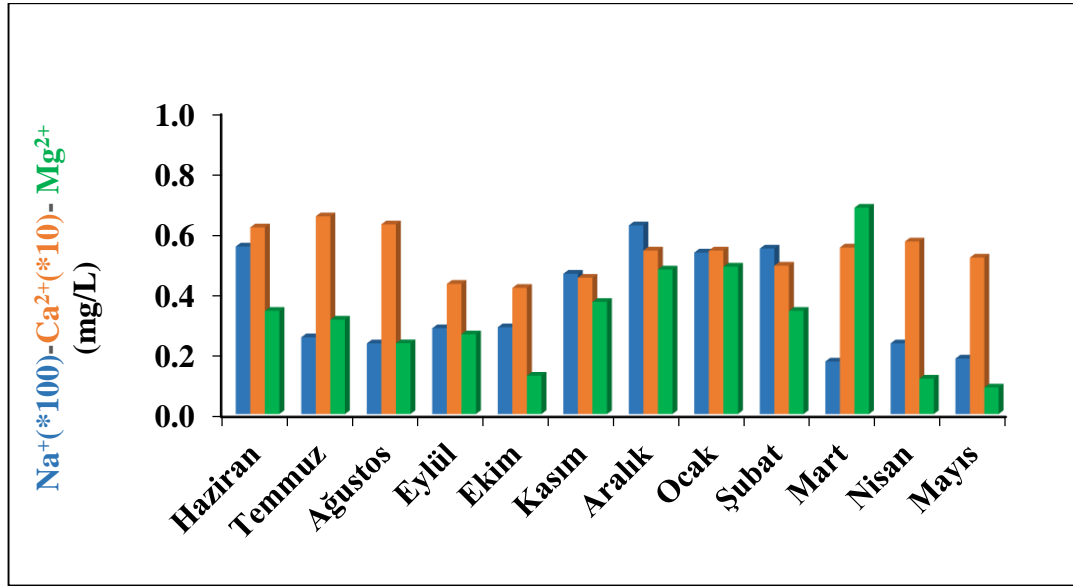
Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan ve 08.06.2019- 01.05.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin katyon

içeriklerinin değişimi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.97-4.104'te verilmiştir.



Şekil 4.97. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

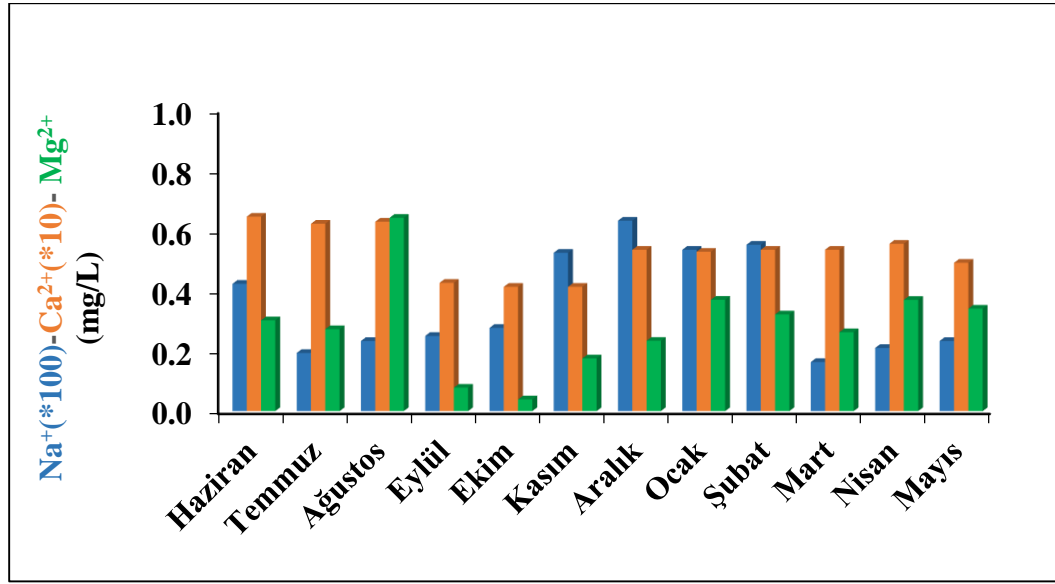
Şekil 4.97’de (Ek-13) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde çeşme su ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çeşme su uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 56 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 13,67 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. Çeşme su ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj çıkış sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,37 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,17 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,51 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,09 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.98. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

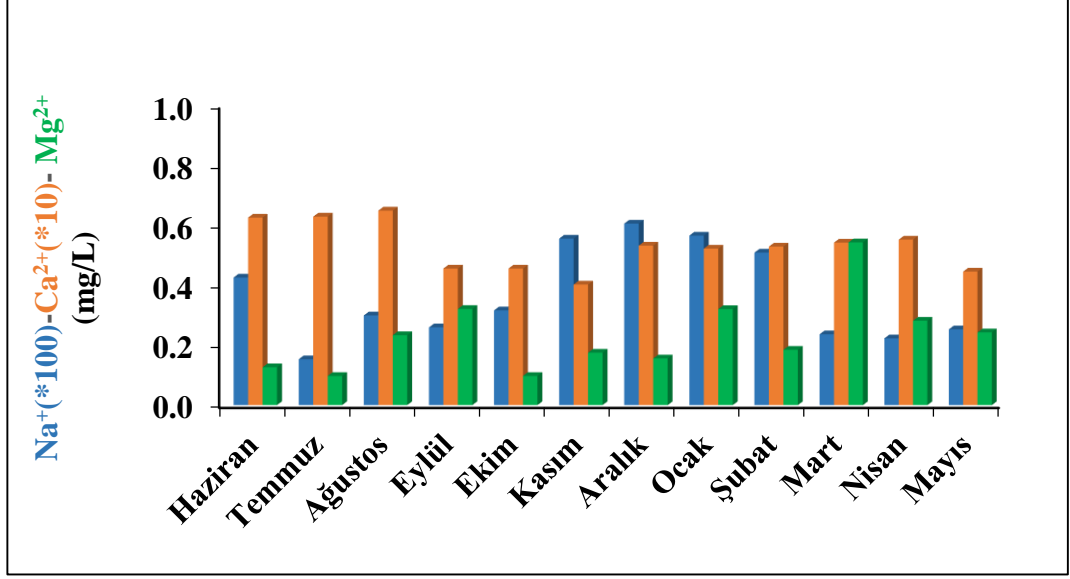
Şekil 4.98’de (Ek-14) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde %50 arıtılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %50 arıtılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 62,33 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 17,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,53 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,17 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,68 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,09 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.99. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

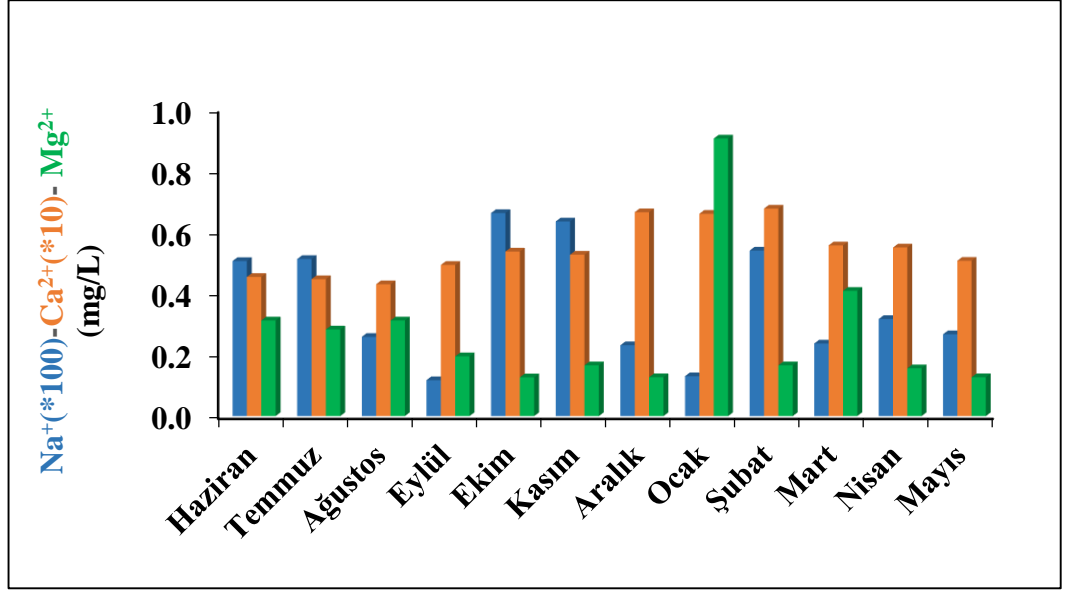
Şekil 4.98’de (Ek-15) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde %75 arıtılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %75 arıtılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 63,33 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 16,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,47 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,17 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,64 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,04 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.100. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

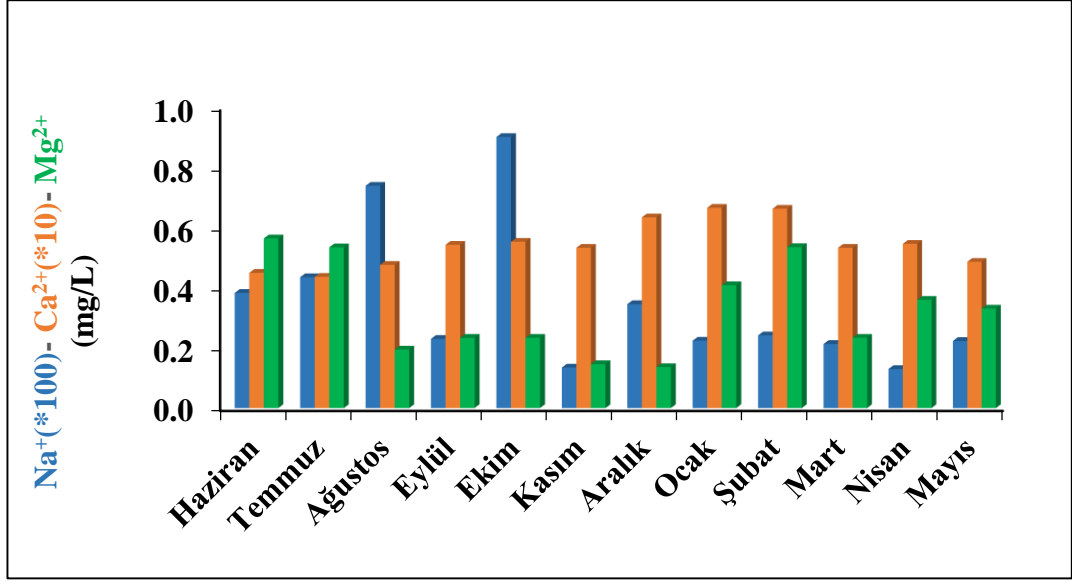
Şekil 4.100’de (Ek-16) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Lolium* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, arıtılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 60,67 mg/L(I. sınıf) olarak, en düşük değer 15,33 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. Arıtılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,50 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,03 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,54 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,10 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



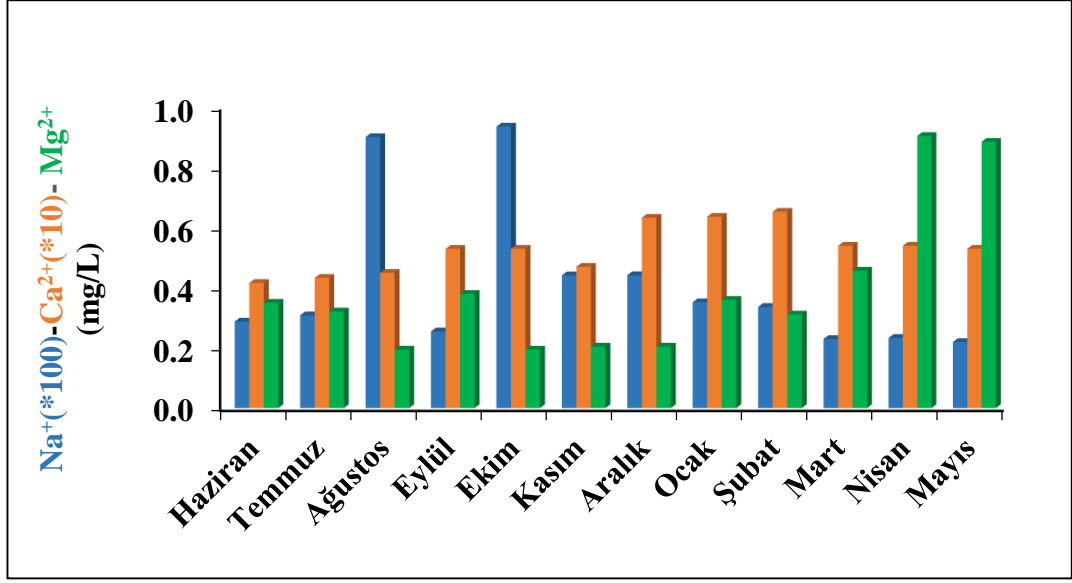
Şekil 4.101. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, çeşme su ile sulanan saksıların drenaj sularında kation içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019-01.05.2020)

Şekil 4.101’de (Ek-13) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde çeşme su ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki kation içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, çeşme su uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 66,23 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer 11,70 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. Çeşme su ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,77 mg/L olarak, en düşük değer ise 4,30 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,91 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,13 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.102. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

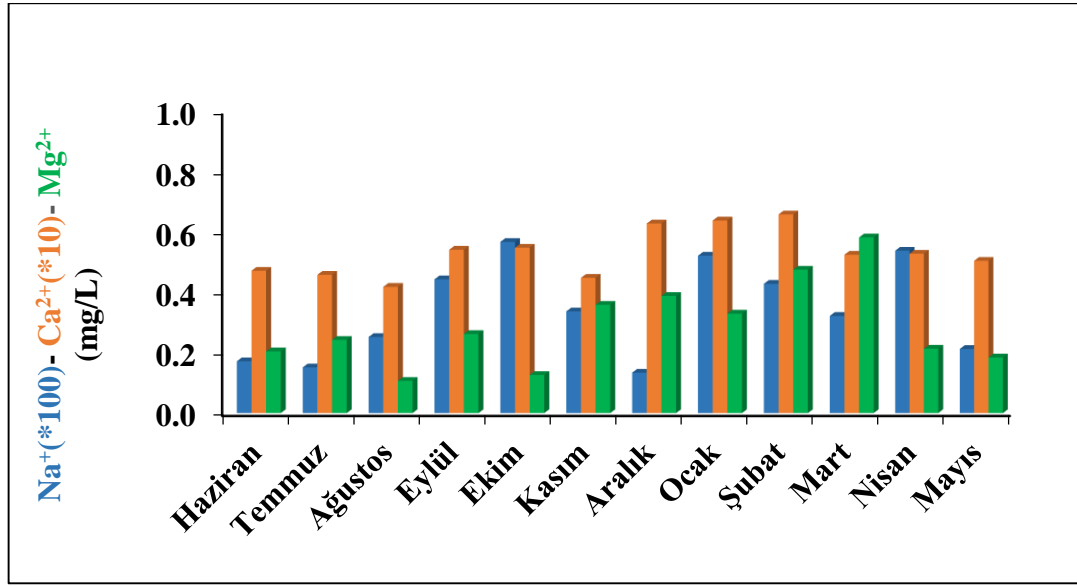
Şekil 4.102’de (Ek-14) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde %50 artırılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %50 artırılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 53,67 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 24 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11’de “SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %50 artırılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 5,70 mg/L olarak, en düşük değer ise 2,10 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,56 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,14 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.103. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 artırılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.103'te (Ek-15) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde %75 artırılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, %75 artırılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 93,70 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 22 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11'de "SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. %75 artırılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum Ca seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer 6,53 mg/L olarak, en düşük değer 4,17 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj çıkış suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,91 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,19 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.104. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında katyon içeriklerinin (sodyum, kalsiyum ve magnezyum) değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.103'te (Ek-16) görüldüğü gibi toprak ortamında yetiştirilen *Festuca* çim türünde arıtılmış atıksu ile sulanan denemelerden alınan drenaj suyu örneklerindeki katyon içeriklerine ilişkin sonuçlar 12 aylık süre boyunca karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre, arıtılmış atıksu uygulamasında sodyum değeri bakımından en yüksek değer 56,90 mg/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 13,45 mg/L (I. sınıf) olarak elde edilmiştir. Drenaj çıkış suyu sodyum içeriği yönünden 12 aylık süre boyunca Tablo 3.11'de "SKKY Kıta İçi Su kaynakları için verilen sınıflandırma değerlerinin çok altında değerler olarak tüm yetiştirme periyodu boyunca I. sınıf sulama suyu sınıfında yer almıştır. Arıtılmış atıksu ile sulama uygulaması yapılan saksılardan elde edilen drenaj sularındaki kalsiyum seviyelerine bakıldığında; en yüksek değer yetiştirme 6,60 mg/L olarak, en düşük değer 4,20 mg/L olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodu genel olarak değerlendirildiğinde drenaj suyunun Ca içeriğinin hafif bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

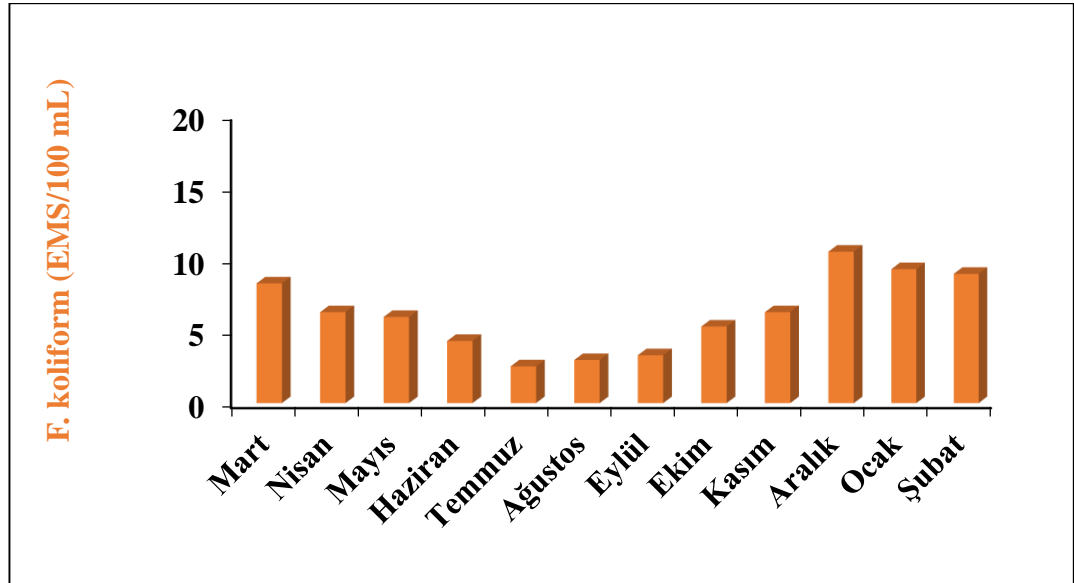
Magnezyum değerleri bakımından en yüksek değer 0,58 mg/L olarak, en düşük değer ise 0,11 mg/L olarak elde edilmiştir. Drenaj suyunun magnezyum içeriğinin, başlangıç değerlerine göre yetiştirme periyodunun genelinde azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir.

Çalışılan tez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda, Bozdoğan, E. (2009) tarafından yapılan araştırmalara göre, Karaisalı ilçesi kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulamalarında kullanılma hedefiyle iki yıl boyunca

artılmış atıksuyun Na değerleri kıta içi su kaynakları sınıflarında verilen değerlerin altında çıkmıştır. En yüksek Na değeri (11,4 meq/L) ve 2. yıl (11,84 meq/L) ve en düşük değer 1. yıl (4,63 meq/L) ve (2,3,59 meq/L) elde edilmiştir. En yüksek kalsiyum değeri 1. yıl (4,96 mg/L) ve 2. yıl (5,2 mg/L) ve en düşük değer 1 yıl (1,76 meq/L) ve 2 yıl (2,8 meq/L) belirlenmiştir. Magnezyum değerlerinde en yüksek değer 1 yıl (3,48 meq/L) ve 2 yıl (3,6 meq/L) ve en düşük değer 1 yıl (0,6 meq/L) ve 2 yıl (0,36 mg/L) bulunduğu belirtilmiştir.

İnsanların temas edebileceği bahçe, park gibi alanlarda çim ve bitkilerin çok iyi kalitede sulama suyu ile sulanması gerekmektedir. Bu durumda, sulama suyunda koliform bulunmamalıdır ve suyun mikrobiyolojik açıdan kalitesi çok iyi kontrol edilmelidir. Çalışmada artılmış atıksuda fekal koliform gideriminin yüksek olduğu belirlenmiştir.

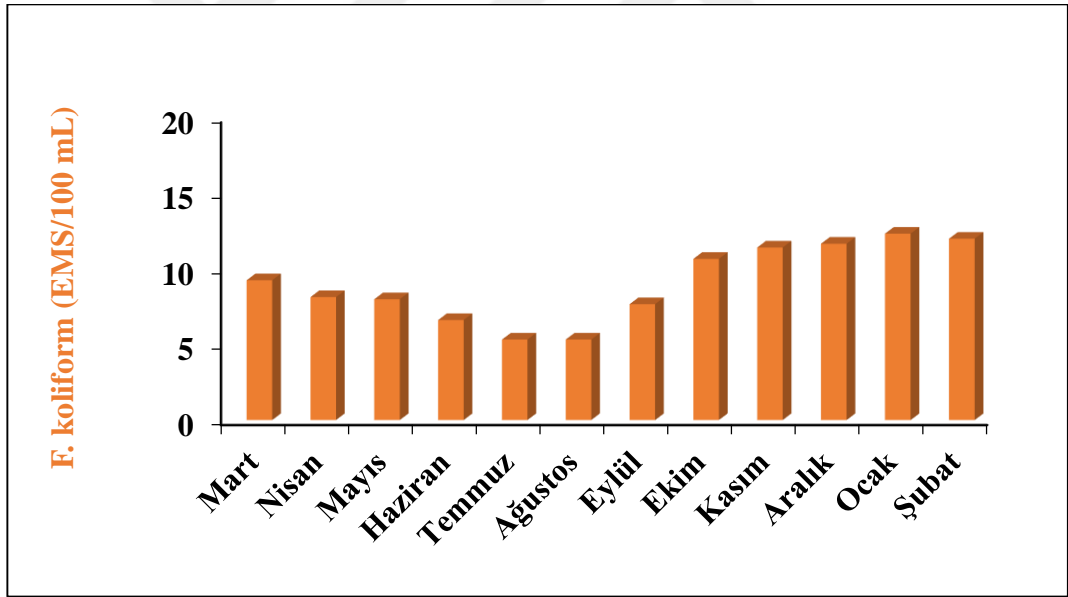
Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 02.03.2019-03.02.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin fekal koliform değerlerinin bir yıllık süreç içerisindeki değişimleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.105- 4.110'da belirlenmiştir.



