

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus Emre YILDIZ

**ARITILMIŞ ATIK SULARIN ÇAYIR VE MERALARDA
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARITILMIŞ ATIK SULARIN ÇAYIR VE MERALARDA KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Yunus Emre YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez .../.../2021 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği / Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Çağatayhan Bekir ERSÜ
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
ÜYE

.....
Prof. Dr. Fatma İlter TÜRKDOĞAN
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARITILMIŞ ATIK SULARIN ÇAYIR VE MERALARDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Yunus Emre YILDIZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: : Doç. Dr. Çağatayhan Bekir ERSÜ
Yıl: 2021, Sayfa: 113
Jüri: : Doç. Dr. Çağatayhan Bekir ERSÜ
: Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
: Prof. Dr. Fatma İlter TÜRKDOĞAN

Arıtılmış atık suların yeniden kullanımı söz konusu olduğunda bu suyun kullanım amacına uygun olup olmadığı esas konu haline gelmektedir. Özellikle sulama alanlarında, meyve ve sebze yetiştiriciliğinde ve çayır-mera alanlarının sulanmasında yüksek seviyede arıtma işlemi ve güvenilirlik gerekmektedir.

Sulu tarımda kullanılması planlanan arıtılmış atık suların, çevre ve halk sağlığına yönelik olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için bu suların kullanımı ile ortaya çıkması muhtemel patojen veya kimyasallardan kaynaklanan risklerin iyi değerlendirilmesi gereklidir. Bu çalışmada, Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularının analiz sonuçları kullanılarak, Adana bölgesinde bulunan çayır ve mera alanlarına uygulanabilirliği ilgili mevzuat ve yönetmeliklerde belirtilen parametreler referans alınarak karşılaştırılmış olup, diğer tüm riskler açısından yönetme stratejileri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Evsel nitelikli atıksular, arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanılabilirliği, çayır, mera

ABSTRACT

MSc THESIS

INVESTIGATION OF USAGE OPPORTUNITIES OF TREATED WASTEWATER IN MEADOW AND PASTURES

Yunus Emre YILDIZ

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Çağatayhan Bekir ERSÜ
Year: 2021, Page: 113
Jury : Assoc. Prof. Dr. Çağatayhan Bekir ERSÜ
: Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN
: Prof. Dr. Fatma İlter TÜRKOĞAN

When it comes to the reuse of treated wastewater, whether this water is suitable for its intended use becomes the main issue. Especially in irrigation areas, fruit and vegetable cultivation and irrigation of meadow-pasture areas, a high level of treatment and reliability are required.

In order to minimize the negative effects of the treated wastewater, which is planned to be used in irrigated agriculture, on the environment and public health, it is necessary to evaluate the risks arising from the possible pathogens or chemicals that may arise with the use of these waters. In this study, using the results of the analysis of West Wastewater Treatment Plant of Adana Seyhan effluent, its applicability to meadow and pasture areas in the Adana region was compared with reference to the parameters specified in the relevant legislation and regulations, and management strategies were evaluated in detail in terms of all other risks.

Keywords: Domestic wastewater, usability of treated wastewater in agricultural irrigation, meadow, pasture

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Arıtılmış atıksuların, temiz su kaynaklarının alternatifı olarak yerini alması için yapılan çalışmalar özellikle son dönemlerde popüler hale gelmiştir. Bu kapsamda atıksuların geri kazanılması ve çeşitli alanlarda yeniden kullanımının, çevre unsurlarının bütünlüğünün korunması açısından önemi yüksek olmuştur.

Dünyamızın hızla artan nüfusu ile yaşam standartlarının yükselmesinin bir sonucu olarak temiz su kaynaklarına yönelik talebin artması, dünyanın pek çok yerinde özellikle de kurak bölgelerdeki mevcut su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, nüfus sayısındaki bu denli artış ile beraber aşırı ve plansız su tüketiminin bir diğer sonucu, ortaya arıtılması gereken yüksek miktarlarda atıksu sorunun açığa çıkması olmaktadır. Su kaynaklarına yönelik plansız yaklaşımlar sonucu atmosferimizde küresel ısınma sorunu tetiklenmiş ve neticesinde iklim değişikliği problemini doğurmuştur. Küresel ısınma neticesinde oluşan iklim değişikliği, dünyamızdaki su döngüsü ve su kalitesini bozarak çevre üzerindeki verebileceği en ciddi zararı vermektedir. İklim değişikliği etkisiyle beraber; taşkınlar, kuraklık vb. gibi ciddi problemler oluşmakta, bunun neticesinde su kalitesi ve su dengesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu etkilerin en önemli çıktısı tarımsal alanlardaki değişimler olarak gösterilebilir. Beşerî nedenlerden dolayı bozulan su kalitesi ve dengesi tarımsal ürünlerin miktarlarını ve verimlerini düşürmekte, uygulanan toprak alanlarını bozarak tarım dışı bırakabilmektedir. Sonuç olarak; temiz su kaynaklarının gün geçtikçe azalması ve bunun bir sonucu olarak arıtılması gereken yüksek hacimlerde atıksuyun ortaya çıkması, arıtılmış atıksuların tasfiye edilerek tekrar kullanılabilir hale getirilmesini zorunlu kılmıştır.

Arıtılmış atıksuların tarım, endüstri, kentsel ve çevresel uygulamalarda kullanımının teşvik edilmesi, su sorunu bulunan bölgelerde bir su kaynağı olarak yararlanabilmek için etkin bir strateji sağlayabilmektedir. Evsel nitelikli arıtılmış atıksular; bitkilerin gelişimi için gereksinim duyduğu önemli miktarlarda besin

maddelerini ihtiva edebileceğinden, bu suların tarımsal sulamada uygulanmasıyla, azalan su kaynaklarının korunmasına katkı sağlayabilecektir.

Diğer yandan arıtılmış atıksular ile sulama tamamen güvenli bir uygulama olmamaktadır. Özellikle yüksek tuzluluk, spesifik iyon toksisitesi, patojen mikroorganizmalar gibi potansiyel tehlikeler içerebilen durumlarla karşı karşıya kalılabilmektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı, arıtılmış atıksuyun kalitesi, sulama yöntemi, toprak ve mahsul özellikleri gibi parametrelerin sulamanın yapılacağı alanda meydana getirebileceği süreçleri anlamak önemli olmaktadır.

Bu çalışmanın amacında, evsel nitelikli arıtılmış atıksuların çayır ve mera alanlarına uygulanabilirliğinin tespiti üzerine durulmuştur. Çayırlar, genel olarak, düz ve taban suyu yakın alanlarda, gür gelişen, sık ve uzun boylu bitkilerden oluşan ve yem alanları olarak değerlendirilen bitki örtüleridir. Meralar ise; genellikle meyilli, engebeli ve taban suyu derinde olan kıraç arazilerdeki kısa boylu, seyrek bitki örtüleri olup hayvan otlatılarak değerlendirilen yem alanlarıdır. Çayır ve meralardan beklenen kaliteli ve bol ürünü almak için en önemli etken sulamadır. Çayır ve mera bitkileri suya oldukça fazla ihtiyaç göstermekle birlikte; bu alanlarda yetişen bitkiler yaklaşık 1 kg kuru madde oluşumu için 800 litre suya ihtiyaç duyarlar (Anonim a). Çayır ve mera alanlarında gübreleme, ısıtma, havalandırma, asitliğin giderilmesi, zararlılarla mücadele, bitki örtüsünün ıslahı ve yem kalitesinin iyileştirilmesi gibi çeşitli sorunlar sulama ile önlenmektedir.

Mera alanlarında su durumu bölgenin arazi ve iklim şartlarına göre değişebilmekle beraber su yetersizliği şeklinde görülebilmektedir. Bu yetersizliğin başlıca nedenleri arasında; yağışların yetersiz veya düzensiz oluşu, taban su düzeyinin düşük seviyelerde olması, hava neminin düşük olması gösterilebilir. Mera alanları göz önüne alındığında, yağışın düzenli olduğu bölgelerde yıllık 600-650 mm yağış yeterli olmaktadır. Özellikle bu değerler, söz konusu alanda yetişen bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinde önemli olmaktadır (Anonim e).

Bu çalışmada ilk olarak Türkiye geneli ve Adana İli sınırları içerisindeki çayır, mera alanları ve hayvan varlıklarının tespiti üzerinde durulmuştur. Materyal olarak Adana

bölgesinde bulunan çayır ve mera alanlarında uygulanmak üzere Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisı çıkış sularının 12 aylık analiz sonuçları kullanılmıştır. Tesis çıkış suyunda tarımsal sulama için önemli olan; pH, Eİ, AKM, BOİ, KOİ, NO₃, TN ve TP parametre değerlerine bakılmıştır. Tesis çıkış suyunda ilgili parametrelerin yıllık ortalama değerleri; pH: 7,23, Eİ: 1.228 µS/cm, AKM: 40 mg/L, BOİ: 45 mg/L, KOİ: 84,1 mg/L, TN: 40,4 mg/L, NO₃-N: 8,6 mgN/L ve TP: 3 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ve Atıksu Arıtma Tesisı Teknik Usuller Tebliği (AATTUT)'nde belirtilen deşarj ve sulama suyu kriterlerine uygunluğunun değerlendirilmesine yönelik bir yöntem üzerinde durulmuştur. Değerlendirme sonucu; SKKY ve AATTUT'nde belirtilen deşarj ve sulama suyu kriterlerine uygun olan ve olmayan parametrelerin tespiti yapılmıştır. Uygun olmayan parametrelerin alternatif arıtma yöntemleri kullanılarak sulama suyu olarak kullanılmasının sağlanması üzerine tavsiyelerde bulunulmuştur.



TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasının ortaya çıkmasında büyük emekleri bulunan, fikir ve önerileriyle lisans ve lisansüstü eğitimim ile kariyer gelişimimde desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Çağatayhan Bekir ERSÜ'ye, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İzin ve katkılarından dolayı Adana İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çayır, Mera ve Yem Bitkileri Şube Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi arz ederim.

Süreç içerisinde değerleri fikirleri ve yönlendirmeleriyle katkıda bulunan kıymetli dostlarım Tarık UZUNLULAR ve Betül YAKUTER'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bu günlere gelmemde büyük emekleri olan, sevgi ve ilgilerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, fikir ve önerileriyle yolumu aydınlatan aileme ve her anımda büyük bir sabır göstererek yanımda olan sevgisini ve ilgisini benden hiç esirgemeyen değerli Hülya CİHAN'a en içten teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çayır ve Mera	5
1.2. Mera ve Çayır Alanlarını Oluşturan Sınıflar.....	8
1.2.1. Mera	8
1.2.1.1. Bitki Örtüsünün Şekline Göre Ayrılan Meralar	8
1.2.1.2. Oluştukları Yere Göre Ayrılan Meralar.....	9
1.2.1.3. Otlatılan Hayvan Cinsine Göre Ayrılan Meralar.....	9
1.2.1.4. Üzerindeki Bitki Örtüsünün Tipine Göre Ayrılan Meralar	10
1.2.2. Çayır	13
1.2.2.1. Bitki Örtüsünün Şekline Göre Ayrılan Çayırlar	13
1.2.2.2. Oluştukları Yere Göre Ayrılan Çayırlar	14
1.2.2.3. Taban Suyuna Göre Ayrılan Çayırlar.....	14
1.3. Türkiye’de Çayır ve Mera Alanlarının Genel Durumu	15
1.4. Çayır – Mera Yem Bitkileri	20
1.4.1. Ülkemiz ve Dünya Geneline Yem Bitkilerinin Durumu.....	20
1.4.2. Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması.....	21
1.4.2.1. Baklagil Yem Bitkileri	22
1.4.2.2. Buğdaygil Yem Bitkileri	24
1.4.3. Yem Bitkilerinin Genel Özellikleri	26

1.4.3.1. Baklagil Yem Bitkilerinin Genel Özellikleri.....	26
1.4.3.2. Buğdaygil Yem Bitkilerinin Genel Özellikleri.....	28
1.5. Çayır-Mera Yem Bitkilerinde Büyüme ve Gelişme Durumu	32
1.5.1. Çayır-Mera Bitkilerinde Çoğalma Durumu.....	34
1.5.1.1. Tohumla Çoğalma Durumu	34
1.5.1.2. Vejetatif Çoğalma Durumu.....	35
1.5.2. Çayır-Mera Bitkilerinde Yayılma Durumu	35
1.5.3. Çayır Mera Alanlarında Gübreleme ve Sulama Durumu	36
1.5.3.1. Çayır-Mera Alanlarının Gübrenmesi.....	37
1.5.3.2. Çayır Alanlarında Su Durumu.....	38
1.5.3.3. Mera Alanlarında Su Durumu	40
1.6. Türkiye’de Hayvancılık Sektörünün Genel Durumu	41
1.7. Adana İlinde Bulunan Çayır Mera Arazilerinin Durumu	48
1.7.1. Adana İlinde Hayvan Varlığı	50
1.8. Tarımsal Sulamada Atıksuların Kullanımı	51
1.8.1. Evsel Nitelikli Atıksular ve Belediye Atıksuları	52
1.8.2. Endüstriyel Nitelikli Atıksular.....	54
1.8.3. Kullanılabilir Atıksuyun Karakteristiği	55
1.8.4. Tarımsal Sulama İçin Faydalı Maddeler.....	59
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	61
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	67
3.1. Materyal	67
3.2. Yöntem.....	69
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	71
4.1. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Suyu Analiz Sonuçları.....	71
4.1.1. pH	72
4.1.2. Elektriksel İletkenlik (Eİ)	73
4.1.3. Askıda Katı Madde (AKM)	74
4.1.4. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)	75

4.1.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı	76
4.1.6. Toplam Azot (TN) ve Nitrat (NO ₃ -N)	77
4.1.7. Toplam Fosfor (TP)	79
4.2. Adana İli Karataş ve Seyhan İlçesi Çayır Mera Alanları	82
4.3. İncelenen Çayır Mera Alanına Ait Su İhtiyacının Hesaplanması	82
4.4. İncelenen Çayır Mera Alanında Otlatma Kapasitesi.....	89
4.5. Kaba Yem ihtiyacının Hesaplanması	92
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	99
KAYNAKLAR	107
ÖZGEÇMİŞ	113



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1-1. Dünya Geneline Su Kullanım Miktarları ve Sektörel Dağılımı.....	3
Çizelge 1-2. Belediye Su Göstergeleri	4
Çizelge 1-3. Türkiye’de Toplam Tarım Alanları (1.000 ha).....	16
Çizelge 1-4. Türkiye’de Çayır ve Mera Arazi Kullanımı (1000 ha).....	17
Çizelge 1-5. Türkiye’de Bölgelere Ait Çayır ve Mera Alanları (ha) Oran (%) * ..	17
Çizelge 1-6. Önceki Yıllara Ait Çalışmalarda Tespit Edilen Kuru Ot Verimleri (kg/da).....	18
Çizelge 1-7. Türkiye’de Toplam İşlenen Tarım Alanı, Uzun Ömürlü Bitkiler ve Yem Bitkileri* (ha).....	19
Çizelge 1-8. Çeşitli Baklagil Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması	23
Çizelge 1-9. Çeşitli Buğdaygil Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması	25
Çizelge 1-10. Taban suyu derinliğinin mevsimlere göre dağılımı ve verimleri.....	40
Çizelge 1-11. Türkiye’de Bulunan Canlı Hayvan Sayısının Yıllara Göre Değişimi (baş)	43
Çizelge 1-12. Türkiye’de bulunan Büyükbaş ve Küçükbaş Sayısının Bölgeler Bazında Gösterimi	44
Çizelge 1-13. Adana İli Çayır Mera Varlığı	49
Çizelge 1-14. Adana İlinde İşlenebilir Tarım Alanları	50
Çizelge 1-15. Adana İlinde Yetiştirilebilen Tarla Bitkileri.....	50
Çizelge 1-16. Adana İlindeki Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı	51
Çizelge 1-17. Yağmur Sularında Bulunan Tipik Kirleticiler ve Potansiyel Kaynakları	53
Çizelge 1-18. Bazı Gıda Endüstrilerinden Gelen Atıksuların Bileşimi ve Arıtım Yöntemleri	55
Çizelge 1-19. Arıtılmamış Evsel Nitelikli Atıksuların Tipik Bileşimleri	56
Çizelge 1-20. Kentsel Yağmur Sularındaki Ortalama Kirletici Konsantrasyonları	57

Çizelge 1-21. Atıksuların Kalite Parametreleri ve Tarımsal Sulama Açısından Önemi	58
Çizelge 1-22. Bazı Endüstriyel Prosesler Sonucu Azot ve Fosfor Üretimi	60
Çizelge 3-1. Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi ana parametreleri.....	68
Çizelge 4-1. Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortamlara Deşarj Standartları*	81
Çizelge 4-2. Karataş İlçesinde Bulunan Her Bir Çayır Mera Alanına Ait Yonca Bitkisi İçin Su Gereksinimi Sonuçları	83
Çizelge 4-3. Seyhan İlçesinde Bulunan Her Bir Çayır Mera Alanına Ait Yonca Bitkisi İçin Su Gereksinimi Sonuçları	84
Çizelge 4-4. Karataş İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Çayır Üçgülü Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m ³)	85
Çizelge 4-5. Karataş İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Korunga Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m ³).....	86
Çizelge 4-6. Karataş İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Fiğ Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m ³).....	87
Çizelge 4-7. Seyhan İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Çayır Üçgülü Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m ³)	88
Çizelge 4-8. Seyhan İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Korunga Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m ³).....	88
Çizelge 4-9. Seyhan İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Fiğ Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m ³).....	89
Çizelge 4-10. Karataş İlçesindeki Her Bir Köy ve Mahallelerde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Ait Otlatma Kapasitesi Değerleri	90
Çizelge 4-11. Seyhan İlçesindeki Her Bir Köy ve Mahallelerde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Ait Otlatma Kapasitesi Değerleri	91
Çizelge 4-12. Adana İli Küçükbaş Hayvan Varlığı ve BBHB Cinsinden Değerleri	92
Çizelge 4-13. Adana İli Büyükbaş Hayvan Varlığı ve BBHB Cinsinden Değeri...	93
Çizelge 4-14. Adana İli Yıllık Kaba Yem Gereksinimi	93

Çizelge 4-15. (Sınıf A) Sulama Suyu Olarak Kullanılacak Arıtılmış Atık Suların Sınıflandırılması	94
Çizelge 4-16. Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesinin Değerlendirilmesi	96
Çizelge 4-17. Geri Kazanılmış Atıksuda Olabilecek Nütrient Seviyeleri.....	97
Çizelge 5-1. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Analiz Sonuçları, SKKY ve AATTUT Sınır Değerleri	101





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Bir Baklagil Yem Bitkisinde Çeşitli Yaprak Şekilleri	26
Şekil 1.2. Baklagil Çiçeğinin Dış Görünüşü	27
Şekil 1-3. Bazı Baklagil Yem Bitkilerinin Meyve Şekilleri (a) ve Tohumunun Enine Kesiti (b)	28
Şekil 1-4. Buğdaygil Yem Bitkilerinin Morfolojik Özellikleri.....	29
Şekil 1-5. Buğdaygillerde Çiçek ve Başak Yapısı	30
Şekil 1.6. Buğdaygil Yem Bitkilerinin Çiçek Yapıları	31
Şekil 1-7. Bitkilerde Normal Gelişim Eğrisi.....	33
Şekil 3.1. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünümü	67
Şekil 3.2. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Ünite ve Yapıları (Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi)	68
Şekil 4.1. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama pH Değerleri	72
Şekil 4.2. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama Eİ Değerleri	73
Şekil 4.3. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama AKM Değerleri	74
Şekil 4.4. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama BOİ Değerleri	76
Şekil 4.5. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama KOİ Değerleri	77
Şekil 4.6. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama TN Değerleri	78
Şekil 4.7. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı NO_3^- Değerleri	79
Şekil 4.8. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı TP Değerleri	80



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
$\mu\text{S/cm}$	: Mikrosiemens/Santimetre
AATTUT	: Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği
AKM	: Askıda Katı Madde
ATP	: Adenozin Trifosfat
BBHB	: Büyükbaş Hayvan Birimi
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BOİ ₅	: 5 günlük Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
C/N	: Karbon, Azot Oranı
Cl ⁻	: Klorür
cm	: Santimetre
da	: Dekar
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
Eİ	: Elektriksel İletkenlik
EN	: Eşdeğer Nüfus
FAO	: Food and Agriculture Organization
FK	: Fekal Koliform
gr	: Gram
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
l	: Litre
m	: Metre
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
mm	: Milimetre

NH ₃	: Amonyak
NO ₂	: Nitrit
NO ₃	: Nitrat
°C	: Santigrat
PO ₄	: Fosfat
SAR	: Sodyum Adsorpsiyon Oranı
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SO ₄	: Sülfat
TAKM	: Toplam Askıda Katı Madde
TÇKM	: Toplam Çözünmüş Katı Madde
TK	: Toplam Koliform
TKM	: Toplam Katı Madde
TKN	: Toplam Kjeldahl Azotu
TN	: Toplam Azot
TOK	: Toplam Organik Karbon
TP	: Toplam Fosfor
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UAKM	: Uçucu Askıda Katı Madde
UOB	: Uçucu Organik Bileşikler

1. GİRİŞ

Birçok ülkede, su kaynaklarına yönelik talebi karşılayabilmek için, su sıkıntısı bulunmayan ülkelerde dahil olmak üzere, atık suyun tasfiyesi ve yeniden kullanımı çalışmaları yürütülmektedir. Atıksu arıtımı ve yeniden kullanımı, su tasarrufu açısından etkin bir yöntem haline gelmiştir. Plansız tüketimin sonucu temiz su kaynakları sınırlandıkça, arıtılmış atık suyun yeniden kullanımı, tarımsal sulama da dahil olmak üzere farklı alanlarda alternatif kaynak halini almıştır.

Aşırı ve plansız kaynak kullanımları neticesinde küresel ısınma tetiklenmiş ve bunun neticesi olarak iklim değişikliğinin oluşması kaçınılmaz olmuştur. İklim değişikliği en genel tanımıyla; atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buzullar, okyanuslar ve diğer su kütleleri ile birlikte canlıları kapsayan iklim sisteminin iç ve dış etkenler sebebiyle değişim göstermesi olarak tanımlanmaktadır (URL-1). Küresel ısınma ve bunun bir sonucu olan iklim değişikliğinin en ciddi etkisi su kaynakları üzerine olmaktadır (Çapar, 2019). İklim değişikliğinin getirdiği sorunlarla beraber dünyadaki su döngüsü ve su kalitesi bozulmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynaklarının kalitesine verdiği zararı, mikro kirleticiler (metaller, pestisitler, farmakolojik ürünler), biyolojik göstergeler (patojen mikroorganizmalar, balıklar) ve fiziko-kimyasal parametreler (pH, oksijen, çözülmüş organik maddeler) ile ölçmek mümkündür.

İklim değişikliğinin etkisiyle beraber çevrenin görebileceği zararı anlatan olası senaryolar aşağıda özetlenmiştir (Çapar, 2019):

- **Taşkınlar;** hava olaylarındaki ani değişimler nedeniyle nehir ve yüzey akışlarının artması bunun neticesinde taşkınların artması,
- **Kuraklık;** yüksek sıcaklıklar ve yağışlardaki dengesizlikler nedeniyle kuraklığın baş göstermesi,
- **Hidroelektrik Potansiyel;** taşkınlar sebebiyle akış rejimlerindeki değişiklikler temiz enerji üretimini etkileyecektir,

- **Tarım;** su kaynaklarındaki dengesizlikler nedeniyle sulama suyu ihtiyaçları artacaktır,
- **Yeraltı Suyu;** kuraklıkla birlikte artan su talebi nedeniyle fazla derin olmayan yeraltı su kuyuları kuruma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır,
- **Su Kalitesi;** buzulların erimesi ve neticede deniz seviyesindeki yükselme nedeniyle tuzlu su girişi tatlı su kaynaklarını etkileyecektir,

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin özellikle çevre döngüsü için vazgeçilmez olan su kaynaklarına etkisi nedeniyle birçok denge bozulma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Gelecekte küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisi altında kalacak olan su kaynaklarını tehdit eden bir diğer unsur; bilinçsiz ve aşırı su tüketiminin yaygınlaşması ve bunun neticesinde temiz su kaynaklarının azalmasıdır. Bu azalmanın başlıca nedenleri arasında; hızla artan nüfusun temiz su kaynaklarına yönelik taleplerinin artması ve yaşam standartlarının yükselmesi olarak gösterilebilir.

Dünya üzerindeki su kaynaklarının yaklaşık olarak %70 oranındaki kısmı tarım amaçlı kullanımlar için harcanmaktadır. Ardından %19 ile sanayiler, %11 ile evsel amaçlı harcanmaktadır. Çizelge 1-1’de dünya genelinde su kullanım miktarları ve sektörel dağılımı gösterilmiştir (Muluk, ve diğerleri, 2013).

Çizelge 1-1. Dünya Geneline Su Kullanım Miktarları ve Sektörel Dağılımı (Muluk, ve diğerleri, 2013)

Ülke	Toplam Tatlısu kullanımı (km ³ /yıl)	Kişi başı Tatlısu kullanımı (m ³ /kişi/yıl)	Evsel kullanım (%)	Sanayi kullanımı (%)	Tarımsal kullanım (%)
Angola	0,4	18	23	17	60
Mısır	68,3	809	8	6	86
Somali	3,3	352	0	0	99
Kanada	45,1	1.330	20	69	12
ABD	482,2	1.518	13	46	41
Brezilya	58,1	297	28	17	55
Çin	578,9	425	12	23	63
Hindistan	761,0	627	7	2	90
İsrail	2,0	268	36	6	58
Japonya	88,4	696	20	18	62
Türkiye	40,1	530	15	11	74
Fransa	33,2	529	16	74	10
Rusya	76,7	546	19	63	18
İngiltere	11,8	190	22	75	3

TÜİK'in 2018 yılında sunduğu rapora göre; Türkiye'de belediyelerin evsel kullanım amaçlı günlük ortalama su çekimi kişi başı 224 litredir. Üç büyük şehir için bu değerler; İstanbul için 189 litre, Ankara için 239 litre ve İzmir için 208 litre olarak tespit edilmiştir (TÜİK, 2019). Avrupa ülkelerinde bu değer ortalama 150 m³/kişi/gün/litredir (Muluk, ve diğerleri, 2013). Türkiye'de nüfus oranına bağlı olarak artan su tüketimini gösteren veriler Çizelge 1-2'de verilmiştir (TÜİK, 2019).

Çizelge 1-2. Belediye Su Göstergeleri (TÜİK, 2019)

Yıllar	2016	2018
Toplam belediye sayısı	1.397	1.399
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen belediye sayısı	1.394	1.397
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı (%)	98,2	98,6
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarı (milyon m³)	5.839	6.193
İçme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı (milyon m³)	3.733	4.045
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı (milyon m³)	3.350	3.574
Kişi başı çekilen günlük ortalama su miktarı (litre/kişi-gün)	217	224
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen suyun kaynaklara göre dağılımı (%)		
Baraj	44,8	39,9
Kuyu	26,8	28,1
Kaynak	17,1	18,4
Akarsu	9,5	9,0
Göl/Gölet/Deniz	1,8	4,6

TÜİK tarafından tüm belediyelere uygulanan 2018 yılı Belediye Su İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre; 1.399 belediyenin, 1.397'sinde içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilmiştir. Belediyeler tarafından su kaynaklarından içme ve kullanma suyu şebekelerine 6.193 milyon m³ su çekilmiştir. Çekilen suyun %40'ı barajlardan, %28,1'i kuyulardan, %18,2'si kaynaklardan, %9'u akarsulardan ve %4,7'si göl, gölet ve denizlerden sağlanmıştır (TÜİK, 2019).

Arıtılmış atık suların yeniden kullanımı söz konusu olduğunda bu suyun kullanım amacına uygun olup olmadığı esas konu haline gelmektedir. Özellikle sulama alanlarında, meyve ve sebze yetiştiriciliğinde ve çayır-mera alanlarının sulanmasında yüksek seviyede arıtma işlemi ve güvenilirlik gerekmektedir.

Meralar; genellikle meyilli, engebeli ve taban suyu derinde olan kıraç arazilerdeki kısa boylu, seyrek bitki örtüleri olup hayvan otlatılarak değerlendirilen

yem alanlarıdır. Meralar taban suyu derinde olmak şartı ile düz alanlarda da bulunabilir. Çayırlar ise genel olarak, düz ve taban suyu yakın alanlarda, gür gelişen, sık ve uzun boylu bitkilerden oluşan ve yem alanları olarak değerlendirilen bitki örtüleridir. Toprak yüzeyini tümü ile örten çok sayıda bitki türünün oluşturduğu kuvvetli bir çim kapağı bulunmaktadır.

Çayır meralardan beklenen kaliteli ve bol ürünü almak için sulama önemli bir husustur. Çayır-mera bitkileri suya oldukça fazla ihtiyaç göstermekle birlikte; bitkiler, 1 kg kuru madde oluşumu için 800 litre suya ihtiyaç duyarlar. Kaliteli ve düzenli bir şekilde yapılan sulama ile birlikte oldukça fazla ürün almak mümkündür. Çayır meralarda gübreleme, ısıtma, havalandırma, asitliğin giderilmesi, zararlılarla mücadele, bitki örtüsünün ıslahı ve yem kalitesinin iyileştirilmesi gibi çeşitli sorunlar da sulama ile birlikte önlenabilmektedir (Anonim a).

Meralarda genellikle su durumu, su yetersizliği şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bu yetersizliğin başlıca nedenleri arasında; yağışın yetersiz veya düzensiz oluşu, taban su düzeyinin düşük seviyelerde olması, hava neminin düşük olması gösterilebilir. Mera alanları göz önüne alındığında, yağışın düzenli olduğu bölgelerde yıllık 600-650 mm yağış yeterli olmakla birlikte bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinde bu değerler önemli olmaktadır (Anonim e). Sulama suyunun en önemli özelliği kurak ve yarı kurak bölgelerde kimyasal özelliğidir. Bu önem, su içerisinde bulunan erimiş tuzlardan kaynaklanmaktadır. Tuz içeren su ile sulanan arazilerde su, bitki tarafından tüketilerek veya toprak yüzeyinden buharlaşarak ayrıldığında suyun taşımış olduğu tuzlar çökerek birikir. Biriken tuz miktarı belirli seviyeyi aşınca hem bitki yetişmez hem de toprağın özelliklerini olumsuz yönde etkiler. Sonuçta topraklar tuzlulaşıp çoraklaşarak tarım dışı kalır.

1.1.Çayır ve Mera

İnsan toplulukları, ekosistemin canlı varlıklarından birisi olup, içinde bulunduğu bu ekosistemin bahsettiği doğal kaynakları kullanarak kendi sürdürülebilirliğini yüksek tutmaya çalışmıştır. Buradan yola çıkarak, kendi

sürdürülebilirlikleri için yararlandığı doğal kaynaklar kısaca; Yenilenemeyen ve Yenilenebilir olarak gruplandırılabilir.

Yenilenemeyen doğal kaynaklar başlıca; bakır, petrol, nükleer enerji ve kömür yatakları olarak sıralanabilir. Her ne kadar söz konusu bu kaynakların aşırı kullanımının önüne geçilmesi sağlanabilse de nihayetinde yenilenemez oldukları için bir zaman sonra varlıklarının son bulması aşikârdır.

Yenilenebilir doğal kaynaklara ise başlıca; çayır ve meralar, ormanlar, göl, deniz, tarım alanları örnek gösterilebilir. Söz konusu bu alanlara isabetli bir amenajman uygulamasıyla kendilerini yenileyerek ekosistemde yıllar boyu yüksek verimlilikle varlıklarını gösterebilmektedir. Bu denli varlıklarını yıllar boyu göstermeleri, yenilenebilir doğal kaynakların her bir üyesinin; farklı aşamalardan oluşan ve bu aşamalar arasında kesintisiz bir enerji akışı bulunan bir ekolojik sistem olmalarından kaynaklandığı söylenebilir (Anonim a).

Yenilenebilen bir doğal kaynak ekosistemi; canlı ve cansız bölüm olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Bu başlıklar içerisindeki canlı bölümü, aşağıdaki farklı organizma gruplarından oluşmaktadır:

- a) **Üreticiler:** Kompleks olmayan inorganik maddelerden güneş enerjisi yardımı ile organik madde üretebilme yeteneğine sahip olan organizmalardır.
- b) **Tüketiciler (Makro):** Organik maddeleri sindirebilen veya diğer organizmalardan beslenen etobur ve ot obur hayvanlardan oluşan organizmalardır.
- c) **Tüketiciler (Mikro):** Bakteri ve mantarlardan oluşan, ölü organizma bileşiklerini parçalayabilen çözücü sınıfına giren organizmalardır.

Cansız bölüm ise aşağıdaki şekilde üç farklı başlık altında incelenebilir:

- a) **Sistem İçerisinde Bulunan İnorganik Maddeler:** Ekosistem içerisindeki aktivasyonun sürdürülebilmesi için gerekli başlıca inorganik maddeler; su, azot, fosfor, potasyum, magnezyum, karbon gösterilebilir. Adı geçen bu inorganik maddelerin sistem içerisindeki en önemli rolü sürekli sirkülasyon içerisinde olmasıdır. Sistem içerisindeki yenilenebilir doğal kaynakların mevcudiyetini sürdürebilmeleri, bu sirkülasyona bağlı olmaktadır.
- b) **İklim Etkisi:** Yenilenebilir doğal kaynaklar ekosisteminde enerji akışı ve madde sirkülasyonunu belirleyen bir başka etkenlerden biridir. Yağış, sıcaklık rüzgâr gibi iklim ile alakalı tüm parametreler yenilenebilir doğal kaynakların bir diğer cansız bölümünü oluşturmaktadır.
- c) **Canlı ile Cansız Sistemi Birleştiren Organik Maddeler:** Canlı bölümde oluşan; karbonhidrat, protein, yağların toprak içerisinde çözülmelerinin ardından ortaya çıkan humuslu maddeler bu bölümü oluşturmaktadır.

Söz konusu yukarıda verilen tanımlardan yola çıkarak; bir ekosistemden yenilenebilir ekosistem olarak bahsedilebilmesi için yukarıda açıklanan bölümler ve parametreler arasında sürekli bir madde ve enerji akışının olması gerekmektedir. Yenilenebilir bir doğal kaynak, ekosistem içerisindeki insana biyolojik ve fiziksel çıktılarının birini veya her ikisini sunabilir.

İnsanlığın akılcı etkilerinin artmasının neticesinde yenilenebilir doğal kaynaklar; yenilenemeyen doğal kaynakların aşırı kullanımından dolayı tükenmesi ve kaybolması durumuna kıyasla bugün herhangi bir yenilenemeyen doğal kaynakların karşısında stratejik bir öneme sahip olacaktır. Buradan yola çıkarsak, stratejik bir öneme sahip olan yenilenebilir doğal kaynak ekosistemlerinin yönetilebilmesi ve sürdürülebilirliğinin korunması için geçmişten günümüze dek

çeşitli prensipler oluşturulmuştur. Bunların içerisindeki en önemli konulardan birisi de “Çayır ve Mera” alanlarının yönetilmesidir.

1.2. Mera ve Çayır Alanlarını Oluşturan Sınıflar

1.2.1. Mera

Genellikle meyilli, engebeli ve taban suyu derinde olan kıraç arazilerdeki kısa boylu, seyrek bitki örtüleri olup hayvan otlatılarak değerlendirilen yem alanlarıdır. Meralar taban suyu derinde olmak şartı ile düz alanlarda da bulunabilir. Meralar; otlatılan hayvan cinsine, bitki örtüsünün şekline ve tipine göre farklı gruplara ayrılmaktadır.

1.2.1.1. Bitki Örtüsünün Şekline Göre Ayrılan Meralar

1) Doğal Meralar

İsminden de anlaşılacağı gibi üzerindeki bitki örtüsünün doğal olarak oluşmasından dolayı isimlendirilen meralardır. Bu oluşum; toprak, iklim gibi özelliklerinden dolayı daha üst bir sınıf olan orman şeklindeki oluşumlara ulaşamamaktadır. Üzerindeki bitki topluluğu ve yem verimleri bölgesel şartlara göre değişiklik gösterebilmektedir.

2) Suni Mera

Üzerindeki bitki örtüsünün yapay yollardan insan eliyle oluşturulan bir mera çeşididir. Genellikle bu tip meralar tasarlanarak oluşturulduğu için hayvan otlatılmasına elverişli olmaktadır.

1.2.1.2. Oluştukları Yere Göre Ayrılan Meralar**1) Dağ Meraları**

Türkiye’de çok yaygın görülen, dağ veya tepelerde oluşan mera çeşididir. Eğimli araziler olarak görülür. Üzerindeki bitki örtüsü kısa ve seyrek olarak seyreder. Koyun ve keçi otlatılmasına imkân tanımaktadır.

2) Taban Meraları

Genellikle düz, taban suyu kolay erişilebilir olan meralar olarak gösterilebilir. Üzerindeki bitki örtüsü sık olmakla beraber kısa otlara yer vermektedir. Taban meraları köy tarzı yerleşim yerlerine yakın olmakla birlikte üzerinde görülen başlıca türler; *Taraxacum* (Karahindiba), *Leontodon* (Aslandişi), *Plantago* (Sinir Otu) dur (Anonim a).

3) Alpin Merası

Rakımı yüksek olan dağlarda görülen bir mera çeşididir. Rakımı yüksek olmasının neticesinde meralar üzerinde çok farklı seyreden hava koşulları hâkim olmaktadır. Genellikle koyunların otlatılmasıyla değerlendirilir. Yaylalar bu mera grubuna girmektedir.

1.2.1.3. Otlatılan Hayvan Cinsine Göre Ayrılan Meralar**1) Koyun Merası**

Üzerinde hâkim olan iklim koşullarının genellikle az yağışlı, eğimi hafif ve engebesi az veya engebesiz meralar olarak gösterilebilir. Üzerindeki bitki örtüsü kısa boylu ve seyrek olarak görülebilmektedir. Bu tip meralar koyun otlatılmasına elverişli arazilerdir (Anonim a).

2) Sığır Merası

Koyun meralarına kıyasla sık ve uzun boylu bitkiler görülebilmektedir. Bir yılın bazı mevsimlerin etkisiyle bu dönemlerde gerekli nem oranına sahip olan arazilerde görülebilmektedir. Bu tip araziler sığır otlatılmasına elverişli olmaktadır (Anonim a).

1.2.1.4. Üzerindeki Bitki Örtüsünün Tipine Göre Ayrılan Meralar**1) Buğdaygil Meraları (Seyrek)**

Bu tip doğal meralar, dünya üzerinde hemen hemen herhangi bir yerde görülebilmektedir. Üzerindeki bitki örtüsü yoğun olarak buğdaygil bitkileridir. Yağışları verimli olan bölgelerde sığır merası olarak diğer bölgelerde ise koyun merası olarak değerlendirilmektedir.

Bu tip meralar genellikle yetiştiği bölgenin bitki örtüsünde baskın olarak seyrettiği için bölgenin bitki örtüsünü temsil etmektedirler. Kısa (~60 cm), orta boy (~60-100 cm) ve yüksek (100 cm'den fazla boylu) olarak boy sınıflandırmalarına göre baskınlığını korumaktadır. Bu bitkilere örnek vermek gerekirse;

Kısa boylu seyrek buğdaygil bitkileri

- *Bouteloua gracilis* (Mavi sarkaç otu)
- *Aristida sp.* (Kılçık otu)
- *Hilaria sp.* (Hilerya)

Orta boylu seyrek buğdaygil bitkileri

- *Andropogon scoparius* (Küçük sakal otu)
- *Stipa comota* (İnce sorguç otu)
- *Koeleria cristata* (Sorguçlu gümüş otu)

Yüksek boylu seyrek buğdaygil bitkileri

- *Andropogon furcatus* (Koca sakal otu)
- *Panicum virgatum* (Dallı darı), olarak gösterilebilir.

Seyrek buğdaygil meralarının başlıca özellikleri;

- a) Üzerinde bulunduğu lokasyonun bazı dönemlerinin kurak geçmesi,
- b) Merayı kaplayan bitki örtülerinin arasında büyük ve geniş aralıkların bulunması,
- c) Ekseriyetle bitkilerin yumak oluşturan buğdaygil olması

2) Buğdaygil Meraları (Sık)

Bu sınıflandırmaya giren meraların üzerindeki bitki örtüsü olabildiğince sık görünmekle birlikte neredeyse üzerinde bitki bulunmayan toprak örtüsüne rastlanmaz. Bu tip meraların üzerindeki bitki örtüsü bir yıllık veya çok yıllık şeklinde sınıflandırılmaktadır.

a) Bir yıllık Buğdaygil Merası (Sık)

Bu tip meralarda yetişen bitki türleri bölgesel iklim koşullarının etkisiyle birlikte kendi halinde varlık göstermektedirler. Özellikle Akdeniz ikliminin baskın olduğu yerlerde işlenmiş ve sonrasında terk edilmiş arazilerde görülmektedir. Akdeniz ikliminin belirgin bir özelliği olan yağışlı mevsim dönemlerinde bu tip arazilerde bir yıllık buğdaygil bitki türleri yoğun olmaktadır (Anonim a).

Bu tip bir merada varlık gösteren bitkilerin büyük bir kısmını;

- *Vicia*
- *Coronilla*
- *Trifolium* (Tarla üçgülü)
- *Bromus* (Brom)

- *Erodium* (Dönbaba) oluşturmaktadır.

Yukarıda bahsi geçen bitkiler özellikle bölgesel iklim şartları ve arazi yapısı sebebiyle Çukurova Bölgesi'nde sık görülmektedir.

b) Çok Yıllık Buğdaygil Merası (Sık)

Nemli bölgelerde oluşum göstermiş ve daha sonra çeşitli sebepler ile varlığını yitirmiş orman örtüsünden geriye kalan alanlar olarak gösterilir. Üzerindeki sıkı bitki örtüsü bölgede hâkim olan bol yağışlardan kaynaklanmaktadır. Varlığını sık gösteren bitki türleri; geniş yapraklı otsu bitkiler, baklagiller ve buğdaygillerdir. Söz konusu bu bitkiler, yağışların bol olması sebebiyle, yeni bitki üyelerinin üremesinin ve bitki büyüme hızlarının artmasına neden olmaktadır. Bu tip meralarda yaygın olarak görülebilen başlıca bitki türleri;

- *Dactylis* (Domuz ayrığı)
- *Cynodon* (Köpek dişi ayrığı)
- *Phleum* (İtkuyruğu)
- *Lolium* (Çim)
- *Festuca* (Yumak)
- *Agrostis* (Tavusotu)
- *Poa* (Salkımotu)
- *Bromus* (Brom)
- *Alopecurus* (Tilkikuyruğu)
- *Phalaris* (Kanyaş)
- *Trifolium* (Tarla üçgülü)
- *Medicago* (Yonca)
- *Melilotus* (Sarı Taşyoncası)
- *Lotus* olarak sıralanabilir.

3) Çalı Buğdaygil Meraları (Seyrek)

Söz konusu bu meralar üzerinde çalı ve buğdaygil bitkileri aynı oranda bulunmakla beraber çalı veya buğdaygil bitkilerinden birisi baskın olarak kendini gösterebilmektedir. *Artemisia* (Pelin otu) ve *Thymus* (Kekik) bozkırları örnek olarak gösterilebilir.

4) Çalı Buğdaygil Meraları (Sık)

Çalılar arasındaki boş alanlarda yerleşim gösteren bu tip mera bitkileri bir yıllık veya çok yıllık olma durumlarına göre incelenmektedir. Yağışların bol olduğu mevsimlerde baskın olması söz konusu olsa da kısa sürede ömürlerini tamamlaması sebebiyle bir yıllık bitkiler, bu tip meralarda çalılar arasında geniş boşlukların oluşmasına sebep olmaktadır. Çok yıllık bitkilerin çalılar arasında bulunması durumu ise daha çok serin ve nemli bölgelerde görülmektedir.

1.2.2. Çayır

Çayırılar genel olarak, düz ve taban suyu yakın alanlarda, gür gelişen, sık ve uzun boylu bitkilerden oluşan ve yem alanları olarak değerlendirilen bitki örtüleridir. Toprak yüzeyini tümü ile örten çok sayıda bitki türünün oluşturduğu kuvvetli bir çim kapağı bulunmaktadır.

1.2.2.1. Bitki Örtüsünün Şekline Göre Ayrılan Çayırılar

1) Doğal Çayırılar

İsminden de anlaşılacağı gibi üzerindeki bitki örtüsünün doğal olarak oluşmasından dolayı isimlendirilen çayırılardır. Dünya üzerindeki hemen hemen tüm çayır tipleri doğal çayırılar sınıfına girmektedir. Üzerindeki bitki topluluğu ve yem verimleri bölgesel iklim şartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir.

2) Suni Çayırlar

Üzerindeki bitki örtüsünün yapay yollardan insan eliyle oluşturulan bir çayır çeşididir. Genellikle bu tip çayırlar tasarlanarak oluşturulduğu için hayvan otlatılmasına elverişli olmaktadır.

1.2.2.2. Oluştukları Yere Göre Ayrılan Çayırlar**1) Ova Çayırları**

Geniş ovalar üzerinde meydana gelmiş oldukça düz arazilerden oluşan bir çayır tipidir.

2) Dağ Çayırları

Dağın yamaçlarında veya üzerinde yerleşim bulan genellikle meyilli araziler şeklinde görülen akarsu çevresinde oluşum gösteren çayır tipidir. Akarsu ve kaynakların kenarlarında yerleşim göstermelerinden ötürü buradaki çayır bitkileri nem ihtiyacını karşılayabildiği için bitki örtüsü uzun boylu ve oldukça sıktır.

3) Vadi Çayırları

Dere kenarları veya vadi tabanlarında oluşum göstermiş doğal çayırlar sınıfına giren çayır tipidir.

1.2.2.3. Taban Suyuna Göre Ayrılan Çayırlar**1) Islak Çayırlar**

Bu tip çayırların taban suyu seviyesi yüzeye yakın olduğundan su basması veya nem oranının yüksek olması gibi durumlara elverişli çayır tipidir. Bu sebeplerden dolayı üzerinde yetişen çayır otları farklılık gösterebilmektedir. Genelde fazla su veya nemli bölgelerde yetişmekte zorluk çeken tatlı çayır otları yerine ekşi çayır

otları bu tip çayırarda daha baskın olmakla birlikte bu durum çayır kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

2) Nemli Çayırılar

Bir problem oluşturmamakla birlikte bu tip çayırılar da toprak sürekli nemlidir ve bu araziye uygun bitki türleri (*Agrostis*, *Phleum*, *Poa*) baskın olarak görülmektedir.

3) Kurak Çayırılar

Islak çayırılardan aksine taban suyu seviyesi daha derinde olan çayır tipidir. Böyle tip çayırılarda mevsimsel dönemlerde üzerindeki bitki örtüsü yeterli su ihtiyacını bulamadığından kuraklık baş gösterebilmektedir. Bitki örtüsü sıklıkla seyrek ve kısa boylu bitkilerden oluşmaktadır. Fakat bu arazilerde yüksek nem oranı görülmediğinden çayırlardaki ot kalitesi nispeten yüksek olmaktadır.

1.3. Türkiye’de Çayır ve Mera Alanlarının Genel Durumu

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) güncel verileri Çizelge 1-3’te ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) güncel verileri Çizelge 1-4’te gösterilmiştir. Bu verilere göre Türkiye’de toplam kullanılabilir çayır ve mera arazisi 14.617 milyon ha’dır.

2011 yılında yapılan bir araştırmaya göre, ülkemizde toplam çayır-mera alanlarında 823.160 ha ile en büyük payı Doğu Anadolu bölgesi oluşturmaktadır. Yapılan araştırmaya ait veriler Çizelge 1-5’te gösterilmiştir. (Kuşvuran vd., 2011).

Çizelge 1-3. Türkiye’de Toplam Tarım Alanları (1.000 ha) (TÜİK, 2019)

Yıllar	Toplam Tarım Alanı	Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Alanı		Sebze Bahçeleri Alanı	Süs Bitkileri Alanı	Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri Alanı	Çayır ve Mera Arazisi
		Ekilen Alan	Nadas				
2013	38.423	15.613	4.148	808	5	3.232	14.617
2014	38.558	15.782	4.108	804	5	3.243	14.617
2015	38.551	15.723	4.114	808	5	3.284	14.617
2016	38.328	15.575	3.998	804	5	3.329	14.617
2017	37.964	15.498	3.697	798	5	3.348	14.617
2018	37.797	15.421	3.513	784	5	3.457	14.617
2019	37.712	15.387	3.387	790	5	3.525	14.617

Çizelge 1-3’e bakıldığında, TÜİK’in raporladığı verilere göre uzun yıllar boyu çayır ve mera arazisi değerlerinde herhangi bir değişikliğin olmadığı görülmektedir. Bu durum ile alakalı somut bir bilgi bulunmaz iken TÜİK’in açıklamalarına göre çayır ve mera arazisindeki yıllara göre açıklanan bu değerler, 2001 yılında DİE (o dönemki adı ile Devlet İstatistik Enstitüsü) tarafından gerçekleştirilen Genel Tarım Sayımı’na dayanmaktadır.

Çizelge 1-3’e tekrar bakıldığında toplam tarım alanındaki değerler yıllara göre düşüş göstermektedir. Bu duruma neden olabilecek başlıca sebeplerden biri tarım arazilerinin imara açılması gösterilebilir. Özellikle son dönemlerde yapılan çeşitli yasal düzenlemeler ile söz konusu bu arazilerin imara ve inşaatla açılmasının önündeki engeller bir hayli azalmaktadır. Bu şekilde kullanımı yüksek hızda artan tarım arazilerinin azalması neticesinde kısa vadede bu alanlardan elde edilen ürünlerin kalitesi ve miktarındaki azalma dikkat çekmekle beraber uzun vadede tarım arazilerini tamamen kaybedip araziler tarım dışı bırakılarak artık tarımsal üretimin durduğu bir boyuta ulaşması kuvvetle muhtemeldir.

Çizelge 1-4. Türkiye'de Çayır ve Mera Arazi Kullanımı (1000 ha) (FAO, 2020)

Yıl	İzin Verilen Çayır ve Mera Arazisi*
2015	14.617
2016	14.617
2017	14.617

*: Ülkelerden FAO Anketlerinde rapor edilen resmi veriler

Çizelge 1-5. Türkiye'de Bölgelere Ait Çayır ve Mera Alanları (ha) Oran (%) *

Bölge	Mera Alanı	Çayır Alanı	Toplam	Oran
Marmara	518.501	51.131	569.633	3.90
Ege	750.055	52.827	802.881	5.49
İç Anadolu	4.160.531	176.962	4.337.493	29.68
Akdeniz	614.446	44.888	659.334	4.51
Karadeniz	1.496.921	252.402	1.749.322	11.97
D. Anadolu	4.662.290	823.160	5.485.449	37.54
G.D. Anadolu	959.834	47.974	1.007.808	6.90
Toplam	13.162.577	1.449.343	14.611.920	100

*: (Kuşvuran, Nazlı, & Tansı, 2011)

Çizelge 1-3'teki veriler incelendiğinde Türkiye geneli bölgeler bazında toplam kullanılabilir çayır ve mera alanı 14.611 milyon ha'dır. Bu değeri göz önüne alırsak her bir mera alanından elde edilen kuru ot veriminden söz etmek gerekebilir. Genel olarak kuru ot verimi; bir parselden alınan yeşil ot numunesi içerisinde rastgele alınan yaklaşık 0.5 kg'lık örnek bir kurutma dolabında yaklaşık 48 saat ve 70°C'de tutularak kurutma işleminin gerçekleştirilip ardından 24 saat beklemeye bırakılıp tartımının yapılması neticesinde elde edilen değerlerin dekara verime çevrilmesi ile hesaplanır (SEZER, 2001).

Çizelge 1-6'da her bir mera alanından elde edilen kuru ot verimine ait daha önceki çalışmalardan yıllara göre tespit edilen veriler gösterilmiştir.