Şekil 4.105. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %50 artılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.105'te (Ek-17) görüldüğü gibi, %50 artılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki

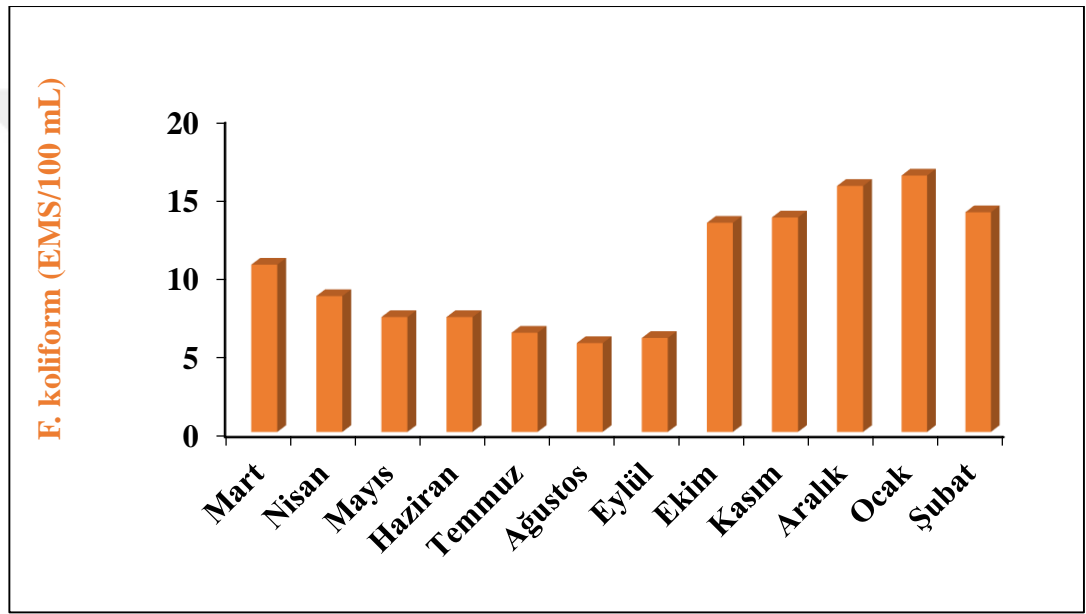
fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.105'te incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 10,54 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. Yetiştirme periyodunun bu dönemi, düşük buharlaşma ve bitki su tüketimi nedeniyle daha az sulama suyunun kullanıldığı ve birim subaşına koliform sayısının daha yüksek olduğu periyottur. En düşük değer ise 2,56 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun bu döneminde yüksek sıcaklıklar, bitki su tüketim miktarlarının artmasına ve bununla birlikte su birimi başına koliform sayısı ve değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Bununla birlikte Tablo 3.11'de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100mL olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun tüm aylarında %50 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.106. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

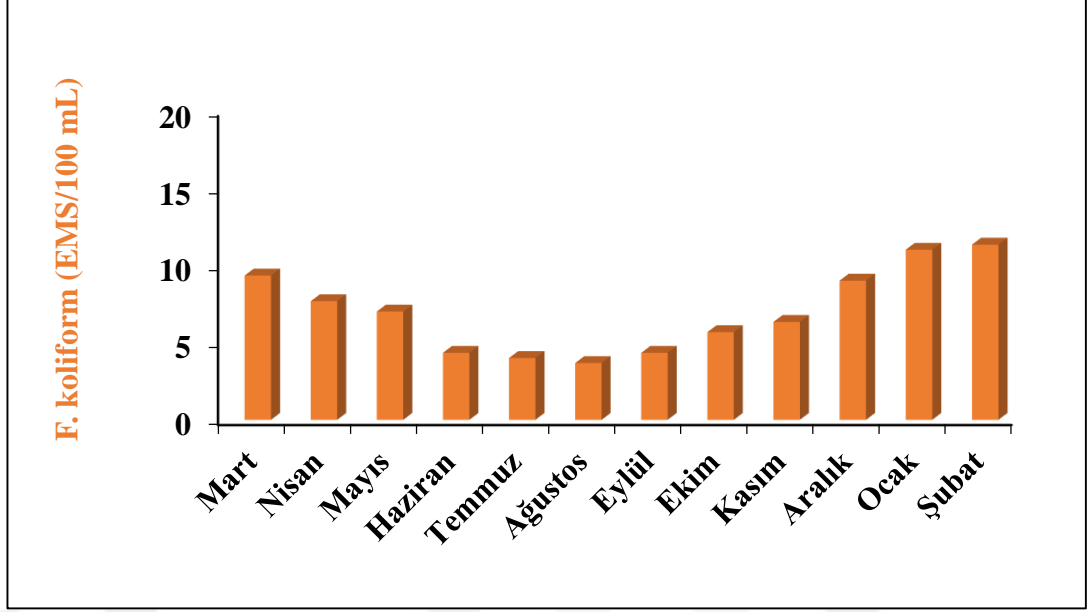
Şekil 4.106'da (Ek-18) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.106'da incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %75 arıtılmış atık su ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 12,33 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. Yetiştirme periyodunun bu dönemi, düşük buharlaşma ve bitki su tüketimi nedeniyle daha az sulama suyunun kullanıldığı ve birim subaşına koliform

sayısının daha yüksek olduğu periyottur. En düşük değer ise 5,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Yetiştirme periyodunun bu döneminde yüksek sıcaklıklar, bitki su tüketim miktarlarının artmasına ve bununla birlikte su birimi başına koliform sayısı ve değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Bununla birlikte Tablo 3.11’de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %75 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



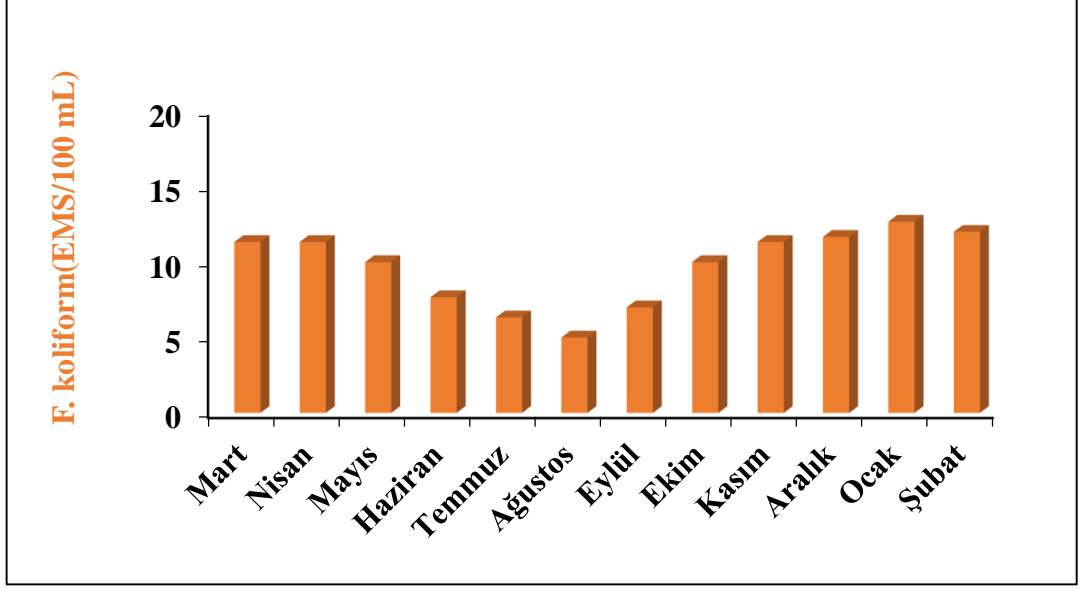
Şekil 4.107. Kum ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.107’de (Ek-19) görüldüğü gibi, arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.107’de incelendiğinde fekal koliform değerlerinin arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 16,33 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 5,67 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11’de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



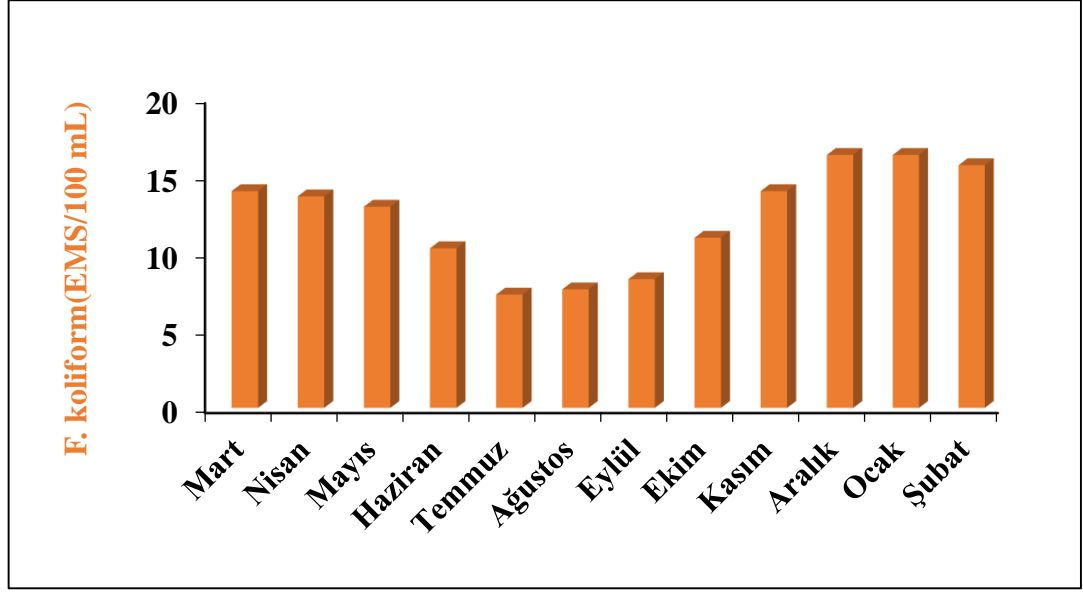
Şekil 4.108. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.108’de (Ek-17) görüldüğü gibi, %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.108’de incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 11,33 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. Yetiştirme periyodunun bu dönemi, düşük buharlaşma ve bitki su tüketimi nedeniyle daha az sulama suyunun kullanıldığı ve birim subaşıma koliform sayısının daha yüksek olduğu periyottur. En düşük değer ise 3,67 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11’de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %50 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.109. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.109’da (Ek-18) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.109’da incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 12,67 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 5,00 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11’de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %75 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.

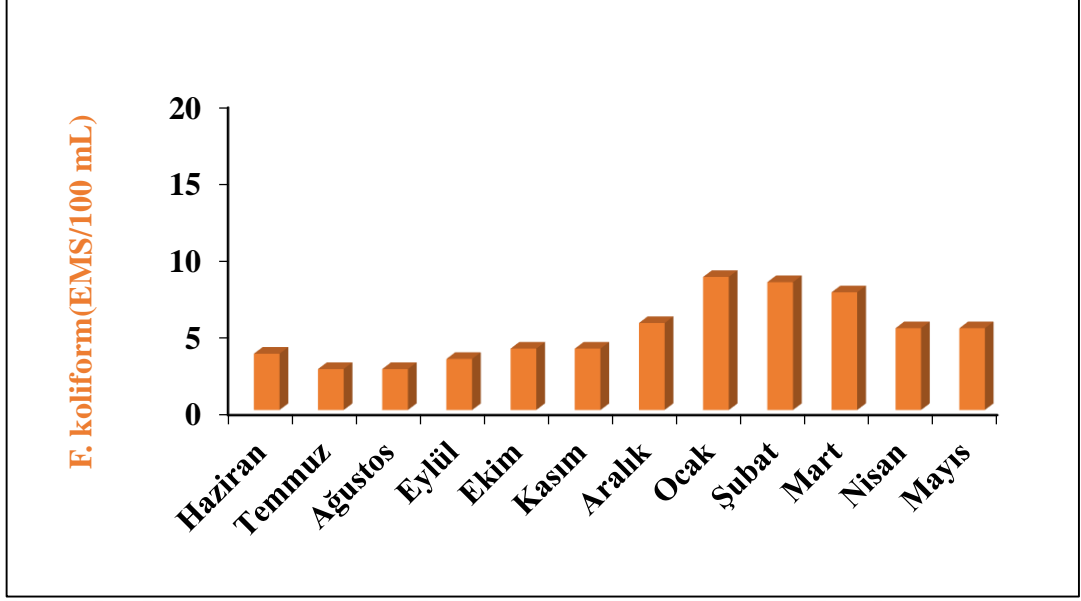


Şekil 4.110. Kum ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (02.03.2019- 03.02.2020)

Şekil 4.110'da (Ek-19) görüldüğü gibi, arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.110'da incelendiğinde fekal koliform değerlerinin arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 16,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 7,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11'de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.

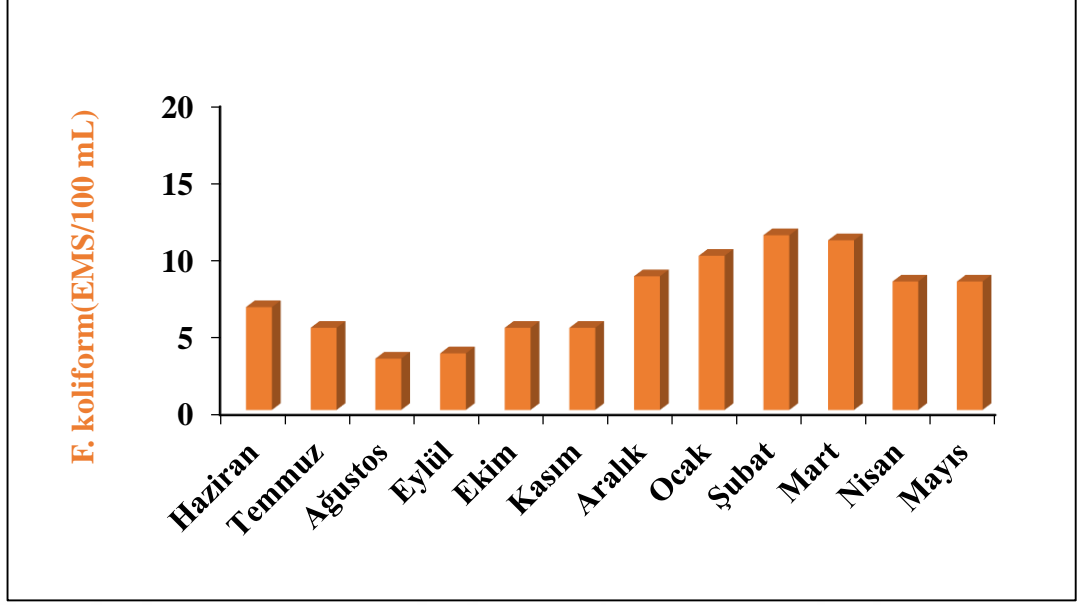
Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan 08.06.2019-01.05.2020 tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin fekal koliform değerlerinin bir yıllık süreç içerisindeki değişimleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.11- 4.116'da verilmiştir.

Yetiştirme ortamı olarak kumun kullanıldığı denemelerde çeşme suyu ile sulama uygulamasında *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde elde edilen drenaj çıkış sularında fekal koliform değerleri sıfır olarak belirlenmiştir.



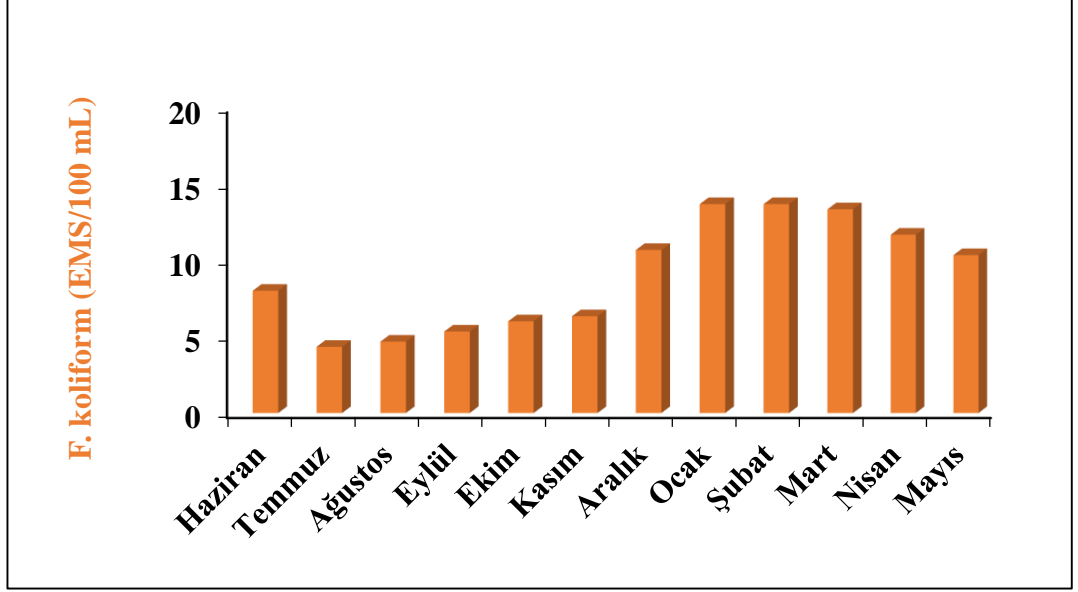
Şekil 4.111. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %50 artılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.111’de (Ek-20) görüldüğü gibi, %50 artılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.111’de incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %50 artılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 8,67 EMS/100mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 2,67 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11’de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %50 artılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



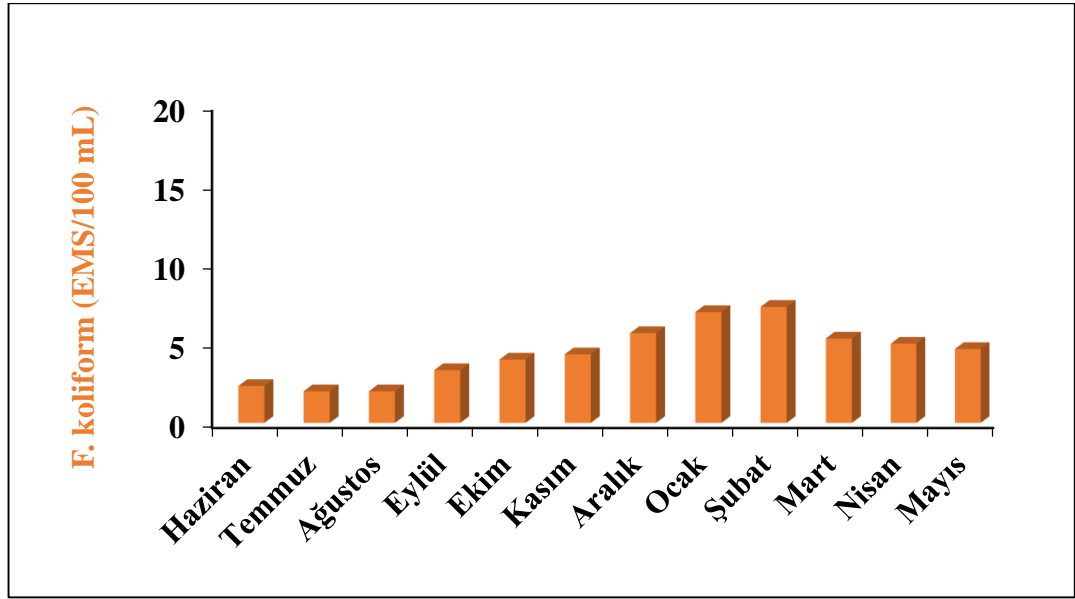
Şekil 4.112. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.112’de (Ek-21) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.112’de incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 11,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 3,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11’de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %75 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



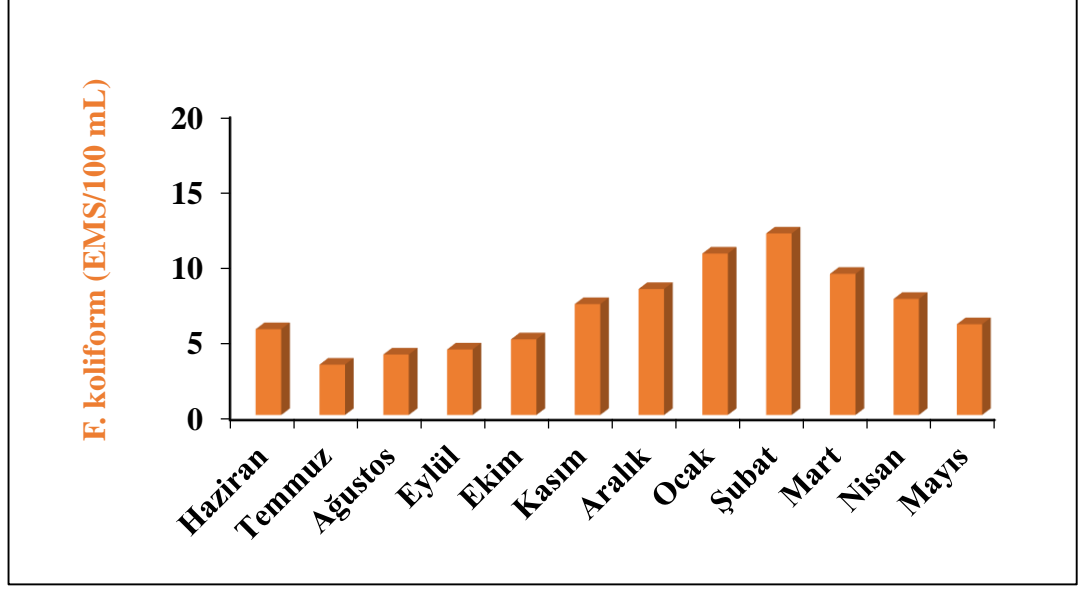
Şekil 4.113. Toprak ortamında *Lolium* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.113'te (Ek-22) görüldüğü gibi, arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Lolium* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.113'te incelendiğinde fekal koliform değerlerinin arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 13,67 EMS/100mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 4,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11'de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4.114. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %50 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.114'te (Ek-20) görüldüğü gibi, toprak ortamında %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.114'te incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %50 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 7,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 2,00 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11'de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %50 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.

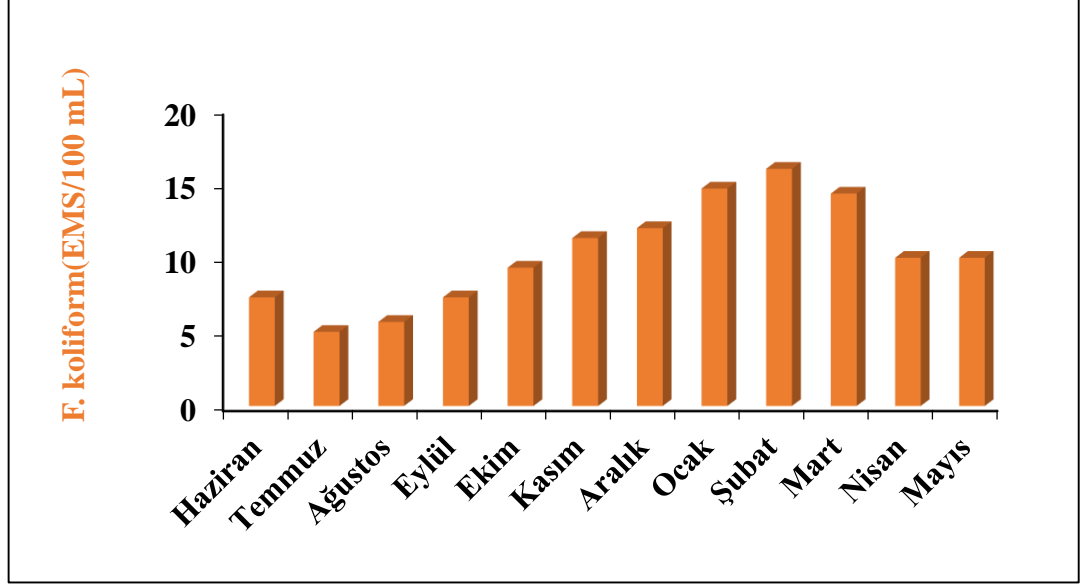


Şekil 4.115. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, %75 arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.115'te (Ek-21) görüldüğü gibi, %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.115'te incelendiğinde fekal koliform değerlerinin %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 12,00 EMS/100mL (I. sınıf) olarak elde edildiği görülmektedir. En düşük değer ise 3,33 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11'de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında %75 arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu sınıflandırmaya göre I. sınıf su kategorisinde değerlendirilmiştir.

SKKYK Tablo 3'de sulama suyunun mikrobiyolojik kalitesine yer verilmiş olup e.coli sayısı <1/100 Ml için tüm bitki ve sulama yöntemleri için çok düşük etki, 1-1000 aralığında çiğ tüketilmeyen bitkiler için tüm sulama yöntemlerinde çok düşük etki, >1000 olduğu durumlarda ise doğrudan temasın olmadığı park, bahçe gibisulamalar için kriterler belirlenmiştir.

Tesis arıtılmış suyu genel sulama suyu kriterleri ve değerlendirilen eser element konsantrasyonları açısından uygun olup mikrobiyolojik açıdan SKKYK Tablo 5'egöre değerlendirecektir.



Şekil 4.116. Toprak ortamında *Festuca* çim türünde, arıtılmış atıksu ile sulanan saksıların drenaj sularında fekal koliform değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması (08.06.2019- 01.05.2020)

Şekil 4.116'da (Ek-22) görüldüğü gibi, arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasında, *Festuca* çim türünde 12 aylık süre boyunca drenaj su örneklerindeki fekal koliform sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 4.116'da incelendiğinde fekal koliform değerlerinin arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasındaki değişimi incelendiğinde; en yüksek değer 16,00 EMS/100 mL (I. sınıf) olarak elde edildiği ve en düşük değer ise 5,00 EMS/100mL (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Tablo 3.11'de Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve yetiştirme periyodunun tüm aylarında arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu denemelerde düşük buharlaşma ve bitki su tüketimi nedeniyle daha az sulama suyunun kullanıldığı ve birim subaşına koliform sayısının daha yüksek olduğu periyottur. Denemelerde yüksek sıcaklıklar, bitki su tüketim miktarlarının artmasına ve bununla birlikte su birimi başına koliform sayısı ve değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

Çalışılan tez konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda, Bozdoğan, E. (2009) yaptığı çalışmada, Karaisalı ilçesi kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulama araştırmalarına göre Koliformların kentsel atıksudan tamamen uzaklaştırılmasında mevsimsel bir değişiklik yoktur ve yıl boyunca uzaklaştırma devam etmektedir.

Ada, H. (2011) yaptığı çalışmada, Kocaeli kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanaklarının araştırılmıştır. Çalışmada çim bitkisine 5 farklı

eşme suyu ve atıksu karışımı uygulanmıştır. Analiz sonucunda eşme suyu ve arıtılmış atıksu fekal koliform parametre değerleri, sulama sularının sınıflandırılmasında esas alınan sulama suyu kalite kriterlerine göre I. Sınıf su değerinde olduğu belirlenmiştir.

Arıtılmış sular ağır metaller, pestisit kalıntıları, dezenfeksiyon yan ürünleri, organik ve inorganik maddeler içerebilirler. Bu kirleticiler atıksu arıtma tesisinin arıtılabilirliğiyle ilişkilidir. B çalışmada ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi olması nedeniyle azot ve fosfor konsantrasyonları düşük değerlerde bulunmuştur.

Yetiştirme ortamı olarak kum ve toprağın kullanıldığı saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* im türlerinde dört farklı su karışım oranı ile sulanan saksılardan kum ortamında (02.03.2019- 03.02.2020) ve toprak ortamında (08.06.2019- 01.05.2020) tarihleri arasında alınan drenaj çıkış suyu örneklerinin ağır metal (Al), (Pb), (Fe), (Mn), (Cd), (Cr), (Cu), (Zn) analiz değerlerin bir yıllık süreç içindeki değişimler değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4.8- 4.15’TE verilmiştir.

Tablo 4.8. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde çeşme suyu oranında drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Kumlu saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçları ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	9,26	6,61	0,11	0,40	1,29	1,03	0,05	0,08	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	1,18	0,07	0,13
<b>Nisan</b>	9,97	7,44	0,89	0,33	1,35	0,59	0,05	0,07	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	1,75	0,10	0,14
<b>Mayıs</b>	1,03	6,72	0,08	0,34	1,24	0,76	0,09	0,08	0,01	0,00	0,01	0,01	1,53	1,38	0,12	0,16
<b>Haziran</b>	4,18	3,55	0,78	0,30	1,73	0,86	0,09	0,09	0,00	0,00	0,01	0,01	1,06	1,42	0,13	0,14
<b>Temmuz</b>	1,59	4,95	0,21	0,40	1,59	0,85	0,06	0,07	0,00	0,00	0,01	0,01	1,58	1,40	0,14	0,15
<b>Ağustos</b>	5,03	3,15	0,40	0,23	1,03	0,54	0,06	0,09	0,00	0,00	0,02	0,01	0,06	1,31	0,21	0,15
<b>Eylül</b>	4,89	0,66	0,42	0,09	0,05	0,55	0,08	0,09	0,00	0,00	0,28	0,01	0,09	1,21	0,14	0,08
<b>Ekim</b>	3,23	0,83	0,16	0,25	0,02	0,11	0,08	0,06	0,00	0,00	0,03	0,02	0,08	1,30	0,12	0,10
<b>Kasım</b>	1,86	0,66	0,01	0,03	1,42	0,31	0,07	0,09	0,00	0,00	0,02	0,01	0,04	0,87	0,09	0,13
<b>Aralık</b>	0,22	0,92	0,07	0,01	1,35	0,43	0,08	0,09	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,61	0,13	0,08
<b>Ocak</b>	2,81	0,69	0,01	0,02	1,42	0,47	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,35	0,16	0,11
<b>Şubat</b>	1,07	0,09	0,06	0,01	1,06	0,57	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,99	0,14	0,13
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,76</b>	<b>3,02</b>	<b>0,27</b>	<b>0,20</b>	<b>0,20</b>	<b>1,13</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,38</b>	<b>1,15</b>	<b>0,13</b>	<b>0,13</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.9. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde %50 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Kumlu saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçları ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	7,13	7,11	0,13	0,34	1,45	1,06	0,05	0,08	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	1,28	0,09	0,13
<b>Nisan</b>	7,99	6,48	0,75	0,29	2,01	0,87	0,03	0,07	0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,82	0,15	0,13
<b>Mayıs</b>	2,51	9,13	0,86	0,18	1,03	0,90	0,09	0,09	0,01	0,00	0,01	0,02	0,26	1,21	0,12	0,07
<b>Haziran</b>	4,41	3,58	0,48	0,32	1,36	0,79	0,06	0,07	0,00	0,00	0,01	0,01	0,46	1,28	0,15	0,14
<b>Temmuz</b>	4,03	7,59	0,23	0,36	1,55	0,83	0,08	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	2,27	1,00	0,21	0,14
<b>Ağustos</b>	5,21	2,26	0,30	0,22	0,95	0,55	0,05	0,07	0,00	0,00	0,03	0,02	0,07	1,41	0,24	0,07
<b>Eylül</b>	5,73	0,46	0,21	0,55	0,09	0,47	0,08	0,08	0,00	0,01	0,07	0,01	0,07	1,28	0,15	0,08
<b>Ekim</b>	4,03	0,71	0,11	0,47	0,82	0,21	0,08	0,08	0,00	0,00	0,02	0,03	0,07	1,03	0,09	0,11
<b>Kasım</b>	1,00	0,36	0,08	0,00	1,58	0,24	0,08	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,70	0,10	0,12
<b>Aralık</b>	0,23	0,08	0,02	0,09	1,27	0,48	0,01	0,08	0,00	0,01	0,04	0,01	0,02	0,59	0,13	0,09
<b>Ocak</b>	1,53	0,95	0,00	0,02	1,34	0,58	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,20	0,12	0,12
<b>Şubat</b>	0,45	0,41	0,05	0,01	1,31	0,56	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,37	0,08	0,12
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,69</b>	<b>3,26</b>	<b>0,27</b>	<b>0,24</b>	<b>1,23</b>	<b>0,63</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,28</b>	<b>0,94</b>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.10. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde %75 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Kumlu saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçları ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	9,17	9,04	0,13	0,36	1,03	0,97	0,05	0,09	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	2,97	0,08	0,13
<b>Nisan</b>	6,41	7,22	0,12	0,33	2,31	0,45	0,02	0,06	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	1,54	0,12	0,19
<b>Mayıs</b>	5,30	4,67	0,86	0,15	1,05	0,35	0,08	0,08	0,01	0,00	0,01	0,01	0,26	1,38	0,15	0,05
<b>Haziran</b>	4,89	3,00	0,79	0,31	1,40	0,75	0,08	0,05	0,00	0,01	0,00	0,01	0,45	1,27	0,14	0,14
<b>Temmuz</b>	3,80	4,77	0,31	0,28	1,59	0,89	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	2,65	1,27	0,22	0,16
<b>Ağustos</b>	4,37	4,36	0,33	0,25	1,59	0,56	0,07	0,08	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	1,27	0,21	0,03
<b>Eylül</b>	3,82	0,68	0,12	0,01	0,08	0,57	0,07	0,07	0,00	0,01	0,09	0,00	0,07	1,30	0,15	0,08
<b>Ekim</b>	3,54	0,64	0,11	0,08	1,04	0,41	0,10	0,09	0,00	0,00	0,03	0,01	0,08	0,96	0,16	0,12
<b>Kasım</b>	0,94	0,12	0,07	0,00	0,15	0,33	0,01	0,12	0,00	0,00	0,01	0,01	0,08	0,62	0,15	0,14
<b>Aralık</b>	0,93	0,56	0,03	0,08	1,45	0,45	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	1,00	0,15	0,08
<b>Ocak</b>	1,33	0,36	0,01	0,01	1,05	0,58	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,21	0,17	0,12
<b>Şubat</b>	0,76	0,67	0,01	0,00	0,90	0,87	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,17	0,06	0,15
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,77</b>	<b>3,01</b>	<b>0,24</b>	<b>0,16</b>	<b>1,14</b>	<b>0,6</b>	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,31</b>	<b>1,16</b>	<b>0,15</b>	<b>0,12</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.11. Saksı denemesinde kum ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde artılmış atıksu oranında alınan drenaj su örneklerinden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Kumlu saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçları ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	9,16	4,59	0,67	0,20	1,24	0,85	0,03	0,08	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	1,35	0,08	0,15
<b>Nisan</b>	7,77	8,05	0,55	0,33	2,55	0,09	0,07	0,07	0,02	0,00	0,01	0,02	0,16	1,17	0,11	0,15
<b>Mayıs</b>	5,25	4,46	0,00	0,11	1,11	0,87	0,05	0,09	0,00	0,00	0,01	0,01	0,14	1,16	0,14	0,07
<b>Haziran</b>	6,09	4,59	0,33	0,30	1,50	0,75	0,09	0,06	0,00	0,02	0,01	0,02	0,57	1,21	0,18	0,17
<b>Temmuz</b>	3,30	5,52	0,50	0,27	1,55	0,59	0,08	0,08	0,00	0,00	0,02	0,02	2,67	1,24	0,21	0,14
<b>Ağustos</b>	3,58	2,89	0,42	0,22	1,00	0,66	0,05	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	0,08	1,06	0,13	0,07
<b>Eylül</b>	1,14	0,69	0,09	0,00	0,09	0,09	0,08	0,08	0,00	0,00	0,05	0,02	0,09	1,53	0,08	0,08
<b>Ekim</b>	3,51	0,40	0,01	0,05	1,31	0,33	0,01	0,08	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,93	0,09	0,12
<b>Kasım</b>	0,42	0,24	0,01	0,00	0,24	0,55	0,01	0,10	0,00	0,00	0,03	0,01	0,07	0,50	0,14	0,14
<b>Aralık</b>	1,17	0,79	0,03	0,08	1,55	0,55	0,01	0,08	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,87	0,13	0,08
<b>Ocak</b>	1,33	0,08	0,09	0,02	1,82	0,65	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,07	0,12	0,13
<b>Şubat</b>	0,44	0,74	0,00	0,00	0,03	0,86	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,08	0,14
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,6</b>	<b>2,75</b>	<b>0,23</b>	<b>0,13</b>	<b>1,17</b>	<b>0,57</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,32</b>	<b>1,01</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.12. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde çeşme suyu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Topraklı saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçlar ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	6,57	3,77	0,1	10,07	2,23	1,14	0,05	0,14	0,01	0,02	0,01	0,12	0,02	0,08	0,05	0,00
<b>Temmuz</b>	8,97	6,76	0,33	10,04	1,33	1,17	0,05	0,11	0,02	0,03	0,01	0,20	0,10	0,08	0,04	0,32
<b>Ağustos</b>	9,47	1,43	0,05	10,23	1,17	1,41	0,09	0,11	0,01	0,02	0,01	0,15	0,45	0,08	0,10	0,05
<b>Eylül</b>	5,00	3,77	0,90	8,10	1,43	0,25	0,08	0,14	0,00	0,00	0,01	0,20	0,05	0,14	0,60	0,05
<b>Ekim</b>	2,87	4,10	0,13	6,17	1,57	0,47	0,05	0,07	0,00	0,00	0,01	0,25	0,50	0,18	0,53	0,28
<b>Kasım</b>	4,70	0,74	0,47	6,21	1,00	0,23	0,07	0,07	0,00	0,00	0,02	0,05	0,57	0,10	0,20	0,46
<b>Aralık</b>	5,23	0,70	0,40	2,34	0,05	0,09	0,07	0,08	0,00	0,00	0,27	0,07	0,34	0,09	0,10	0,24
<b>Ocak</b>	3,87	0,31	0,60	1,97	0,02	0,03	0,08	0,08	0,00	0,00	0,05	0,07	0,07	1,24	0,23	0,00
<b>Şubat</b>	1,80	0,35	0,10	1,23	1,40	0,08	0,07	0,07	0,00	0,00	0,02	0,08	0,29	1,06	0,06	0,01
<b>Mart</b>	0,22	0,80	0,07	1,33	1,35	0,01	0,08	0,07	0,00	0,00	0,06	0,03	0,01	0,37	0,10	0,04
<b>Nisan</b>	2,81	0,92	0,01	1,24	1,42	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,28	0,10	0,05
<b>Mayıs</b>	1,07	0,65	0,06	0,06	1,06	0,02	0,00	0,08	0,01	0,00	0,01	0,00	0,09	0,35	0,10	0,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>4,38</b>	<b>2,03</b>	<b>0,27</b>	<b>4,92</b>	<b>1,17</b>	<b>0,41</b>	<b>0,06</b>	<b>0,09</b>	<b>0</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,10</b>	<b>0,21</b>	<b>0,34</b>	<b>0,18</b>	<b>0,13</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.13. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde %50 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Topraklı saksılardan çıkan drenaj su numunelerinin ağır metal analiz sonuçlar ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	5,77	1,61	0,1	11,01	1,57	1,08	0,05	0,11	0,01	0,02	0,01	0,18	0,03	0,08	0,06	0,01
<b>Temmuz</b>	8,60	3,45	0,63	9,73	1,00	1,43	0,04	0,14	0,03	0,00	0,01	0,20	0,01	0,06	0,23	2,55
<b>Ağustos</b>	6,80	5,66	0,08	9,34	1,00	1,45	0,09	0,12	0,01	0,09	0,01	0,20	0,23	0,35	0,1	0,04
<b>Eylül</b>	4,30	1,72	0,87	7,35	1,40	0,2	0,06	0,15	0,00	0,00	0,01	0,13	0,63	0,11	0,53	0,19
<b>Ekim</b>	3,97	0,87	0,33	5,65	1,53	0,44	0,08	0,02	0,00	0,03	0,01	0,10	1,67	0,12	0,23	0,11
<b>Kasım</b>	5,17	0,96	0,43	5,18	0,93	0,01	0,05	0,05	0,00	0,00	0,03	0,04	0,67	0,09	0,2	0,45
<b>Aralık</b>	5,07	0,68	0,17	1,37	0,09	0,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,08	0,05	0,08	0,12	0,16
<b>Ocak</b>	4,00	0,09	0,10	3,10	0,80	0,03	0,08	0,97	0,00	0,00	0,04	0,05	0,07	1,23	0,09	0,01
<b>Şubat</b>	1,00	0,09	0,70	3,37	1,57	0,02	0,08	0,06	0,00	0,00	0,02	0,03	0,06	0,90	0,10	0,02
<b>Mart</b>	0,23	0,86	0,02	1,17	1,27	0,02	0,01	0,09	0,00	0,00	0,06	0,03	0,02	0,36	0,10	0,05
<b>Nisan</b>	1,53	0,76	0,00	1,31	1,34	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,07	0,24	0,10	0,02
<b>Mayıs</b>	0,45	0,59	0,05	1,17	1,31	0,02	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,09	0,05	0,01
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,91</b>	<b>1,45</b>	<b>0,29</b>	<b>4,98</b>	<b>1,15</b>	<b>0,40</b>	<b>0,05</b>	<b>0,15</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,29</b>	<b>0,31</b>	<b>0,16</b>	<b>0,30</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.14. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde %75 atıksu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Topraklı saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçlar ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	6,73	2,80	0,10	10,54	1,00	1,03	0,06	0,07	0,01	0,02	0,01	0,18	0,01	0,08	0,06	2,40
<b>Temmuz</b>	8,03	3,50	0,10	10,33	2,30	1,28	0,03	0,08	0,01	0,00	0,01	0,18	0,02	0,08	0,13	2,63
<b>Ağustos</b>	5,27	6,80	0,08	8,68	1,00	1,45	0,08	0,21	0,01	0,02	0,01	0,20	0,23	0,13	0,10	0,01
<b>Eylül</b>	5,07	5,23	0,80	6,38	1,47	0,12	0,08	0,11	0,00	0,00	0,01	0,15	0,53	0,17	0,37	0,02
<b>Ekim</b>	4,03	0,58	0,17	6,76	1,57	0,07	0,08	0,09	0,00	0,00	0,01	0,09	2,57	1,14	0,19	0,05
<b>Kasım</b>	4,37	1,49	0,40	3,99	1,57	0,02	0,05	0,08	0,00	0,02	0,01	0,09	0,77	1,22	0,20	0,01
<b>Aralık</b>	5,17	1,31	0,10	2,18	0,08	0,07	0,00	0,08	0,00	0,00	0,05	0,09	0,05	0,09	0,15	0,18
<b>Ocak</b>	3,50	0,08	0,10	1,17	1,43	0,05	0,10	0,09	0,00	0,00	0,02	0,08	0,07	1,13	0,63	0,03
<b>Şubat</b>	0,87	0,83	0,00	1,30	0,10	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,06	0,05	0,79	0,10	0,03
<b>Mart</b>	0,93	0,78	0,03	1,28	1,45	0,01	0,01	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,36	0,10	0,04
<b>Nisan</b>	1,33	0,83	0,01	1,20	1,05	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,35	0,10	0,01
<b>Mayıs</b>	0,76	0,56	0,01	1,96	0,90	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,06	0,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,84</b>	<b>2,07</b>	<b>0,16</b>	<b>4,65</b>	<b>1,16</b>	<b>0,34</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,09</b>	<b>0,36</b>	<b>0,47</b>	<b>0,18</b>	<b>0,45</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

Tablo 4.15. Saksı denemesinde toprak ortamında ve golf sahasına ait *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde artırılmış atıksu oranında alınan drenaj su örneklerden elde edilen 12 aylık ortalama ağır metal analiz sonuçları

Ay	Topraklı saksılardan çıkan drenaj su numunelerin ağır metal analiz sonuçlar ( mg/L)															
	Al		Pb		Fe		Mn		Cd		Cr		Cu		Zn	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	8,33	1,84	0,50	10,50	1,23	1,14	0,04	0,06	0,01	0,02	0,01	0,21	0,02	0,08	0,06	2,44
<b>Temmuz</b>	7,33	3,44	0,53	10,63	2,53	1,21	0,08	0,12	0,02	0,02	0,01	0,20	0,14	0,09	0,17	2,47
<b>Ağustos</b>	5,23	9,33	0,00	8,56	1,00	1,21	0,05	0,14	0,01	0,00	0,01	0,20	0,10	0,08	0,10	0,02
<b>Eylül</b>	5,90	5,06	0,40	6,75	1,47	0,14	0,09	0,10	0,00	0,00	0,01	0,12	0,57	0,14	0,50	0,28
<b>Ekim</b>	3,17	4,04	0,53	6,00	1,53	0,17	0,07	0,08	0,00	0,00	0,03	0,10	2,43	0,11	0,20	0,41
<b>Kasım</b>	3,43	1,23	0,17	5,83	1,00	0,07	0,06	0,05	0,00	0,02	0,02	0,09	0,70	0,09	0,10	0,15
<b>Aralık</b>	5,13	0,92	0,87	3,71	0,09	0,05	0,08	0,08	0,00	0,00	0,05	0,07	0,07	1,18	0,08	0,06
<b>Ocak</b>	3,47	0,13	0,10	2,99	1,30	0,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,03	0,05	0,05	1,13	0,30	0,01
<b>Şubat</b>	0,37	0,45	0,00	1,28	0,23	0,02	0,00	0,07	0,00	0,00	0,04	0,01	0,04	0,89	0,10	0,04
<b>Mart</b>	1,17	0,86	0,03	1,06	1,55	0,02	0,01	0,08	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,29	0,10	0,03
<b>Nisan</b>	1,33	0,87	0,09	1,09	1,82	0,02	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,10	0,00
<b>Mayıs</b>	0,44	0,52	0,00	1,55	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>3,78</b>	<b>2,39</b>	<b>0,27</b>	<b>5,00</b>	<b>1,15</b>	<b>0,34</b>	<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,34</b>	<b>0,37</b>	<b>0,16</b>	<b>0,49</b>
<b>SKKY Standart (Tablo 4.10)</b>	<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>0,20</b>		<b>0,01</b>		<b>0,10</b>		<b>0,20</b>		<b>2,00</b>	

12 aylık deneme süresi boyunca, iki farklı çim örneği ve farklı çeşme suyu-arıtılmış atıksu karışımlardan elde edilen yıllık ortalama değerleri standart kabul edilen değerlerle karşılaştırdığımızda kum ortamında ele gelen drenaj su numunelerin dört farklı su karışımlarıyla yapılan denemelerde bakır dışındaki metal konsantrasyonları (Al, Pb, Fe, Mn, Cr, Cd ve Zn) Tablo 3.7'ye göre standart sınır değerlerin altında bulunmuştur ve bakır konsantrasyonu ise her iki çim türünde ve dört su örneğinde sınır değerlerinin üzerinde çıkmıştır.

Toprak ortamında, elde edilen değerleri standart kabul edilen değerlerle karşılaştırdığımızda Al, Pb, Fe, Mn, Cr, Cd ve Zn ağır metalleri içinde yer alan değerler sınır değerlerin altında çıkmıştır ve Cu konsantrasyonu ise her iki çim türünde ve dört su örneğinde sınır değerlerin üzerinde çıkmıştır. Her iki ortamda *Festuca* çiminde Cu değerleri, *Lolium* çimine göre daha yüksek çıkmıştır ve %75 atıksu oranında değerlerin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, yeşil alanlarda arıtılmış atıksuyun uzun süreli kullanımı toprakta metal birikiminin olabileceği olasıdır. Bu varsayıma dayanarak, arıtılmış atıksuyu sulama suyu olarak kullanırken birikim seviyelerini sürekli analizlerle izlemek gerekli hale gelmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Teknik Usuller Tebliğine göre, dört su örneği çeşme suyu arıtılmış atıksunun karakterizasyonuna bakıldığında sulamada kullanımının önünde herhangi bir engel olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Alüminyum konsantrasyonu ilk aylarda 5 mg/L biraz üstünde ölçülse de ortalama değerlerinin her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda sınır değerlerini aşmadığı belirlenmiştir. Kurşun konsantrasyonu ilk 6 ay *Festuca* ile yapılan toprak denemelerinde yüksek değerler gözlenmesine karşın ortalama değerleri sınır değerine çok yakın ama aşmadığı belirlenmiştir. Çimin metal adsorplama kapasitelerinin araştırılıp bu durum açıklanabilir. Yapılan hem kum hem de toprak için her iki çimde demir konsantrasyonun çok düşük olduğu belirlenmiştir. Kadmiyum, çinko ve kromun ölçüm değerleri ihmal edilebileceğini göstermiştir. Bakır konsantrasyonu özellikle toprak ve *Festuca* örnekleri ile denemeler sınır değeri 0,2 mg/L nin üzerinde değerlerde ölçülmüştür.