Çizelge 1-6. Önceki Yıllara Ait Çalışmalarda Tespit Edilen Kuru Ot Verimleri (kg/da)

Kaynak	Araştırma Yılı	Araştırma Bölgesi	Hesaplanan Kuru Ot Verimi (kg/da)
Polat vd.	2000	Şanlıurfa	47
Ateş	2001	Ardahan	123
Çınar	2001	Adana	123-207
Tükel vd.	2001	Mersin	103-292
Terzioğlu	2004	Van	157
Yalvaç	2004	Van	180
Uslu	2005	Kahramanmaraş	128-185
Türker	2006	Mersin	53-112
Yavuz	2007	Düzce	78
Şahinoğlu	2010	Samsun	103-375
Şen	2012	Kahramanmaraş	70

Buradan yola çıkılırsa bir dekardan ortalama 100 kg kuru ot verimi elde edilebileceği düşünülürse, 14.611 milyon hektardan 14.611 milyon ton kuru ot üretilebileceği düşünülebilir.

Çizelge 1-7’de en son temin edilen TÜİK verilerine göre 2018 yılında Türkiye’de toplam işlenen tarım alanı ve uzun ömürlü bitkilerin kapladığı alan 23.179.986 ha’dır.

Çizelge 1-7. Türkiye’de Toplam İşlenen Tarım Alanı, Uzun Ömürlü Bitkiler ve Yem Bitkileri* (ha)

Bölge	Toplam İşlenen Tarım alanı ve uzun ömürlü bitkiler	Toplam İşlenen Tarım Alanı	İşlenen tarım alanı / Ekilen	İşlenen tarım alanı / Nadas	İşlenen tarım alanı / Sebze	Yem bitkileri
Kuzeydoğu Anadolu	1. 266.323	1.253.262	957.059	288.254	7.948	407.628
Ortadoğu Anadolu	1.242.637	1.100.816	794.726	282.216	23.857	279.702
Güneydoğu Anadolu	2.912.458	2.323.768	2.134.900	120.659	68.207	41.612
Batı Marmara	1.633.470	1.462.685	1.370.143	35.451	56.778	181.978
Ege	2.758.264	1.936.119	1.614.714	188.259	131.337	326.705
Doğu Marmara	1.380.462	1.096.317	785.612	236.939	71.917	143.680
Batı Anadolu	3.407.892	3.290.863	2.492.514	717.110	81.127	109.646
Akdeniz	2.251.875	1.736.075	1.381.605	180.612	172.953	122.071
Orta Anadolu	3.609.751	3.513.020	2.397.167	1.031.324	84.528	178.602
Batı Karadeniz	1.971.246	1.772.014	1.331.439	367.067	73.399	185.280
Doğu Karadeniz	673.276	168.531	95.156	64.725	8.645	18.520
İstanbul	72.333	69.606	66.462	156	2.937	3.835
Toplam	23.179.986	19.723.076	15.421.497	3.512.773	783.632	1.999.260

*TÜİK, 2020

1.4. Çayır – Mera Yem Bitkileri

Genellikle hayvansal ürün elde etmek amacı ile yetiştirilen, hayvanların sağlıklı olarak yaşayıp gelişebilmeleri için gerekli olan besin maddelerini muhafaza eden, tarla ortamında yetiştirilebilen veya doğada kendi halinde gelişim gösterebilen bitki toplulukları genel olarak yem bitkileri olarak adlandırılmaktadır (Anonim b). Yem bitkilerinin, hayvan yetiştiriciliği ve toprak verimliliği açısından önemi aşağıda belirtilmiştir.

Hayvansal Ürün Elde Etmek Açısından Önemi

- Doğal oluşum gösteren çayır ve meraların ardından maliyeti düşük bir yem kaynağı olması
- Hayvanların mikro florası için yüksek öneme sahip olan besin maddelerini ihtiva etmesi
- Vitamin ve mineral maddeler açısından zengin içeriğe sahip olması
- Sağlıklı ve kaliteli hayvansal ürünlerin elde edilmesine destek olması

Toprak Verimliliği Açısından Önemi

- Rüzgâr ve su kaynaklı erozyonların önlenmesi
- Toprağın su kaybetmesini önleme
- Toprağın yapısı içerisinde bulunan organik maddelerin muhtevasını arttırma
- Besin maddesi bakımından toprağın içeriğinin zenginleşmesi olarak gösterilebilir.

1.4.1. Ülkemiz ve Dünya Geneline Yem Bitkilerinin Durumu

Ülkemizde yem bitkilerinin alansal olarak varlığı yaklaşık olarak 1-1,5 milyon ha arasında bulunmaktadır (Anonim b). Bu alansal değer, toplam ekilebilir tarımsal alanların yaklaşık olarak %5'ini, her yıl ekilen alanlarınsa %6'sını oluşturmaktadır. Tarım kültürü gelişmiş dünya ülkelerine bakıldığında yem bitkilerinin ekili olduğu alanların toplam ekili tarım alanlarına oranı Danimarka'da

%26, İsveç'te %35, Norveç'te %65, Fransa'da %50 ve Almanya'da ise %35 olduğu görülebilmektedir.

Türkiye ve dünya geneli ekilebilir alanların değerleri karşılaştırıldığında, ülkemizin diğer ülkelere kıyasla sahip olduğu ekilebilir tarım alanlarının oldukça altında olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri arasında başlıca, ülkemizin tarımsal alanların gelişmesine verilen önemin diğer ülkelere kıyasla az olduğu tespiti yapılabilir. Eğer tarımsal ürünlerin kalitesi ile hayvansal ürünlerin kalitesinin artırılması hedeflenmekte ise ülkemizde ekilebilir alanların varlığının korunması ve artırılması gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır.

Ülkemiz ve dünya geneli ekilebilir yem bitkileri tarım alanlarının durumu incelenirken, diğer taraftan dikkate alınması gereken bir diğer konu ise ekimi yapılacak bitki türleri ve özellikleridir. Hayvansal üretim ve tarımsal açıdan önemli olabilecek yem bitkileri çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır.

1.4.2. Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması

Genel olarak sınıflandırma türleri ve bu türler içinde yer alan başlıca yem bitkileri aşağıda incelenmiştir.

I. Botanik Açıdan Sınıflandırılan Yem Bitkileri

- Baklagil yem bitkileri
- Buğdaygil yem bitkileri
- Diğer türlere ait yem bitkileri

II. Sıcaklık İsteklerine Göre Sınıflandırılan Yem Bitkileri

- Serin mevsime uygun yem bitkileri
- Sıcak mevsime uygun yem bitkileri

III. Yaşam Sürelerine Göre Sınıflandırılan Yem Bitkileri

- Tek yıllık yem bitkileri
- Çok yıllık yem bitkileri

IV. Yararlanma Biçimine Göre Sınıflandırılan Yem Bitkileri

- Yeşil ot yem bitkileri
- Kuru ot yem bitkileri
- Silajlık yem bitkileri
- Tane yem bitkileri
- Öz sulu yem bitkileri

1.4.2.1. Baklagil Yem Bitkileri

Baklagiller, bitki familyalarının içerisinde diğer türlere kıyasla kalabalık olarak gösterilebilecek üyelerinden bir tanesidir (Anonim c). Baklagillerden; insan tüketimi, hayvan yemi, gübre, endüstri hammaddesi gibi çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Baklagil yem bitkilerinin önemine kısaca değinmek gerekirse;

- a. Baklagil yem bitkilerinin birçok çeşidinde, biçilme zamanına bağlı olarak kuru ot içerisinde çeşitlerine göre değişebilmekle beraber yüksek oranda protein bulunmaktadır.
- b. Bazı toprak yapıları organik madde içeriği bakımından zengin olamamaktadır. Değişik türlerde ekimi yapılan baklagil bitkileri sayesinde toprak içeriğindeki organik madde miktarının arttığı gözlenmiştir.
- c. Baklagil yem bitkileri ot üretim amacı ile buğdaygil yem bitkileriyle beraber ekimi gerçekleştirilirse, bu karışımın sonucu olarak ot verimi ve protein oranı artabilmektedir.

Çizelge 1-8’de baklagil yem bitkilerine ait sınıflandırılmalar gösterilmiştir.

Çizelge 1-8. Çeşitli Baklagil Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması

Serin Mevsim Baklagil Yem Bitkileri	Sıcak Mevsim Baklagil Yem Bitkileri	Tek Yıllık Baklagil Yem Bitkileri	Çok Yıllık Baklagil Yem Bitkileri
Adi yonca (<i>Medicago sativa</i>)	Börülce (<i>Vigna sinensis</i>)	Adi fiğ (<i>Vicia sativa</i>)	Adi yonca (<i>Medicago sativa</i>)
Çayır üçgülü (<i>Trifolium pratense</i>)	Soya (<i>Glycine max</i>)	Koca fiğ (<i>Vicia narbonensis</i>)	Çayır üçgülü (<i>Trifolium pratense</i>)
Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>)	Kore lespedezası (<i>Lespedeza spitulacea</i>)	Tüylü fiğ (<i>Vicia villosa</i>)	Ak üçgül (<i>Trifolium repens</i>)
Sarı taş yoncası (<i>Melilotus officinalis</i>)	Lüpen-Acı bakla (<i>Lupinus ssp.</i>)	Macar fiği (<i>Vicia pannonica</i>)	Gazal boynuzu (<i>Lotus corniculatus</i>)
Korunga (<i>Onobrychis sativa</i>)	Kuzdu (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	Burçak (<i>Vicia ervilia</i>)	Korunga (<i>Onobrychis sativa</i>)
Gazal boynuzu (<i>Lotus corniculatus</i>)		Yem bezelyesi (<i>Pisum arvense</i>)	Kuzdu (<i>Pueraria phaseoloides</i>)
Adi fiğ (<i>Vicia sativa</i>)		Mürdümük (<i>Lathyrus sativus</i>)	
Koca fiğ (<i>Vicia narbonensis</i>)		İskenderiye üçgülü (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	
Tüylü fiğ (<i>Vicia villosa</i>)		Kırmızı üçgül (<i>Trifolium incarnatum</i>)	
Macar fiği (<i>Vicia pannonica</i>)		Çemen (<i>Trigonella foenum-graecum</i>)	
Burçak (<i>Vicia ervilia</i>)		Börülce (<i>Vigna sinensis</i>)	
Yem bezelyesi (<i>Pisum arvense</i>)		Soya (<i>Glycine max</i>)	

1.4.2.2. Buğdaygil Yem Bitkileri

Mera bitki türleri içerisinde buğdaygil yem bitkileri, baklagil yem bitkilerine kıyasla otlatılmaya karşı dayanıklılığı daha fazla olmaktadır. Bu farkın başlıca nedenleri arasında buğdaygil yem bitkilerinin adaptasyon yetenekleri daha yüksektir. Örneğin elverişsiz iklim veya verimsiz, bozuk toprak şartlarında bölgedeki diğer üyelerle kıyasla baskın bitki karakteri göstermektedirler.

Soğuk mevsim koşullarında 15-25°C, sıcak mevsim koşullarında ise 30-40°C sıcaklık değerlerinde büyüme gösterirler. Zengin karbonhidrat içeriği sebebiyle silaj yapımına uygun bitki türleridir. Dünya genelinde silaj yapımına en uygun olan bitki türlerinden biri ise mısır'dır. Mısır bitkisinin yetiştirilemediği sıcak ve kurak koşullara sahip bölgelerde silajlık olarak *Sorghum* ve soğuk bölgelerde ise *Lolium*, *Bromus*, *Festuca* gibi bitkiler silajlık olarak kullanılabilir (Anonim d).

Buğdaygil yem bitkilerinin önemine kısaca değinmek gerekirse;

- a. Buğday, pirinç, mısır, yulaf gibi tahıl türleri insan yiyeceği olarak tüketilebilmektedir.
- b. Buğdaygil yem bitkileri, kök kısmında oluşturdukları fazla miktarda kardeş yapılarla ve rizom-stolon gövde yapıları sayesinde otlatılmaya karşı dayanıklılık gösterebilmektedirler. Bundan dolayı çayır ve mera alanlarında kullanımı mümkün olmaktadır.
- c. Buğdaygil yem bitkileri içerdiği zengin karbonhidratlar sayesinde mayalanması kolaylaşmakta ve bu nedenle silaj bitkisi olarak kullanımı mümkün olmaktadır.
- d. Buğdaygil yem bitkileri, iklim şartları olumsuz veya toprak yapısı verimsiz olan arazilerde toprak yapısının tamamen bozulmasının önüne geçilmesi amacıyla kullanılabilir.

Çizelge 1-9'da buğdaygil yem bitkilerine ait sınıflandırmalar gösterilmiştir.

Çizelge 1-9. Çeşitli Buğdaygil Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması

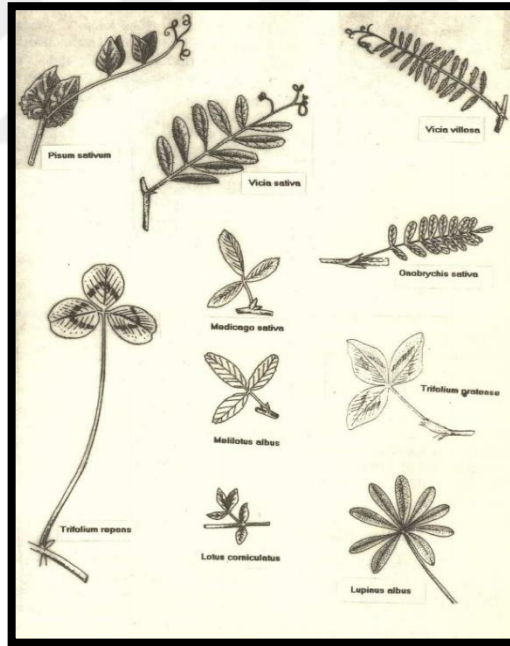
Serin Mevsim Buğdaygil Yem Bitkileri	Sıcak Mevsim Buğdaygil Yem Bitkileri	Tek Yıllık Buğdaygil Yem Bitkileri	Çok Yıllık Buğdaygil Yem Bitkileri
Kılçıksız brom (<i>Bromus inermis</i>)	Mısır (<i>Zea mays</i>)	Mısır (<i>Zea mays</i>)	Kılçıksız brom (<i>Bromus inermis</i>)
İngiliz çimi (<i>Lolium perene</i>)	Köpek dişi (<i>Cynodon dactylon</i>)	Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>)	İngiliz çimi (<i>Lolium perene</i>)
Domuz ayrığı (<i>Dactylis glomerata</i>)	Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>)	Sudan otu (<i>Sorghum sudanense</i>)	Domuz ayrığı (<i>Dactylis glomerata</i>)
Kamışsı yumak (<i>Festuca arundinacea</i>)	Sudan otu (<i>Sorghum sudanense</i>)	İtalyan çimi (<i>Lolium multiflorum</i>)	Kamışsı yumak (<i>Festuca arundinacea</i>)
Çayır yumağı (<i>Festuca pratensis</i>)	Darılar (<i>Panicum ssp.</i>)	Burçak (<i>Vicia ervilia</i>)	Çayır yumağı (<i>Festuca pratensis</i>)
Koyun yumağı (<i>Festuca ovina</i>)			Koyun yumağı (<i>Festuca ovina</i>)
Kırmızı yumak (<i>Festuca rubra</i>)			Kırmızı yumak (<i>Festuca rubra</i>)
Otlak ayrığı (<i>Agropyron cristatum</i>)			Otlak ayrığı (<i>Agropyron cristatum</i>)
Mavi ayrık (<i>Agropyron intermedium</i>)			Mavi ayrık (<i>Agropyron intermedium</i>)
Çayır salkım otu (<i>Poa pratensis</i>)			Çayır salkım otu (<i>Poa pratensis</i>)
İtalyan çimi (<i>Lolium multiflorum</i>)			
Kelp kuyruğu (<i>Phleum pratense</i>)			

1.4.3. Yem Bitkilerinin Genel Özellikleri

1.4.3.1. Baklagil Yem Bitkilerinin Genel Özellikleri

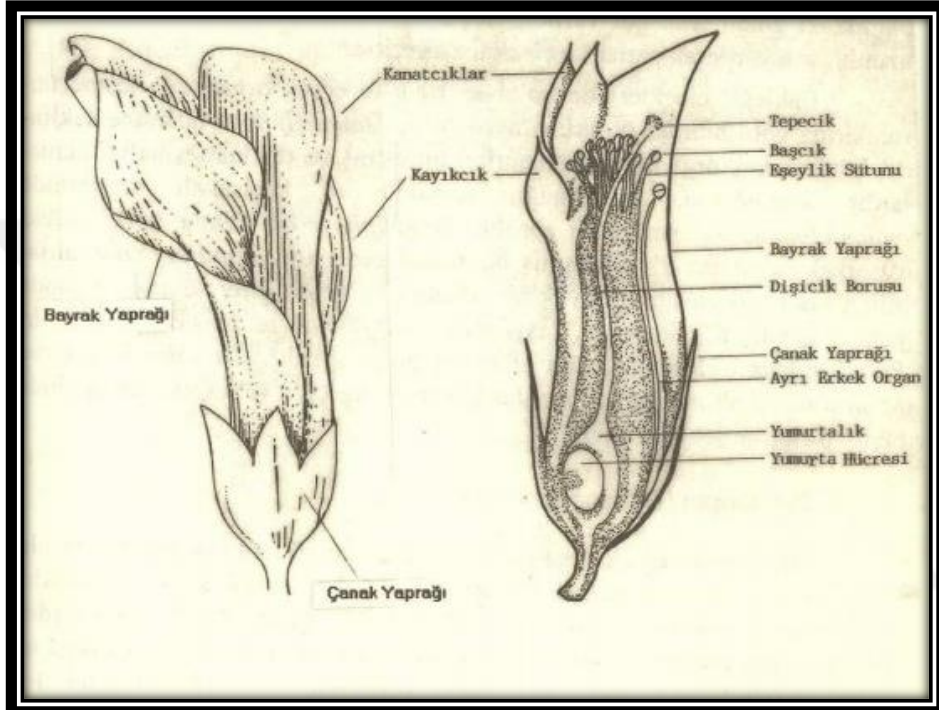
Baklagil yem bitkileri, derin noktalara uzanabilen kazık kök sistemine sahiptir. Çok yıllık baklagil yem bitki kökleri yaklaşık 7-10 m uzunluğundaki derinliklere erişebilmekteyken, bu değer tek yıllık baklagil yem bitkilerinde daha düşük olup yaklaşık 20-40 cm olmaktadır. Havadaki serbest azotu bağlayabilme yeteneğine sahip olan Rhizobium bakterileri, baklagil yem bitkilerinin kökleri ile kurdukları mutualist yaşam sonucunda köklerde nodüller oluşmasını sağlamaktadır.

Genellikle otsu bir gövde yapısına sahip olan baklagil yem bitkileri, gövde içinin boş veya dolu olmasına göre farklılık gösterebilmektedir. Başlarda gelişim dönemlerinde gövde içi dolu olan baklagil yem bitkileri, zamanla olgunlaşarak gövde içeriğinin boş olduğu duruma seyredebilmektedir.



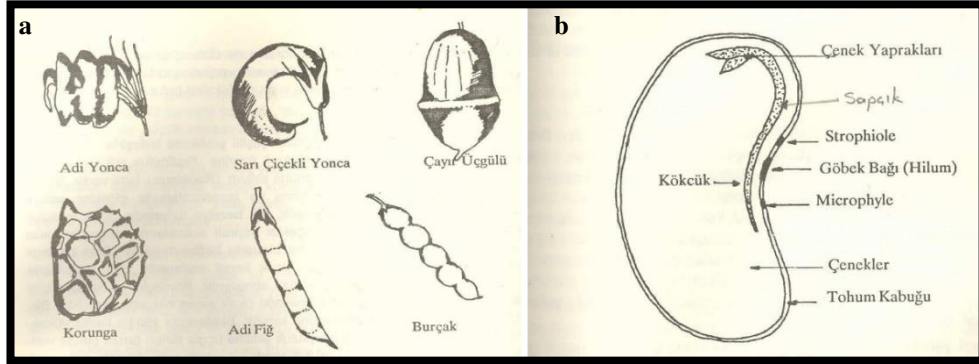
Şekil 1.1. Bir Baklagil Yem Bitkisinde Çeşitli Yaprak Şekilleri

Baklagil yem bitkilerinde yaprak durumu, yaprakların birleşme şekilleri ve yaprakçık sayısına göre çeşitlendirilebilir. Bu durumda; basit tek yaprak (Crotalaria), üçlü yaprak (yonca ve üçgüller) ve merkezde bulunan yapraktır (Lüpen).



Şekil 1.2. Baklagil Çiçeğinin Dış Görünüşü

Bir baklagil yem bitkisinin; 5 adet çanak, 10 adet erkek organı, 1 adet dişi organı ve 5 adet taç yaprağı olmak üzere çiçek yapısına sahiptir.



Şekil 1-3. Bazı Baklagil Yem Bitkilerinin Meyve Şekilleri (a) ve Tohumunun Enine Kesiti

Bir baklagil yem bitkisinde meyve oluşumu, içinde fazla sayıda ve çeşitlilikte tohum barındıran baklalar şeklinde görülür. Bakla büyüklüğü tohum içeriğine ve sayısına göre değişebilmektedir.

1.4.3.2. Buğdaygil Yem Bitkilerinin Genel Özellikleri

Genel olarak saçaklı kök yapısına sahiptirler. Tohumun çimlenmesinin ardından çim kökleri meydana gelmektedir. Zorlu mevsim şartları ve olumsuz toprak yapısına karşı dayanıklı kuvvetli bir kök sistemine sahiptirler. Otlak ayrığı gibi dayanıklı bitkilerin kökleri 1-4 yıl içerisinde yaklaşık 200-300 cm derinliğe indiği gözlenmiştir (Anonim d).

Buğdaygil yem bitkileri birkaç türü dışında genel olarak otsu bir gövde yapısına sahiptirler. Olgunlaşma dönemi ve sonrası da dahil olmak üzere sert bir yapı almalarına karşın, odunumsu bir yapı göstermemektedirler. Buğdaygil yem bitkilerinde dallanma şekline göre 3 farklı sap tipi gözlenmektedir:

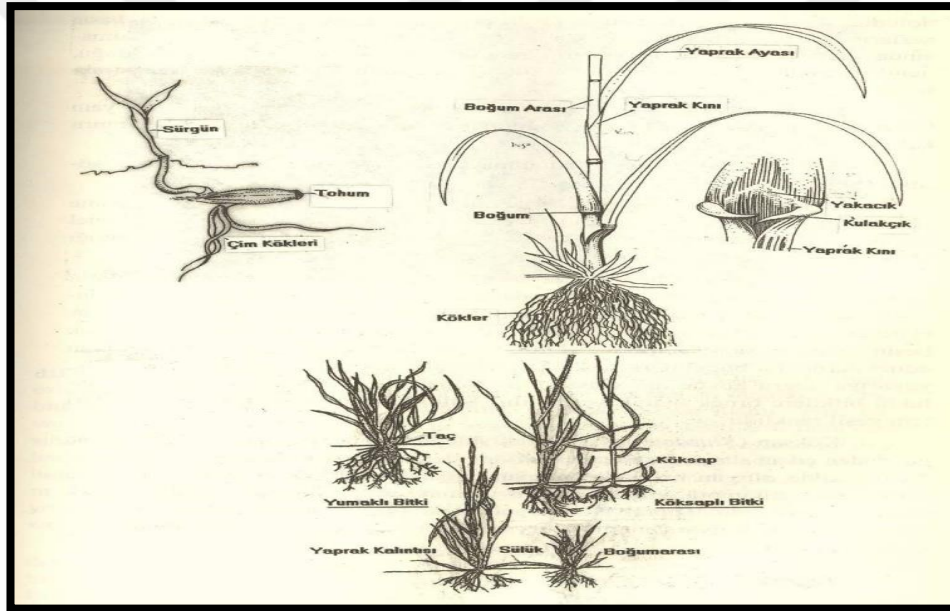
- Yumak tipi
- Sülük (*Stolon*)
- Köksap (*Rhizome*).

Yumak tipinde bitki genel olarak yumak görünümüne sahiptir. Bu görünümü, kök kısmının en altından sürgün adı verilen yapıların gelişmesiyle alır.

Sülük (*Stolon*) tipi, gövdenin alt kısmında oluşan sürgünlerin toprak üzerinde uzama göstermesiyle ortaya çıkmaktadır.

Köksap (*Rhizome*) tipi ise, tipik olarak sülük (*stolon*) yapısına benzemekle beraber farklı olarak toprak üzeri değil alt kısmında uzayarak gelişmektedir.

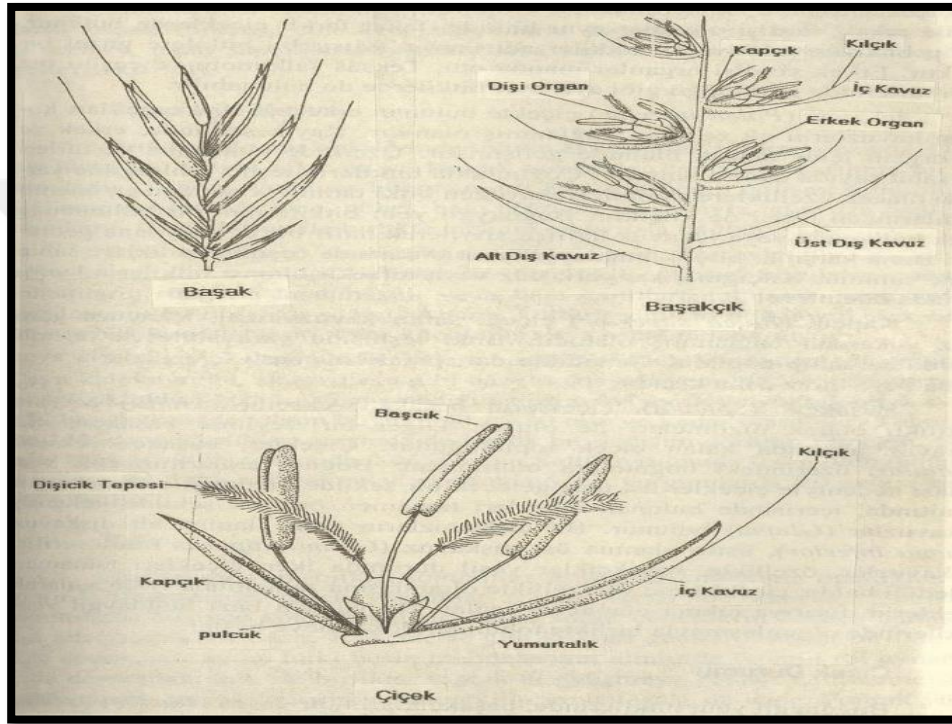
Şekil 1.4'te buğdaygil yem bitkilerinin tipik yapısı gösterilmiştir.