Alınan tüm su örneklerinde bulunan fiziksel ve kimyasal su kalite kriterleri incelenirken, Doğu biyolojik arıtma tesisinde arıtılan suyun sulama suyu olarak kullanılmaya uygun olduğu belirlenmiştir.

### 4.3. Saksı Denemelerinde Farklı Su Karışımları ile Sulama Yapılan Kum ve Toprak Yetiştirme Ortamlarının Elektriksel İletkenlik (EC) ve Reaksiyon (pH) Değerlerine İlişkin Değişimler

*Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türlerinin dört farklı karışım oranlarına sahip sular (Tablo 3.2) ile sulama yapılarak yetiştirildiği kum ve toprak yetiştirme ortamlarından başlangıçta (çim ekimi ve sulama yapılmadan önce) ve hasat sonrası alınan örneklerde pH ve EC analizleri yapılmıştır. Yetiştirme ortamlarında belirlenen pH ve EC değerleri için sınıflandırılması için kullanılan sınır değerler Tablo 4.16 ve 4.17'de ve Toprak ve kum örneklerinde başlangıçta yapılan analizler Tablo 4.18'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ise Şekil 4.117, 4.118, 4.119 ve 4.120'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.16. Toprak reaksiyon (pH) değerlerinin sınıflandırılması için sınır değerler durumu (Tarı, 2011)

pH	Toprak Reaksiyonu
< 4.0	Çok kuvvetli asit
4.0 – 4.9	Kuvvetli asit
5.0 – 5.9	Orta derecede asit
6.0 – 6.9	Hafif asit
7	Nötr
7.0 – 7.9	Hafif alkali
8.0 – 8.9	Kuvvetli alkali
> 9.0	Çok kuvvetli alkali

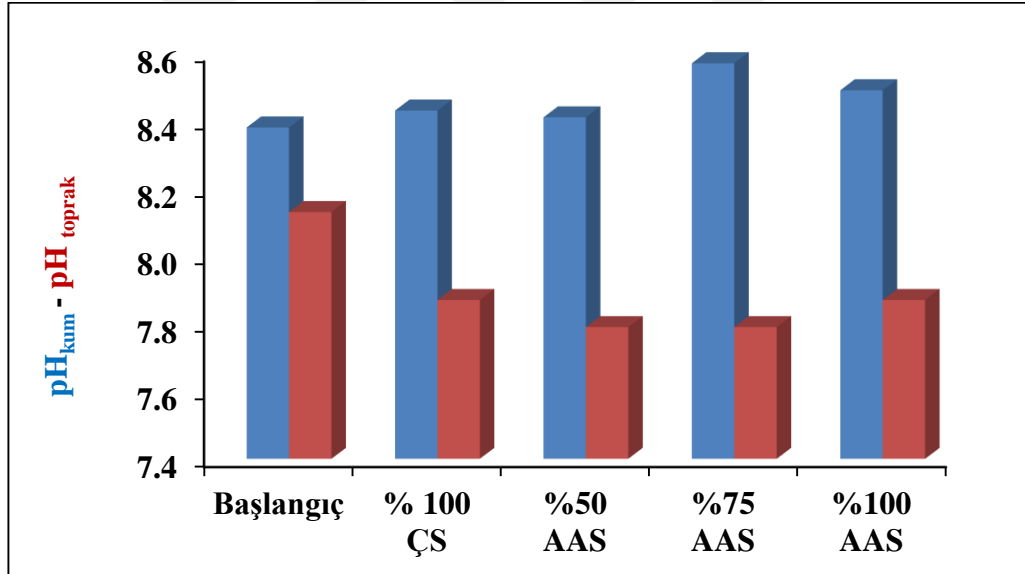
Tablo 4.17. Elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin sınıflandırılması için sınır değerler, tuzluluk sınıfları ve bitki gelişimi üzerine etkileri (Karaoğlu, 2018)

Tuzluluk Sınıfı	EC (dS.m )	Bitki Üzerine Etkisi
<b>Tuzsuz</b>	0-2	Tuzluluk etkileri önemsizdir.
<b>Hafif tuzlu</b>	2-4	Tuzluluğa duyarlı bitkilerde verim sınırlı olabilir.
<b>Orta tuzlu</b>	4-8	Verim, birçok bitkide sınırlı olabilir.
<b>Kuvvetli tuzlu</b>	8-16	Yalnızca toleranslı bitkilerle tatmin edici verim
<b>Çok kuvvetli tuzlu</b>	>16	Sadece birkaç toleranslı bitki ile tatmin edici verim

Tablo 4.18. Kum ve toprak örneklerinde başlangıç için yapılan analiz sonuçları

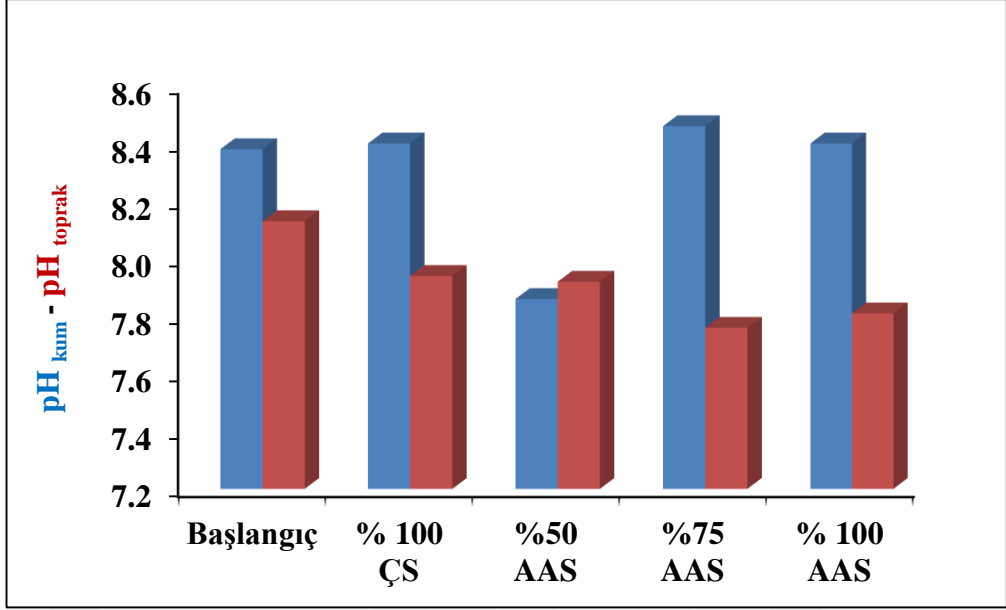
pH başlangıç		
Deneme örnekleri	Lolium çim türü	Festuca çim türü
Kum	8,38	8,38
Toprak	8,13	8,13

Kum ve toprak örneklerinde başlangıç EC başlangıç (dS/m)		
Deneme örnekleri	Lolium çim türü	Festuca çim türü
Kum	0,17	0,17
Toprak	0,23	0,23



Şekil 4.117. *Lolium* çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonunun (pH) değerleri üzerindeki etkileri

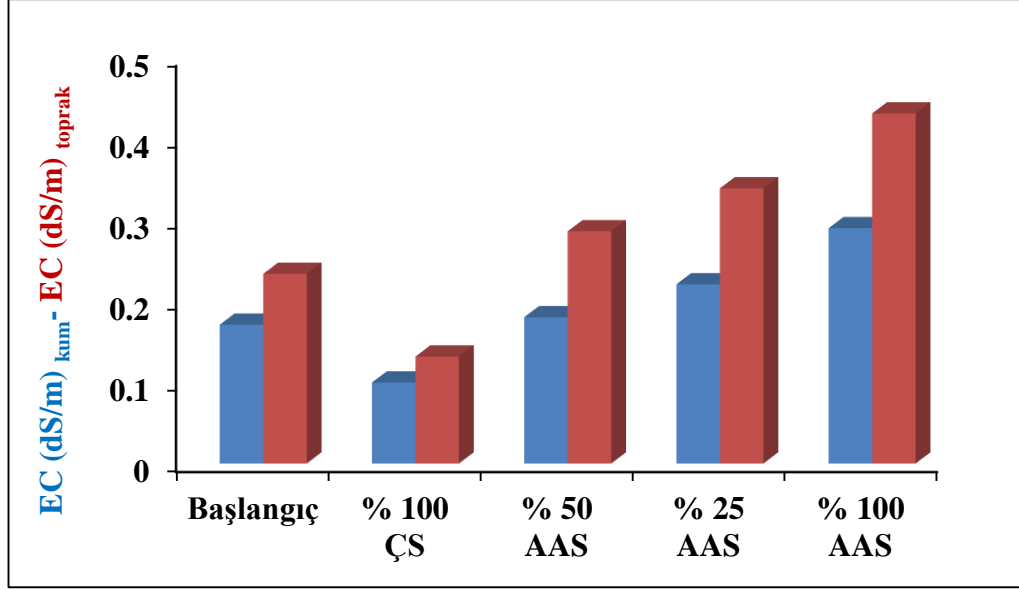
Şekil 4.117'de (Ek- 23) gösterildiği gibi *Lolium* çim türünde ve kum yetiştirme ortamında pH değerleri başlangıç değere göre daha yüksek ve toprak yetiştirme ortamında örneğinde her dört su oranında, pH değerleri başlangıç (sulama yapılmadan önce) değerine göre düşük bulunmuştur. Kumda %75 AAS oranında ve toprakta çeşme su ve artırılmış atıksuda pH değerleri daha yüksek çıkmıştır. Kum örneğinde pH değerleri toprağa göre daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.118. *Festuca* çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonunun (pH) değerleri üzerindeki etkileri

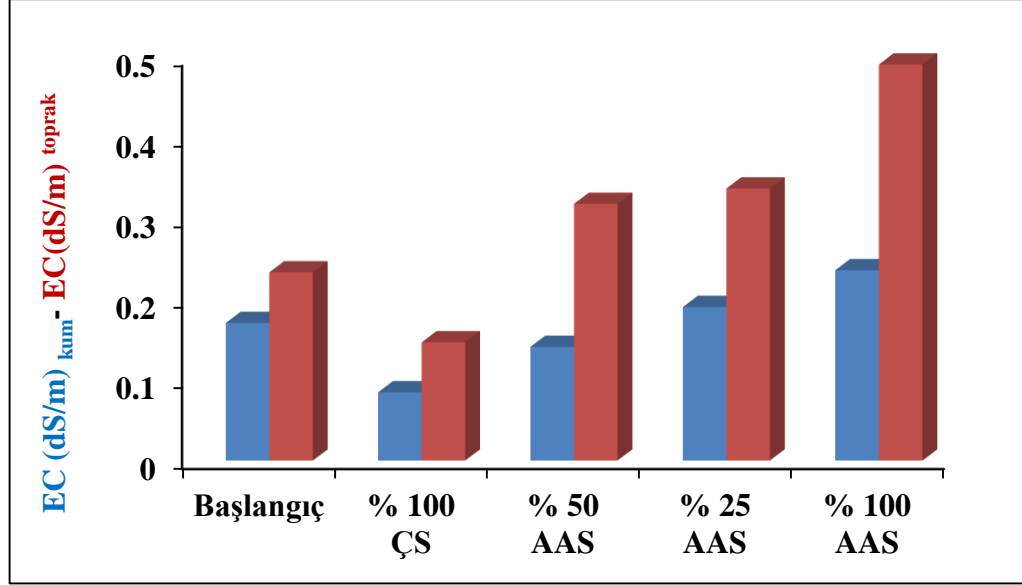
Şekil 4.118'de (Ek- 24) gösterildiği gibi *Festuca* çim türünde ve kum yetiştirme ortamında pH değerleri başlangıç (sulama yapılmadan önce) analiz değerine göre yüksek ve toprak yetiştirme ortamında her dört su oranında, pH değerleri başlangıç (sulama yapılmadan önce) değerine göre düşük çıkmıştır. *Festuca* çim türünde kum ortamında %75 AAS oranında pH değeri daha yüksek ve toprak ortamında çeşme su denemelerinde yüksek çıkmıştır. Kum örneklerinde pH değerleri toprağa göre daha yüksek çıkmıştır.

Deney sonucunda, toprak ve kum ortamında çeşme suyu ve arıtılmış atıksu ile sulanan toprak ve kumun içeriğindeki pH parametresinde önemli bir artış ve *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde pH değerleri arasında önemli bir fark gözlenmemiştir.



Şekil 4.119. *Lolium* çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonunun iletkenlik (dS/m) değerleri üzerindeki etkileri

Şekil 4.119'da (Ek- 23) gösterildiği gibi *Lolium* çim türünde ve kum yetiştirme ortamında ve toprak yetiştirme ortamında çeşme su denemelerinde, EC değerleri başlangıç (sulama yapılmadan önce) analiz değerine göre düşük ve diğer oranlarda daha yüksek çıkmıştır. Kum ve toprak örneklerinde EC bakımından en yüksek değer artırılmış atıksuda elde edilmiştir. Daha yüksek değere (0,43 dS/m) sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 4.120. *Festuca* çim türünde farklı su karışımları ile sulamaların kum ve toprak yetiştirme ortamlarının toprak reaksiyonunun iletkenlik (dS/m) değerleri üzerindeki etkileri

Şekil 4.120'de (Ek- 24) gösterildiği gibi *Festuca* çim türünde ve kum ortamında ve toprak yetiştirme ortamında çeşme su denemelerinde EC değerleri başlangıç (sulama yapılmadan önce) EC analiz değerinden düşük ve diğer oranlarda daha yüksek çıkmıştır. Kum ve toprak örneklerinde EC değeri bakımından en yüksek değer artırılmış atıksu denemelerinde elde edilmiştir. EC değeri toprak örneklerinde daha yüksek değere (0,49 dS/m) sahip olduğu görülmüştür. EC değerleri bakımından *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinde değerler arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Hem kum hem toprak örneklerinde artırılmış atık su uygulamasının daha yüksek EC değerleri alması artırılmış atık suyun sulamada kullanımı sırasında daha iyi kalitedeki başka sularla karıştırılarak kullanımının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

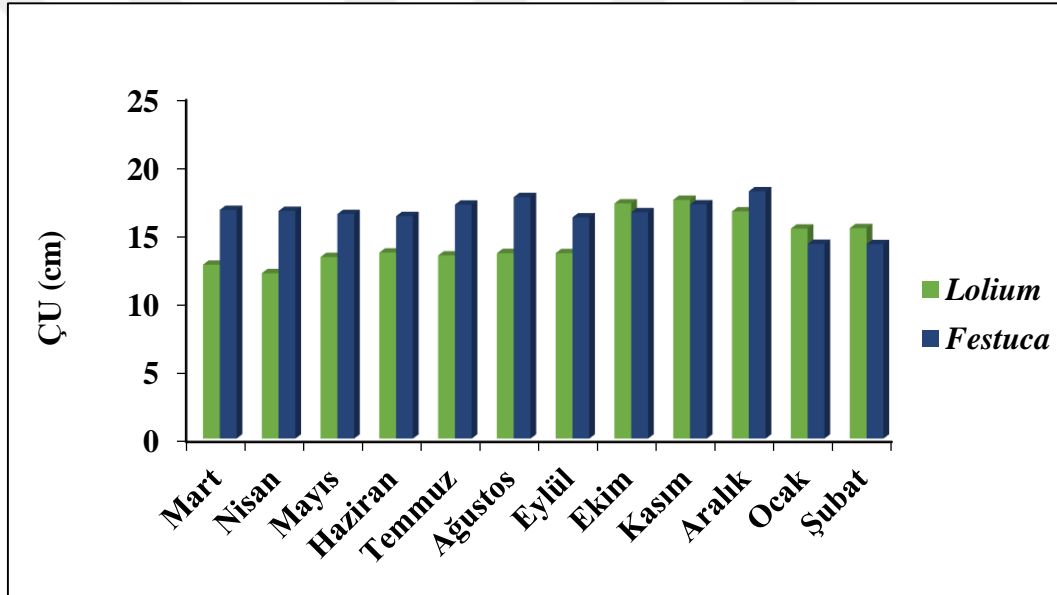
Toprağın reaksiyon durumunu gösteren Tablo 4.17 ve 4.18'e göre *Lolium* ve *Festuca* çiminde pH değerlerini incelendiğinde, toprakta her dört su karışım oranında pH değerleri hafif alkali ve kumda kuvvetli alkali olarak elde edilmiştir. Toprak ve kum örneklerinde EC değerlerinin tuzsuz sınıfında yer aldığı ve bitki üzerinde tuzluluk etkilerinin önemsiz olduğu görülmektedir.

#### 4.4. Kum ve Toprak Ortamlarında Yetiştirilen Çim Türlerine Ait Bitkisel Ölçümler

Yetiştirme ortamı olarak kum ve toprağın kullanıldığı saksı denemelerinde, *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türlerinin boy uzunluk gibi fiziksel parametreleri üzerine farklı sulama suyu karışımları ile sulamaların etkileri değerlendirilmiştir.

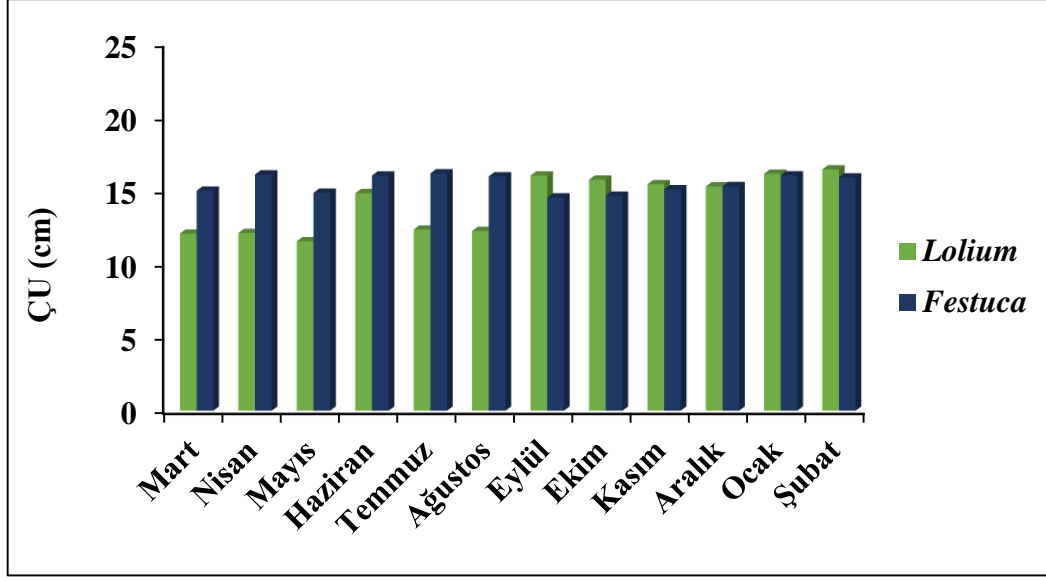
##### 4.4.1. Bitki Boy Uzunlukları

Kum ve toprak ortamlarında dört farklı su karışım oranlarına sahip sulama sularıyla (Tablo 3.2) sulama yapılarak yetiştirilen, *Lolium* ve *Festuca* çim türlerinin 12 ay süre boyunca boy uzunluk değerleri (cm) üzerine etkilerin değerlendirilmesi Şekil 4.121- 4.128'de verilmiştir.



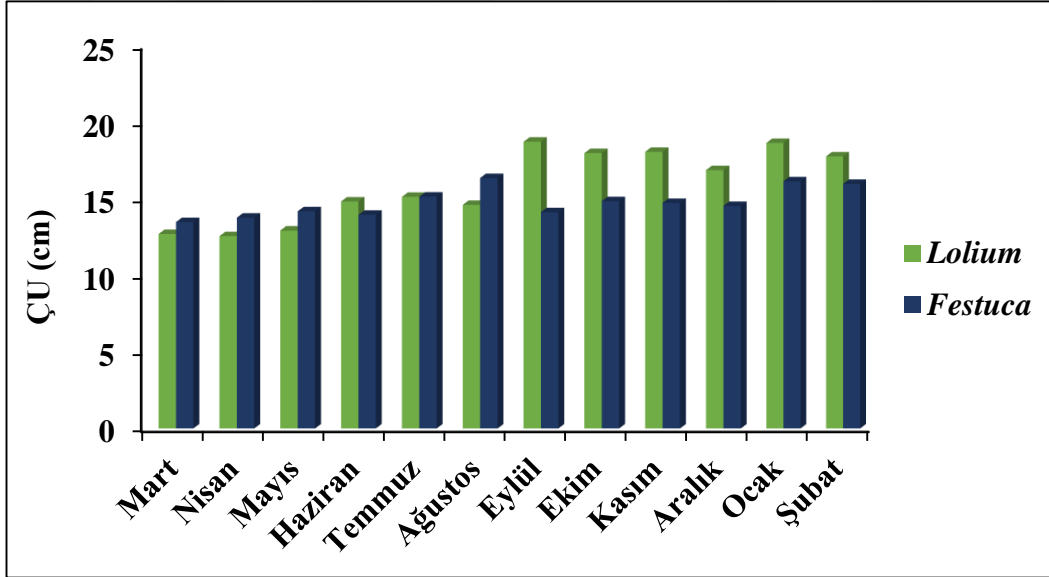
Şekil 4.121. Kum yetiştirme ortamında ve çeşme su ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.121'de (Ek-25) görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre kum ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 18,08 cm olarak çeşme suyu ile sulanan *Festuca* çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Aralık ayında ölçülmüştür.



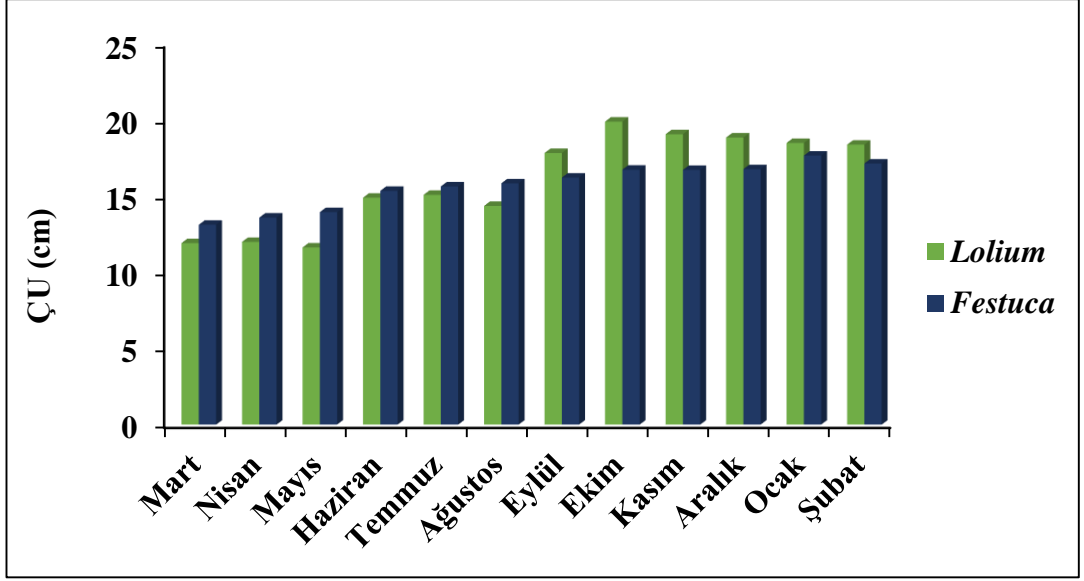
Şekil 4.122. Kum yetiştirme ortamında ve %50 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.122'de görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre kum ortamında en yüksek çim uzunluğu 16,47 cm olarak %50'si artırılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Şubat ayında ölçülmüştür.