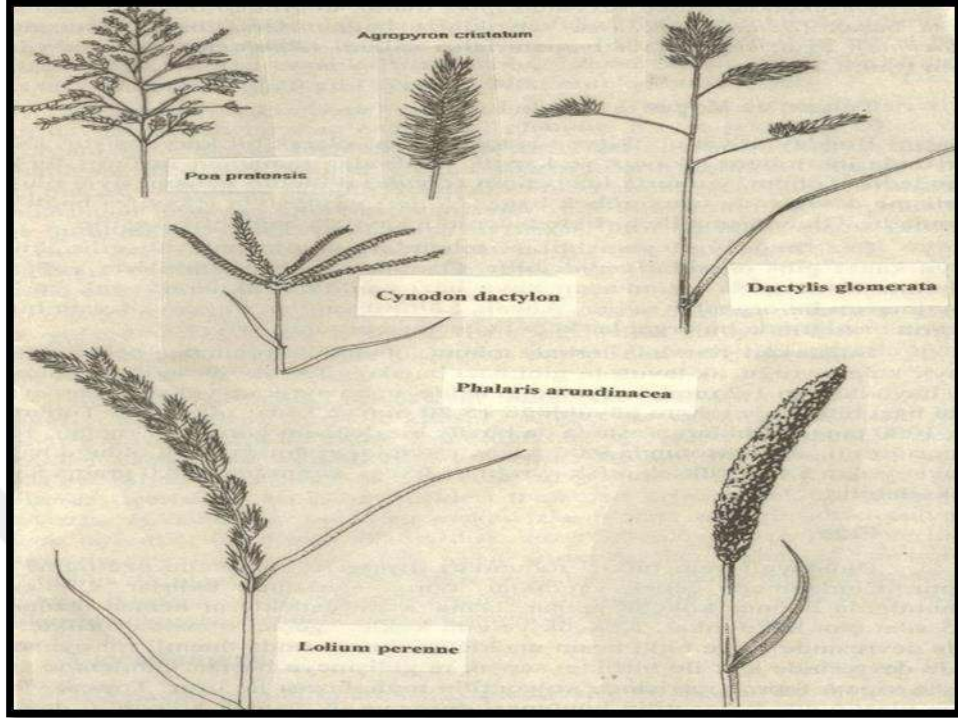
Şekil 1-4. Buğdaygil Yem Bitkilerinin Morfolojik Özellikleri

Şekil 1.4'te görülebileceği üzere buğdaygillerde yaprak, her bir boğum arasına bağlı olarak farklı biçimlerde dizilim göstermekte ve gövdeye sap gibi oluşumların yardımı olmadan bağlanabilmektedir. Buğdaygil yem bitkilerinde yaprak oluşumu 4 ana bileşenden oluşmaktadır:

- Yaprak ayası (*Lamina*)
- Kın
- Yakacık (*Ligula*)
- Kulakçık (*Auricula*).



Şekil 1-5. Buğdaygillerde Çiçek ve Başak Yapısı



Şekil 1.6. Buğdaygil Yem Bitkilerinin Çiçek Yapıları

Buğdaygil yem bitkilerinde çiçekler en küçük üreme organı görevi görmektedir. Çiçeklerin bir eksen boyu dizilimleriyle başakçık ve bu başakçıkların birleşmeleriyle de başak ve salkım adı verilen yapılar oluşmaktadır. Buğdaygillerde çiçekler:

- Dişi organ (*Gynoecium*)
- Erkek organ (*Androecium*)
- Kapçık (*Palea superior*)
- Başakçık (*Spieula*), olmak üzere 4 yapıdan oluşmaktadır (Şekil 1.5).

Şekil 1.6'da bir buğdaygil yem bitkisinin tipik çiçek yapısı gösterilmiştir. Başakçıklar eksen üzerine sap gibi yapılara bağlanmadan direkt tutunurlarsa başak

(*spica*), kısa sapçıklar ile bağlanırlarsa başağımsı salkım (*raceme*) ve uzun sapçıklar ile tutunurlarsa salkım (*panicula*) yapıları oluşmaktadır (Anonim d).

Buğdaygillerde tohum genel olarak tahıl (*caryopsis*) olarak kendini gösterir. Bazı türlerde tohum üzerinde diş, kılçık, tüy gibi yapılar çeşitleri bulunmaktadır. Bu yapılar tohumların rüzgâr yoluyla taşınmasını veya başka canlılar üzerinde tutunarak uzak mesafelere yayılmasını sağlar.

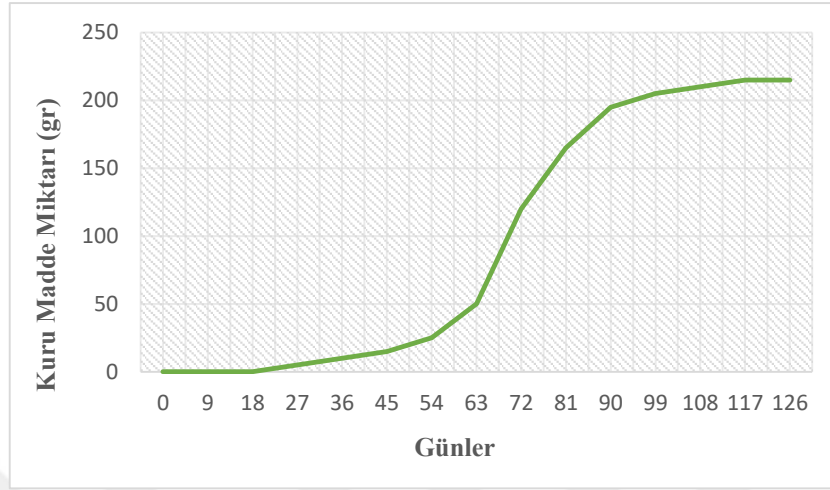
1.5. Çayır-Mera Yem Bitkilerinde Büyüme ve Gelişme Durumu

Toprağa ekilen bitki tohumu, uygun koşullar sağlandığında çimlenme işlemi tamamlanır. Sürgün olarak tabir edilen ilk gövdecik kısım, toprak yüzeyinde yayılma göstermesi tamamlanana kadar tohumdan beslenme sürecini gerçekleştirir.

Gövde, yüzeyde yayılma işlemini tamamladıktan sonra ilk yaprak oluşumu gerçekleşir ve artık bitki fotosentez yoluyla besin üretimine başlar. Fakat fotosentez yapımını gerçekleştiren bu yaprakların yüzey alanının fazla gelişmiş olmaması sebebiyle ilk başlarda besin üretimi oldukça yavaş olmaktadır. Fotosentez ile kendi besin üretimin sağlayan bitki, bu besin maddelerini kullanarak yaprak oluşumunu devam ettirmekte ve başta gözlemlenen fotosentez yolu ile besin üretim hızında artan yaprak sayısı ile orantılı olarak artış gözlemlenmektedir.

Bitki; ilk olarak yavaş büyüme evresinde geliştirdiği ve sonrasında artan fotosentez üreten araçları sayesinde birinci ve ikinci gelişim evresini tamamlamış olur. Fakat büyüme belirli bir noktaya geldikten sonra duracağından üretilen besin maddelerinin arta kalanları tohum ve kök yapılarında depo edilir ve bu da bitki büyümesi ve gelişmesinin son evresini tanımlamaktadır.

Şekil 1.7’de bir bitkinin gelişim evrelerini gösteren grafik verilmiştir.



Şekil 1-7. Bitkilerde Normal Gelişim Eğrisi

Çayır ve mera bitkilerinde gelişim normal bir bitki gelişiminden kısmen farklı olmaktadır. Normal bir çayır-mera bitkisinin yararlanıldığı kısım vejetatif üreme gösteren kısımları olduğu için bu bitkiler otlatılarak veya biçilerek değerlendirilir. İlk başlarda çayır-mera bitkisindeki gelişim diğer bitkilerde olduğu gibi gerçekleşir ancak otlatılması veya biçilerek değerlendirilmesinin ardından bitki, tekrardan varlığını sürdürebilmesi için besin üreten araçlarını oluşturması gerekmektedir. Bunun için tohum veya köklerinde biriktirdiği arta kalan depo besin maddelerini kullanmaktadır. Bu şekilde süreç en başa dönerek ilk gelişim evresini tamamlamaya çalışır ancak bu süreç nispeten daha yavaş gerçekleşmektedir. Çünkü bitki depoladığı yedek besin maddelerinin yalnızca %75'ini kullanarak besin üreten araçlarının yaklaşık %10'u kadarını tamamlayabilmektedir. Bu duruma göre ekilmiş olan bitkilerin gelişmesi için gereken süreye dikkat edilmeden biçme veya otlatma işlemleri yapılırsa bir süre bitki gelişimi için depoladığı besin maddelerin tamamını kullanacak olup nihayetinde en son biçme veya otlatılma işleminden sonra bitkinin ölümü gerçekleşecektir.

1.5.1. Çayır-Mera Bitkilerinde Çoğalma Durumu

Çayır ve mera arazilerinde yetişen bitkilerin büyük bir kısmı tohum ve vejetatif üreme araçlarıyla çoğalırlar. Bu çoğalma durumunun en önemli avantajı bitkilerin, zor koşullar altında varlıklarını sürdürmelerini sağlar.

1.5.1.1. Tohumla Çoğalma Durumu

Çayır-mera bitkileri tek yıllık ve çok yıllık olarak incelenmektedir. Tek yıllık formundaki çayır-mera bitkilerinin neredeyse tamamında, çok yıllık formundaki çayır-mera bitkilerinin ise bir kısmında tohumla çoğalma durumu gerçekleşmektedir.

Tohumla çoğalma durumunun başlıca önemli avantajları şunlardır:

- Tohumla çoğalma sırasında bitki yüksek miktarda tohum oluşumu sağladığı için bir bitki vasıtasıyla çok sayıda bitki oluşumu gerçekleşebilmesi,
- Tohum çimlenme süresinin uzun yıllar boyu sürebilmesi,
- Tohumun yayılma durumunun daha kolay gerçekleşmesi, gösterilebilir.

Tohumla çoğalma durumunun başlıca önemli dezavantajları şunlardır:

- İçinde bulunduğu bitki topluluğundaki gelişmiş bitkilerle mücadelesinin zor olması,
- Hayvanların beslenme amaçlı tüketiminin sonucu olarak tohum oluşum sürecinin zora girmesi,
- Gereğinden fazla otlatılması durumunda bitkinin gelişiminin zayıflaması ve çiçek oluşumunun güç olması, gösterilebilir.

1.5.1.2. Vejetatif Çoğalma Durumu

Rizom, stolon, yumak, hava yumruları, yumrular ve soğanlar olmak üzere 6 elemanla gerçekleşir.

- **Rizom:** Toprak altı gövdesi,
- **Stolon:** Toprak üstü gövdesi,
- **Yumak:** Bitki kökünün uç kısmında sürgün adı verilen yapıların oluşum göstermesi sonucu oluşmaktadır.
- **Hava Yumruları:** Bazı bitki türlerinde çiçek yerine küçük yumrular şeklinde yapılar gelişir ve bir süre toprağa düşerek o tohumlardan yeni bitkilerin oluşması gerçekleşir.
- **Yumrular:** Yedek besin maddelerini içerisinde toplandığı yapılardır.
- **Soğanlar:** Zor iklim koşullarında bitkinin özelliğini koruyabilmesi için kalın yaprakları ve üzerinde kök yapısını bulunduran toprak altı kısımdır.

1.5.2. Çayır-Mera Bitkilerinde Yayılma Durumu

Çayır-mera bitkilerinde yayılma durumu, bitkilerin çeşitliliği ve sağlığı açısından önemli bir konudur. Çayır-mera bitkilerinin yayılma biyolojilerinin iyi bilinmesinin avantajlı tarafı; bitkilerin uzun süre varlığını koruyabilmesi ve bulundukları alanlarda yabancı bitki oluşumlarında önüne geçebilmesi olmaktadır.

Yayılma durumu birkaç farklı açıdan incelenmektedir. Bunlar:

- 1) **Rüzgâr yoluyla yayılma:** Uzun süre havada uçuş kabiliyetine sahip tohumların yayılması bu yolla gerçekleşmektedir. (İran üçgülü)
- 2) **Su aracılığıyla yayılma:** Su yüzeyinde kolayca durabilen tohumların yüzerek yayılması bu yolla mümkündür. (Salyangoz yoncası)

3) **Hayvan aracılığıyla yayılma:** Bu yayılma yönteminde 3 farklı durum etkisini göstermektedir.

- Bitki tohumlarının hayvanların deri, kıl, yün gibi yapılarının üzerine tutunarak yayılması durumudur (Kirpi yoncası),
- Tohumlar, hayvanlar tarafından yenildiği zaman sindirilemez ve tohumlar çimlenme yeteneklerini kaybetmemişse hayvanlarla birlikte taşınarak başka bir bölgede yayılması durumudur (Ak üçgül),
- Yiyecek stoğu yapabilen bazı kemirici hayvanlar vasıtasıyla (karınca), tohumların taşınarak yayılması durumudur.

4) **İnsan aracılığıyla yayılma:** İnsanlar aracılığıyla bitki tohumlarının taşınması durumudur.

5) **Kendi kendine yayılma:**

- Bitkilerin kurumuş esnek dallarından tohumların fırlatılarak bitkiden ayrılması,
- Meyve kabuklarının kurumasıyla aldığı şekil sonucu içerisindeki tohumların sıkışarak ardından sıçraması,
- Bitkinin gelişim sürecinde dalların esneyerek toprağa yönelmesi ve çiçeğin içerisindeki tohumun toprak altında gelişmesi şeklinde yayılması durumudur.

6) **Dökülme:** Gelişmesini tamamlamış tohum veya meyvelerin toprağa düşerek yayılması durumudur.

1.5.3. Çayır Mera Alanlarında Gübreleme ve Sulama Durumu

Çayır ve mera alanlarının oluşturulmasında dikkate alınması gereken en önemli konu bu bitkilerin besin maddesi gereksiniminin yüksek olmasıdır. Öyle ki çayır ve mera alanlarında yetişen bitkilerin vejetatif üreme araçlarından faydalanyor olması, otlatıldıktan sonra veya biçildikten sonra tekrardan yetişebilme yeteneklerinin olması bu durumun en önemli göstergesidir. Bitkiler, otlatılma

sırasında gerekli besin maddelerini hayvan dışkılarından sağlayabilmesine karşın, biçilmesi durumunda gerekli besin maddelerinin temin edilememesi vejetasyonun sürekliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu tip bir durumda ot verimliliğinin korunabilmesi için organik veya kimyasal gübre kullanılması önem arz etmektedir (Anonim e).

Gübreleme faktörünün yanı sıra bir diğer önemli husus otların su gereksinimlerinin karşılanmasıdır. Su yetersiz ise bitkiler gübreleme işleminden yeterli düzeyde faydalanamamaktadır. Suyun yeterli düzeyde olduğu durumlarda bitkiler gübreleme işlemini tamamlar ve bitki gelişiminde artış gözlenir. Bitki fazla geliştiği için zamanla su yetersizliği durumu ortaya çıkmakta ve daha büyük problem halini almaktadır. Bu nedenle gübrelemenin yanında sulama dengesinin kurulması otların gelişimi ve verimleri açısından oldukça önemlidir. Bitkilerin gübreleme ile gösterdiği %120 verimin karşılığı olan su ihtiyacı yaklaşık olarak %8-11 olduğu gösterilmiştir (Anonim e).

1.5.3.1. Çayır-Mera Alanlarının Gübrenmesi

Çayır-mera alanlarının gübrenmesinde dikkat edilecek hususlar;

- a) **Su Durumu:** Çayır-mera alanlarının gübrenmesinde en önemli faktör alanın su durumu olmaktadır. Gübrelemenin yapılacağı alanın su durumunun yeterli olması bitkilerin gelişimini ve verimini arttırmaktadır.
- b) **Bitki Türleri:** Gübreleme yapılacak alanda bulunan bitki türlerinin karakterlerinin bilinmesi ileride oluşabilecek birçok problemin önüne geçilmesini sağlayabilmektedir. Alanda bulunan bitki türlerinin hangi besin maddelerine gereksinimi olduğunun ve bu besin maddelerine gösterdiği tepkilerin önceden biliniyor olması gübrelemenin doğru yapılabilmesi açısından önemlidir.

- c) **Toprak Yapısı:** Toprakta bulunan besin elementlerinin yoğunluğu ve toprağın yapısının bilinmemesi yapılacak gübrelemenin verimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
- d) **Ekonomik Karşılaştırma:** Gübrelemenin yapılacağı çayır-mera alanlarının oldukça büyük ve geniş alanlar olması gübreleme işleminin zor ve maliyetli olması sorununa yol açmaktadır. Gübrelemenin ekonomik analizleri yapılırken elde edilen ot verimi yerine bu alanlarda yetişen otlardan yararlanan hayvanların ürünlerinin kalitesi ve miktarının karşılaştırılması daha isabetli bir analiz olacaktır.

1.5.3.2. Çayır Alanlarında Su Durumu

Çayırılar genel olarak eğimi fazla olmayan düz ve taban suyu yüzeye yakın olan alanlarda gelişme eğilimi göstermektedir. Bu alanlar incelendiğinde toprağın uzun bir süre nemli kaldığı gözlenmiştir. Bu nedenle bu alanlardaki su sorunu; dönemlere göre suyun fazla bulunması veya yeterli miktarda bulunmaması üzerinedir.

Türkiye’de çayır alanlarının su durumu çoğunlukla dengesizdir. Taban suyunun yüzeye yakın olduğu bu arazilerde yılın belirli dönemlerinde gerçekleşen yoğun yağışlar ve taban suyu miktarının yüksek olduğu dönemlerde arazi su altında kalma tehlikesi yaşamaktadır. Bu durumun olumsuz yönlerini incelemek gerekirse;

- i. Fazla miktarda bulunan su otların köklerine kadar ulaşacağından ve köklerin solunumunu etkileyeceğinden ot veriminin ve kalitesinin düşmesi gerçekleşecek ve fazla suya karşı toleransı bulunan yabancı otların ortaya çıkması gerçekleşecektir.
- ii. Su miktarının fazla olması toprağın nem tutma kapasitesini arttırarak sert mevsimlerde don tehlikesine yol açacaktır.

- iii. Birçok hastalığın nemli ve ıslak topraklarda ortaya çıkması kolaylaşacaktır.

Çayır alanlarının taban suyu durumu dönemlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu farklılığın oluş şekli çayır alanlarının verimi açısından da oldukça önemli olmaktadır. Yoğun yağışların olduğu dönemler ve kış aylarında çayır alanlarındaki taban suyu düzeyinin derinlerde olması bu alanların verimlerini arttırmaktadır. Çizelge 1.10'da yapılan bir araştırmada taban suyu derinliğinin mevsimlere göre olması gereken uygun değerler ve bu değerlere karşılık verimler gösterilmiştir (Anonim f).

Çayır arazilerinde uygun taban suyu derinliğinin bulunması toprak tipiyle doğrudan ilişkilidir. Ağır toprak yapısına sahip arazilerin taban suyu derinliğinin, hafif toprak yapısına sahip arazilere kıyasla daha derinde olması uygun olmaktadır. Genellikle taban suyu derinliğinin 80-100 cm'den fazla olması bitkinin su almasını zorlaştırır. Taban suyu derinliğinin ot verimindeki etkisinin yanı sıra ortamda bulunan nem yoğunluğunun da ayarlanması verim açısından önemli olmaktadır. Fazla nemin ortamdan uzaklaştırılması için alınması gereken önlemler şunlardır:

- i. Ortamda bulunan fazla miktardaki suyu alabilecek drenaj kanalları doğru bir şekilde yerleştirilmelidir.
- ii. Drenaj kanallarının taban suyunu doğru düzeyde tutabilecek şekilde yerleştirilmelidir.
- iii. Çayır arazilerindeki işlemleri engellemeyecek şekilde drenaj kanalları düzenlenmelidir.

Çayır alanlarında su, bu alanlarda yetişen bitkilerinin karakteristik olarak; vejetatif üreme araçlarını kullanması ve sürekli gelişim gösterebilmeleri açısından diğer bitki türlerine kıyasla önemli bir durum haline gelmiştir. Bu nedenle çayır bitkilerinin geliştiği arazilerde su teminin isabetli bir şekilde sağlanması

gerekmektedir. Çayır arazilerindeki su tüketimi; bölgedeki toprak yapısı, iklim, toprağın tuz tutma kapasitesi gibi birçok etkene bağlı olmaktadır. Çayır ve mera alanlarında yararlanılan başlıca su kaynakları;

- Yağış
- Taban suyu
- Sulama suyu, olmaktadır.

Çizelge 1-10. Taban suyu derinliğinin mevsimlere göre dağılımı ve verimleri

Taban Suyu Derinliği (cm)		Verim (%)
Kış	Yaz	
40	40	96
150	40	100
70	70	83
150	70	91
100	100	80
150	100	85

Çayır ve mera alanlarında su temininde özellikle yağışla su temini durumuna, yağışların dönemsel olarak farklılık göstermesinden dolayı dikkat edilmelidir. Yağışlardaki düzensizlik bitkiler için önemli bir kaynak olmaktan ziyade bitkilerin gelişimleri için olumsuz etkileri olabilmektedir. Bitkinin gelişmesi için yoğun miktarda suya ihtiyaç olduğu dönemlerde yağışların yetersiz olması veya kurak geçmesi bitkilerin yoğunluğunun azalmasına ve ot verimlerinin düşmesine neden olmaktadır.

1.5.3.3. Mera Alanlarında Su Durumu

Mera alanlarındaki su durumu genellikle suyun yetersiz olması şeklindedir. Bu problemin başlıca sebepleri;

- Nem durumunun yetersiz veya düşük olması
- Taban suyu seviyesinin derinde olması
- Yağışların yetersiz veya düşük olması, şeklinde sıralanabilir.

Mera alanlarında yağışlarında yeterli olması durumunda yaklaşık olarak yılda 600-650 mm yağış yeterli görülmektedir (Anonim e). Bu alanda yetişen bitkilerin vejetatif üreme araçlarını kullanması ve uzun süre gelişim yeteneklerine sahip olmaları göz önüne alındığında yağışların dengeli seyretmesi oldukça önemlidir.

Mera alanlarının yağışlarla sulanması durumunda bazı problemler bu alanda yetişen bitkilerin gelişimlerini sınırlayabilmektedir. Özellikle mera arazilerindeki bitkilerin yoğunluğunun düşük olması durumunda yağışlarla gelen suyun büyük bir kısmının araziden akarak veya sızarak kaybolması muhtemeldir. Böyle bir durumda yağışlarla gelen suyun yaklaşık olarak %33'ü kullanılabilir. Eğer söz konusu mera arazilerinde yetişen bitkilerin yoğunluğunun artırılması veya vejetasyonun kapalı olması durumunda yağışlarla gelen suyun yaklaşık olarak %67'si verimli olarak kullanılabilir. Mera alanlarının yağışlar ile su ihtiyacını almasının avantajları yanında dezavantajları da söz konusudur. Sulama ile yağışlardan alınan verimin daha fazlasını almak mümkün olmaktadır. Fakat sulamada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta fazla maliyet gerektirmeleridir. Yapılacak yatırımlar düşünüldüğünde sulamanın uzun vadede dezavantajdan çok avantajlı duruma geçmesi mümkündür.

1.6. Türkiye’de Hayvancılık Sektörünün Genel Durumu

Ülkemizde hayvancılık sektörü, bulunduğu coğrafi konum ve bu konum neticesinde oluşan iklimsel koşulların neticesinde ülkemizin hemen hemen her bölgesinde görülebilen, önemli ölçüde gelişmiş ekonomik bir faaliyet durumunu almıştır.

İlk olarak et, süt, yumurta gibi gıda ürünleri başta olmak üzere insan yaşamının önemli ihtiyaçlarını karşılayan hayvancılık sektörü, ülkemizdeki tarım sektörünün en önemli yapı taşlarından birini oluşturmaktadır (Dokuzuncu Kalkınma Planı Adalet Hizmetleri ve Güvenlik Özel İhtisas Komisyon Raporu, 2007).

İnsan yaşamının temel ihtiyaçlarından olan et, süt ve yumurta gibi temel gıda ürünlerinin en önemli kaynağı olan hayvancılık sektörünün; artan nüfus, kentleşme ve besin alışkanlıklarının değişmesi neticesinde önemli ölçüde zora girmesi kaçınılmaz olmaktadır. Özellikle ülkemizde 2000-2016 yılları arasında kişi başı sığır eti tüketiminde önemli ölçüde değişiklik yaşanmıştır. 2000 yılında Avrupa Birliği'ne üye 28 ülkenin kişi başı ortalama sığır eti tüketimi 12,75 kg, ülkemizde 3,96 kg olmuşken 2016 yılında bu değerler AB-28 için 11,05 kg ve ülkemiz için 8,30 kg olduğu görülmüştür. Bu değerler göz önüne alındığında, Avrupa ülkelerinde kişi başı sığır eti tüketimi yıllar içerisinde azalma eğilimi göstermişken bu durum ülkemizde sürekli artış olarak görülmüştür (Güven, 2018). Bu değerlere bakıldığında; özellikle ülkemizde dönemsel olarak sürekli artış eğilimi gösteren hayvansal ürünlerin tüketimi, ilerideki süreçlerde oluşabilecek problemlerin önüne geçilebilmesi adına ülkemizdeki hayvan varlığının korunmasını gerektirmektedir. Bunun için alınması gereken önlemlerin başında gelen en önemli konulardan biri tarımsal alanların doğru ve isabetli amenajman uygulamalarıyla korunması ve çeşitliliğinin artırılmasıdır.

Dünya genelinde yapılan çalışmalara bakıldığında canlı yaşamını etkileyen en önemli sorunların başında; sınırlı olan doğal kaynakların tükenmesinin yanı sıra söz konusu bu kaynakların hem doğal yollardan hem de insan etkisinden dolayı verimliliğini kaybetmeden uygun bir şekilde değerlendirilip, nüfus artışının etkisiyle de dengeli ve yeterli beslenmenin sağlanmasının güç olmasıdır (Kuşvuran, Nazlı, & Tansı, 2011).

Yem bitkileri, kaliteli hayvansal ürünlerin oluşmasında önemli bir kaynak halini almaktadır. Ülkemizde hayvancılık sektöründe genel olarak; doğal mera-çayır alanları, saman, bitki kalıntıları gibi kalitesi düşük besin kaynakları kullanılmaktadır. Oysaki yem bitkileri; hayvansal ürünlerin kalitesini arttırmasının yanı sıra, toprağın

fiziksel ve kimyasal durumunu iyileştirmesi, kendisinden sonra ekilecek bitkilerin verim ve kalitesini arttırması gibi birçok avantajı bulunmaktadır (Uzun, Gün, & Açıkgöz, 2012).

Çizelge 1-11’de Türkiye İstatistik Enstitüsü verilerine göre ülkemizde bulunan canlı hayvan sayısının yıllara göre değişimi gösterilmiştir.

Çizelge 1-11. Türkiye’de Bulunan Canlı Hayvan Sayısının Yıllara Göre Değişimi (baş)

Yıl	Sığır	Koyun	Keçi	Toplam
2013	14.415.257	29.284.247	9.225.548	52.925.052
2014	14.223.109	31.1402.44	10.344.936	55.708.289
2015	13.994.071	31.507.934	10.416.166	55.918.171
2016	14.080.155	30.983.933	10.345.299	55.409.387
2017	15.943.586	33.677.636	10.634.672	60.255.894
2018	17.042.506	35.194.972	10.922.427	63.159.905
2019	17.688.139	37.276.050	11.205.429	66.169.618

(TÜİK, 2019)

Çizelge 1-12’de 2019 yılında TÜİK tarafından yayımlanan ülkemizde bulunan canlı hayvan sayısı bölgeler bazında gösterilmiştir.

Çizelge 1-12. Türkiye'de bulunan Büyükbaş ve Küçükbaş Sayısının Bölgeler Bazında Gösterimi

Bölgeler	Süt Sığırları (S.K) 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)	Süt Sığırları (S.K) 1-2 Yaş Arası Dişi (Düve)	Süt Sığırları (K.M) 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)	Süt Sığırları (K.M) 1-2 Yaş Arası Dişi(Düve)	Süt Sığırları (Y) 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (İnek)	Süt Sığırları (Y) 1-2 Yaş Arası Dişi (Düve)	Süt Sığırları (M) 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Düve)	Süt Sığırları (M) 1-2 Yaş Arası Dişi (Düve)
Akdeniz	369257	114220	195893	69629	34434	13749	1231	488
Batı Anadolu	372613	125406	188263	67295	31063	10975	1425	405
Batı Karadeniz	327017	112493	352421	124678	96805	31264	26542	8088
Batı Marmara	437386	139330	84087	28949	22613	7373	6328	1223
Doğu Karadeniz	72358	23719	167606	50134	26120	9584	2998	961
Doğu Marmara	219310	77407	142544	57186	26590	12461	5358	2407
Ege	1002385	297723	202672	81621	57771	20432	5638	1534
Güneydoğu Anadolu	190378	51603	390987	115819	164259	49358	10260	2033
Kuzeydoğu Anadolu	170841	76629	798492	247319	93564	34582	3543	1026
Orta Anadolu	468638	149477	284630	95764	24720	8659	8877	2758
Ortadoğu Anadolu	141746	42695	291812	97754	85373	19884	10288	1844

S.K: Saf Kültür, K.M: Kültür Melezi, Y: Yerli, M: Melez

Bölgeler	S.K Sığırları 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Boğa)	S.K Sığırları 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Öküz)	S.K Sığırları 1 - 2 Yaş Arası Erkek (Tosun)	M.S 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Boğa)	M.S 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Öküz)	M.S 1 - 2 Yaş Arası Erkek (Tosun)	Y.S 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Boğa)	Y.S 2 Ve Daha Yukarı Yaşta (Öküz)	Y.S 1 - 2 Yaş Arası Erkek (Tosun)
Akdeniz	29114	448	100016	16473	581	65866	2690	154	9512
Batı Anadolu	30069	12	135921	46307	23	126046	5264	142	14225
Batı Karadeniz	28194	545	80801	30923	1543	100956	8782	1094	27504
Batı Marmara	9963	30	85818	6550	27	25532	2724	29	5220
Doğu Karadeniz	4470	111	14633	11790	285	33076	3402	326	6733
Doğu Marmara	19434	69	64333	21019	79	50961	3859	19	12541
Ege	51330	1244	206506	18822	424	60601	9333	376	17484
Güneydoğu Anadolu	25803	692	60333	66949	956	137423	39455	1563	44204
Kuzeydoğu Anadolu	40040	558	53883	115457	455	170754	23827	267	29698
Orta Anadolu	40472	24	158655	36946	31	110688	4565	9	9139
Ortadoğu Anadolu	21811	250	41650	33120	583	74822	10147	349	17112

S.K: Saf Kültür, M.S: Melez Sığırlar, Y.S: Yerli Sığırlar

Bölgeler	Koyun (M), 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Kuzu	Koyun (M), 6 - 12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Toklu	Koyun (M), 12 - 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Şişek	Koyun (M), 2 ve Daha Yukarı Yaşta (Dişi Koyun)	Koyun (M), , 2 ve Daha Yukarı Yaşta (Koç)	Koyun (Y vd.), 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Kuzu	Koyun (Y vd.), 6 - 12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Toklu	Koyun (Y vd.), 12 - 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Şişek	Koyun (Y vd.), 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Dişi Koyun	Koyun (Y vd.), 2 Ve Daha Yukarı Yaşta, Koç
Akdeniz	17395	23519	35916	76899	7254	237118	436875	503404	1662539	110625
Batı Anadolu	46177	134409	213087	727307	49083	161038	357041	512699	1831841	98287
Batı Karadeniz	5933	10405	14999	34840	2733	84164	134393	191007	653706	36402
Batı Marmara	67562	62400	111539	319276	22788	155325	221815	306600	1114022	53105
Doğu Karadeniz	200	406	1445	2195	260	24186	78485	106167	318000	19559
Doğu Marmara	66696	126559	146565	496449	28398	77385	151203	198226	522098	26442
Ege	16899	23144	36954	79483	5757	395015	534422	656043	2116884	125799
Güneydoğu Anadolu	1546	2920	1618	6206	454	210181	811080	972198	4498008	245052
Kuzeydoğu Anadolu	674	765	1193	2545	256	48451	696334	697800	2453360	136684
Orta Anadolu	2773	5429	6421	22185	1346	126404	484472	499315	1911601	87104
Ortadoğu Anadolu	36	6	338	317	52	140114	1024156	861865	3736189	218729

M: Merinos, Y vd.: Yerli ve Diğerleri

Bölgeler	Keçi (T), 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Oğlak	Keçi (T), 6 - 12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Çebiç	Keçi (T), 12 - 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Gezdan	Keçi (T), 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Dişi Keçi	Keçi (T), 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Teke	Kıl Keçisi ve Diğerleri, 6 Aydan Küçük (Dişi ve Erkek), Oğlak	Kıl Keçisi ve Diğerleri 6 - 12 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Çebiç	Kıl Keçisi ve Diğerleri 12 - 24 Ay Arası (Dişi ve Erkek), Gezdan	Kıl Keçisi ve Diğerleri 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Dişi Keçi	Kıl Keçisi ve Diğerleri 2 ve Daha Yukarı Yaşta, Teke
Akdeniz	0	46	1	188	15	196112	543414	621020	1665887	180170
Batı Anadolu	20584	31183	38557	87652	9831	19817	67529	130392	318332	27967
Batı Karadeniz	362	1511	1553	2507	887	22275	51527	68851	151411	16149
Batı Marmara	0	0	0	26	1	40361	68519	88722	343405	21563
Doğu Karadeniz	48	135	63	97	24	3630	14248	18268	42920	5094
Doğu Marmara	2814	4303	3641	11351	944	29398	51467	62221	135598	14927
Ege	28	140	109	284	19	94693	206493	251187	648758	67583
Güneydoğu Anadolu	1876	3895	4213	8924	698	82364	284995	421037	1760981	89872
Kuzeydoğu Anadolu	0	0	8	0	0	7887	55078	58936	159307	17962
Orta Anadolu	135	402	429	1437	128	16447	71211	81842	248126	15574
Ortadoğu Anadolu	-	-	-	-	-	28986	208748	212810	772891	62476

T: Tiftik

1.7. Adana İlinde Bulunan Çayır Mera Arazilerinin Durumu

Adana, Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde bulunan 14.030 km² yüzölçümüne sahip ülkenin en kalabalık altıncı şehridir. Seyhan, Çukurova, Yüreğir, Sarıçam ve Karaisalı olmak üzere 5 merkezi toplamda 15 ilçe ve 831 mahallesi bulunmaktadır.

1.403.000 hektarlık yüzölçümün yaklaşık %41'i orman, %38'i işlenen tarım arazileri, %4'ü ise doğal çayır mera arazileridir (Hatipoğlu, Serbester, & Dönmez, 2020). İldeki araziler genellikle iklim, toprak yapısı gibi etkenlerden dolayı çok türlü yapıya sahiptir.

Adana ili genelinde arazi şekilleri incelendiğinde görülen çayır mera tipleri; taban, çalı, otsu çalı, otsu, Alpin türlerinde olmaktadır. Çizelge 1-13'te Adana İl Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından tespit edilen Adana ili çayır mera varlığı gösterilmiştir. Çizelge 1-13 incelendiğinde en fazla ve en az çayır mera alanına sahip ilçeler sırasıyla 102.682 da ile Tufanbeyli ve 295 da ile Çukurova ilçeleridir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yürüttüğü içinde Adana ilinin de bulunduğu çayır mera alanlarının tespiti araştırmasında, Adana ilinde bulunan çayır mera arazilerinin durumunun genellikle zayıf durumda olduğu tespit edilmiştir. Adana ili için bu değerler sırasıyla;

- %2,5 Çok İyi
- %7,5 İyi
- %36,3 Orta
- %53,7 zayıf şeklindedir (Hatipoğlu, Serbester, & Dönmez, 2020).

Çizelge 1-13. Adana İli Çayır Mera Varlığı (Hatipoğlu, Serbester, & Dönmez, 2020)

İlçe	Çayır Mera Alanı (da)
Aladağ	6.373
Ceyhan	58.881
Çukurova	295
Feke	82.953
İmamoğlu	4.811
Karaisali	2.300
Karataş	49.073
Kozan	20.959
Pozantı	49.285
Saimbeyli	64.758
Sarıçam	5.072
Seyhan	3.384
Tufanbeyli	102.682
Yumurtalık	19.966
Yüreğir	6.690
TOPLAM	477.482

Çizelge 1-14’te Adana İl Tarım ve Orman Müdürlüğü’nün sunduğu raporda toplam işlenebilir tarım alanlarının 539.000 ha olduğu gösterilmiştir (URL-2). Ekilebilir tarla bitkilerinin oluşturduğu alan ise 430.173 ha ile en yüksek payı oluşturmaktadır. Çizelge 1-15’e bakıldığında Adana ilinde yetiştirilebilen tarla bitkileri; buğday, mısır, ayçiçeği, pamuk, soya, yerfıstığı, patates ve yem bitkileri şeklindedir (Hatipoğlu, Serbester, & Dönmez, 2020).

Çizelge 1-14. Adana İlinde İşlenebilir Tarım Alanları

Kullanım Türü	Alan (ha)
Tarla Bitkileri	430.173
Meyve Yetiştirme	74.208
Sebze Yetiştirme	34.619

Çizelge 1-15'te Adana ilinde yetiştirilebilen tarla bitkileri ve bunların ekim alanları gösterilmiştir. Bu değerlere bakıldığında 174.910 ha ile buğday en fazla alanı, 6.403 ha ile patates en az alanı oluşturmaktadır.

Çizelge 1-15. Adana İlinde Yetiştirilebilen Tarla Bitkileri

Tarla Bitkileri	Alan (ha)
Buğday	174.910
Mısır	73.943
Ayçiçeği	52.121
Pamuk	36.254
Soya	17.788
Yerfıstığı	23.958
Patates	6.403
Yem Bitkileri	15.797
TOPLAM	401.174

1.7.1. Adana İlinde Hayvan Varlığı

TÜİK verilerine göre 2019 yılında Adana İlinde 1.095.225 baş canlı hayvan varlığı bulunmaktadır (Çizelge 1-16). Hatipoğlu ve ark. (2020) yaptıkları çalışmaya göre, 1 büyükbaş hayvan biriminin (BBHB) günlük 4 kg kuru ot veya 10 kg yeşil ota gereksiniminin olduğunu ve Adana ilindeki hayvan varlığının kuru ot gereksinimini ildeki mera alanlarından yaklaşık %10,3 ve yeşil ot gereksinimlerini ise tarla

tarımında yetişen bitkilerden yaklaşık %35 oranında karşılayabildiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 1-16. Adana İlindeki Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı (TÜİK,2019)

Canlı Cinsi	Sayı (baş)
Süt Sığırları	140.681
Kültür Sığırı	29.808
Melez Sığırı	25.861
Yerli Sığırı	3.715
Manda	174
Buzağı ve Dana	59.445
At, Eşek ve Katır	2.514
Koyun	393.157
Keçi	439.870
Genel Toplam	1.095.225

1.8. Tarımsal Sulamada Atıksuların Kullanımı

Genel olarak bakıldığında her atıksu, uygun arıtma işlemlerinden geçirildikten sonra tekrar kullanıma uygun hale gelebilmektedir. Mevcut tasfiye teknolojileri, atıksu içerisindeki her türlü tüm tespit edilebilir kirleticileri atıksudan uzaklaştırarak, suyu orijinal kalite seviyesine yaklaştırarak, tekrar kullanımına olanak sağlamaktadır.

Atıksuyun; kalitesi, miktarı ve konumu bunların tekrar kullanımı açısından dikkate alınması gereken önemli özellikleridir. Atıksu kalitesi, suyun tasfiye edilmesi için gerekli arıtma ekipman ihtiyaçlarını ve bunların maliyetlerini gösterir. Miktar konusu ise atıksuyu tasfiye edebilmek için gerekli tasfiye araçlarının ölçeklerini ve bunların ekonomisiyle alakalıdır. Atıksu kaynağının bulunduğu konumu ise, bunların arıtma tesislerine oradan da nihai deşarj noktasına taşınması açısından gereken maliyetleri dengelemeyi tanımlar. Kısacası temiz ve uzak bir noktadan getirilecek su kaynağının yüksek maliyetlerle taşınması yerine, geri kazanılmış su kaynağını yerinde kullanabilmek önemli olmaktadır.

Geri kazanılmış atıksu ve gerekli su talebi genellikle zaman açısından sabit olmadığından dolayı kullanım maliyetleri açısından önemine vurgu yapılması

gereken başka bir konu halini almaktadır. Örneğin; sadece sulama mevsiminde gerekli olan tarımsal su talebinin, geri kazanılmış atıksuyun tüm yıl boyunca sabit olması halinde yüksek hacimlerde depolama tanklarının inşasını gerektirmektedir. Eğer bu iki durum dengeli bir hal alır ise büyük hacimli depolama tanklarının inşası gibi maliyetleri arttırabilecek önlemlere gerek kalmadan büyük ölçüde tasarruf sağlanabilir.

Sulamada kullanılabilir atıksuyun ana kaynakları; kentsel alanlardaki kanalizasyon sistemleri olmakla birlikte temelde evsel, endüstriyel ve bunların bir karışımı şeklinde sınıflandırılabilir.

1.8.1. Evsel Nitelikli Atıksular ve Kentsel Atıksuları

Evsel nitelikli atıksular genel itibariyle yerleşim yerlerinden, ticari alanlardan (ofis, otel, restoranlar, alışveriş merkezleri, tiyatrolar, müzeler, havaalanları vb.) ve kurumsal işletmelerden (okullar, hastaneler, huzurevleri, hapishaneler vb.) gibi noktalardan deşarj edilmektedir. Evsel nitelikli atıksular neredeyse dünyanın hemen hemen her noktasında benzerlik göstermekle birlikte, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Özellikle kişisel bakım veya ev bakım ürünlerinde kullanılan kimyasallar, buralardan oluşan atıksuların karakterini değiştirebilmektedir. Ortalama kirletici madde konsantrasyonuna bakılırsa buradaki değişim bölgenin mevcut su durumu, iklimsel koşullara ve su arzına bağlı olmaktadır. Atıksu ve kirletici konsantrasyonlarındaki bu değişim, bölgede ikamet eden halkın alışkanlıklarından ve mevsimsel koşullardan kaynaklanmaktadır.

Belediye atıksuları genel itibariyle aynı kanalizasyon sisteminde toplanan evsel ve endüstriyel nitelikli atıksulardan oluşmaktadır. Özellikle endüstriyel nitelikli atıksular içerisindeki bileşeni bilinen veya bilinmeyen kirleticiler, arıtma işleminin performansını ve güvenilirliğini etkileyebilmektedir.

Aynı kanalizasyon sisteminde toplanan kaynağı farklı atıksular aynı zamanda yağmur sularını da içermektedir. Özellikle hava şartlarının zorlayıcı olduğu

dönemlerde atıksuyun akış hızında ve kirlilik seviyesinde önemli artış gözlenmektedir. Artan nüfus artışı ve kentsel büyümenin sonucu olarak kanalizasyon sistemlerine akan yağmur sularının karakteristiği değişmektedir. Büyük bitki örtüleri ve ormanlık alanlar, kentsel büyümenin kurbanı olmasından dolayı artık geçirimsiz yüzeyler haline almıştır. Çizelge 1-17’de yağmur sularında bulunan tipik kirleticiler gösterilmiştir (Yona, ve diğerleri, 2010).

Çizelge 1-17. Yağmur Sularında Bulunan Tipik Kirleticiler ve Potansiyel Kaynakları

Yağmur Suyu Kirleticileri	Kirleticilerin Potansiyel Kaynakları
Azot, Fosfor (Çözünür Halde)	Hayvan atıkları, gübreler, bozulan septik sistemler, düzenli depolama alanları, atmosferik birikme, erozyon ve sedimantasyon, yasadışı sıhhi bağlantılar
Askıda, Çözölmüş, Biriktirilmiş, Absorbe Edilmiş Kirleticiler	Şantiyeler, dere yatağı erozyonu, geçirimsiz yüzeylerden yıkanma
Bakteriler, Virüsler	Hayvan atıkları, bozulan septik sistemler, yasadışı sıhhi bağlantılar
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Yapraklar, çalılar, bozulan septik sistemler
Yağ ve Gres	Endüstriyel işlemler, ticari süreçler, otomobil aşınması, emisyonlar ve sıvı sızıntıları, uygun olmayan yağ imhası
Bakır, Kurşun, Çinko, Cıva, Krom, Alüminyum (Çözünür Halde)	Endüstriyel işlemler, otomobil fren balatalarının ve lastiklerinin normal aşınması, otomobil emisyonları ve sıvı sızıntıları, metal çatılar
Pestisitler, UOB'ler, SVOC'ler, PCB'ler, PAH'lar (Çözünür Halde) ¹	Herbisitlerin, böcek ilaçlarının, mantar öldürücülerin ve kemirgen öldürücülerin konutlarda, ticari ve endüstriyel uygulamaları
Sodyum, Kalsiyum, Potasyum Klorür, Etilen Glikol, Diğer Kirleticiler (Çözünür Halde)	Yolda tuzlama ve üstü açık tuz depolama, ilkbahar mevsiminde kar erimesi, park alanlarındaki ve yollardaki kar yığınlarından kaynaklanan kar erimesi sonucu akış

1: PAH: Polisiklik aromatik hidrokarbon, PCB: Poliklorlu bifeniller, SVOC: Çözünür uçucu organik bileşikler, UOB: Uçucu organik bileşikler

1.8.2. Endüstriyel Nitelikli Atıksular

Endüstriyel nitelikli atıksu; tek bir endüstri tesisinden veya endüstriyel bölgelerden (organize sanayi bölgeleri) gelen, miktarı ve özellikleri ilgili endüstriyel proseslere göre değişkenlik gösteren atıksu kaynağıdır. Tipik bir endüstriyel atıksuyun değişkenliği ilgili endüstrinin süreç aşamalarından (başlangıç, üretim, temizlik ve döngüsel bakım) kaynaklanmaktadır.

Evsel nitelikli atıksular ile karşılaştırıldığında, endüstriyel nitelikli atıksular, kirletilmemiş temiz suyun ilgili proseslere göre, örneğin, soğutma suyu olarak döngüler halinde yeniden kullanılmasının bir sonucu olarak ağır kirli ve deşarj edilemez hale gelmekte ve bu sebepten dolayı yüksek maliyetler gerektiren özel arıtma sistemleri gerektirmektedir.

Diğer taraftan gıda endüstrisi atıksuları, diğer endüstri tiplerine kıyasla yararlı besin maddeleri açısından genellikle zengin olduğundan dolayı tarımda kullanım potansiyeli yüksek olmaktadır. Çizelge 1-18’de bazı gıda işleme endüstrilerine ait atıksuların tarımsal sulamada potansiyel olarak kullanılabileceği gösterilmiştir (Yona, ve diğerleri, 2010).

Çizelge 1-18. Bazı Gıda Endüstrilerinden Gelen Atıksuların Bileşimi ve Arıtım Yöntemleri (Yona, ve diğerleri, 2010)

Atıksuyun Kaynağı	Ön Arıtma İşlemi	Kirleticiler	N (mg/l)	P (mg/l)	K (mg/l)
İçki Fabrikaları	Mekanik arıtma, nötralizasyon	Alkali, asitler, soda, klor bileşikler	25	1	20
Bira Maya Fabrikası	Mekanik arıtma, nötralizasyon	Maya, karbonhidratlar, yerleşebilir katılar	40	5	50
Balık İşleme Tesisleri	Mekanik arıtma, yağ ayırma, seyreltme, klorlama, koku giderme	Kireç, katı yağlar, yağlar, organik asitler, tuz, H ₂ O ₂ (Hidrojen Peroksit)	500	-	-
Patates Unu Üretim Tesisi	Mekanik arıtma	Yok	550	140	95
Konserve Fabrikaları	Mekanik arıtma, nötralizasyon, koku giderme	Tuzlar, organik asitler, deterjanlar, aşındırıcı maddeler	60	10	35
Mandıra Tesisleri	Mekanik arıtma	Dezenfektanlar	35	10	20
Nişasta Fabrikaları	Mekanik arıtma, nötralizasyon, seyreltme	Tuzlar, asitler	300	45	415
Şeker Fabrikaları	Mekanik arıtma	Stronsiyum, katran, prusik (siyanik) asit	50	10	-

1.8.3. Kullanılabilir Atıksuyun Karakteristiği

Geleneksel yöntemlerle arıtılmış atıksular daha düşük bir kirlilik seviyesine sahiptir ancak; ikincil atıklar, arıtılmış atık suyun yeniden kullanımı için endişe verici kirletici maddeleri içerebilir ve bu nedenle kullanılırken dikkat edilmesi gerekir. Çizelge 1-19’da arıtılmamış evsel nitelikli atıksuların tipik bileşimleri gösterilmiştir. Çizelge 1-20’de kentsel yağmur sularındaki ortalama kirletici konsantrasyonları verilmiştir. Çizelge 1-21’de ise atıksuların kalite parametreleri ve

özellikle tarımsal sulama açısından önemleri özetlenmiştir (Kretschmer, Ribbe, & Gaese, 2002).

Çizelge 1-19. Arıtılmamış Evsel Nitelikli Atıksuların Tipik Bileşimleri

Kirleticiler	Konsantrasyon			
	Birim	Zayıf	Orta	Güçlü
Toplam Katı Madde (TKM)	mg/L	390	720	1200
Toplam Çözünmüş Katı Madde (TÇKM)	mg/L	270	500	860
Uçucu Askıda Katı Madde (UAKM)	mg/L	110	200	340
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	120	210	400
Yerleşebilir Katılar	mg/L	5	10	20
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) / 5-gün, 20°C (BOİ ₅)	mg/L	110	190	350
Toplam Organik Karbon (TOK)	mg/L	80	140	260
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	250	430	800
Azot	mg/L	20	40	70
Serbest Amonyak	mg/L	12	25	45
Nitrit	mg/L	0	0	0
Nitrat	mg/L	0	0	0
Fosfor	mg/L	4	7	12
Klorür (Cl ⁻)	mg/L	30	50	90
Sülfat	mg/L	20	30	50
Yağ ve Gres	mg/L	50	90	100
Uçucu Organik Bileşikler	µg/L	<100	100-400	>400
Toplam Koliformlar	adet/100 mL	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fekal Koliformlar	adet/100 mL	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

Çizelge 1-20. Kentsel Yağmur Sularındaki Ortalama Kirletici Konsantrasyonları (Yona, ve diğerleri, 2010)

Bileşenler	Birim	Konsantrasyon
Toplam Askıda Katı Madde (TAKM)	mg/L	54.5
Toplam Fosfor	mg/L	0.26
Çözünür Fosfor	mg/L	0.10
Toplam Azot	mg/L	2.00
Toplam Kjeldahl Azotu	mg/L	1.47
Nitrit ve Nitrat	mg/L	0.53
Bakır	mg/L	11.1
Kurşun	mg/L	50.7
Çinko	mg/L	129
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	11.5
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	44.7
Organik Karbon	mg/L	11.9
Polisiklik Aromatik Hidrokarbon	mg/L	3.5
Yağ ve Gres	mg/L	3.0
Fekal Koliform	koloni/100 mL	15000
Klorür	mg/L	116

Çizelge 1-21. Atıksuların Kalite Parametreleri ve Tarımsal Sulama Açısından Önemi (Kretschmer, Ribbe, & Gaese, 2002)

Parametreler	Önemi
Toplam Askında Katı Madde (TAKM)	TAKM, çamur birikmesine ve oksijensiz koşulların oluşmasına sebep olabilir. Fazla miktarlarda bulunması sulama sistemlerinin tıkanmasına neden olur. Atıksudaki partikül ölçümleri ise, mikrobiyal kontaminasyon ve bulanıklık ile ilgili olabilir. Dezenfeksiyon işlemine doğrudan müdahale edebilir.
Organik göstergeler	Organik karbon varlığının ölçüsüdür.
Toplam Organik Karbon (TOK) Parçalanabilir Organikler (BOİ, KOİ)	Biyolojik ayrışmaları, oksijenin tükenmesine neden olabilir. Sulama için sadece aşırı miktarlar sorun teşkil eder. Düşük veya orta konsantrasyonlarda bulunması faydalı olabilir.
Besin Elementleri (N, P, K)	Su ortamına atıldıklarında ötrofikasyona neden olurlar. Sulamada yararlı besin kaynağıdır. Ancak fazla miktarlarda özellikle nitratın bulunması yeraltı suyu kirlenmesine sebebiyet verebilir.
Kararlı Organikler (ör. Fenoller, pestisitler, klorlu hidrokarbonlar)	Bazılarının toprakta birikme süreçleri çevre açısından zehirli etkileri olmaktadır.
pH	Metalin çözünürlüğünü ve alkaliliğini, toprağın yapısının ve bitki büyümesini etkiler.
Ağır Metaller (Cd, Zn, Ni, vb.)	Toprakta birikme süreçleri bitkiler için toksisite sebebidir.
Patojenik Organizmalar	Enterik virüsler, patojenik bakteriler ve protozoa bulunması mikrobiyal sağlık riskinin ölçülmesini sağlar.
Çözünmüş İnorganik Bileşikler, Toplam Çözünmüş Katı Maddeler (TÇKM), Elektriksel İletkenlik (Eİ) ve Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)	Aşırı tuzluluk mahsullere zarar verebilir. Klorür, sodyum ve bor bazı mahsuller için toksik olmaktadır. Aşırı sodyum, geçirgenlik sorunlarına neden olabilir.