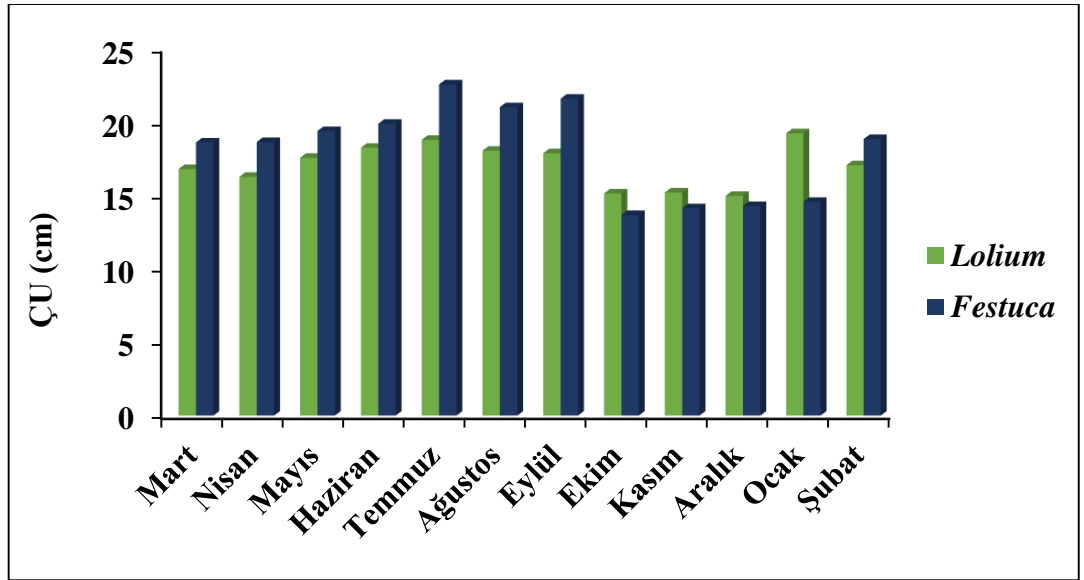
Şekil 4.123. Kum yetiştirme ortamında ve %75 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.123'te görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre kum ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 18,74 cm olarak %75'i artırılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Eylül ayında ölçülmüştür.



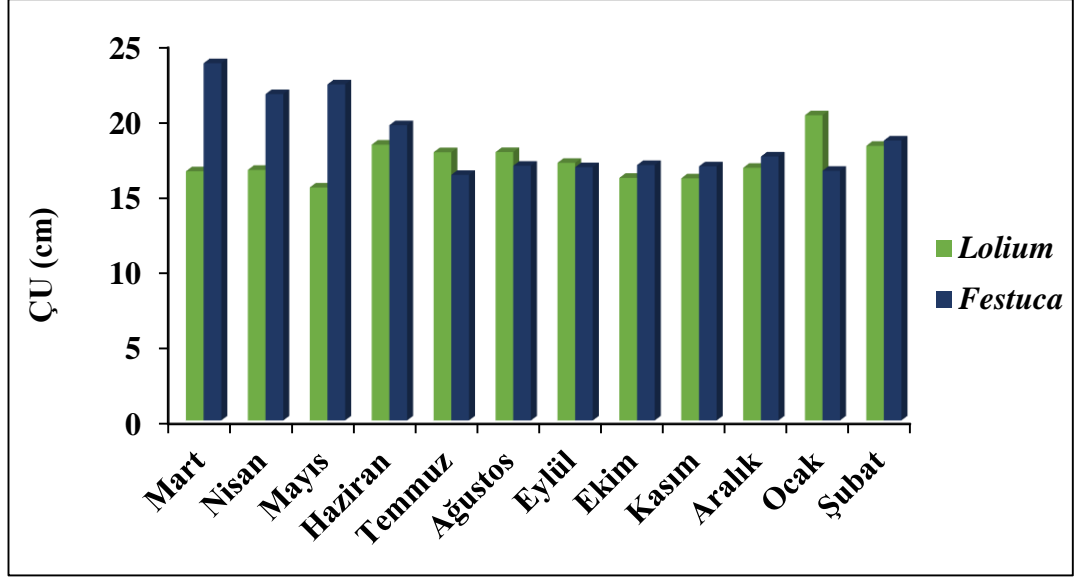
Şekil 4.124. Kum yetiştirme ortamında ve arıtılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.124'te görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre kum ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 19,92 cm olarak arıtılmış atıksu ile sulanan *Lolium* çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Ekim ayında ölçülmüştür.



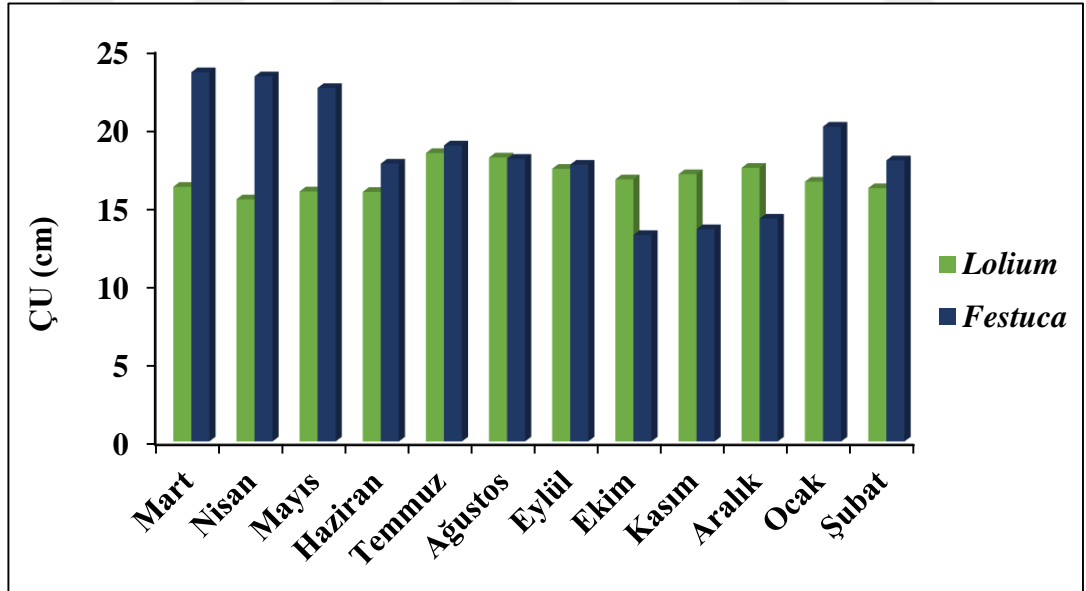
Şekil 4.125. Toprak yetiştirme ortamında ve çeşme su ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.125'te (Ek-26) görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre toprak ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 22,60 cm olarak çeşme su ile sulanan *Festuca* çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Ekim ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.126. Toprak yetiştirme ortamında ve %50 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

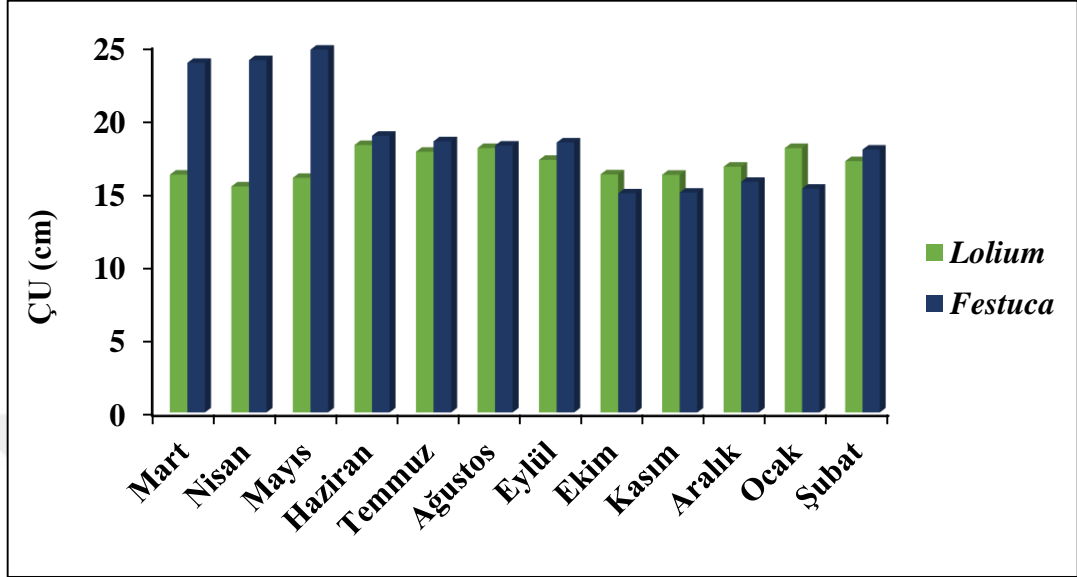
Şekil 4.126'da görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre toprak ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 23,73 cm olarak %50'si artırılmış atıksu ile sulanan *Festuca* çim türünde ve uygulama süresinin Haziran ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.127. Toprak yetiştirme ortamında ve %75 artırılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.127'de görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre toprak ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 23,55 cm olarak %75'i artırılmış atıksu ile sulanan *Festuca*

çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Haziran ayında ölçülmüştür.



Şekil 4.128. Toprak yetiştirme ortamında ve arıtılmış atıksu ile yetiştirilen çim türlerinin çim boy uzunluklarının değerlendirilmesi

Şekil 4.128'de görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre toprak ortamında en yüksek çim boy uzunluğu 24,69 cm olarak arıtılmış atık su ile sulanan *Festuca* çim türünde ve sulama uygulamasında uygulama süresinin Ağustos ayında ölçülmüştür.

Çim uzunluk değerlerin ölçüm sonucuna göre kum ortamında arıtılmış atık su ile sulanan *Lolium* çim türünde ve toprak ortamında arıtılmış atık su ile sulanan *Festuca* çim türünde çim uzamasının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Arıtılmış atıksuların sulamada kullanılması durumunda suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler açısından sınır değerlere uygunluğu dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada golf sahasıgibi yeşil alanlarda kullanım için arıtılmış atıksu AATTUT kapsamında değerlendirilmiş olup, yeşil alan sulamaya uygun olduğu belirlenmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde artan su talebinin her geçen gün artması ve mevcut su kaynaklarının kirlenmesi sonucu artılmış atıksuların yeniden kullanımı günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir. Alıcı ortama deşarj edilen sular, insan ve çevre sağlığı gözönüne alınarak Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (SKKY) belirlenen standartları sağlamalıdır.

Bu çalışmasında Samsun Büyükşehir Belediyesi bünyesinde işletilen Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma tesisi çıkış suyunun golf sahasının gibi yeşil alanların sulanmasında uygunluğu araştırılmıştır.

Farklı çim türlerinin (*Lolium perenne Topgun*, *Poa pratensis geisha*, *Festuca rubra com. Longfellow*, *Festuca rubra sergi*) arıtılmış atıksu ile sulanması sonrasında çimlenme durumlarının belirlenmiştir. Duncan testi sonuçları değerlendirildiğinde *Festuca rubra com. Longfellow* çimlenme süresinde %90 arıtılmış atıksu uygulamasında %84,75 ile en çok *Festuca rubra sergi* ise %90 arıtılmış atıksu uygulamasında, %24,75 ile en az çimlenme hızı oranına sahip çim türleri olduğu görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre *Lolium perenne Topgun* ve *Festuca rubra com. Longfellow* çim türlerinin farklı oranlarda seyreltilmiş arıtılmış atıksu ile sulama koşullarında çimlenme hızı, çimlenme gücü, fide ve kök uzunluğu ve fide ve yaş ağırlığı bakımından en yüksek verilere sahip olduğundan arıtılmış atıksu ile sulama koşullarında golf sahası için en uygun çim türü olduğu belirlenmiştir.

Çeşme suyu ile yapılan denemelerde su kalitesi sınıflandırması C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sınıfında, farklı seyreltmelerde toprak ve kumda yapılan denemelerde C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> sınıfında belirlenmiştir.

Kumda yapılan denemelerde arıtılmış atık su %50 ve %75 oranında yapılan denemelerde su kalite sınıflarının ise C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> ile C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub> şeklinde değiştii belirlenmiştir. Su kalite sınıfı yönünden drenaj suyu sonuçlarına göre seyreltme ile %50 arıtılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sınıfı yönünden genel olarak denemelerde bir değişim ortaya koymadığı ve sulama suyu olarak kullanımının sorun yaratmadığı ve %75 arıtılmış atıksu uygulamasının uzun süreli tuzluluk sorunlarına neden olmaması için daha etkin bir yıkama suyu uygulaması dahilinde sulama suyu kullanımının uygun olacağı söylenebilir. Arıtılmış atıksu ile yapılan denemelerde drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>3</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>S<sub>3</sub>

ve C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir. Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak aynı sınıfta (C<sub>3</sub>-yüksek tuzluluk) ve bazı aylarda daha yüksek tuzluluk zararı oluşturan C<sub>4</sub> sınıfında yer aldığı görülmektedir. Atıksu uygulamasında oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu belirlenmiş ve arıtılmış atıksu uygulamasının uzun süreli kullanımına bağlı olarak tuzluluk sorunlarının ortaya çıkmaması için daha etkin bir yıkama suyu uygulaması dahilinde sulama suyu olarak kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir. Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) değerlerinde en yüksek değer 34,1meq/L (I. sınıf) olarak, en düşük değer ise 8,2 meq/L (I. sınıf) olarak belirlenmiştir. Samsun Doğu İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi ıkış suyunun pH, EC analiz sonucu 6,600  $\mu$ /cm ve 1,337  $\mu$ /cm değer olduğu belirlenmiştir.

Toprak denemelerinde sulamada kullanılan %50 arıtılmış atıksu karışımı, su kalite sınıflarının ise C<sub>1</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir. %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasının SAR değerleri yönünden olumsuz bir etkisinin ortaya çıkmadığı grlmştir. %75 arıtılmış atıksu ile sulama uygulamasından elde edilen drenaj çıkış suyunun pH ve EC değerleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek değerde grlmştir. Sulamada kullanılan %75 arıtılmış atıksu karışımı drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir. %75 arıtılmış atıksu uygulamasının eşme suyu ve %50 arıtılmış atıksu uygulamalarına benzer Şekilde toprak ortamında *Lolium* im türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden herhangi bir sorun yaratmadığı belirlenmiştir.

Sulamada kullanılan arıtılmış atıksu karışımı, drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir. Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden orta tuzluluk (C<sub>2</sub>) ve çoğunlukla da yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>) sınıflarında yer aldığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar diğer sulama uygulamalarıyla karşılaştırıldığında arıtılmış atıksu uygulamasının toprak ortamında *Lolium* im türü yetiştirilen saksılarda genel olarak tuzluluk ve sodyumluluk sorunu yaratan sulama uygulaması olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak arıtılmış atıksu uygulamasında oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu görülmektedir. Uzun süreli kullanımına bağlı olarak arıtılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sorunlarının ortaya çıkartmaması etkin

yıkama suyu uygulaması dahilinde sulama suyu olarak kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir. %50 arıtılmış atıksu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda tuzluluk yönünden herhangi bir olumsuz etki ortaya koymadığını ve sulama suyu olarak %50 arıtılmış atıksu kullanımının tuzluluk etkisi oluşturmadığı söylenebilir. Sulamada kullanılan %75 arıtılmış atıksu karışımı, drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir. *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda elde edilen sonuçlar %75 arıtılmış atıksu uygulamasının *Lolium* çim türü yetiştirilen saksılarda olduğu gibi Haziran ayı dışında daha fazla tuz biriktirme eğiliminde olmadığı belirlenmiştir. Sulamada kullanılan arıtılmış atıksu karışımı, drenaj suyu kalite sınıflarının ise C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>S<sub>3</sub> ve C<sub>3</sub>S<sub>4</sub> gibi farklı sınıflarda değiştiği görülmektedir. Arıtılmış atıksu uygulamasının, başlangıç sulama suyu kalite sınıfı ile karşılaştırıldığında, drenaj suyu kalite sınıflarının tuzluluk yönünden genel olarak orta tuzluluk zararı (C<sub>2</sub>) sınıfında yer almasına karşın yetiştirme periyodunun son üç ayında yüksek tuzluluk zararı (C<sub>3</sub>) sınıfında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan alkalilik sınıfı yönünden drenaj sularının orta (S<sub>2</sub>), yüksek (S<sub>3</sub>) ve çok yüksek alkalilik zararı (S<sub>4</sub>) sınıflarında yer aldığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar diğer sulama uygulamalarıyla karşılaştırıldığında arıtılmış atıksu uygulamasının *Festuca* çim türü yetiştirilen saksılarda, tuzluluk yönünden ortaya konulan orta ve yüksek tuzluluk zararı etkileri olduğunu ancak oluşan tuzluluk değerlerinin bitki gelişimini sınırlayacak değerlerin altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte uzun süreli kullanımda arıtılmış atıksu uygulamasının tuzluluk sorunları ortaya çıkartmaması için daha etkin bir yıkama suyu planlanması ile kullanımı önerilmektedir.

AKM ve BOİ<sub>5</sub> değerlerinin drenaj suyunun alındığı tüm aylarda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Eysel Nitelikli Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları'nın altında değerler aldığı görülmüştür. Kıta İçi Su Kaynakları Sınıflarına göre fekal koliform değeri, EMS/100 mL olarak verilmekte ve denemelerde tüm aylarında arıtılmış atıksu uygulamasında drenaj çıkış sularının fekal koliform değerleri bu denemelerde düşük buharlaşma ve bitki su tüketimi nedeniyle daha az sulama suyunun kullanıldığı ve birim su başına koliform sayısının daha yüksek olduğu periyottur. Denemelerde yüksek sıcaklıklar, bitki su tüketim miktarlarının artmasına ve bununla birlikte su birimi başına koliform sayısı ve değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

12 aylık deneme süresi boyunca, iki farklı çim örneği ve farklı çeşme suyu-arıtılmış atıksu karışımlardan elde edilen yıllık ortalama değerleri standart kabul edilen değerlerle karşılaştırdığımızda kum ortamında ele gelen drenaj su numunelerin dört farklı su karışımlarıyla yapılan denemelerde bakır dışındaki metal konsantrasyonları (Al, Pb, Fe, Mn, Cr, Cd ve Zn) standart sınır değerlerin altında bulunmuştur ve sadece bakır konsantrasyonu ise her iki çim türünde ve dört su örneğinde sınır değerlerinin üzerinde çıkmıştır. Her iki ortamda *Festuca* çiminde Cu değerleri, *Lolium* çimine göre daha yüksek çıkmıştır ve %75 atıksu oranında değerlerin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, yeşil alanlarda arıtılmış atıksuyun uzun süreli kullanımı toprakta metal birikiminin olabileceği olasıdır. Bu varsayıma dayanarak, arıtılmış atıksuyu sulama suyu olarak kullanırken birikim seviyelerini sürekli analizlerle izlemek gerekli hale gelmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine Teknik Usuller Tebliğine göre, farklı seyreltme yapılan arıtılmış atık suyun sulamada kullanımının önünde herhangi bir engel olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Kıta içi su kaynakların sınıflarına göre tüm aylarda TP ve  $\text{NO}_2^-$  değerleri IV. Sınıf su kalitesi değerinde,  $\text{NO}_3^-$  değerleri I. Sınıf su kalitesi (çok iyi) değerinde ve sülfat değerleri sulama sularının sınıflandırılmasına göre III. Sınıf su kalitesi (kullanılabilir) ve IV. Sınıf su kalitesi (ihtiyatla kullanılmalı) değerinde saptanmıştır. Katyon değerleri daha yüksek çıkmıştır. Na değerleri Kıta İçi Su kaynakları Sınıflarına göre değerlerin çok aşağısında ve I. Sınıf su kalitesi değerinde elde edilmiştir.

Fekal koliform değeri kum ve toprak ortamında yetişen *Lolium* ve *Festuca* çimi için arıtılmış atıksu kalitesinde yüksek çıkmıştır. Su tüketiminin fazla olduğu aylarda atıksudaki koliform miktarının seyrelmeye bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir.

Günümüzde suyun israf edilmemesi gerektiği bilinciyle su kaynaklarının kullanılabilir kısmının düşük seviyelerde olması ve kirlilik seviyelerinin her geçen gün artması günümüzde suyun geri kazanılması ve yeniden kullanımı çok önem kazanmıştır. Karadeniz bölgesinde tek olma özelliği olan ileri arıtım prosesi ile atıksuyun üst seviyede artırılarak proje gereği derin deniz deşarjı ile denize arıtılmış su arıtılmaktadır. Projelendirme aşamasında suyun yeniden kullanımı bilinci olmadığından derin deniz deşarjı ile bertaraf edilmiştir ve bugün suyun yeniden kullanılması ekonomik olarak bir yük getirmesi nedeniyle tercih edilmemektedir. Bir

yıllık sahada yapılan golf sahasının uyarlaması proseslerde suyun golf sahası ve futbol sahalarında kullanılabilir kalitede olduğunu göstermiştir. Kaynakların kullanımı gibi yeni yaklaşımlarda üzerinde durmamız gereken konu suyun yeniden kullanılabilirliği veya herhangi bir proses sürekli izlenerek istenilen performansın sağlanıp sağlanmadığı ortaya konulmalıdır. Atıksu, dünyanın çeşitli ülkelerinde çeşitli amaçlarla arıtılmakta ve yeniden kullanılmaktadır. Su kirliliği ve su kıtlığının en önemli çevre sorunları arasında, arıtılacak atıksuların yeniden kullanım sorununa çözülmesi, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de giderek daha fazla önem kazanılmaktadır.

Son yıllarda tatlı su kaynaklarının korunması ve kullanılmış suyun arıtma yoluyla yeniden kullanılması ve gelecek nesiller için arıtılmış atıksuyun değerlendirilmesi günümüzün en önemli konularından biridir. Arıtılmış atıksuların sulamada kullanılmasıyla ekonomik katkı sağlanacaktır. Ancak sulama belli bir program dahilinde yapılmalı ve önceden bilinemeyecek olası sonuçlar gözlemlenmelidir. Tesislerden çıkan suyun standartlarına uyulması, temiz su kaynaklarının korunması ve arıtılan suların, sulama amaçlı yeşil alanlara uygulanmasının hem toprak ve hem çim bitkisinde oluşabilecek sorunları, hem de çalışan ve bu suyla temasta bulunan kişilerde oluşabilecek sağlık risklerini en aza indirilebileceği en önemli unsurlardan biridir.

Sonuç olarak bu tez kapsamında yapılan çalışmalar ile elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, Samsun Doğu İleri Biyolojik Arıtma tesisinden gelen arıtılmış atıksuların yeşil alanların sulamasında kullanılabilirliği kanıtlanmış ve uygunluğu deneysel çalışmalar ile desteklenmiştir. Bu değerlendirmeler ışığında suyun yeniden kullanımını ekonomik analiz ile optimizasyon olarak hayatımızda yerini almalıdır.

## KAYNAKLAR

Ada, H. (2011). *Kocaeli kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanaklarının araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 32, Tekirdağ.

Akın, M., Akın, G. (2007). Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*. 47(2). 105-118.

Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z. (2010). Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 3(1). 67-74.

Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., Panjehkeh, N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia Journal of Sciences*. 9(1). 43-50.

Al-Salem, S.S. (2001). Overview of the water and wastewater reuse crises in the Eastern Mediterranean region. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 7(6). 1056-1060.