1.8.4. Tarımsal Sulama İçin Faydalı Maddeler

Tarımsal sulama için gerekli olan temel bileşenler; azot, fosfor, potasyum ve diğer elementler gibi besinlerdir. Biyolojik olarak parçalanabilir organik karbonun düşük veya orta konsantrasyonlarda bulunması özellikle yapısı bozulmuş topraklara fayda sağlayabilmektedir.

Azot, evsel nitelikli atıksularda insan veya hayvanların metabolik faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Ortalama azot üretimi yaklaşık olarak 9,5 – 13,9 gN/kişi/gün aralığında oluşabilmektedir (Yona, ve diğerleri, 2010). Arıtılmamış evsel nitelikli atıksularda azot, organik ve amonyak formlarında bulunur. Nitratlar ise geleneksel oksidasyon işlemleri uygulandıktan sonra atıksu içerisinde ortaya çıkmaktadır.

Azot, tarım sulamada mahsul gelişimi için ana besin kaynağı olmasına rağmen, atıksuların yüksek miktarda azot ihtiva etmesi sulanacak alanın mahsul kalitesini ve miktarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Uygulamada kullanılan atıksu içerisinde azot miktarının fazla olması ilerleyen süreçlerde nitrat oluşumuna sebep olmakta, nitrat ise bitkinin kök bölgesinden toprak altına hızla sızabileceği ve yeraltı suyunu kirletebileceğinden gerekli miktardan fazla bulunmaması gereklidir. Bazı durumlarda azot içeriğinin düşük konsantrasyonlarda olması, sulama yapılacak alana ek gübreleme işleminin yapılmasını zorunlu kılabilir. Her iki durumda da sulamada kullanılacak evsel nitelikli atıksularda azot miktarının kontrol edilmesi önemlidir.

Azot gibi fosfor da genellikle evsel nitelikli atıksularda insan veya hayvanların metabolik faaliyetleri sonucu veya deterjan gibi temizlik ürünlerinin kullanımı sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Atıksularda fosfor konsantrasyonu yaklaşık olarak 2,3 – 5 g P/kişi/gün aralığında olabilmektedir (Yona, ve diğerleri, 2010). Evsel atıksularda fosfor, genellikle ortofosfat formunda bulunur; ancak, ortofosfat ve polifosfat arasındaki denge gün içerisinde büyük ölçüde değişebilmektedir. Genel olarak, atıksuların arıtımı sonrası geri kazanılan fosfor miktarı tarımsal sulamada bitkilerin gereksiniminden düşük olmaktadır ve bundan

dolayısı aşırı fosforun bitki gelişimi üzerine olumsuz etkileri düşük seviyelerdedir (Yona, ve diğerleri, 2010). Çizelge 1-22’de endüstriyel proseslere ait yaklaşık azot ve fosfor üretimi değerleri gösterilmiştir (Beccari, 1993).

Çizelge 1-22. Bazı Endüstriyel Prosesler Sonucu Azot ve Fosfor Üretimi

Endüstriyel Faaliyet	N _(organik)	NH ₃	NO ₃	PO ₄
Çelik Üretim Tesisi		+		+
Araba Üretim Tesisi		+		+
Gıda		+		+
Şişeleme Fabrikaları				+
Demir Üretim Tesisi			+	+
Konserve Fabrikaları	+			
Mandıra Tesisi	+			
Organik ve İnorganik Kimyasallar				+
Galvanik				+
Plastik Fabrikaları	+	+	+	+
Kâğıt Fabrikaları		+		+
Alçı, Asbest			+	+
Elektrik				+
Gübre	+	+	+	+
Hayvan Yemi				+
Patlayıcı Üretim Tesisi			+	
Nükleer Tesisler			+	
Mezbahalar	+			
Mısır Nişastası Üretim Fabrikası	+			
Alüminyum Tesisleri				+
Yağ Üretim Tesisleri	+			+
İçki Fabrikaları		+		+
Tekstil Fabrikaları		+		

NH₃: Amonyak, NO₃: Nitrat, PO₄: Fosfat

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

(Bingöl & Altıkat, 2017), “Evsel nitelikli atıksu arıtma tesisi çıkış sularının tarımsal sulamada kullanılabilirliği” isimli çalışmalarında, evsel nitelikli atıksu arıtma tesisi çıkış sularının deşarj edilmesi yerine tarım sulamada kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada bir işletme çalışanlarının evsel amaçlı kullanımları sonucu oluşan atıksuları kullanmışlardır. Biyolojik arıtma işleminden geçirilen evsel nitelikli atıksuyun tarımsal sulamaya uygunluğunu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği kapsamında değerlendirmişlerdir. Atıksu arıtma tesisi çıkış sularının sonuçlarına göre BOİ, KOİ, AKM parametrelerinden sırasıyla %98, %97 ve %95 giderim verimlerinin elde edilmiş olduğunu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 21 kapsamında değerlendirdiklerinde, alıcı ortam deşarj standartlarının altında kaldığını belirlemişlerdir. Arıtma tesisi çıkış suları analiz sonuçlarına göre Atıksu Tesisleri Teknik Usuller Tebliği Ek7 kapsamında değerlendirdiklerinde; bulanıklık, elektriksel iletkenlik ve sodyum parametrelerinin standartları sağlayamadığını ve bu nedenle bu atıksuların tarımsal sulamada kullanımının uygun olmadığını belirlemişlerdir.

(Kudal & Müftüoğlu, 2014), “Kentsel atıksu ile sulanan topraklarda bazı verimlilik özelliklerinin incelenmesi” isimli çalışmalarında, kentsel atıksu ile sulanan ve sulanmayan tarım alanlarındaki bazı toprak verimliliklerini incelemişlerdir. Bu amaçla alınan toprak örneklerinde; toprak reaksiyonu, suda eriyebilir tuz, karbonat, organik madde, toprak bünyesi, toplam azot, organik karbon, alınabilir fosfor ve potasyum analizlerini yapmışlardır. Elde ettikleri sonuca göre arıtılmış atıksuya maruz kalan tarım topraklarında; toprak reaksiyonunda azalma, toprağın suda eriyebilir tuz ve karbonat miktarlarında artışların olduğunu belirtmişlerdir. Toplam organik karbonun arttığını ancak toplam azot değerlerinin azaldığını gözlemlemişlerdir. Organik karbon miktarının artması neticesinde C/N

oranının arttığını ve ayrıca arıtılmış atıksuyla sulanan alanlarda alınabilir fosfor değerlerinde ise önemli ölçüde artışların olduğunu saptamışlardır.

(Kukul, Çalışkan, & Anaç, 2007), “Arıtılmış atıksuların tarımda kullanılması ve insan sağlığı yönünden riskler” isimli çalışmalarında, arıtılmış atıksuların tarımsal veya diğer amaçlarla kullanımlarının, alternatif su kaynağı yaratmasının yanında, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarında kirliliğin önlenmesi ve gübre gereksiniminin azaltılması gibi avantajlarının olduğunu belirtmişlerdir. Halk sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilerinin minimum seviyeye indirilmesi için atıksuların kullanılmasının sonucu ile ortaya çıkması muhtemel patojen ve kimyasallardan kaynaklanan risklerinde değerlendirmesini önermişlerdir. Atık suların tarımsal sulamada kullanılması neticesinde ortaya çıkması muhtemel hastalık etmenleri, neden olduğu hastalıklar ve belirli gruplar için sağlık risklerini ele almışlar ve sağlık risklerini yönetme stratejilerini ayrıntılı olarak değerlendirmişlerdir.

(Yurtseven, Çakmak, Kesmez, & Polat, 2018), “Tarımsal atıksuların sulamada yeniden kullanılması” isimli araştırmalarında, atıksu arıtımı ve yeniden kullanımının, su tasarrufu ve artan su ihtiyacını karşılamada etkin bir yöntem haline geldiğini belirtmişlerdir. Su kaynaklarının sınırlandıkça, arıtılmış atıksuların yeniden kullanımı, peyzaj ve tarımsal sulama da dahil olmak üzere birçok alanda alternatif su kaynağı haline geldiğini belirtmişlerdir. Arıtılmış atıksuların yeniden kullanılması durumunda bu suların kullanım amacı için yeterli veya uygun olup olmadığının asıl sorun haline geldiğini belirtmişlerdir. Özellikle sulama ve tarım alanlarında kullanılacak atıksuların yüksek seviyede arıtma işlemine tâbi tutulduğunu fakat suyun diğer kullanım alanlarında aynı duyarlılığın gösterilmediğine dikkat çekmişlerdir. Atıksuyun deşarj noktası da dahil olmak üzere suyun ulaştığı ve kullanılacağı amaca yönelik olarak birtakım standartların ortaya konmasının gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Türkiye’de atıksuların tarımsal sulamada kullanılmasında; arıtma yöntemleri, uygulanabilirlikleri ve su tasarrufu

açısından karşılaşılabilecek sorunlar ve bunların çözüm önerilerinin üzerinde durmuşlardır.

(Ak & Top, 2018)“Arıtılmış kentsel atıksuların tarımsal sulama amaçlı kullanımı” isimli çalışmalarında, suya olan ihtiyacın gün geçtikçe artmasına bağlı olarak özellikle kentsel atıksuların hacimleri ve içerdikleri besin maddeleri nedeniyle tarımsal sulamada cazip hale geldiğini belirtmişlerdir. Atıksuların dünya genelinde su kıtlığı ya da ekonomik nedenlerle tarımsal sulamada kullanılmasının yaygın bir şekilde arttığını arıtılarak, kısmen arıtılarak, seyreltilerek ya da hiç arıtılmadan kullanıldığını aktarmışlardır. Endüstriyel atıksulara kıyasla kentsel atıksuların daha az kompleks ve kolay giderilebilir kirleticileri içerebilmelerine rağmen bu kirleticilerin giderilmedikleri takdirde kısa veya uzun dönemde insan ve çevre sağlığı için tehdit oluşturacaklarını ifade etmişlerdir. Bu kirleticiler arasında insan ve çevre sağlığını direkt tehdit edenlerin arasında patojenlerin olduğunu belirtmişlerdir. Patojenlerin haricinde, atıksu içerisinde askıda ya da çözünmüş organik ve inorganik kirleticilerini bulunduğunu, bu kirleticilerinde uzun dönemli bir sulama sonucunda birikerek toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında bozulmalara sebep olacağını aktarmışlardır. Bu neden sürdürülebilir bir tarımsal sulama için atıksuların bu amaçla kullanımlarının öncesinde uygun bir şekilde arıtılmaları ve kirletici konsantrasyonlarının sürekli kontrol edilmesinin gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Arıtmanın derecesinin ve kullanılan teknolojilerin ilgili ülkede ya da Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen kirleticiler ve limit değerleri esas alınarak seçilmesini belirtmişlerdir. Bu bağlamda yapılan birçok çalışmayı referans alarak, arıtılmış atıksuların, tarımsal sulamada çiğ yenen meyveler ve sebzeler de dahil olmak üzere kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

(Katip, 2018) “Arıtılmış atıksuların yeniden kullanım alanlarının değerlendirilmesi” isimli çalışmasında, artan su ihtiyacını karşılamak için evsel, kentsel ve endüstriyel atıksuların arıtılarak yeniden kullanımını araştırmıştır. Toksik maddeler içeren bazı endüstriyel atıksuların sulama ve su ürünlerinde kullanımı sonucunda, metal birikimleri olduğu, toprağın ve yeraltı suyu kalitesinin

bozulduğunu ve toprakta tuzluluk problemlerinin oluştuğuna dikkat çekmiştir. Bu sebeple, evsel, kentsel ve gıda endüstrisi atıksularının temiz su ile karıştırılarak kullanılmasının uygun olduğu, sulama ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi direkt temas gerektiren kullanımlarda metaller, diğer toksik organik/inorganik kirleticiler ve mikrobiyal açıdan iyi su kalitesinde olması gerektiği sonucuna varmıştır. Su ürünleri ve sulamada gıda endüstrisi atıksularının kullanımının daha az risk taşıyacağı ve birbirine yakın konumda bulunan endüstriyel kuruluşların atıksularının yeniden kullanımının endüstriyel simbiyoz yaklaşımı ile değerlendirilmesi gerektiğini önermiştir. Son olarak gri suların tuvalet temizliğinde kullanımının en uygun değerlendirme olduğu görüşünü belirtmiştir. Türkiye’de arıtılmış atıksuların yeniden kullanımının devlet tarafından politikalar ile teşvik edilmesi gerekliliğine vurgu yapmıştır.

(Demir, Yıldız, Sercan, & Arzum, 2017) “Atıksuların geri kazanılması ve yeniden kullanılması” isimli çalışmalarında, Dünya’daki su kaynaklarının azalması sonucu yaşanan su kıtlığı ve su kalitesinin bozulması açısından artan su talebi nedeniyle, geri kazanılmış suların yeni bir su kaynağı olarak değerlendirilmesi gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Yaptıkları araştırmalarda, atıksu geri kazanımı ile kentsel, endüstriyel, tarımsal ve sanayi su gereksinimlerinin karşılanabileceğini belirtmişlerdir. Büyük miktarlarda atıksu deşarjı ve atıksuyun geri kazanımındaki eksikliklerin atıksuyun yeniden kullanılması konusunda büyük bir potansiyelinin olduğunu fakat bu konuda daha fazla araştırmaların olması gerekliliğine dikkat çekmişlerdir. Bu kapsamda, atıksuların geri kazanım tekniklerinin ve yeniden kullanım alanlarının, ülkesel ve küresel ölçekte değerlendirmesini yapmışlardır.

(Yıldırım & Gül, 2018), “Atıksu ile sulama yapılmasının sosyal ve ekonomik yönden incelenmesi ve alternatif yaklaşımlar; Gaziantep ili örneği” isimli araştırmalarında, atıksular ile sulama yapılmasının çiftçi gelirine etkisi, çiftçilerin ve tüketicilerin konuya yaklaşımları, atıksuyun tarımda kullanımının toplum sağlığına olası etkileri, sorunlar ile çözüm önerileri üzerine durmuşlardır. Araştırmalarının sonucunda; atıksu ile sulama yapan çiftçilerin ve pişirilmeden yenilen sebzeleri

tüketen tüketicilerin sağlıklarının risk altında olduğu, atıksuyun ileri derecede arıtılması ve dezenfeksiyon işleminin yapılmasının gerekliliğini, bu maliyete üretici ve tüketicilerin belirli oranda katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Kuru koşullara göre; mevcut durumda atıksu ile sulanan alanlarda 928 TL/da net gelir artışı sağlandığını, ileri derecede arıtılmış atıksu ile sulama yapılması durumunda 1457 TL/da net gelir artışının sağlanacağını ve toplum sağlık masraflarının 923.303 TL/yıl azalacağını ortaya koymuşlardır. Üretici ve tüketicilerin atıksu ile tarımsal sulama yapılması konusunda bilinç düzeylerinin geliştirilmesi, atıksuların ileri derecede arıtılarak ve dezenfekte edilerek sulamada kullanılmasının sürdürülebilir bir yaklaşım ve zorunluluk olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

(Özer & Köklü, 2019), “Aşağı Sakarya nehri su kalitesinin sulama suyu açısından değerlendirilmesi” isimli çalışmalarında, Sakarya nehrinin; doğduğu noktadan itibaren sanayi faaliyetlerinden ve yerleşim yerlerinden kaynaklanan atıksulara, tarımsal ve kentsel yayılı kaynakların ve geçtiği jeolojik formasyonların etkisi altında kaldığını belirtmişlerdir. Tüm kirletici yüklerin etkisine rağmen aynı zamanda geçtiği bölgelerde tarımsal sulama maksatlı kullanıldığına vurgu yapmışlardır. Bu amaçla Aşağı Sakarya nehrinin tarımsal amaçlı sulama suyu bakımından kalitesini belirlemişlerdir. Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletilen 3 adet istasyona ait su verilerini fiziko-kimyasal özellikleri ve farklı sulama suyu standartları açısından değerlendirmişlerdir. Bu standartlar aracılığıyla sulama suyu kalitesi, elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam sertlik (TS) değerleri ile *Schoeller* Diyagramı, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR), sodyum yüzdesi (%Na), magnezyum oranı (MR), potansiyel tuzluluk (PS) ve *Kelley* indeksi (KI) gibi parametre kriterlerini kullanarak değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Yaptıkları araştırmanın neticesinde, tüm istasyonlar için sulama suyu SAR açısından mükemmel, Eİ, sodyum yüzdesi, MR ve KI açısından iyi, uygun ve izin verilebilir olarak belirlemişlerdir.

(Koyuncu & Arıman, 2020), “Geri kazanılmış atıksuların yeşil alan sulamasında kullanımı” isimli çalışmalarında, kentsel atıksuların ileri arıtma

teknolojisiyle geri kazanımı ve arıtılmış atıksuların yeşil alanların sulamasında yeniden kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu bağlamda, atıksu arıtma tesisinden deşarj edilen arıtılmış atıksuların yeşil alan sulamasında kullanılması amacıyla, 3.600 m³/gün kapasiteli gerçek ölçekli atıksu geri kazanımı tesisinin performansını incelemişlerdir. Temel kontrol parametreleri olarak; pH, AKM, BOİ, bulanıklık, Fekal Koliform ve bakiye klor parametrelerini belirlemişlerdir. Atıksu arıtma tesisinin kirletici parametrelerinin ortalama değerleri; AKM 19 mg/l, BOİ 21 mg/l, bulanıklık 8,8 NTU ve Fekal Koliform $4,8 \times 10^4 - 1,1 \times 10^6$ adet/100 ml aralığında olduğunu ölçmüşlerdir. Geri kazanım sonucu elde edilen sulama suyunda ise pH 7,7, AKM 9 mg/l, BOİ 10 mg/l, bulanıklık 3,4 NTU, Fekal Koliform 0 adet/100 ml ve bakiye klor değerini 0,6 mg/l olarak belirlemişlerdir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'ne göre; B sınıfı sulama suyu kriterlerinin sağlandığını ve yönetmelikte belirtilen alanlarda yeşil sulama için uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

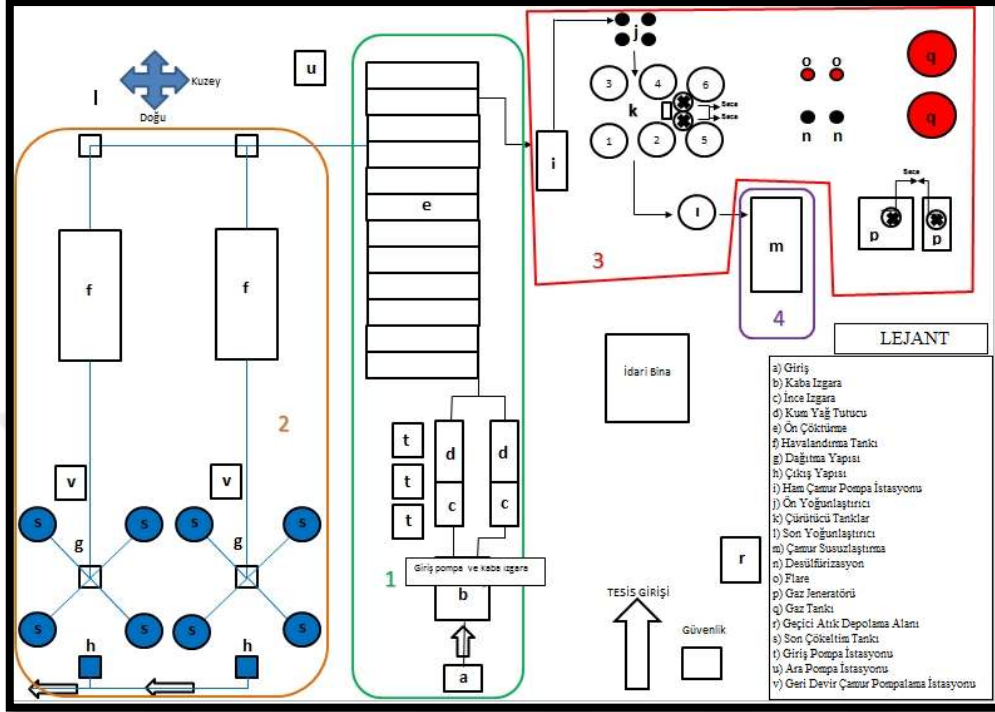
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak 227.346 m³/gün kapasiteye sahip Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularının analiz sonuçları kullanılmıştır. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi'nde, Seyhan nehri ve drenaj kanallarına tasfiye edilmeden deşarj edilen evsel ve ön arıtmadan geçirilmiş endüstriyel nitelikli atıksular arıtılmaktadır. Şekil 3.1'de tesisin genel görünümü gösterilmiştir. Şekil 3.2'de tesis ünite ve yapıları gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Genel Görünümü (Google Earth)



Şekil 3.2. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Ünite ve Yapıları (Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi)

Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi ana parametreleri Çizelge 3.1’te özetlenmiştir.

Çizelge 3-1. Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi ana parametreleri

Hedef Yılı	2010	2025
Toplam Eşdeğer Nüfus	1.151.066 E.N.	1.170.958 E.N.
Günlük Debi	227.346 m ³ /gün	311.973 m ³ /gün
Giriş BOİ ₅ Konsantrasyonu	243 mg/L	310 mg/L
Toplam BOİ ₅	55,251 kg/gün	96,853 kg/gün

3.2. Yöntem

Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularının analiz sonuçları, arıtılmış atıksuların sulama suyu olarak geri kullanım kriterlerine uygunluğu ilgili yönetmelikler referans alınarak incelenmiştir. Tesis giriş sularına, TSE metotları ve uluslararası kabul görmüş standart ve metotlar kullanılarak analizler yapılmış olup çıkış sularında; pH, Eİ, AKM, BOİ, KOİ, NO₃, TN, TP parametre değerleri bakılmıştır. Aylara ait tesisten çıkan pH, Eİ, AKM, BOİ, KOİ, NO₃, TN, TP değerlerini gösteren grafikler oluşturulmuştur. Bu değerlerin neticesinde tesisten çıkan atıksuyun sulama suyu olarak mera alanlarında kullanılmasında, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ve Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği (AATTUT)'ne uygunluğu değerlendirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

İşletmeler ve tesisler, atıklarını alıcı ortama bırakmadan önce (2872 Sayılı Çevre Kanunu, 1983)' nun 11. maddesine göre ilgili yönetmeliklerdeki standart değerlere uygun olarak arıtılıp alıcı ortama bırakmaları için gerekli izinleri almakla yükümlü tutulmuşlardır. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) madde 26'ya göre; gerçek veya tüzel kişileri, faaliyet türlerine göre, ilgili yönetmeliğin Tablo 5 – Tablo 21'e kadar açıklanan deşarj standartlarını sağlamakla yükümlü tutmuştur.

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (AATTUT) madde 22/1'e göre; arıtılmış atıksuların sulama suyu olarak kullanım kriterlerinde, evsel nitelikli atıksuların ilgili yönetmeliğin Tablo E7.1'de belirtilen parametrelerin kapsamında yapılan analiz sonucuna göre aynı tabloda sulama suyu kalite sınıfı olarak belirtilen, "Sınıf A veya Sınıf B" bölümünde belirtilmiş alanlarda "sulama suyu olarak kullanılmasına izin verilir" ibaresi yer almaktadır. Aynı maddeye göre; kentsel nitelikli atıksuların Tablo E7.1'e ilave olarak Tablo E7.2'de belirtilmiş parametreler kapsamında yapılacak analiz sonuçlarına göre; Tablo E7.3, Tablo E7.4, Tablo E7.5 ve Tablo E7.6'da verilen "bitkilerin hassasiyet durumları dikkate alınmalıdır" ibaresi yer almaktadır.