Al-Shammiri, M., Al-Saffar, A., Bohamad, S. and Ahmed, M. (2005). Waste water quality and reuse in irrigation in Kuwait using microfiltration technology in treatment. *Desalination*. 185, 213-225.

Angelakis, A. N., Marecos Do Monte, M. H. F., Bontoux, L. and Asano, T. (1999). The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean Basin: Need for guidelines. *Water Resurce*. 33(10). 2201–17.

Anonim, (1954a). *U.S. Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. USDA. No.60. (Erişim tarihi: 10.09.2019).

Anonim, (1991b). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Web Sitesi: <https://www.guvenbir.com/tr/tebligler/33-237/su-kirliligi-kontrolu-yonetmeliği-teknik> (Erişim tarihi: 18.05.2019).

Anonim, (2004c). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Web Sitesi: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/su-k-rl-l-g--kontrolu-yonetmel-g-20190104091110.pdf> (Erişim tarihi: 18.06.2019).

Anonim, (2014ç). *Samsun Büyükşehir Belediyesi, Samsun Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Atıksu Arıtma Tesisleri*. <https://www.saski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=360> (Erişim tarihi: 20.06.2019).

Anonim, (2018d). *Samsun Büyükşehir Belediyesi, Performans Programı*. <https://www.samsun.bel.tr/uploads/dokumanlar/a98b674788cdb1c6ca504e7e9b958fe55c2.pdf> (Erişim tarihi: 20.06.2019).

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater, (2012). 22 nd ed. Washington: *American Public Health Association*; 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0.

Arslan, D. (2010). *Tekirdağ sahil kuşağında bazı buğdaygil çim bitkileri ve karışımlarının yeşil alan performanslarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 78, Tekirdağ.

Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı, sanayi sektörleri uygulama kılavuzları, (2018). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Asano, T. (2001). Water from (waste) water – the dependable water source, University of California Davis, USA.

Ayers, R.S. ve Wescot D.W. Water quality for agriculture, *Fao Irrigation and Drainage Paper*, 29 Rev. 1, Reprinted 1989, 1994.

Ayeri, T. (2016). *Doğalgaz kombine çevrim santrallerinin karadeniz ölçeğinde derin deniz deşarjı uygulamaları ve model çalışması*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 94, Samsun.

Bastuğ, R. and Büyüktas, D. (2003). The effects of different irrigation levels applied in golf courses on some quality characteristics of turfgrass. *Irrigation Science*. 22. 87–93, DOI 10.1007/s00271-003-0073-7

Bahri, A. and Asano, T. (2010). Global challenges to wastewater reclamation and reuse. *On the Water Front*. 64-72.

Balçı, V. ve Gedikli, N. (2011). Golf alanlarında kullanılan kimyasal ilaçların ve gübrelerin çevre ve uygulayıcılar üzerine etkileri organik yaklaşımlar. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. IX (4). 141-148.

Bahadır, M. (2013). Samsun ili iklim özelliklerinin enterpolasyon teknikleriyle analizi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*. 4(1). 28-46.

Bedbabis, S., Trigua, D., Ahmed, C.B., Clodoveo, M.L., Vivaldi, G.A., Rouina, B.R.. (2015). Long-terms effects of irrigation with treated unicipal wastewater on soil, yield and olive oil quality. *Agricultural Water Management*. 160. 14-21.

Bixio, D., Thoeye, C., Koning, J.D., Joksimovic, D., Savic, D., Wintgens, T. and Melin, T. (2006). Wastewater reuse in Europe. *Desalination*. 187. 89-101.

Bozkurt, S. “Geri Dönüşüm Sularının Damla Sulamada Kullanım Olanakları”, 7. *Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 2007, ss. 777-780.

Bozdoğan, E. (2009). *Kentsel atıksuların yapay sulak alanda arıtılması ve açık yeşil alan sulamalarında kullanılabilme olanaklarının araştırılması*. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 256, Adana.

Bunani, S., Yörükoğlu, E., Yüksel, Ü., Kabay, N., Yüksel, M. and Sert, G. (2015). Application of reverse osmosis for reuse of secondary treated urban wastewater in agricultural irrigation. *Desalination*. 364. 68–74.

Çakıcı, I. (2002). *Golf sahalarının çevresel etkilerinin belek örneğinde irdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. 119, Ankara.

Carrow, R. N. (2006). Can we maintain turf to customers’ satisfaction with less water. *Agricultural Water Management*. 80. 117–131.

Candela, L., Fabregat, S., Josa, A., Suriol, J., Vigués, N. and Mas, J. (2007). Assessment of soil and groundwater impacts by treated urban wastewater reuse. A case study: Application in a golf course (Girona, Spain). *Science of the Total Environment*. 374. 26–35.

Chen, W., Lu, S., Pan, N. and Jiao, W. (2013). Impacts of long-term reclaimed water irrigation on soil salinity accumulation in urban green land in Beijing. *Water Resources Research*. 49. 7401–7410. DOI:10.1002/wrcr.20550.

Çevre Durumu Raporu (2011). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

ÇOB, (2008). Atıksu Arıtımı Eylem Planı Raporu, TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. Selçuk Üniversitesi. *Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergi*. 1(1). 2013.

Çömlekçiöğlü, N., Şimşek, M. (2017). Kontrollü kısıtlı sulamanın biber (*Capsicum annuum* L.) verim ve verim bileşenlerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*. 6. 297-304.

Darama, S. (2009). *Yoğun atıksu deşarjının birinci seyrelmesinde görünür saçak modelinin uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 195, İstanbul.

Devitt, D.A., Morris, L.R., Kopec, D. and Henry, M. (2004). Golf course superintendents attitudes and perceptions toward using reuse water for irrigation in the southwestern United States. *Horttechnology*. 14(4). 1–7.

Demiroğlü, G., Soya, H., Avcioğlü, R. ve Geren, H. (2010). Ege Bölgesi sahil kuşağı koşullarında bazı yeni İngiliz çimi (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinin yeşil alanlara uygunlukları üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergi*. 47(1). 71-78.

Dekeyser, E., Dennhardt, L., Hendrickson, J. (2015). Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) invasion in the northern great plains: a story of rapid dominance in an endangered ecosystem. *Invasive Plant Science and Management*. 8(3). 255-261. <http://dx.doi.org/10.1614/IPSM-D-14-00069.1>

De, L.C. (2017). Lawn grasses—a review. *International Journal of Horticulture*. 7(11). 82-94. DOI: 10.5376/ijh.2017.07.0011.

Demir, Ö., Yıldız, M., Sercan, Ü. ve Arzum, C.Ş. (2017). Atıksuların geri kazanılması ve yeniden kullanılması. *Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Dergi*. 2. 1-14.

Distefano, T. and Kelly, S. (2017). Are we in deep water? Water scarcity and its limits to economic growth. *Ecological Economics*. 142. 130–147.

Doorn, N. (2013). Water and Justice: Towards an Ethics of Water Governance. *Public Reason*. 5(1). 97-114.

Dölgen, D., Alpaslan, A. ve Sarptaş, H. (2006). *Kıyı yerleşimlerine uygun sıvı ve katı atık yönetim stratejileri üzerine görüşler*. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VI. Ulusal Konferansı. 583-592. Muğla, Türkiye.

Duman, H. (2017). *Artırılmış kentsel atıksuların sulamada yeniden kullanımı; Kayseri atıksu arıtma tesisi örneği*. Uzmanlık Tezi, Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetim Genel Müdürlüğü, 114, Ankara.

Ertek, A., Şensoy, S., Yıldız, M., Kabay, T. (2002). Açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak sera koşullarında patlıcan bitkisi için en uygun sulama dozu ve aralığının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. 5. 57-67.

Guidelines for Water Reuse (2012). Environmental Protection Agency, US EPA. 1-643.

Fatta, D., Arslan-Alaton, I., Gokcay, C., Rusan, M.M., Assobhei, O., Mountadar, M. and Papadopoulos, A. (2005). Wastewater reuse: problems and challenges in Cyprus, Turkey, Jordan, and Morocco, *Eur. Water*. 11(12). 63–69.

Filipović, V., Toor, G.S., Ondrašek, G. and Kodešová, R. (2014). Modeling water flow and nitrate- nitrogen transport on golf course under turfgrass. *Journal of Soils and Sediments*. 14. doi: 10.1007/s11368-014-0980-7

Firidin, E. (2015). Su Sorununun, Su hakkı ve su etiği çerçevesinde değerlendirilmesi. *Aksaray Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 7(2). 43-55.

Galavi, M., Jalali, A., Ramroodi, M., Mousavi, S.R. ve Galavi, H. (2010). Effects of treated municipal wastewater on soil chemical properties and heavy metal uptake by sorghum (*Sorghum Bicolor L*). *Journal of Agricultural Science*. 2(3). 235-241.

Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture, World Health Organization, (1989). Geneva, Switzerland.

Güneylioğlu, H. (2007). Çok yıllık çim (*Lolium perenne l.*) çeşitlerinin Ankara koşullarında tarımsal özelliklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54, Ankara.

Hamilton, A. J., Stagnitti, F., Premier, R., Boland, A-M. and Hale, G. (2006). Quantitative microbial risk assesment models for consumption of raw vegetables irrigated with reclaimed water. *Applied and Environmental Microbiology*. 72(5). 3284-3290.

Hekimoğlu, B., Altındeğer, M., Demirbaş, A.R. (2007). Samsun ilinin fiziki durumu ve avantajları. Samsun Valiliği Tarım İl Müdürlüğü, 45, Samsun.

Huber, M. M., Canonica, S., Park, G.Y. and Gunten, U.V. (2003). Oxidation of pHarmaceuticals during ozonation and advanced oxidation processes. *Environmental Science and Technology*. 37(5). 1016–1024.

Jawad Alobaidy, A. M., Al-Samraiy, M. A., Kadhem, A. J. ve Abdul Majeed, A. (2010). Evaluation of treated municipal wastewater quality for irrigation. *Journal of Environmental Protection*. 1. 216-225.

Kahraman, Ö., Akçal, A. ve Kırıt, N. (2017). Atıksu arıtma suyunun gazanya yetiştiriciliğinde tekrar kullanılabilirliği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 5(2). 27–35.

Karakurt, E. (2004). Ankara/Haymana koşullarında yeşil alan çim türlerinin bazı morfolojik ve fenolojik karakterleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 10(3), 275-280.

Karataş, B. S., Akkuzu, E. ve Aşık, Ş. (2005). İzmir kentsel arıtılmış atıksularının sulamada kullanım olanaklarının incelenmesi. *Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Dergi*. 42(3).111-122.

Kaplan, B. (2010). *Manavgat-alanya arasında golf sahaları için uygun alanların belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 136, Adana.

Karama, S. ve Gökalp, Z. (2010). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 3(1). 59-66.

Karaoğlu, M ve Yalçın, A. (2018). Toprak tuzluluğu ve iğdir ovası örneği. Derleme makalesi/Review article. *Journal of Agriculture*. 1(1). 27-41.

Kihila, J., Mtei, K. M. and Njau, K.N. (2014). Wastewater treatment for reuse in urban agriculture; the case of Moshi municipality. *Tanzania Physics and Chemistry of The Earth*. 72(75). 104–110.

Kocamiş, Z.A. (2006). *Deniz deşarjlarında kirlilik dağılımının bilgisayar destekli incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 125, Adana.

Kudal, M. ve Müftüoğlu, N.M. (2014). Kentsel atıksu ile sulanan topraklarda bazı verimlilik özelliklerinin incelenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty)*. 2(1). 77–81.

Kurtkulak, H. (2014). *Kentsel atıksuların geri kazanımı ve yeşil alanların sulanmasında yeniden kullanımı: Konya kenti örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 112, Konya.

Lofrano, G. and Brown, J. (2010). Wastewater management through the ages: A history of mankind. *Science of the Total Environment*. 408. 5254–5264.

Lyu, S., Chen, W., Zhang, W., Fan, Y. and Jiao, W. (2016). Wastewater reclamation and reuse in China: Opportunities and challenges. *Journal of Environmental Sciences*. 39. 86 – 96.

Marcum, K.B. (2006). Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. *Agricultural Water Management*. 80. 132–146.

Manav, S. (2009). *Peyzaj mimarlığında kullanılan sulama sistemleri, teknolojileri ve rekreasyon alanlarının projelendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 81, Tekirdağ.

Mancosu, N., Snyder, R. L., Kyriakakis, G. and Spano, D. (2015). Water scarcity and future challenges for food production. *Water*. 7. 975-992. DOI:10.3390/w7030975.

Maryam, B. ve Büyükgüngör, H. (2017). Wastewater reclamation and reuse trends in Turkey: Opportunities and challenges. *Journal of Water Process Engineering*. DOI.10.1016/2017-10.001.

Meli, S., Maurizio, M., Belligno, A., Bufo, S.A., Mazzatura, A. and Scopa, A. (2002). Influence of irrigation with lagoon urban wastewater on chemical and microbial soil parameters in a citrus orchard under Mediterranean. *The Science of the Total Environment*. 285. 69-77.

Meneses, M., Pasqualino, J. C. and astells, F. (2010). Environmental assesment of urban wastewater reuse: treatment alternatives and applications. *Chemosphere*. 81. 266-272.

Mitchell, M.W. (2004). *Evaluation of the agricultural field scale irrigation requirement simulation (afsirs) in predicting golf course irrigation requirements with site-specific data*. Degree of Master of Science, University of Florida, 59, Florida.

Miller, G.W. (2006). Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. *Desalination*. 187. 65–75.

Mohammad, M.J. and Mazahreh, N. (2003). Changes in soil fertility parameter in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. *Communications in Soil Science And Plant Analyses*. 34. 1281–1294. DOI: 10.1081/CSS-120020444.

Mouhanni, H., Bendou, A. and Er-Raki, S. (2011). Disinfection of treated wastewater and its reuse in the irrigation of golf grass: The case of plant M'zar Agadir-Morocco. *Water*. 3. 1128-1138, DOI:10.3390/w3041128.

Mohammadi Moghadam, F., Mahdavi, M. Ebrahimi, A., Tashauoei, H. R. ve Mahvi, A. H. (2015). Feasibility study of wastewater reuse for irrigation in Isfahan. *Iran Middle-East Journal of Scientific Research*. 23(10). 2366-2373.

Mousavi, S.R., Tavakoli, M. T., Dadgar, M., Chenari, A. I., Moridiyan, A. and Shahsavari, M. (2015). Reuse of treated wastewater for agricultural irrigation with its quality approach. *Biological Forum – An International Journal*. 7(1). 814-822.

Munoz, J.I., Mendoza – Roca, J.A., Iborra – Clar, A., Bes-Pia, A., Fajardo –Montanana, V., Martinez- Francisco, F.J. and Bernacer – Bonora, I. (2008). Study of different alternatives of tertiary treatments for wastewater reclamation to optimize the water quality for irrigation reuse. *Desalination*. 222. 222-229.

Muluk, Ç., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M. A., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G. ve Zeydanlı, U. (2013). Türkiye de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar. Çevrecel perpektif. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, Doğa Koruma Merkezi, Türkiye.

Önder, S. ve Akay, A. (2015). Kentsel açık yeşil alanlarda su yönetimi ve kuraklık. GAP VII. *Tarım Kongresi*. 606-611.

Özbay, I. ve Kavaklı, M. (2008-Mayıs). “Türkiye’de ve diğer ülkelerde artırılmış atıksuların geri kazanım uygulamalarının incelenmesi”. *Çevre Sorunları Sempozyumu*, Kocaeli.

Özkan, L., Alkaya, E. ve Demirer, G. N. (2008). Suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı. *TOPLUM ve HEKİM*. 23(1). 69–74.

Öztürk, I. (2011). Deniz deşarjı tesisleri tasarımı, atıksu, termal ve tuzlu su deşarjları. Express Basımevi, 458, İstanbul.

Öztürk, Ö. ve Özdemir, Z. (2013). Kentsel açık ve yeşil alanların yaşam kalitesine etkisi. “Kastamonu Örneği”. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*.13(1).109-116.

Papaiacovou, I.(2001). Case Study - Wastewater reuse in Limassol as an alternative water source. *Desalination*. 138. 55-59.

Petala, M., Tsiridis, V., Samaras, P., Zouboulis, A. and Sakellariopoulos, G. P. (2006). Wastewater reclamation by advanced treatment of secondary effluents. *Desalination*. 195. 109-118.

Pintilie, L., Torres, C. M., Teodosiu, C. and Castells, F. (2016). Urban wastewater reclamation for industrial reuse: An LCA case study. *Journal of Cleaner Production*. 139. 1-14.

Polat, A. (2013). Su kaynaklarının sürdürülebilirliği için arıtılan atıksuların yeniden kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 6(1). 58-62.

Radcliffe, J.C.(2006). Future directions for water recycling in Australia. *Desalination*. 187. 77–87.

Risk altındaki suların yönetimi, Birleşmiş Milletler Dünya Su geliştirme Raporu, 2012.

- Rusan, M. J. M., Hinnawi, S. and Rousan, L. (2007). Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Desalination*. 215. 143–152.
- Salgot, M., Priestley, G.K. and Folch, M. (2012). Golf course irrigation with reclaimed water in the Mediterranean: A risk management matter. *Water*. 4. 389-429. DOI:10.3390/w4020389
- Salman, A. (2017). Ülkemiz golf sahaları ve çim özellikleri, plant, peyzaj ve süs bitkiciliği dergisi.
- Shiklomanov, I. A. (2000). Appraisal and assessment of world water resources, *Water International*. 25(1). 11-32. DOI: 10.1080/02508060008686794.
- Sivritepe, H.Ö. (2012). Tohum gücünün değerlendirilmesi. *Alatarım*. 11(2). 33-44.
- Skiles, D. J. (2010). *Changes in golf course fairway soils under effluent water irrigation*. Degree of Master of Science, Colorado State University, Department of Horticulture and Landscape Architecture, 114, Fort Collins, Colorado.
- Şahin, B. (2016). *Küresel bir sorun: su kıtlığı ve sanal su ticareti*. Yüksek Lisans Tezi. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, 128, Çorum.
- Şen, F. (2011). *Deniz suyu ile sulama olanakları ve silisyumun golf alanlarında paspalum çiminin (paspalum vaginatum swartz) performansına etkisi*. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 122, Ankara.
- Tanık, A., Öztürk, I. ve Cüceloğlu, G. (2016). Arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı ve yağmur suyu hasadı sistemleri. 144, Ankara.
- Tarı, P. (2011). *Arıtılmış atıksuların sulamada kullanılması üzerine bir inceleme*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 91, İzmir.
- Tarı, A.F. ve Sapmaz, M. (2017). Farklı sulama düzeylerinin serada yetiştirilen domatesin verim ve kalitesine etkisi. *Toprak Su Dergisi*. 6(2).11-17.
- T.C. Orman ve Su işleri bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Slama sularının kalitesi ve kullanılmış suların yeniden kullanılması hakkında yönetmelik. Kasım, 2016.
- Toze, S. (2006). Reuse of effluent water- benefits and risks. *Agricultural Water Management*. 80. 147–159.
- Urbano, V. R., Mendonca, T.G. and Bastos, R.G. (2017). Effects of treated wastewater irrigation on soil properties and lettuce yield. *Agricultural Water Management*. 181. 108–115.
- Yıldız, S., Namal, O. Ö. ve Çekim, M. (2013). Atıksu arıtma teknolojilerindeki tarihsel gelişimler.
- Yılmaz, M.L. ve Peker, S.H. (2013). Su kaynaklarının Türkiye açısından ekono-politik önemi ekseninde olası bir tehlike. *Su savaşları*. 3(1). 57-74.
- Yılmaz, S. (2015). *Evsel atıksu derin deniz deşarjlarında ördek gaga çek valf kullanımının birinci seyrelme üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 134, İstanbul.

Yılmaz, Ö.Z. (2006). *Samsun-Atakum bölgesinin atıksu arıtım stratejileri ve derin deniz deşarjı araştırması*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 164, Samsun.