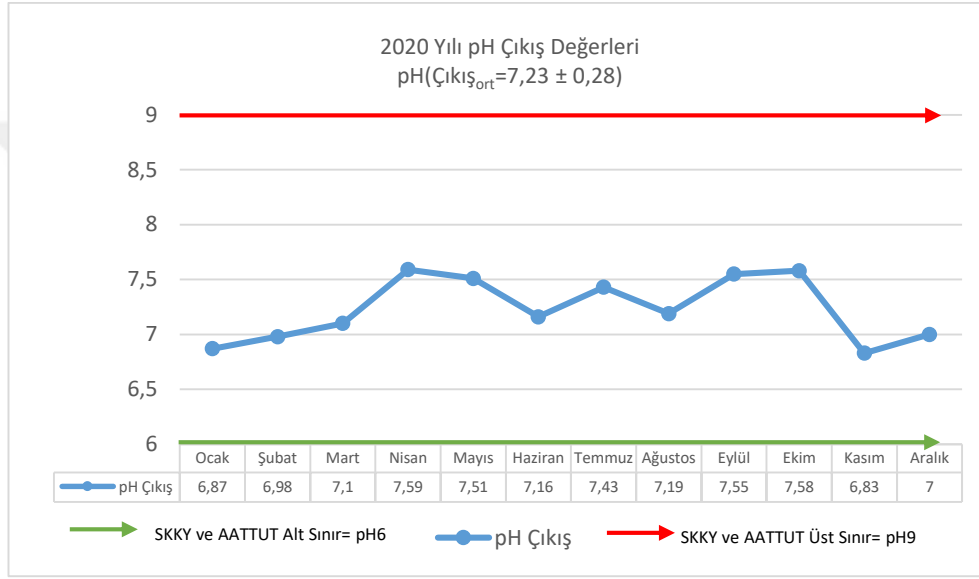
Yapılan bu çalışmada; arıtma tesisi çıkış suyunun analiz sonuçları ilgili yönetmelik ve mevzuat kapsamında belirtilen parametreler referans alınarak tartışılmıştır. Bölgede bulunan çayır-mera alanlarının tespiti yapılmış olup, bu alanlarda uygulanması gereken sulama suyu miktarları ve otlatılacak hayvan sayıları ile ilgili sonuçlar değerlendirilmiştir.

4.1. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Suyu Analiz Sonuçları

Atıksu arıtma tesisine ait 2020 yılı pH, Eİ, AKM, BOİ, KOİ, NO₃, TN, TP giriş/çıkış değerlerinin aylara göre grafik gösterimi aşağıda verilmiştir.

4.1.1. pH

pH, bir sudaki asitlik ve bazlık ölçüsünün fonksiyonudur ve hidrojen iyonlarının konsantrasyonunu tanımlar. Bu sebeple toprağın kimyasal özelliğine etkisi söz konusudur. Toprağın, pH'ı 4,8'den düşük sular ile sulanması durumunda, çözünür haldeki demir, mangan ve alüminyum konsantrasyonları toprağın kimyasal yapısını bozabilecek zehirli seviyelere ulaşabilmektedir (Bingül & Altıkat, 2017).

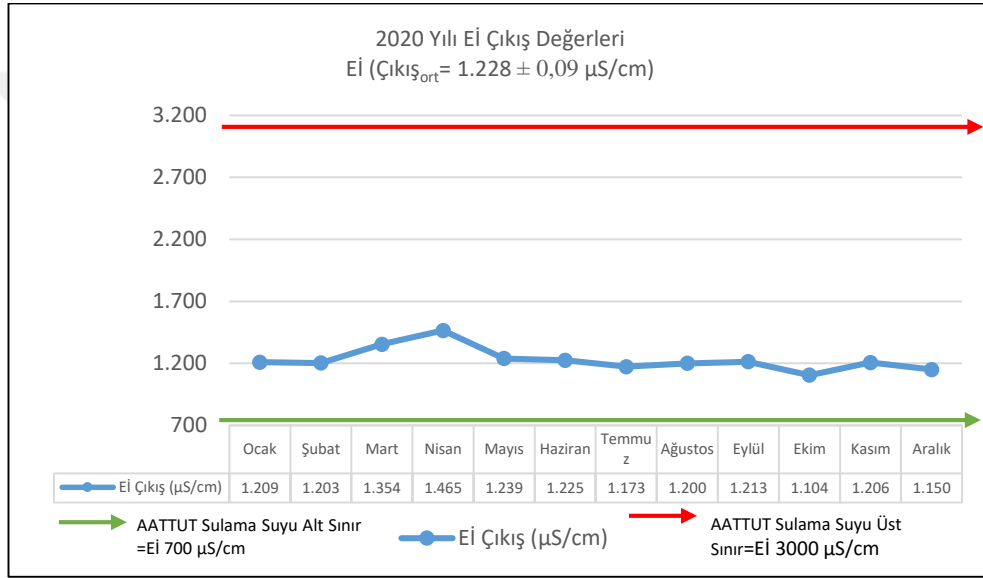


Şekil 4.1. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama pH Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık pH değerleri ve giriş/çıkış ortalaması Şekil 4-1'de verilmiştir. Tesis çıkış suyunun yıllık ortalama pH değerinin (7,23 ± 0,28) olduğu hesaplanmıştır. Çizelge 4-1'de verilen SKKY'ne göre deşarj kriterleri ve Çizelge 4-15'te verilen AATTUT sulama suyu kriterlerine göre, istenilen uygun pH aralığında olup pH değeri açısından sulama suyu olarak kullanılması uygundur.

4.1.2. Elektriksel İletkenlik (Eİ)

Su ortamında elektriksel iletkenlik basit bir tabirle, su içerisinde bulunan toplam tuzluluğun göstergesi olarak tanımlanabilir. Elektriksel iletkenlik değeri hem toprağın hem de suyun kimyasal karakteristiği için önemli bir parametredir. Toprağın aşırı tuzlu bir yapıda olması, yetişen bitkinin büyüme, gelişme ve verimliliği için sınırlayıcı bir faktör oluşturmaktadır.

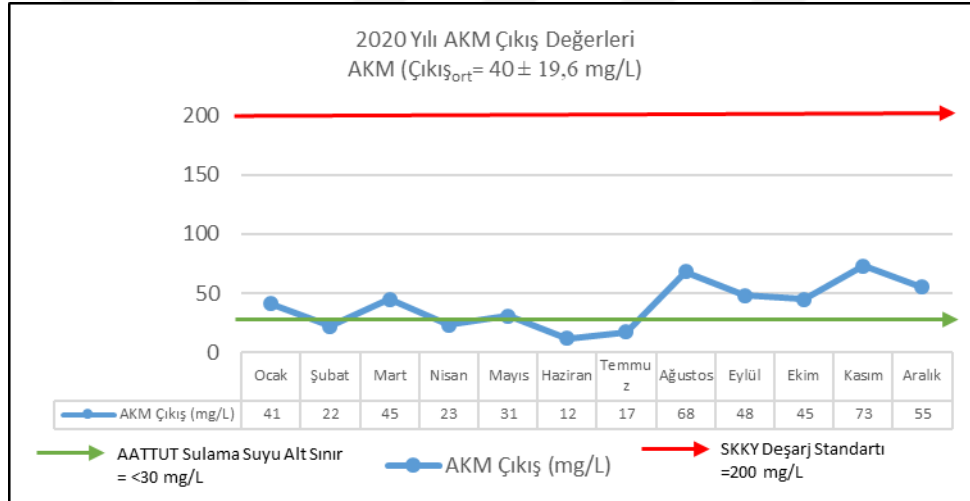


Şekil 4.2. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama Eİ Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık Eİ değerleri ve giriş/çıkış ortalaması Şekil 4-2’de verilmiştir. Tesis çıkış suyunun yıllık ortalama Eİ değerinin ($1.228 \pm 0,09$) $\mu\text{S/cm}$ olduğu hesaplanmıştır. SKKY kentsel atıksu arıtma tesisleri için belirlenen deşarj değerlerinde, Eİ parametresine bağlı bir değerlendirme yapılmamıştır. Çizelge 4-16’da verilen AATTUT sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi tablosuna göre, tesis çıkış suyunun Eİ değeri, II. sınıf su sınıfına girmektedir. Tebliğdeki değeri sağladığı görülmüştür.

4.1.3. Askıda Katı Madde (AKM)

Askıda katı madde (AKM), bir su örneğindeki çökebilir ve çökemeyen katı maddelerin toplamını ifade etmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda katı madde içeren kirlenmiş sular, endüstri kuruluşlarının çıkış suyu kalitesine ve alıcı ortama olumsuz etkileri söz konusudur. Arıtma tesisi çıkışında katı madde konsantrasyonunun belirli bir limit değeri aşmasına izin verilmemektedir. Bunun başlıca sebebi, alıcı su ortamlarında çökelmelere ve fazla miktarda dip çamuru oluşumu gibi istenmeyen durumlara yol açabilmektedir. Ayrıca alıcı ortamlarda bulanıklık yaparak ışık geçirgenliğini azaltırlar.



Şekil 4.3. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama AKM Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık AKM değerleri ve giriş/çıkış ortalaması Şekil 4-3'te verilmiştir. Tesis çıkış suyunun yıllık ortalama AKM değerinin ($40 \pm 19,6$) mg/L olduğu hesaplanmıştır. Çizelge 4-1'de verilen SKKY'ne göre deşarj kriterlerini sağladığı fakat Çizelge 4-15'te verilen AATTUT sulama suyu kriterlerini sağlamadığı görülmüştür.

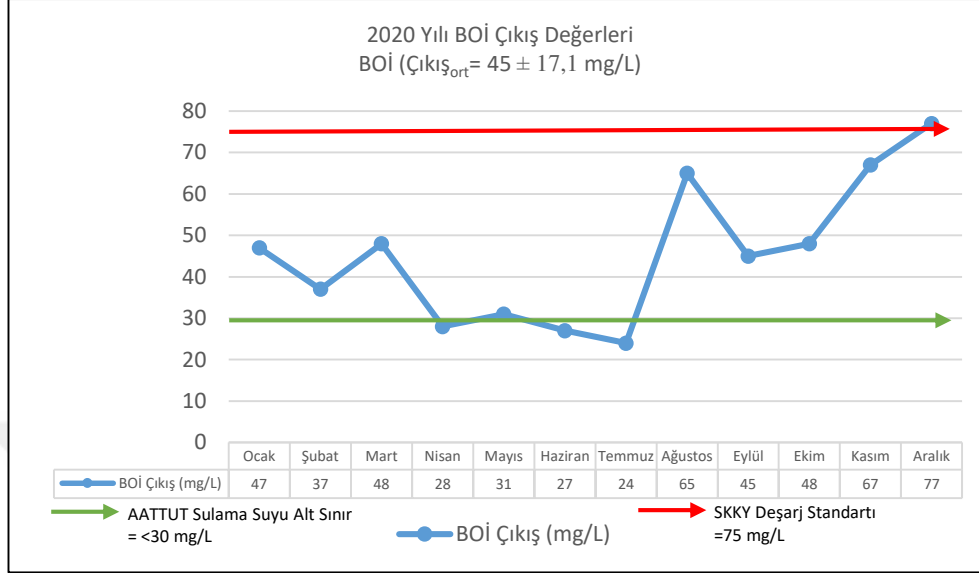
4.1.4. Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)

BOİ, aerobik koşullarda mikroorganizmaların sudaki organik maddeleri ayrıştırmaları için gerekli oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Organik maddelerin ölçüsü olarak biyokimyasal oksidasyon (ıslak yanma) sırasında harcanan oksijen esas alınır. Biyokimyasal oksidasyon su içerisinde meydana gelen bir yanma olayı olup, bu sırada sudaki çözünmüş oksijen kullanılmaktadır. Sarf edilen oksijen miktarı sudaki organik madde miktarını göstermektedir.

BOİ;

- Evsel ve endüstriyel atıksuların alıcı ortama verilmeleri durumunda, tüketilecekleri oksijen miktarının belirlenmesiyle, kirlenme potansiyelini ve alıcı ortamın özümleme kapasitesinin belirlenmesinde kullanılması
- Atıksu arıtma tesislerinin tasarımı ve işletilmesi
- Atıksuların alıcı ortama deşarj edilme limitlerine uygunluğunun kontrol edilebilmesi
- Biyolojik arıtma tesislerinin performanslarının ölçülmesinde

kullanılan bir parametre olduğundan oldukça önemlidir.

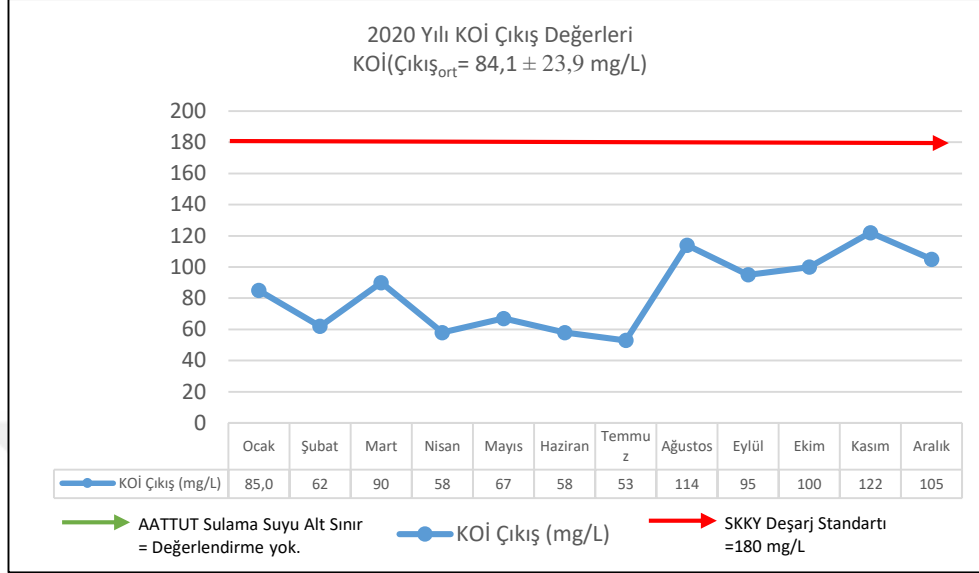


Şekil 4.4. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama BOİ Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık BOİ değerleri ve giriş/çıkış ortalama değerleri Şekil 4-4'te verilmiştir. Tesis çıkış suyunun yıllık ortalama BOİ değerinin ($45 \pm 17,1$) mg/L olduğu hesaplanmıştır. Çizelge 4-1'de verilen SKKY'ne göre deşarj kriterlerini sağladığı fakat Çizelge 4-15'te verilen AATTUT sulama suyu kriterlerini sağlamadığı görülmüştür.

4.1.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı

KOİ, bir su numunesinin asidik ortamda kuvvetli bir kimyasal oksitleyici ile oksitlenebilen organik madde miktarının oksijen eşdeğeri cinsinden ifadesidir. Su ve atıksuların karakterizasyonunu belirlemede önemli ve çabuk sonuç veren bir parametredir. Atıksu arıtma tesislerinin tasarımında, işletilmesinde, arıtma tesisi verimlilik hesaplarında sıklıkla kullanılmaktadır. Su ve atıksuların deşarjında, bir deşarj kriteri olarak neredeyse tüm sektörler için kullanılan bir parametredir.

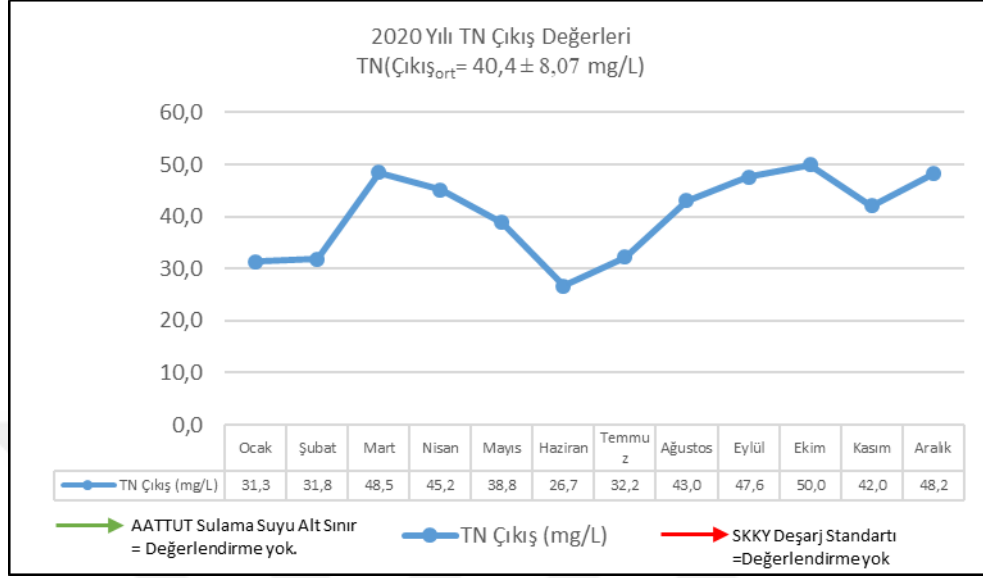


Şekil 4.5. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama KOİ Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık KOİ değerleri ve giriş/çıkış ortalama değerleri Şekil 4-5'te verilmiştir. Tesis çıkış suyunun yıllık ortalama KOİ değerinin ($84,1 \pm 23,9$) mg/L olduğu hesaplanmıştır. Çizelge 4-1'de verilen SKKY'ne göre deşarj kriterlerini sağladığı görülmüştür. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (AATTUT)'nde arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanılabilirliği kapsamında KOİ parametresi ile ilgili bir ölçüt bulunmadığından bir değerlendirme yapılamamıştır.

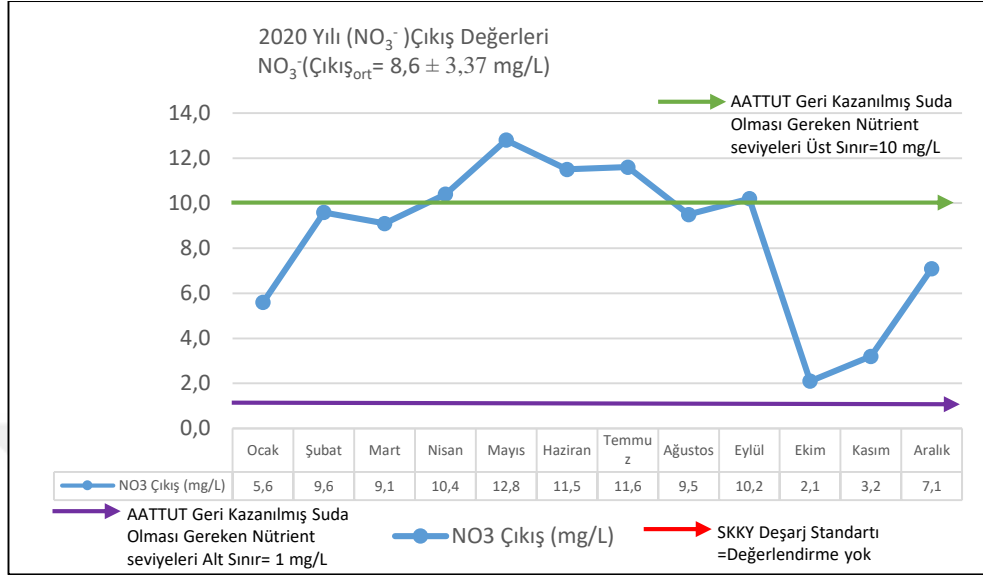
4.1.6. Toplam Azot (TN) ve Nitrat (NO_3-N)

Bitkilerin büyüme ve gelişme evreleri için temel gereksinim duyduğu azot, bitkiler tarafından Nitrat (NO_3^-) ve Amonyum (NH_4^+) halinde bünyelerine alırlar. Azotun bitkiler için en ihtiyaç duyduğu dönem vejetatif gelişme dönemleridir. Bitkiler için öneminin bu kadar yüksek olmasının yanında çevre sağlığı için tehlikeli tarafları bulunmaktadır. Özellikle nitrat (NO_3^-) nehir ve göl ekosisteminde ötrofikasyona sebep olmakla beraber içme suyunda aşırı miktarlarda bulunması toksik etki yaratmaktadır (Ardıç, 2013).



Şekil 4.6. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı aylık ortalama TN Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık TN değerleri ve giriş/çıkış ortalama değerleri Şekil 4-6'da verilmiştir. Tesis çıkış suyunun yıllık ortalama TN değerinin $(40,4 \pm 8,07) \text{ mg/L}$ olduğu hesaplanmıştır. SKKY kentsel atıksu arıtma tesisleri için belirlenen deşarj kriterlerinde, TN parametresine bağlı bir ölçüt bulunmamaktadır. Çizelge 4-17'de AATTUT'ne göre geri kazanılmış atıksuda olabilecek nütrient seviyeleri verilmiştir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (AATTUT)'nde arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanılabilirliği kapsamında TN parametresi ile ilgili bir ölçüt bulunmadığından bir değerlendirme yapılamamıştır.

Şekil 4.7. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı NO_3^- Değerleri

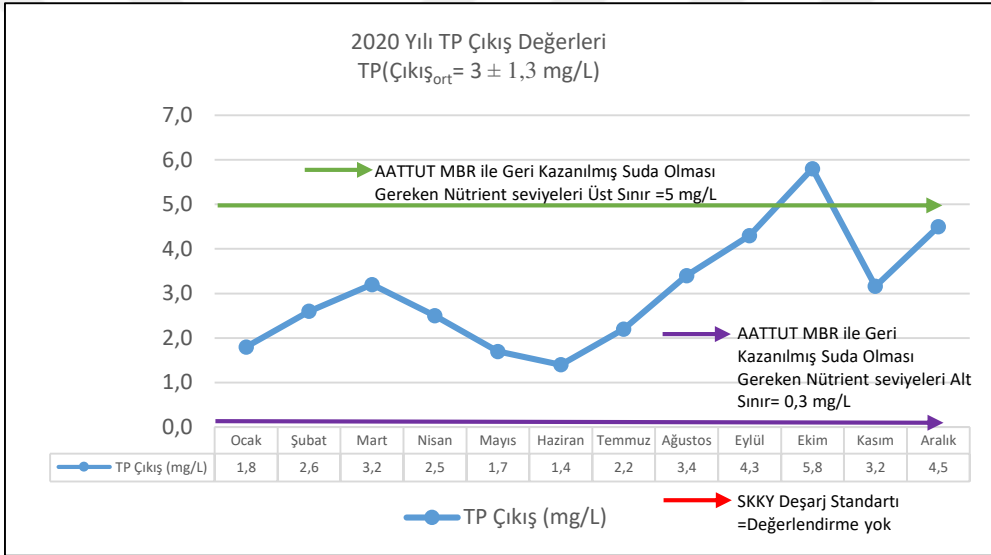
Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık NO_3^- değerleri ve giriş/çıkış ortalama değerleri Şekil 4-7’de verilmiştir. SKKY kentsel atıksu arıtma tesisleri için belirlenen deşarj değerlerinde NO_3^- parametresine bağlı bir değerlendirme yapılmamıştır. Çizelge 4-17’de AATTUT’ne göre geri kazanılmış atıksuda olabilecek nütrient seviyeleri verilmiştir. Bu değerlere göre; BNR, BNR+filtasyon+dezenfeksiyon, MBR ile sağlanacak geri kazanım neticesinde istenilen NO_3^- değerinin 1-10 mgN/L olması gerektiği belirtilmektedir. Tesis çıkış suyunun NO_3^- değeri ($8,6 \pm 3,37$) mgN/L olarak hesaplanmış olup, tebliğdeki sulama suyu kriterlerini sağlamamıştır.

4.1.7. Toplam Fosfor (TP)

Fosfor, bitkinin gelişimine katkısı bulunan önemli organik bileşiklerin (ör. ATP) yapısında bulunmaktadır. Bitkinin generatif gelişmesine önemli katkı sağlamaktadır ve bu nedenden dolayı fosfor eksikliğinden en çok bitkilerin; çiçek, meyve, tohum gibi generatif organları zarar görmektedir.

Tıpkı azot elementinde olduğu gibi fosfor elementi bitkilerin gelişimine katkı sağlamakla birlikte, deşarj edilen atıksularda aşırı miktarlarda bulunması, alıcı ortamın zarar görmesine neden olmaktadır. Aşırı fosfor ve azot deşarjı göl, nehir gibi ekosistemlerde ötrofikasyona sebep olmakta, aşırı alg büyümesini teşvik etmektedir.

Genel olarak arıtılmış atıksular ile tarımsal sulama yapılacak alanlarda, atıksu içerisindeki fosfor miktarı bitkilerin gereksiniminden düşük olmaktadır ve atıksu içerisindeki aşırı fosforun, bitki gelişiminin üzerine olumsuz etkileri düşük seviyelerdedir (Yona, ve diğerleri, 2010).



Şekil 4.8. Atıksu Arıtma Tesisi Giriş/Çıkış Suyunun 2020 Yılı TP Değerleri

Araştırmada kullanılan atıksu arıtma tesisi çıkış suyunun yıllık TP değerleri ve giriş/çıkış ortalama değerleri Şekil 4-8’de verilmiştir. SKKY kentsel atıksu arıtma tesisleri için belirlenen deşarj değerlerinde TP parametresine bağlı bir değerlendirme yapılmamıştır. Çizelge 4-17’de AATTUT’ne göre geri kazanılmış atıksuda olabilecek nütrient seviyeleri verilmiştir. Bu değerlere göre; MBR ile sağlanacak geri kazanım neticesinde istenilen TP değerinin 0.3-5 mgP/L olması gerektiği belirtilmektedir. Tesis çıkış suyunun TP değeri ($3 \pm 1,3$) mg/L olarak hesaplanmış olup, tebliğdeki sulama suyu kriterlerini sağlamaktadır.

Çizelge 4-1. Evsel Nitelikli Atıksuların Alıcı Ortamlara Deşarj Standartları*

Parametre	Birim	Kompozit numune (2 saat)	Kompozit numune (24 saat)
BOİ ₅ (Çözünmüş)	mg/L	75	50
KOİ	mg/L	180	120
AKM	mg/L	200	150
pH	-	6-9	6-9

*: Evsel Nitelikli Atıksular (Doğal Arıtma ve Stabilizasyon Havuzları Sistemiyle Biyolojik Arıtma Yapan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İçin) (SKKY, 2004)

4.2. Adana İli Karataş ve Seyhan İlçesi Çayır Mera Alanları

Çalışmada Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suları kullanıldığından söz konusu ilgili arıtma tesisine bağlı ilçelerde bulunan köy ve mahallelerdeki çayır ve mera arazilerinin varlığı tespit edilmiştir. Karataş ilçesine bağlı; Bahçe, Bebeli, Çağşırlı, Çakırören, Çavuşlu, Çimeli, Damlapınar, Develiören, Dolaplı, İsa hacılı, Karagöçer, Sirkenli, Topraklı, Yemişli, Yüzbaşı köylerine ait toplam çayır ve mera alanlarının varlığı 17.358 da (17.358.273 m²)'dır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Adana İl Md., 2020).