## EKLER

(EK 1) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının çeşme suyu oranında ortalama pH, EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	6,73	6,63	0,93	1,21	12,1	28,5	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,02	9,09	16,50	16,53	0,55	0,67	0,91	0,68	298,67	309,33
<b>Nisan</b>	8,02	7,96	0,55	1,01	10,6	31,2	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,36	8,40	19,50	19,60	0,61	0,83	1,25	0,68	64,00	74,67
<b>Mayıs</b>	8,16	8,09	0,58	0,61	8,30	22,7	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,75	8,78	22,10	21,60	0,78	0,77	0,87	0,56	53,33	64,00
<b>Haziran</b>	8,20	8,15	0,94	0,81	17,3	25,2	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	7,63	7,73	29,93	29,83	1,22	1,77	2,55	2,21	96,00	64,00
<b>Temmuz</b>	8,35	8,25	0,43	0,67	13,6	26,4	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,18	9,30	20,13	20,90	2,05	0,83	0,87	1,64	160,00	106,67
<b>Ağustos</b>	8,23	8,15	0,46	0,93	27,4	20,3	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,27	8,41	26,30	26,67	1,78	0,72	1,23	1,33	74,67	96,00
<b>Eylül</b>	8,02	7,92	0,58	0,85	16,7	23,1	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,46	8,62	25,60	25,00	0,50	0,66	0,39	0,25	117,33	42,67
<b>Ekim</b>	7,92	7,91	0,59	0,72	27,5	25,8	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,82	9,02	20,80	20,67	0,55	1,33	1,27	1,59	42,67	170,67
<b>Kasım</b>	8,09	7,98	0,52	0,60	27,1	29,8	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,43	9,46	18,33	18,20	0,66	2,05	2,83	3,57	181,33	309,33
<b>Aralık</b>	8,11	8,03	0,52	0,64	8,20	36,1	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,48	9,50	17,43	17,53	0,49	1,77	2,16	2,43	106,67	213,33
<b>Ocak</b>	6,32	6,68	0,53	0,57	20,8	25,3	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,83	9,03	17,70	17,73	2,44	3,00	0,79	1,18	85,33	160,00
<b>Şubat</b>	6,36	6,71	0,53	0,56	11,2	13,4	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	8,84	9,04	15,53	15,43	2,11	1,77	1,05	1,19	64,00	128,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>7,71</b>	<b>7,71</b>	<b>0,59</b>	<b>0,77</b>	<b>16,7</b>	<b>25,7</b>	-	-	<b>8,76</b>	<b>8,87</b>	<b>20,82</b>	<b>20,81</b>	<b>1,15</b>	<b>1,35</b>	<b>1,35</b>	<b>1,44</b>	<b>112,00</b>	<b>144,89</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 2) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının %50 artırılmış atıksu oranında ortalama pH, EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	6,87	6,88	1,50	1,18	27,6	25,2	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,06	9,09	16,33	16,50	0,61	0,83	1,82	2,11	234,67	298,67
<b>Nisan</b>	7,79	7,84	0,75	1,29	11,7	32,1	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,38	8,40	20,80	19,70	0,72	1,05	1,80	2,04	53,33	195,00
<b>Mayıs</b>	7,92	8,09	1,12	1,03	13,7	23,5	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,84	8,88	21,00	20,97	1,77	1,83	2,52	2,15	181,33	138,67
<b>Haziran</b>	7,77	7,81	1,25	1,17	17,5	18,3	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	7,64	7,74	30,00	29,97	3,05	3,00	6,11	5,39	96,00	53,33
<b>Temmuz</b>	8,31	8,24	1,93	1,77	21,4	27,2	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,92	9,06	21,00	20,07	2,50	2,88	5,05	4,49	138,67	138,67
<b>Ağustos</b>	7,67	7,66	2,63	2,04	37,0	21,4	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,18	8,20	26,27	26,57	2,22	2,30	0,44	0,62	149,33	138,67
<b>Eylül</b>	7,65	7,64	2,88	2,79	35,7	21,3	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	8,54	8,51	24,87	25,37	1,00	0,61	1,47	0,44	224,00	96,00
<b>Ekim</b>	7,65	7,66	2,20	1,87	20,0	20,6	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,91	9,00	20,63	20,40	0,72	1,44	3,17	2,58	181,33	224,00
<b>Kasım</b>	7,95	7,78	1,71	1,58	27,4	36,3	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,06	9,42	17,10	16,90	1,33	0,55	2,89	0,21	245,33	224,00
<b>Aralık</b>	8,00	7,86	1,72	1,59	10,1	30,2	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,11	9,45	16,93	16,77	1,11	1,50	1,75	0,59	192,00	160,00
<b>Ocak</b>	6,84	7,01	1,46	1,62	13,4	14,4	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,90	8,99	19,97	19,07	2,33	3,05	1,06	1,85	213,33	245,33
<b>Şubat</b>	6,88	7,04	1,45	1,62	11,2	23,3	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,93	9,03	15,90	15,50	1,72	1,44	1,13	1,91	181,33	213,33
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>7,61</b>	<b>7,63</b>	<b>1,72</b>	<b>1,63</b>	<b>20,6</b>	<b>24,5</b>	-	-	<b>8,71</b>	<b>8,81</b>	<b>20,91</b>	<b>20,65</b>	<b>1,59</b>	<b>1,71</b>	<b>2,43</b>	<b>2,03</b>	<b>148,71</b>	<b>165,28</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 3) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının %75 artırılmış atıksu oranında ortalama pH, EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	6,84	6,86	1,15	1,36	22,6	23,8	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,04	8,97	16,43	16,50	1,44	0,94	2,42	2,10	362,67	362,67
<b>Nisan</b>	7,89	7,98	0,58	1,09	9,8	27,8	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,33	8,41	19,57	19,47	0,44	0,77	2,45	2,09	138,67	160,00
<b>Mayıs</b>	7,94	7,94	0,81	0,75	14,3	17,6	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,91	8,86	20,97	21,03	2,11	1,44	2,75	2,09	213,33	170,67
<b>Haziran</b>	7,93	7,79	1,17	1,33	15,0	25,8	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	7,68	7,71	29,97	29,77	1,94	1,77	6,41	6,59	170,67	85,33
<b>Temmuz</b>	8,11	8,10	2,23	1,94	36,5	23,0	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,74	9,18	21,13	20,67	1,83	2,49	4,75	3,93	213,33	128,00
<b>Ağustos</b>	7,69	7,74	3,47	3,39	31,5	8,10	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	8,33	8,37	26,73	26,30	1,61	0,94	0,41	1,30	202,67	160,00
<b>Eylül</b>	7,53	7,62	3,32	3,19	38,5	20,2	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	8,82	8,67	20,80	24,80	0,50	0,33	0,57	0,65	106,67	96,00
<b>Ekim</b>	7,94	7,83	2,87	2,28	27,6	13,6	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	9,00	8,83	20,90	20,77	0,66	2,28	2,63	1,87	149,33	192,00
<b>Kasım</b>	7,93	7,76	2,17	1,86	17,2	8,80	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	9,74	9,28	16,67	17,43	1,66	1,27	2,49	2,27	192,00	341,33
<b>Aralık</b>	8,02	7,80	2,18	1,86	09,6	22,9	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,75	9,31	16,73	17,37	0,88	1,00	1,57	1,28	106,67	213,33
<b>Ocak</b>	7,11	7,32	1,93	1,62	12,0	15,6	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,88	9,08	18,77	19,03	2,05	1,50	2,56	1,69	64,00	160,00
<b>Şubat</b>	7,14	7,30	1,92	1,62	14,1	27,7	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,89	9,11	15,03	15,80	1,22	1,33	2,05	1,65	53,33	128,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>7,67</b>	<b>7,67</b>	<b>1,98</b>	<b>1,86</b>	<b>20,7</b>	<b>19,6</b>	-	-	<b>8,84</b>	<b>8,82</b>	<b>20,31</b>	<b>20,75</b>	<b>1,36</b>	<b>1,34</b>	<b>2,59</b>	<b>2,29</b>	<b>164,45</b>	<b>183,11</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 4) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının arıtılmış atıksu oranında ortalama pH, EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	6,53	6,59	1,38	1,35	17,1	35,3	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,02	8,97	16,30	16,53	1,00	0,77	2,07	1,87	320,00	352,00
<b>Nisan</b>	7,94	7,87	0,95	1,19	9,40	14,9	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	8,36	8,50	19,60	19,87	0,50	0,55	2,04	1,90	85,33	106,67
<b>Mayıs</b>	7,89	7,89	1,29	1,17	16,7	17,0	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	8,74	8,87	21,37	21,17	0,72	1,00	2,05	1,82	42,67	64,00
<b>Haziran</b>	7,65	7,68	1,35	1,36	15,9	26,5	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	7,67	7,68	29,77	29,53	1,16	1,00	6,87	7,79	160,00	149,33
<b>Temmuz</b>	8,01	8,01	2,63	2,14	30,1	20,9	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,38	9,18	19,47	21,03	1,22	1,28	6,51	5,07	106,67	106,67
<b>Ağustos</b>	7,65	7,97	4,40	3,78	17,3	8,90	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	8,30	8,35	26,50	26,70	0,94	1,11	0,83	1,16	106,67	117,33
<b>Eylül</b>	7,57	7,80	4,24	2,92	33,8	30,3	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	8,28	8,32	26,03	25,80	1,16	0,94	0,11	0,12	149,33	149,33
<b>Ekim</b>	7,67	7,71	3,36	2,46	27,6	26,3	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	8,88	8,66	20,97	21,50	1,50	1,22	2,17	1,84	160,00	213,33
<b>Kasım</b>	8,11	7,78	2,60	2,33	8,30	12,2	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>3</sub>	9,48	9,56	17,43	18,00	1,72	0,33	3,87	2,81	213,33	202,67
<b>Aralık</b>	7,68	7,80	2,61	5,68	13,1	20,7	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	9,50	9,58	17,30	17,20	1,50	0,67	2,29	1,70	138,67	170,67
<b>Ocak</b>	7,70	7,34	1,70	2,32	12,6	15,3	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	8,76	9,06	21,28	19,77	1,28	1,33	2,40	0,36	153,23	181,33
<b>Şubat</b>	7,25	7,35	1,56	2,31	16,3	28,1	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	8,99	9,08	15,00	15,87	0,61	0,83	1,05	0,83	117,33	149,33
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>7,64</b>	<b>7,65</b>	<b>2,34</b>	<b>2,42</b>	<b>18,2</b>	<b>21,4</b>	-	-	<b>8,78</b>	<b>8,82</b>	<b>20,92</b>	<b>21,08</b>	<b>1,11</b>	<b>0,92</b>	<b>2,69</b>	<b>2,27</b>	<b>146,10</b>	<b>163,56</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 5) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının çeşme suyu oranında ortalama EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	8,28	8,28	0,18	0,19	29,9	32,5	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	7,64	7,74	29,97	29,87	1,61	1,11	1,04	0,95	138,67	128,00
<b>Temmuz</b>	8,35	8,29	0,19	0,20	17,1	33,3	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	8,98	9,06	21,90	21,50	1,50	1,11	1,93	0,71	96,00	64,00
<b>Ağustos</b>	8,20	8,20	0,20	0,19	8,90	17,0	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	8,09	8,12	27,43	27,37	0,55	1,11	0,79	0,49	106,67	96,00
<b>Eylül</b>	8,55	8,66	0,22	0,21	15,6	7,30	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	8,54	8,47	25,60	25,43	0,55	1,11	0,81	0,51	192,00	117,33
<b>Ekim</b>	8,60	8,41	0,20	0,21	14,7	40,0	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	9,13	8,94	22,27	22,03	0,61	0,94	3,01	2,97	213,33	256,00
<b>Kasım</b>	8,27	8,13	0,24	0,22	23,7	38,6	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	9,71	9,53	15,10	14,53	0,72	2,11	1,11	1,73	160,00	213,33
<b>Aralık</b>	8,24	8,13	0,24	0,23	17,8	12,5	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	9,78	9,73	14,73	14,27	0,66	1,39	1,25	1,82	149,33	202,67
<b>Ocak</b>	8,60	8,41	0,21	0,18	32,0	6,70	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	7,46	8,62	18,87	18,77	1,33	1,50	0,82	1,51	309,33	416,00
<b>Şubat</b>	6,40	6,61	0,20	0,18	34,1	29,0	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	9,37	9,05	14,97	15,13	1,11	1,05	1,85	2,71	181,33	266,67
<b>Mart</b>	6,95	7,14	0,24	0,32	8,20	13,7	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	9,23	9,15	16,80	16,73	0,68	0,94	0,89	0,86	117,33	128,00
<b>Nisan</b>	8,27	8,12	0,21	0,25	21,2	18,8	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,47	9,06	19,50	19,60	1,72	2,22	0,88	0,79	117,33	181,33
<b>Mayıs</b>	8,24	8,02	0,21	0,26	11,4	16,5	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,43	9,01	21,50	21,83	1,55	2,05	0,77	1,03	96,00	128,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>8,08</b>	<b>8,03</b>	<b>0,21</b>	<b>0,22</b>	<b>19,6</b>	<b>22,2</b>	-	-	<b>8,90</b>	<b>8,87</b>	<b>20,72</b>	<b>20,59</b>	<b>1,05</b>	<b>1,39</b>	<b>1,26</b>	<b>1,34</b>	<b>156,44</b>	<b>183,11</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 6) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının %50 artırılmış atıksu oranında ortalama EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	8,14	8,12	0,22	0,24	30,7	24,1	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>4</sub>	7,65	7,75	29,97	29,97	1,33	0,33	1,04	0,69	149,33	181,33
<b>Temmuz</b>	8,21	8,20	0,39	0,37	13,7	27,8	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,85	9,06	21,83	21,67	0,77	1,00	0,98	0,92	117,33	53,33
<b>Ağustos</b>	8,12	8,12	0,46	0,44	13,0	47,3	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,23	8,30	27,50	27,30	0,72	0,33	0,14	0,15	117,33	149,33
<b>Eylül</b>	8,92	8,97	0,43	0,40	18,8	13,7	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	8,59	8,57	24,40	24,63	0,44	0,38	0,63	0,17	149,33	96,00
<b>Ekim</b>	8,77	8,88	0,46	0,43	19,6	5,31	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,02	9,29	22,37	22,23	0,55	0,50	3,21	1,69	106,67	160,00
<b>Kasım</b>	7,95	8,04	0,48	0,42	29,7	8,10	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	9,67	9,56	15,80	14,73	2,61	2,83	1,35	1,97	192,00	213,33
<b>Aralık</b>	7,78	8,06	0,48	0,43	36,4	19,2	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,77	9,78	14,83	14,00	2,72	1,83	1,47	1,87	149,33	224,00
<b>Ocak</b>	7,84	8,47	0,49	0,45	31,1	11,9	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	8,49	9,44	18,10	19,23	2,83	1,82	2,45	0,93	256,00	341,33
<b>Şubat</b>	7,45	7,66	0,52	0,43	33,8	12,8	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	9,67	9,51	12,37	15,30	5,11	3,33	0,93	0,41	128,00	192,00
<b>Mart</b>	7,67	7,34	0,70	0,51	9,9	12,8	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,21	9,30	16,60	16,23	1,33	1,00	1,90	1,13	85,33	117,33
<b>Nisan</b>	8,13	7,98	0,37	0,46	13,7	7,60	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	8,97	9,18	19,57	19,73	3,50	1,89	0,11	0,92	224,00	213,33
<b>Mayıs</b>	7,87	7,74	0,37	0,47	11,3	13,9	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	8,92	9,10	21,63	21,77	3,33	1,72	0,14	0,97	181,33	181,33
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>8,07</b>	<b>8,13</b>	<b>0,45</b>	<b>0,42</b>	<b>22,9</b>	<b>21,0</b>	-	-	<b>8,92</b>	<b>9,07</b>	<b>20,41</b>	<b>20,57</b>	<b>2,10</b>	<b>1,41</b>	<b>1,20</b>	<b>0,99</b>	<b>154,67</b>	<b>176,89</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 7) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının %75 arıtılmış atıksu oranında ortalama EC, SAR, SKS, ÇO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		ÇO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	8,12	8,13	0,46	0,41	23,0	19,2	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	7,66	7,71	30,10	29,77	1,55	1,11	0,95	1,42	85,33	160,00
<b>Temmuz</b>	8,21	8,21	0,51	0,49	10,7	20,2	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,59	8,64	21,67	21,67	1,61	1,75	0,99	1,91	138,67	64,00
<b>Ağustos</b>	8,12	8,09	0,56	0,55	12,5	58,9	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,39	8,24	27,17	27,17	0,16	1,11	0,19	0,51	53,33	128,00
<b>Eylül</b>	8,99	8,27	0,49	0,48	17,0	15,1	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	8,62	8,61	24,83	24,57	0,39	0,61	0,33	0,53	74,67	85,33
<b>Ekim</b>	8,88	8,10	0,59	0,53	19,2	56,6	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,76	8,86	22,37	22,37	0,50	0,66	1,87	0,91	149,33	128,00
<b>Kasım</b>	8,15	8,37	0,56	0,52	37,9	28,2	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,65	9,51	15,80	15,87	3,61	0,16	2,68	2,81	74,67	219,00
<b>Aralık</b>	8,15	8,38	0,57	0,52	37,9	24,5	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,94	9,61	14,80	14,90	0,83	0,50	2,78	2,77	106,67	181,33
<b>Ocak</b>	8,53	8,59	0,71	0,54	31,9	19,2	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,19	9,03	18,53	19,13	1,66	3,33	1,21	1,29	277,33	373,33
<b>Şubat</b>	8,29	8,55	0,66	0,53	32,8	18,2	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,47	9,45	14,97	15,57	1,05	1,33	0,23	1,11	149,33	202,67
<b>Mart</b>	7,68	7,75	0,83	0,65	9,70	13,4	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,24	9,23	16,20	16,50	0,94	1,83	2,26	2,21	106,67	128,00
<b>Nisan</b>	8,12	7,63	0,63	0,73	12,2	13,1	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,11	9,05	19,47	19,43	3,38	2,33	0,52	0,46	138,67	256,00
<b>Mayıs</b>	8,09	7,59	0,64	0,73	14,4	12,5	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	9,04	8,95	21,47	21,43	3,22	2,16	0,55	0,47	106,67	213,33
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>8,28</b>	<b>8,31</b>	<b>0,60</b>	<b>0,57</b>	<b>21,6</b>	<b>24,9</b>	-	-	<b>8,97</b>	<b>8,91</b>	<b>20,62</b>	<b>20,70</b>	<b>1,58</b>	<b>1,41</b>	<b>1,21</b>	<b>1,37</b>	<b>121,78</b>	<b>178,25</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 8) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının arıtılmış atıksu oranında ortalama EC, SAR, SKS, CO<sub>2</sub>, Sıcaklık, BOİ<sub>5</sub>, AKM ve KOİ değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	pH		EC (dS/m)		SAR (meq/L)		SKS		CO <sub>2</sub> (mg/L)		Sıcaklık (°C)		BOİ <sub>5</sub> (mg/L)		AKM (mg/L)		KOİ (mg/L)	
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	8,10	8,11	0,54	0,46	23,9	11,0	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	7,68	7,68	29,80	29,70	1,83	0,88	0,53	1,12	128,00	128,00
<b>Temmuz</b>	8,13	8,35	0,66	0,60	8,60	9,8	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	8,78	8,79	22,10	21,93	1,99	1,39	0,60	1,10	181,33	149,33
<b>Ağustos</b>	8,22	8,14	0,72	0,68	16,4	17,2	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	8,11	8,09	27,37	27,33	0,88	0,88	0,81	0,70	96,00	96,00
<b>Eylül</b>	8,81	8,12	0,67	0,60	16,6	26,4	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,39	8,35	25,60	25,77	0,61	1,00	0,81	0,71	74,67	85,33
<b>Ekim</b>	8,84	8,13	0,79	0,67	20,7	33,9	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,66	8,80	22,33	22,37	0,72	1,11	1,45	1,27	149,33	181,33
<b>Kasım</b>	8,31	8,52	0,78	0,64	38,4	21,7	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	10,91	10,23	15,93	15,93	2,83	1,55	2,15	0,32	181,33	181,33
<b>Aralık</b>	8,32	8,59	0,79	0,64	36,6	7,40	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	11,14	10,38	14,90	15,03	2,33	1,55	2,55	0,37	192,00	213,33
<b>Ocak</b>	8,46	8,09	1,00	0,73	34,0	28,5	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	8,16	8,90	19,50	19,97	1,83	2,72	0,94	0,79	373,33	320,00
<b>Şubat</b>	6,71	7,08	0,59	0,64	30,8	22,9	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	9,19	9,19	14,67	15,63	0,83	1,33	2,85	3,43	128,00	245,33
<b>Mart</b>	7,21	7,48	1,09	0,79	13,7	18,9	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,18	9,18	16,40	16,63	0,44	2,05	1,02	0,47	53,33	85,33
<b>Nisan</b>	8,03	8,27	0,85	0,75	13,1	32,6	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	9,13	8,90	19,47	19,53	2,27	2,61	1,04	1,27	213,33	128,00
<b>Mayıs</b>	7,95	8,23	0,85	0,76	16,5	13,2	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>3</sub>	9,08	8,86	21,47	21,70	2,05	2,44	1,16	1,32	181,33	96,00
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>8,09</b>	<b>8,34</b>	<b>0,78</b>	<b>0,66</b>	<b>22,4</b>	<b>20,3</b>	-	-	<b>9,03</b>	<b>8,95</b>	<b>20,80</b>	<b>20,96</b>	<b>1,55</b>	<b>1,63</b>	<b>1,33</b>	<b>1,07</b>	<b>162,67</b>	<b>159,11</b>

C<sub>1</sub>: Düşük tuzluluk zararı; C<sub>2</sub>: Orta tuzluluk zararı; C<sub>3</sub>: Yüksek tuzluluk zararı; C<sub>4</sub>: Çok yüksek tuzluluk zararı;

S<sub>1</sub>: Düşük sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>2</sub>: Orta sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>3</sub>: Yüksek sodyum (alkalilik) zararı; S<sub>4</sub>: Çok yüksek sodyum (alkalilik) zararı.

(EK 9) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının çeşme suyu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	349,00	327,00	6,85	6,75	1,34	1,36	0,19	0,20	1,53	1,56	24	50	6,48	5,86	1,46	0,31
<b>Nisan</b>	549,33	532,67	6,94	6,77	2,06	1,99	0,18	0,24	2,24	2,23	21,33	54,33	6,67	5,78	1,43	0,28
<b>Mayıs</b>	533,00	549,33	2,81	2,91	2,43	2,53	0,20	0,2	2,63	2,73	15,33	35,33	6,57	4,55	0,24	0,31
<b>Haziran</b>	549,33	567,00	3,11	3,14	3,12	3,05	0,21	0,22	3,33	3,27	27,67	43,33	4,91	5,74	0,21	0,19
<b>Temmuz</b>	587,33	590,00	3,16	3,20	2,41	2,40	0,21	0,21	2,62	2,61	20,67	42,67	4,40	5,10	0,22	0,13
<b>Ağustos</b>	589,00	592,00	3,21	3,21	2,44	2,44	0,16	0,17	2,61	2,61	40,00	33,00	4,03	5,10	0,24	0,17
<b>Eylül</b>	586,00	606,67	3,73	3,83	2,41	2,40	0,18	0,18	2,59	2,58	29,00	34,00	5,42	4,21	0,58	0,13
<b>Ekim</b>	628,00	656,00	4,33	4,76	2,39	2,38	0,15	0,15	2,54	2,53	46,67	31,67	5,33	2,10	0,47	0,91
<b>Kasım</b>	591,00	598,00	2,98	2,96	2,47	2,46	0,17	0,21	2,64	2,67	46,00	31,00	5,17	2,00	0,60	0,17
<b>Aralık</b>	587,33	604,00	3,09	3,00	2,40	2,39	0,17	0,20	2,57	2,59	13,67	30,00	5,10	0,98	0,42	0,41
<b>Ocak</b>	279,00	267,00	3,58	3,81	2,24	2,25	0,18	0,20	2,42	2,44	34,33	38,67	5,06	4,50	0,42	0,16
<b>Şubat</b>	308,00	304,33	3,42	3,75	2,24	2,24	0,19	0,18	2,43	2,42	18,67	17,00	5,17	3,10	0,39	0,13
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>511,36</b>	<b>516,17</b>	<b>3,93</b>	<b>4,01</b>	<b>2,33</b>	<b>2,32</b>	<b>0,18</b>	<b>0,20</b>	<b>2,51</b>	<b>2,52</b>	<b>28,11</b>	<b>36,75</b>	<b>5,36</b>	<b>4,09</b>	<b>0,56</b>	<b>0,28</b>

(EK 10) Sakısı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının %50 arıtılmış atıksu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	325,67	344,00	6,76	6,65	1,33	1,43	0,14	0,16	1,47	1,60	53,67	44,67	6,18	5,70	1,36	0,56
<b>Nisan</b>	557,00	521,00	6,87	6,74	1,96	1,96	0,19	0,25	2,15	2,21	23,33	53,67	6,63	5,07	1,34	0,53
<b>Mayıs</b>	573,33	522,33	2,92	2,91	2,46	2,33	0,23	0,21	2,68	2,54	25,33	31,67	6,37	3,45	0,47	0,19
<b>Haziran</b>	583,33	533,33	3,03	3,13	3,09	3,12	0,24	0,21	3,32	3,35	28,00	31,33	4,67	5,67	0,44	0,23
<b>Temmuz</b>	617,00	555,67	3,06	3,16	2,44	2,43	0,17	0,21	2,68	2,64	31,67	44,00	4,27	5,00	0,10	0,23
<b>Ağustos</b>	616,67	559,67	3,08	3,18	2,47	2,46	0,18	0,17	2,64	2,63	56,33	35,00	4,53	5,21	0,10	0,15
<b>Eylül</b>	670,00	704,67	3,66	3,79	2,42	2,42	0,15	0,18	2,60	2,60	60,33	31,00	5,44	4,10	0,29	0,14
<b>Ekim</b>	880,00	885,00	4,74	4,91	2,46	2,42	0,22	0,15	2,61	2,59	33,33	31,33	5,33	4,20	0,22	0,41
<b>Kasım</b>	674,00	705,00	3,07	3,13	2,46	2,42	0,22	0,19	2,68	2,61	44,67	41,67	4,90	2,10	0,40	0,54
<b>Aralık</b>	650,67	694,67	3,13	3,18	2,46	2,47	0,22	0,19	2,68	2,66	17,33	32,67	5,51	2,12	0,44	0,23
<b>Ocak</b>	301,00	268,00	3,71	3,79	2,26	2,22	0,18	0,20	2,44	2,42	23,33	24,00	5,72	5,20	0,39	0,36
<b>Şubat</b>	322,67	308,00	3,65	3,73	2,26	2,23	0,20	0,20	2,46	2,43	18,33	35,00	5,19	4,20	0,17	0,33
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>550,11</b>	<b>746,06</b>	<b>3,97</b>	<b>4,03</b>	<b>2,34</b>	<b>2,33</b>	<b>0,20</b>	<b>0,19</b>	<b>2,53</b>	<b>2,52</b>	<b>34,64</b>	<b>36,33</b>	<b>5,40</b>	<b>4,34</b>	<b>0,48</b>	<b>0,33</b>

(EK 11) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının %75 arıtılmış atıksu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	370,00	347,33	6,57	6,64	1,37	1,34	0,18	0,15	1,55	1,50	44,67	42,00	6,47	5,87	1,33	0,35
<b>Nisan</b>	543,00	602,00	6,68	6,72	2,32	2,41	0,23	0,27	2,55	2,68	19,00	45,33	6,23	5,00	1,33	0,32
<b>Mayıs</b>	531,67	538,00	2,98	3,05	2,28	2,22	0,21	0,21	2,45	2,44	26,00	29,67	6,30	5,46	0,36	0,19
<b>Haziran</b>	534,00	548,00	2,95	2,97	3,02	3,02	0,22	0,23	3,24	3,24	22,67	44,00	4,27	5,44	0,32	0,38
<b>Temmuz</b>	544,33	564,67	2,96	3,09	2,29	2,19	0,22	0,22	2,50	2,41	53,67	36,33	4,17	4,78	0,14	0,19
<b>Ağustos</b>	546,00	569,33	3,06	3,10	2,32	2,23	0,17	0,16	2,48	2,40	46,00	13,33	4,16	5,23	0,11	0,20
<b>Eylül</b>	600,33	620,67	3,71	3,77	2,44	2,43	0,18	0,17	2,62	2,60	64,67	29,67	5,42	4,10	0,22	0,20
<b>Ekim</b>	920,00	755,00	4,45	4,54	2,32	2,38	0,16	0,16	2,48	2,54	47,00	23,00	5,30	5,40	0,52	0,36
<b>Kasım</b>	652,00	595,00	3,08	3,20	2,46	2,41	0,18	0,18	2,64	2,58	28,67	11,67	5,37	3,20	0,20	0,31
<b>Aralık</b>	690,67	581,00	3,05	3,43	2,33	2,42	0,18	0,18	2,51	2,60	16,33	31,00	5,37	3,20	0,37	0,46
<b>Ocak</b>	312,00	264,00	3,73	3,81	2,23	2,21	0,18	0,17	2,41	2,39	21,00	22,33	5,57	3,20	0,54	0,91
<b>Şubat</b>	326,33	289,67	3,60	3,76	2,23	2,21	0,19	0,19	2,42	2,40	23,33	43,33	4,99	4,00	0,51	0,89
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>547,53</b>	<b>522,89</b>	<b>3,90</b>	<b>4,01</b>	<b>2,30</b>	<b>2,29</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>2,49</b>	<b>2,48</b>	<b>34,42</b>	<b>30,97</b>	<b>5,30</b>	<b>4,57</b>	<b>0,50</b>	<b>0,40</b>

(EK 12) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının arıtılmış atıksu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Mart</b>	372,67	392,00	7,06	6,74	1,31	1,32	0,22	0,19	1,53	1,51	33,33	60,33	6,35	5,65	1,29	0,21
<b>Nisan</b>	565,67	551,67	7,15	6,88	2,40	2,28	0,26	0,27	2,66	2,54	18,33	24,00	6,40	4,98	1,24	0,24
<b>Mayıs</b>	559,33	553,00	3,06	2,88	2,23	2,31	0,17	0,18	2,40	2,49	31,33	35,33	6,60	8,56	0,49	0,11
<b>Haziran</b>	571,00	580,00	3,23	3,2	3,12	3,05	0,18	0,20	3,30	3,25	25,00	44,67	4,50	5,40	0,46	0,26
<b>Temmuz</b>	595,33	605,00	3,28	3,28	2,34	2,36	0,19	0,21	2,53	2,57	46,67	32,33	4,55	4,65	0,24	0,13
<b>Ağustos</b>	600,00	600,33	3,55	3,56	2,37	2,40	0,17	0,17	2,54	2,57	25,67	16,33	4,20	6,30	0,20	0,36
<b>Eylül</b>	704,67	567,00	3,61	3,46	2,45	2,44	0,17	0,17	2,63	2,61	56,67	35,00	5,33	2,30	0,29	0,39
<b>Ekim</b>	834,00	903,00	5,00	4,84	2,00	2,43	0,15	0,14	2,59	2,57	46,67	35,00	5,20	3,20	0,52	0,33
<b>Kasım</b>	693,00	561,00	3,13	3,39	2,42	2,42	0,17	0,17	2,59	2,59	14,33	14,33	5,17	2,30	0,89	0,48
<b>Aralık</b>	676,67	574,67	3,18	3,56	2,46	2,45	0,18	0,18	2,64	2,63	23,67	31,67	5,43	4,10	1,09	0,58
<b>Ocak</b>	271,00	308,00	4,07	4,23	2,22	2,22	0,18	0,18	2,40	2,40	22,33	19,67	5,53	3,10	0,46	0,21
<b>Şubat</b>	289,67	322,67	3,87	3,89	2,22	2,24	0,17	0,18	2,39	2,42	25,33	30,00	4,45	2,10	0,42	0,18
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>561,08</b>	<b>543,2</b>	<b>4,18</b>	<b>4,16</b>	<b>2,30</b>	<b>2,33</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>2,52</b>	<b>2,51</b>	<b>30,78</b>	<b>31,56</b>	<b>5,31</b>	<b>4,39</b>	<b>0,63</b>	<b>0,29</b>

(EK 13) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının çeşme su oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	596,33	653,00	2,93	2,73	2,36	2,26	0,19	0,20	2,55	2,46	53,00	50,57	6,07	4,54	0,20	0,31
<b>Temmuz</b>	491,67	485,67	3,05	2,96	2,42	2,36	0,19	0,19	2,61	2,55	31,00	51,23	6,37	4,47	0,23	0,28
<b>Ağustos</b>	497,67	503,33	3,30	3,30	2,44	2,44	0,17	0,16	2,51	2,60	16,33	25,83	6,30	4,30	0,43	0,31
<b>Eylül</b>	515,00	518,33	4,21	3,83	2,43	2,37	0,18	0,21	2,61	2,57	25,33	11,70	5,07	4,93	0,24	0,19
<b>Ekim</b>	526,00	561,00	3,35	3,43	2,34	2,37	0,16	0,16	2,50	2,53	21,67	66,23	4,17	5,37	0,17	0,13
<b>Kasım</b>	537,00	526,00	3,42	3,59	2,55	2,46	0,17	0,18	2,64	2,63	40,67	63,47	4,33	5,27	0,13	0,17
<b>Aralık</b>	541,67	536,67	3,48	3,66	2,29	2,24	0,17	0,17	2,46	2,41	29,67	23,10	5,50	6,65	0,09	0,13
<b>Ocak</b>	543,00	482,00	3,96	4,07	2,21	2,21	0,17	0,18	2,38	2,39	53,67	13,00	5,50	6,60	0,15	0,91
<b>Şubat</b>	308,00	278,67	2,51	2,54	2,28	2,37	0,18	0,17	2,46	2,54	56,00	54,00	5,23	6,77	0,18	0,17
<b>Mart</b>	485,67	437,33	5,44	6,26	2,77	2,92	0,19	0,19	2,95	3,11	13,67	23,67	5,00	5,57	0,51	0,41
<b>Nisan</b>	506,00	474,00	4,93	5,36	2,78	2,95	0,19	0,19	2,97	3,14	34,33	31,67	5,03	5,50	0,20	0,16
<b>Mayıs</b>	502,00	466,67	3,47	3,65	2,84	3,01	0,20	0,20	3,04	3,21	18,67	26,67	5,17	5,07	0,17	0,13
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>504,17</b>	<b>493,56</b>	<b>3,67</b>	<b>3,78</b>	<b>2,48</b>	<b>2,50</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>2,64</b>	<b>2,68</b>	<b>32,83</b>	<b>36,76</b>	<b>5,31</b>	<b>5,42</b>	<b>0,23</b>	<b>0,28</b>

(EK 14) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının %50 artırılmış atıksu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	649,67	659,00	2,81	3,16	2,13	2,10	0,21	0,18	2,34	2,28	55,33	38,33	6,17	4,50	0,34	0,56
<b>Temmuz</b>	466,67	441,00	2,95	3,20	2,16	2,13	0,16	0,16	2,32	2,29	25,33	43,53	6,53	4,37	0,31	0,53
<b>Ağustos</b>	478,33	486,67	3,03	2,72	2,27	2,26	0,17	0,21	2,44	2,48	23,33	73,97	6,27	4,77	0,23	0,19
<b>Eylül</b>	502,00	477,67	3,81	4,07	2,38	2,39	0,26	0,25	2,64	2,64	28,33	23,03	4,30	5,43	0,26	0,23
<b>Ekim</b>	511,00	515,00	3,41	3,51	2,29	2,32	0,15	0,15	2,44	2,47	28,67	90,20	4,17	5,53	0,13	0,23
<b>Kasım</b>	506,00	489,33	3,44	3,70	2,50	2,44	0,18	0,19	2,68	2,62	46,33	13,47	4,50	5,33	0,37	0,15
<b>Aralık</b>	512,33	500,67	3,61	3,69	2,20	2,19	0,17	0,18	2,37	2,36	62,33	34,57	5,40	6,35	0,48	0,14
<b>Ocak</b>	470,00	511,00	3,84	3,93	2,23	2,23	0,17	0,17	2,40	2,40	53,33	22,43	5,40	6,67	0,49	0,41
<b>Şubat</b>	286,00	267,67	2,69	2,55	2,24	2,27	0,17	0,17	2,40	2,43	54,67	24,19	4,90	6,63	0,34	0,54
<b>Mart</b>	466,67	495,00	6,81	7,10	2,79	2,75	0,19	0,18	2,99	2,92	17,33	21,33	5,50	5,33	0,68	0,23
<b>Nisan</b>	501,00	510,00	6,67	6,65	2,82	2,77	0,19	0,18	3,01	2,95	23,33	13,00	5,70	5,47	0,12	0,36
<b>Mayıs</b>	487,00	506,00	3,62	3,71	2,89	2,83	0,19	0,19	3,08	3,02	18,33	22,33	5,17	4,87	0,09	0,33
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>486,39</b>	<b>488,25</b>	<b>3,89</b>	<b>4,00</b>	<b>2,41</b>	<b>2,39</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>2,59</b>	<b>2,57</b>	<b>36,39</b>	<b>35,03</b>	<b>5,33</b>	<b>5,44</b>	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>

(EK 15) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının %75 artırılmış atıksu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	624,33	649,00	2,93	2,76	2,41	2,36	0,19	0,19	2,60	2,54	42,33	28,80	6,47	4,17	0,30	0,35
<b>Temmuz</b>	443,00	534,00	2,99	2,98	2,40	2,41	0,18	0,16	2,57	2,57	19,33	30,87	6,23	4,33	0,27	0,32
<b>Ağustos</b>	459,00	559,33	3,03	2,64	2,41	2,42	0,18	0,18	2,59	2,59	23,33	70,17	6,30	4,50	0,64	0,19
<b>Eylül</b>	469,00	590,33	3,82	3,93	2,37	2,31	0,25	0,24	2,62	2,56	25,00	25,50	4,27	5,30	0,08	0,38
<b>Ekim</b>	489,00	598,00	3,67	3,87	2,34	2,50	0,15	0,15	2,49	2,65	27,67	93,70	4,13	5,30	0,04	0,19
<b>Kasım</b>	477,00	587,00	3,54	3,84	2,42	2,40	0,18	0,19	2,61	2,60	52,67	44,17	4,13	4,70	0,18	0,20
<b>Aralık</b>	510,67	592,67	3,77	3,83	2,39	2,37	0,18	0,18	2,39	2,55	63,33	44,20	5,37	6,33	0,23	0,20
<b>Ocak</b>	519,00	495,00	4,12	3,95	2,24	2,23	0,17	0,16	2,40	2,40	53,67	35,23	5,30	6,37	0,37	0,36
<b>Şubat</b>	278,67	275,00	2,82	2,52	2,24	2,26	0,17	0,17	2,41	2,43	55,33	33,67	5,37	6,53	0,32	0,31
<b>Mart</b>	485,67	441,00	5,05	6,70	2,63	2,86	0,18	0,18	2,81	3,05	16,33	23,00	5,37	5,40	0,26	0,46
<b>Nisan</b>	507,00	472,33	6,79	5,74	2,68	2,89	0,18	0,19	2,86	3,07	21,00	23,33	5,57	5,40	0,37	0,91
<b>Mayıs</b>	504,00	471,00	3,87	3,83	2,76	2,95	0,18	0,19	2,94	3,14	23,33	22,00	4,93	5,30	0,34	0,89
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>480,53</b>	<b>522,06</b>	<b>3,87</b>	<b>3,88</b>	<b>2,44</b>	<b>2,50</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>2,61</b>	<b>2,68</b>	<b>35,28</b>	<b>39,55</b>	<b>5,29</b>	<b>5,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,40</b>

(EK 16) Saksı denemesinde *Lolium* (L) ve *Festuca* (F) çim türünde, topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının arıtılmış atıksu oranında ortalama anyon ve katyon değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Ay	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		TP		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		TN		Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(mg/L)															
	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L	F
<b>Haziran</b>	639,67	657,67	2,91	2,98	2,51	2,50	0,18	0,20	2,69	2,70	42,67	17,23	6,27	4,73	0,13	0,21
<b>Temmuz</b>	513,67	482,33	3,07	3,08	2,70	2,61	0,20	0,19	2,91	2,80	15,33	15,20	6,30	4,60	0,10	0,24
<b>Ağustos</b>	522,33	502,67	3,34	3,26	2,37	2,41	0,17	0,18	2,54	2,59	30,00	25,30	6,50	4,20	0,23	0,11
<b>Eylül</b>	540,33	521,33	3,99	3,78	2,34	2,39	0,22	0,21	2,56	2,60	26,00	44,5	4,57	5,43	0,32	0,26
<b>Ekim</b>	528,00	542,00	3,78	3,94	2,40	2,43	0,15	0,15	2,71	2,58	31,67	56,90	4,57	5,50	0,10	0,13
<b>Kasım</b>	544,00	525,00	3,73	3,69	2,45	2,42	0,19	0,19	2,64	2,61	55,67	33,83	4,03	4,50	0,18	0,36
<b>Aralık</b>	535,00	550,33	3,83	3,67	2,60	2,30	0,19	0,18	2,60	2,49	60,67	13,45	5,33	6,30	0,16	0,39
<b>Ocak</b>	540,00	525,00	3,94	4,08	2,22	2,24	0,17	0,17	2,39	2,41	56,67	52,36	5,23	6,40	0,32	0,33
<b>Şubat</b>	363,33	326,33	2,60	2,72	2,26	2,30	0,17	0,17	2,44	2,48	51,00	43,00	5,30	6,60	0,18	0,48
<b>Mart</b>	497,67	452,00	5,84	6,72	2,72	2,68	0,17	0,18	2,89	2,86	23,67	32,33	5,43	5,27	0,54	0,58
<b>Nisan</b>	510,00	485,67	4,24	5,03	2,73	2,69	0,18	0,18	2,91	2,87	22,33	54,00	5,53	5,30	0,28	0,21
<b>Mayıs</b>	507,00	474,00	3,90	3,61	2,80	2,76	0,18	0,18	2,98	2,95	25,33	21,33	4,47	5,07	0,24	0,18
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>520,08</b>	<b>503,69</b>	<b>3,76</b>	<b>3,88</b>	<b>2,51</b>	<b>2,48</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>2,69</b>	<b>2,66</b>	<b>36,75</b>	<b>34,12</b>	<b>5,29</b>	<b>5,33</b>	<b>0,23</b>	<b>0,29</b>

(EK 17) Saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının %50 oranında ortalama fekal koliform değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Parametre	Çim türü	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Fekal koliform (EMS/100mL)	<i>Lolium</i>	8,33	6,33	6,00	4,33	2,56	3,00	3,33	5,33	6,33	10,54	9,33	9,00
	<i>Festuca</i>	9,33	7,67	7,00	4,33	4,00	3,67	4,33	5,67	6,33	9,00	11,00	11,33

(EK 18) Saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının %75 su oranında ortalama fekal koliform değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Parametre	Çim türü	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Fekal koliform (EMS/100mL)	<i>Lolium</i>	9,26	8,14	8,00	6,62	5,33	5,33	7,67	10,67	11,42	11,67	12,33	12,00
	<i>Festuca</i>	11,33	11,33	10,00	7,67	6,33	5,00	7,00	10,00	11,33	11,67	12,67	12,00

(EK 19) Saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türünde, kumlu saksılardan çıkan drenaj sularının artırılmış atıksu oranında ortalama fekal koliform değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Parametre	Çim türü	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat
Fekal koliform (EMS/100mL)	<i>Lolium</i>	10,67	8,67	7,33	7,33	6,33	5,67	6,00	13,33	13,67	15,67	16,33	14,00
	<i>Festuca</i>	14,00	13,67	13,00	10,33	7,33	7,67	8,33	11,00	14,00	16,33	16,33	15,67

(EK 20) Saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının %50 oranında ortalama fekal koliform değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Parametre	Çim türü	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Fekal koliform (EMS/100mL)	<i>Lolium</i>	3,67	2,67	2,67	3,33	4,00	4,00	5,67	8,67	8,33	7,67	5,33	5,33
	<i>Festuca</i>	2,33	2,00	2,00	3,33	4,00	4,33	5,67	7,00	7,33	5,33	5,00	4,67

(EK 21) Saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının %75 su oranında ortalama fekal koliform değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Parametr	Çim türü	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Fekal koliform (EMS/100mL)	<i>Lolium</i>	6,67	5,33	3,33	3,67	5,33	5,33	8,67	10,00	11,33	11,00	8,33	8,33
	<i>Festuca</i>	5,67	3,33	4,00	4,33	5,00	7,33	8,33	10,67	12,00	9,33	7,67	6,00

(EK 22) Saksı denemesinde *Lolium* ve *Festuca* çim türünde topraklı saksılardan çıkan drenaj sularının arıtılmış atıksu oranında ortalama fekal koliform değerlerinin 12 aylık süreç içindeki değişimleri

Parametr	Çim türü	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Fekal koliform (EMS/100mL)	<i>Lolium</i>	8,00	4,33	4,67	5,33	6,00	6,33	10,67	13,67	13,67	13,33	11,67	10,33
	<i>Festuca</i>	7,33	5,00	5,67	7,33	9,33	11,33	12,00	14,67	16,00	14,33	10,00	10,00

(EK 23) Kum ve toprak ortamında golf sahasına ait olan *Lolium* çim türünde farklı su karışım oranında pH ve EC analiz sonuçları

Su Uygulamaları	pH		EC (dS/m)	
	Kum	Toprak	Kum	Toprak
Başlangıç	8,38	8,13	0,17	0,23
%100 ÇS	8,43	7,87	0,09	0,13
%50 AAS	8,41	7,79	0,17	0,28
%75 AAS	8,57	7,79	0,22	0,33
%100 AAS	8,49	7,87	0,28	0,43

(EK 24) Toprak ve kum ortamında golf sahasına ait olan *Festuca* çim türünde farklı su karışım oranında pH ve EC analiz sonuçları

Su Uygulamaları	pH		EC (dS/m)	
	Kum	Toprak	Kum	Toprak
Başlangıç	8,38	8,13	0,17	0,23
%100 ÇS	8,40	7,94	0,08	0,14
%50 AAS	7,86	7,92	0,14	0,31
%75 AAS	8,46	7,76	0,19	0,33
%100 AAS	8,40	7,81	0,23	0,49

(EK 25) Saksı denemesinde kum ortamında 12 aylık ortalama *Lolium* ve *Festuca* çim türünün boy uzunluk (cm) sonuçları

Ay	<i>Lolium</i>				<i>Festuca</i>			
	Sulama Uygulamaları							
	%100 ÇS	%50 AAS	%75 AAS	%100 AAS	%100 ÇS	%50 AAS	%75 AAS	%100 AAS
<b>Mart</b>	12,71	12,12	12,71	11,98	16,71	15,02	13,48	13,18
<b>Nisan</b>	12,09	12,15	12,57	12,05	16,64	16,13	13,77	13,65
<b>Mayıs</b>	13,27	11,60	12,93	11,69	16,41	14,89	14,19	14,01
<b>Haziran</b>	13,60	14,86	14,83	14,95	16,26	16,06	13,96	15,39
<b>Temmuz</b>	13,39	12,40	15,14	15,13	17,10	16,20	15,15	15,68
<b>Ağustos</b>	13,56	12,30	14,61	14,14	17,65	16,00	16,36	15,89
<b>Eylül</b>	13,56	16,06	18,74	17,87	16,17	14,57	14,13	16,26
<b>Ekim</b>	17,19	15,78	18,00	19,92	16,54	14,69	14,85	16,78
<b>Kasım</b>	17,45	15,47	18,08	19,10	17,12	15,12	14,74	16,67
<b>Aralık</b>	16,61	15,32	16,88	18,88	18,08	15,34	14,54	16,81
<b>Ocak</b>	15,35	16,18	18,66	18,53	14,24	16,07	16,15	17,70
<b>Şubat</b>	15,38	16,47	17,78	18,42	14,22	15,93	15,98	17,18
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>14,51</b>	<b>14,23</b>	<b>15,91</b>	<b>16,06</b>	<b>16,43</b>	<b>15,5</b>	<b>14,78</b>	<b>15,77</b>

(EK 26) Saksı denemesinde toprak ortamında 12 aylık ortalama *Lolium* ve *Festuca* çim türünün boy uzunluk (cm) sonuçları

Ay	<i>Lolium</i>				<i>Festuca</i>			
	Sulama Uygulamaları							
	%100 ÇS	%50 AAS	%75 AAS	%100 AAS	%100 ÇS	%50 AAS	%75 AAS	%100 AAS
<b>Haziran</b>	16,86	16,55	16,27	16,19	18,66	23,73	23,55	23,79
<b>Temmuz</b>	16,32	16,64	15,48	15,39	18,69	21,68	23,28	23,97
<b>Ağustos</b>	17,62	15,47	15,98	15,97	19,43	22,32	22,55	24,69
<b>Eylül</b>	18,30	18,32	15,95	18,20	19,93	19,61	17,74	18,83
<b>Ekim</b>	18,83	17,81	18,42	17,74	22,60	16,31	18,90	18,45
<b>Kasım</b>	18,10	17,82	18,13	18,00	21,05	16,92	18,05	18,16
<b>Aralık</b>	17,92	17,11	17,42	17,19	21,62	16,82	17,68	18,37
<b>Ocak</b>	15,2	16,11	16,74	16,20	13,73	16,96	13,21	14,91
<b>Şubat</b>	15,26	16,08	17,08	16,18	14,20	16,88	13,58	14,96
<b>Mart</b>	15,03	16,78	17,48	16,73	14,34	17,53	14,25	15,70
<b>Nisan</b>	19,28	20,27	16,60	17,99	14,63	16,58	20,09	15,23
<b>Mayıs</b>	17,11	18,24	16,19	17,10	18,89	18,59	17,95	17,89
<b>Yıllık ortalama</b>	<b>17,15</b>	<b>17,27</b>	<b>16,81</b>	<b>16,91</b>	<b>18,15</b>	<b>18,66</b>	<b>18,40</b>	<b>18,75</b>

## ÖZGEÇMİŞ



Saba FATAHI, 11.04.1983 tarihinde İran'da doğdu. İran Farabi Lisesi'ni bitirdikten sonra İran Azad Marand Üniversitesi Biyoloji Fakültesi'nden 2007 yılında mezun oldu. 2013 yılında Hindistan Hydarabad Osmaniya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bilimi Bölümü Yüksek Lisans programını bitirdi. Mezuniyetinden bu yana doktora olarak görev yapan orta derecede İngilizce bilmektedir. Temel ilgi alanları, suda fitoplanktonların araştırılması ve arıtılmış atıksu ( 2012-2019).

### İletişim Bilgileri

E mail: s.fattahi1983@gmail.com

Telefon: 05514341568

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2432-8313>

### Yayınlanmış Çalışmalar:

1. FATAHI Saba, SAĞLAM Mustafa, ARDALI Yüksel (2018). Prestudies for the Wastewater Reuse in Green Areas. International Technological Sciences and Design Symposium (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4698660)
2. ARDALI Yüksel, FATAHI Saba, QEURAHMANLI Guler (2018). Türkiye'de Atıksu Islahı ve Yeniden Kullanımı: Samsun Örneği. Uluslararası Su ve Çevre Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4656128)