Seyhan ilçesine bağlı; Karayusuflu, Dörtağaç, Gökçeler, Gölbaşı, Küçükçıldırım ve Mürseloğlu mahalle/köylerinin toplam çayır ve mera alanlarının varlığı 1.719 da (1.718.719 m²)'dır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Adana İl Md., 2020)

4.3. İncelenen Çayır Mera Alanına Ait Su İhtiyacının Hesaplanması

Karataş ve Seyhan ilçelerine bağlı çayır ve mera alanları incelendiğinde, arazilerin çoğunluğunda yonca otunun baskın olduğu görülmüştür. Bunun sebepleri arasında yonca otu diğer yem bitkilerine oranla protein, vitamin ve mineral maddece zengin olmaktadır. Dolayısıyla yonca otu, hayvan otlatılmasında sık kullanılan yem bitkilerinden biri halini almıştır. Yoncanın en fazla bitki su tüketimi ise mevsimlik 800-1300 mm arasında değişmektedir (Hasad Yayıncılık, 2016).

$$ET_c (\text{Yonca}) \times A = V \quad (1)$$

Eşitlik (1)' de ET_c bir bitkinin su tüketim kat sayısını (yonca için minimum 800 mm, maksimum 1300 mm), A m² cinsinden birim alanı ve V m³ cinsinden gerekli su miktarını ifade etmektedir.

Çizelge 4.2’de Karataş ilçesindeki her bir mahalle ve köylerinde bulunan çayır mera alanlarına ekilecek bir yem bitkisinin su gereksinim hesapları verilmiştir (Bu kısımdaki değerleri gösteren tablo, Yonca yem bitkisi için; ET_{cmin} 800 mm, ET_{cmax} 1300 mm değerleri referans alınarak hazırlanmıştır).

Çizelge 4-2. Karataş İlçesinde Bulunan Her Bir Çayır Mera Alanına Ait Yonca Bitkisi İçin Su Gereksinimi Sonuçları

Köy/Mahalle	A (m ²)	ET_{cmin} (m)	ET_{cmax} (m)	V (ET_{cmin}) (m ³)	V (ET_{cmax}) (m ³)
Develiören	63.123	0,8	1,3	50.498	82.060
Karagöçer	95.236	0,8	1,3	76.189	123.807
Yüzbaşı	187.507	0,8	1,3	150.006	243.759
Damlapınar	568.055	0,8	1,3	454.444	738.472
Sirkenli	749.820	0,8	1,3	599.856	974.766
Bahçe	751.850	0,8	1,3	601.480	977.405
Çakırören	850.386	0,8	1,3	680.309	1.105.502
Dolaplı	943.715	0,8	1,3	754.972	1.226.830
Topraklı	1.025.355	0,8	1,3	820.284	1.332.962
Çimeli	1.115.783	0,8	1,3	892.626	1.450.518
Yemişli	1.161.855	0,8	1,3	929.484	1.510.412
İsahacılı	1.163.179	0,8	1,3	930.543	1.512.133
Çavuşlu	1.411.633	0,8	1,3	1.129.306	1.835.123
Çağsırlı	2.512.840	0,8	1,3	2.010.272	3.266.692
Bebeli	4.757.936	0,8	1,3	3.806.349	6.185.317

Çizelge 4.3'te Seyhan ilçesindeki her bir mahalle ve köylerinde bulunan çayır mera alanlarına ekilecek bir yem bitkisinin su gereksinim hesapları verilmiştir (Bu kısımdaki değerleri gösteren tablo, Yonca yem bitkisi için; ET_{cMIN} 800 mm, ET_{cMAX} 1300 mm değerleri referans alınarak hazırlanmıştır).

Çizelge 4-3. Seyhan İlçesinde Bulunan Her Bir Çayır Mera Alanına Ait Yonca Bitkisi İçin Su Gereksinimi Sonuçları

Köy/Mahalle	A (m ²)	ET_{cMIN} (m)	ET_{cMAX} (m)	V (ET_{cMIN}) (m ³)	V (ET_{cMAX}) (m ³)
Küçükçıldırım	22.692	0,8	1,3	18.154	29.500
Mürseloğlu	94.800	0,8	1,3	75.840	123.240
Gökçeler	144.500	0,8	1,3	115.600	187.850
Karayusuflu	383.930	0,8	1,3	307.144	499.109
Gölbaşı	482.547	0,8	1,3	386.038	627.311
Dörtağaç	590.250	0,8	1,3	472.200	767.325

Çizelge 4-2 ve Çizelge 4-3'te verilen su ihtiyacı hesaplamalarında bitki su tüketim katsayısı (ET_c) olarak yonca yem bitkisi için tespit edilen değerler kullanılmıştır.

Farklı yem bitki çeşitlerinin söz konusu alanlara ekilmesi durumunda mevsimsel gelişme dönemlerine ait gerekli su ihtiyacını gösterir veriler değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda Karataş ilçesinin çayır mera alanlarına ait;

Çayır üçgünlü mevsimsel gelişme dönemi için (ET_{cmin} : 400mm, ET_{cmax} : 1110mm) (TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ, 2017)

Çizelge 4-4. Karataş İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Çayır Üçgülü Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m³)

Köy/Mahalle	A (m ²)	ET _{cMIN} (m)	ET _{cMAX} (m)	V (ET _{cMIN}) (m ³)	V (ET _{cMAX}) (m ³)
Develiören	63.123	0,4	1,11	25.249	70.067
Karagöçer	95.236	0,4	1,11	38.094	105.712
Yüzbaşı	187.507	0,4	1,11	75.003	208.133
Damlapınar	568.055	0,4	1,11	227.222	630.541
Sirkenli	749.820	0,4	1,11	299.928	832.300
Bahçe	751.850	0,4	1,11	300.740	834.554
Çakırören	850.386	0,4	1,11	340.154	943.928
Dolaplı	943.715	0,4	1,11	377.486	1.047.524
Topraklı	1.025.355	0,4	1,11	410.142	1.138.144
Çimeli	1.115.783	0,4	1,11	446.313	1.238.519
Yemişli	1.161.855	0,4	1,11	464.742	1.289.659
İsahacılı	1.163.179	0,4	1,11	465.272	1.291.129
Çavuşlu	1.411.633	0,4	1,11	564.653	1.566.913
Çağsırlı	2.512.840	0,4	1,11	1.005.136	2.789.252
Bebeli	4.757.936	0,4	1,11	1.903.174	5.281.309

Korunga mevsimsel gelişme dönemi için (ET_{cmin} : 200mm, ET_{cmax} : 500mm)
(TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ, 2017)

Çizelge 4-5. Karataş İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Korunga Bitkisi Ekilmesi
Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m^3)

Köy/Mahalle	A (m^2)	ET_{cMIN} (m)	ET_{cMAX} (m)	V (ET_{cMIN}) (m^3)	V (ET_{cMAX}) (m^3)
Develiören	63.123	0,2	0,5	12.625	31.562
Karagöçer	95.236	0,2	0,5	19.047	47.618
Yüzbaşı	187.507	0,2	0,5	37.501	93.754
Damlapınar	568.055	0,2	0,5	113.611	284.028
Sirkenli	749.820	0,2	0,5	149.964	374.910
Bahçe	751.850	0,2	0,5	150.370	375.925
Çakırören	850.386	0,2	0,5	170.077	425.193
Dolaplı	943.715	0,2	0,5	188.743	471.858
Topraklı	1.025.355	0,2	0,5	205.071	512.678
Çimeli	1.115.783	0,2	0,5	223.157	557.892
Yemişli	1.161.855	0,2	0,5	232.371	580.928
İsahacılı	1.163.179	0,2	0,5	232.636	581.590
Çavuşlu	1.411.633	0,2	0,5	282.327	705.817
Çağsırlı	2.512.840	0,2	0,5	502.568	1.256.420
Bebeli	4.757.936	0,2	0,5	951.587	2.378.968

Fiğ mevsimle gelişme dönemi için (ET_{cmin} : 300mm, ET_{cmax} : 600mm)
(TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ, 2017)

Çizelge 4-6. Karataş İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Fiğ Bitkisi Ekilmesi
Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m^3)

Köy/Mahalle	A (m^2)	ET_{cMin} (m)	ET_{cMAX} (m)	V (ET_{cMin}) (m^3)	V (ET_{cMAX}) (m^3)
Develiören	63.123	0,3	0,6	18.937	37.874
Karagöçer	95.236	0,3	0,6	28.571	57.142
Yüzbaşı	187.507	0,3	0,6	56.252	112.504
Damlapınar	568.055	0,3	0,6	170.417	340.833
Sirkenli	749.820	0,3	0,6	224.946	449.892
Bahçe	751.850	0,3	0,6	225.555	451.110
Çakırören	850.386	0,3	0,6	255.116	510.232
Dolaplı	943.715	0,3	0,6	283.115	566.229
Topraklı	1.025.355	0,3	0,6	307.607	615.213
Çimeli	1.115.783	0,3	0,6	334.735	669.470
Yemişli	1.161.855	0,3	0,6	348.557	697.113
İsahacılı	1.163.179	0,3	0,6	348.954	697.907
Çavuşlu	1.411.633	0,3	0,6	423.490	846.980
Çağşırlı	2.512.840	0,3	0,6	753.852	1.507.704
Bebeli	4.757.936	0,3	0,6	1.427.381	2.854.762

Seyhan ilçesinin çayır mera alanlarına ait;

Çayır üçgülü mevsimsel gelişme dönemi için (ET_{cmin} : 400mm, ET_{cmax} : 1110mm) (TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ, 2017)

Çizelge 4-7. Seyhan İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Çayır Üçgülü Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m³)

Köy/Mahalle	A (m ²)	ET _{cMIN} (m)	ET _{cMAX} (m)	V (ET _{cMIN}) (m ³)	V (ET _{cMAX}) (m ³)
Küçükçıldırım	22.692	0,4	1,11	9.077	25.188
Mürseloğlu	94.800	0,4	1,11	37.920	105.228
Gökçeler	144.500	0,4	1,11	57.800	160.395
Karayusuflu	383.930	0,4	1,11	153.572	426.162
Gölbaşı	482.547	0,4	1,11	193.019	535.627
Dörtağaç	590.250	0,4	1,11	236.100	655.178

Korunga mevsimsel gelişme dönemi için (ET_{cmin} : 200mm, ET_{cmax} : 500mm) (TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ, 2017)

Çizelge 4-8. Seyhan İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Korunga Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m³)

Köy/Mahalle	A (m ²)	ET _{cMIN} (m)	ET _{cMAX} (m)	V (ET _{cMIN}) (m ³)	V (ET _{cMAX}) (m ³)
Küçükçıldırım	22.692	0,2	0,5	4.538	11.346
Mürseloğlu	94.800	0,2	0,5	18.960	47.400
Gökçeler	144.500	0,2	0,5	28.900	72.250
Karayusuflu	383.930	0,2	0,5	76.786	191.965
Gölbaşı	482.547	0,2	0,5	96.509	241.274
Dörtağaç	590.250	0,2	0,5	118.050	295.125

Fiğ mevsimsel gelişme dönemi için (ET_{cmin} : 300mm, ET_{cmax} : 600mm)
(TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ, 2017)

Çizelge 4-9. Seyhan İlçesinde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Fiğ Bitkisi Ekilmesi Durumunda Gerekli Su İhtiyacı (m^3)

Köy/Mahalle	A (m^2)	ET_{cMIN} (m)	ET_{cMAX} (m)	V (ET_{cMIN}) (m^3)	V (ET_{cMAX}) (m^3)
Küçükçıldırım	22.692	0,3	0,6	6.808	13.615
Mürseloğlu	94.800	0,3	0,6	28.440	56.880
Gökçeler	144.500	0,3	0,6	43.350	86.700
Karayusuflu	383.930	0,3	0,6	115.179	230.358
Gölbaşı	482.547	0,3	0,6	144.764	289.528
Dörtağaç	590.250	0,3	0,6	177.075	354.150

4.4. İncelenen Çayır Mera Alanında Otlatma Kapasitesi

Otlatma kapasitesi, belirli bir genişlikteki bir merada, belirli uzunluktaki bir otlatma mevsiminde yıllar boyunca bitki örtüsü, toprak yapısı bozulmadan otlatılabilecek maksimum hayvan sayısı olarak tanımlanır. Otlatma kapasitesine ait formülasyon Eşitlik 3'te verilmiştir (Yılmaz, 1977).

$$Otlatma\ Kapasitesi = \frac{Mera\ Alanı\ (da) \times Mera\ Verimi\ \left(\frac{kg}{da}\right) \times Yararlanma\ Oranı}{1\ Hayvanın\ 1\ Günlük\ Yem\ Tüketimi\ (kg) \times Otlatma\ Gün\ Sayısı} \quad (3)$$

Çizelge 4.4'te Karataş ilçesindeki her bir köy ve mahallelerde bulunan çayır mera alanlarına ait yapılan kabuller ile ortaya çıkan otlatma kapasiteleri hesaplanmıştır. Çayır-mera alanının bulunduğu bölgenin kurak iklim bölgesinde olması nedeniyle faydalanabilir yem oranı %50 olarak alınmıştır (Tükel & Hatipoğlu, 1997). Mera alanında otlatma kapasitesi BBHB olarak hesaba alınmıştır. Bu sebeple Eşitlik (3)'te bir hayvanın bir günlük yem tüketimi; 500 kg ağırlığındaki bir canlı için (sığır), canlı ağırlığının %2,5'i kadar kuru madde tüketebileceği kabulünden yola çıkılarak 12,5 kg/gün olarak alınmıştır. Bölgede bulunan çayır-

mera alanlarında otlatma mevsiminin 150 gün olduğu (10 Nisan 2020 – 07 Eylül 2020) kabul edilmiştir. Seyhan ilçesindeki mera alanları için kuru ot verimi 640 kg/da olarak kabul edilmiştir (Hatipoğlu, Serbest, & Dönmez, 2020).

Çizelge 4-10. Karataş İlçesindeki Her Bir Köy ve Mahallelerde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Ait Otlatma Kapasitesi Değerleri

Köy/Mahalle	Mera Alanı (da)	Kuru Ot Verimi [Karataş] (kg/da)	Faydalanılabilecek Yem Oranı	1 BB İçin Yem Tüketimi (kg/gün)	Otlama Gün Sayısı	Otlama Kapasitesi (BBHB)*
Develiören	63,12	200	0,5	12,5	150	3,367
Karagöçer	95,24	200	0,5	12,5	150	5,079
Yüzbaşı	187,51	200	0,5	12,5	150	10,000
Damlapınar	568,05	200	0,5	12,5	150	30,296
Sirkenli	749,82	200	0,5	12,5	150	39,990
Bahçeli	751,85	200	0,5	12,5	150	40,099
Çakırören	850,38	200	0,5	12,5	150	45,354
Dolaplı	943,71	200	0,5	12,5	150	50,331
Topraklı	1.025,35	200	0,5	12,5	150	54,685
Çimeli	1.115,78	200	0,5	12,5	150	59,508
Yemişli	1.161,85	200	0,5	12,5	150	61,965
İsahacılı	1.163,17	200	0,5	12,5	150	62,036
Çavuşlu	1.411,63	200	0,5	12,5	150	75,287
Çağşırlı	2.512,84	200	0,5	12,5	150	134,018
Bebeli	4.757,94	200	0,5	12,5	150	253,757

*Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB) değerleri hesaplanırken 4342 Sayılı Mera Kanunda belirtilen katsayı değerleri esas alınmıştır. Bu değerler; Kültür ırkı sığırın ortalama canlı ağırlığı 500 kg alındıktan sonra, manda için 0,90, melez ve yerli sığırlar için sırasıyla 0,75 ve 0,50 katsayıları, koyun ve keçiler için ise yine sırasıyla 0,10 ve 0,08'dir.

Çizelge 4-11. Seyhan İlçesindeki Her Bir Köy ve Mahallelerde Bulunan Çayır Mera Alanlarına Ait Otlatma Kapasitesi Değerleri

Köy/Mahalle	Mera Alanı (da)	Kuru Ot Verimi [Seyhan] (kg/da)	Faydalanılabılır Yem Oranı	1 BB için Yem Tüketimi (kg/gün) [500 kg BB için]	Otlatma Periyodu	Otlatma Kapasitesi (BBHB)
Küçükçıldırım	22,692	640	0,5	12,5	150	3,873
Mürseloğlu	94,8	640	0,5	12,5	150	16,179
Gökçeler	144,5	640	0,5	12,5	150	24,661
Karayusuflu	383,93	640	0,5	12,5	150	65,524
Gölbaşı	482,54	640	0,5	12,5	150	82,353
Dörtağaç	590,25	640	0,5	12,5	150	100,736

İncelenen mera alanında bir büyükbaş hayvan birimi (BBHB) için bir otlatma mevsiminde ihtiyaç duyulan mera alanı Eşitlik (4)'te verilen formül ile hesaplanmıştır (Bakır, 1970).

1 BBHB için Gerekli Mera Alanı (da)

$$= \frac{\text{Otlatma Periyodu (gün)} \times 1 \text{ BBHB'nin 1 günlük Kuru Ot Gereksinimi (kg)}}{\text{Mera Verimi } \left(\frac{\text{kg}}{\text{da}}\right) \times \text{Faydalanılabilir Yem Oranı}} \quad (4)$$

Karataş ilçesinde bulunan çayır mera alanları için bu değer; 18,75 dekar iken, Seyhan ilçesinde bulunan çayır mera alanlarında ise 5,86 dekar olarak hesaplanmıştır.

$$1 \text{ BBHB için Gerekli Mera Alanı (da)} = \frac{150 \text{ gün} \times 12,5 \text{ kg/gün}}{200 \left(\frac{\text{kg}}{\text{da}}\right) \times 0,5} = 18,75 \text{ da} \quad (5)$$

olarak bulunmuştur.

Karataş ilçesindeki meralarda, mevcut kuru ot verimi üzerinden 1 BBHB için 18,75 dekar alan gerektiği anlaşılmaktadır (Eşitlik 5).

$$1 \text{ BBHB için Gerekli Mera Alanı (da)} = \frac{150 \text{ gün} \times 12,5 \text{ kg/gün}}{640 \left(\frac{\text{kg}}{\text{da}}\right) \times 0,5} = 5,86 \text{ da} \quad (6)$$

olarak bulunmuştur.

Seyhan ilçesindeki meralarda, mevcut kuru ot verimi üzerinden 1 BBHB için 5,86 dekar alan gerektiği anlaşılmaktadır (Eşitlik 6).

4.5. Kaba Yem ihtiyacının Hesaplanması

Mevcut hayvan sayısının ağırlıklarının %2,5'i kadar günlük kuru maddeye ihtiyaç duyduğu ve bu kuru madde ihtiyacının %60'ının kaba yem olması gerektiği görüşüne göre hesaplamalar yapılmıştır (Sabancı, Baytekin, Balabanlı, & Acar, 2013). Yapılan hesaplamalarda Adana ilinin mevcut büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı dikkate alınmıştır. Bu değerler hesaplamalarda yapılacak karışıklıkların önüne geçilmesi adına mevcut hayvan sayılarının Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB)'ne dönüştürülerek değerlendirilmesi sağlanmıştır. Adana ilinde 875.041 baş (78.925 BBHB) küçükbaş, 248.307 baş (186.296 BBHB) hayvan varlığı bulunmaktadır (TÜİK, 2020).

Çizelge 4-12. Adana İli Küçükbaş Hayvan Varlığı ve BBHB Cinsinden Değerleri

İl	Koyun (baş)	Keçi (baş)	Koyun (BBHB)*	Keçi (BBHB)*	Küçükbaş Toplam (BBHB)*
Adana	446.082	428.959	44.608	34.317	78.925

*Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB) değerleri hesaplanırken 4342 Sayılı Mera Kanunda belirtilen katsayı değerleri esas alınmıştır. Bu değerler; Kültür ırkı sığırın ortalama canlı ağırlığı 500 kg alındıktan sonra, manda için 0,90, melez ve yerli sığırlar için sırasıyla 0,75 ve 0,50 katsayıları, koyun ve keçiler için ise yine sırasıyla 0,10 ve 0,08'dir.

Çizelge 4-13. Adana İli Büyükbaş Hayvan Varlığı ve BBHB Cinsinden Değeri

İl	Manda (Baş)	Sığır (Baş)	Manda (BBHB)	Sığır (BBHB)	Büyükbaş Toplam (BBHB)
Adana	437	247.870	393	185.903	186.296

*Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB) değerleri hesaplanırken 4342 Sayılı Mera Kanunda belirtilen katsayı değerleri esas alınmıştır. Bu değerler; Kültür ırkı sığırın ortalama canlı ağırlığı 500 kg alındıktan sonra, manda için 0,90, melez ve yerli sığırlar için sırasıyla 0,75 ve 0,50 katsayıları, koyun ve keçiler için ise yine sırasıyla 0,10 ve 0,08'dir.

Çizelge 4-12 ile Çizelge 4-13'te verilen büyükbaş ve küçükbaş hayvan verilerinin BBHB cinsinden değeri göz önüne alındığında; Adana ilinde toplam hayvan varlığı 265.221 BBHB olmaktadır. Bu bilgilere göre yıllık kaba yem gereksinimi Çizelge 4-14'te hesaplanmıştır.

Çizelge 4-14. Adana İli Yıllık Kaba Yem Gereksinimi

Kaba Yem	Gereksinim (ton/yıl)
Kuru Ot	$265.221 \times 1.46^1 = 387.222$

¹Bir BBHB'nin yıllık kuru ot gereksinimi kat sayısı

Çizelge 4-15. (Sınıf A) Sulama Suyu Olarak Kullanılacak Arıtılmış Atık Suların Sınıflandırılması (AATTUT, 2010)

Geri kazanım türü	Arıtma tipi	Geri kazanılmış suyun kalitesi	İzleme periyodu	Uygulama mesafesi
Sınıf A				
a) Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünleri				
b) Kentsel alanların sulanması				
a) Yüzeysel ve yağmurlama sulama ile sulanan ve ham olarak doğrudan yenilebilen her tür gıda ürünü	-İkincil arıtma -Filtrasyon	-pH= 6-9 -BOİ ₅ <20 mg/l	-pH: Haftalık -BOİ ₅ : Haftalık	İçme suyu temin edilen kuyulara en az 50 m
b) Her türlü yeşil alanların sulaması (Parklar, bahçeler vb.)	-Dezenfeksiyon	-Bulanıklık <2 NTUf -Fekal Koliform= 0/100ml -Bakiye klor>1 mg/L	-Bulanıklık: Sürekli -Koliform: Günlük -Bakiye klor: Sürekli	mesafede

Çizelge 4-15'in devamı (Sınıf B) Sulama Suyu Olarak Kullanılacak Arıtılmış Atık Suların Sınıflandırılması (AATTUT, 2010)

Geri kazanım türü	Arıtma tipi	Geri kazanılmış suyun kalitesi	İzleme periyodu	Uygulama mesafesi
Sınıf B				
a) Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenen gıda ürünleri				
b) Girişi kısıtlı sulama alanları				
c) Tarımsal sulama: Gıda ürünü olmayan bitkiler				
a) Meyve bahçeleri ve üzüm bağları gibi ürünlerin salma sulama ile sulanması	-İkincil arıtma -Dezenfeksiyon	-pH= 6-9 -BOİ ₅ <30 mg/L	-pH: Haftalık -BOİ ₅ : Haftalık	-İçme suyu temin edilen kuyulara en az 90 m mesafede
b) Çim üretimi ve kültür tarımı gibi halkın girişinin kısıtlı olduğu alanlar		-AKM <30 mg/l -Fekal Koliform<200 ad/100ml	-AKM: Günlük -Koliform: Günlük	-Yağmurlama sulama yapılıyor ise halkın bulunduğu ortama en az 30 m mesafede
c) Otlak hayvanları için mera sulaması		-Bakiye klor>1 mg/l	-Bakiye klor: Sürekli	

Çizelge 4-16. Sulama Suyunun Kimyasal Kalitesinin Değerlendirilmesi (AATTUT, 2010)

Parametreler	Birimler	Kullanımında zarar derecesi		
		Yok (I. sınıf su)	Az-orta (II. sınıf su)	Tehlikeli (III. sınıf su)
Tuzluluk				
İletkenlik	µS/cm	<700	700-3000	>3000
Toplam Çözünmüş Madde	mg/L	<500	500-2000	>2000

Çizelge 4-17. Geri Kazanılmış Atıksuda Olabilecek Nütrient Seviyeleri (AATTUT, 2010)

Elementler (Mg/L)	Birim	Ham Atıksu	Klasik Aktif Çamur	BNR	BNR+Filtrasyon+ Dezenfeksiyon	MBR	BNR+MF+RO+ Dezenfeksiyon
Toplam Azot	mg N/L	20-70	15-35	2-12	2-12	7-18	<1
Nitrat Azotu	mg N/L	0-az	10-30	1-10	1-10	5-11	<1
Toplam Fosfor	mg P/L	4-12	4-10	1-2	<2	0.3-5	<0.05



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sulu tarım, dünya genelindeki mahsul veriminin üçte birini oluşturmaktadır. Bu denli büyük potansiyeli olan sulu tarımın, dünyanın pek çok yerinde özellikle yarı kurak ve kurak bölgelerdeki geleceği, mevcut ve istenilen temiz su kaynağının azalması sorunuyla tehdit altındadır. Bu azalmanın başlıca nedenleri arasında, dünyanın hızla artan nüfusunun temiz su kaynaklarına yönelik taleplerinin artması ve yaşam standartlarının yükselmesinden kaynaklanmaktadır. Nüfus ve kişi başı tüketilen su miktarındaki bu artışın neticesinde ortaya bertaraf edilmesi gereken büyük hacimlerde atıksu sorunu ortaya çıkmaktadır.

Tarım, endüstri, kentsel ve çevresel uygulamalar için arıtılmış kentsel atıksuların kullanımı, su kıtlığı çeken bölgelerde bir su kaynağı olarak yararlanabilmek için etkin ve sürdürülebilir bir strateji sağlayabilmektedir. Arıtılmış atıksular ile sulama uygulamasıyla; bitkilerin gelişimi için gereksinim duyduğu önemli miktarlarda besin maddelerinin sağlanabilmesi mümkün olmakta ve neticede azalan su kaynakların korunmasına katkı sağlayabilmektedir.

Ancak arıtılmış atıksular ile sulama hem mahsul üretimi hem de toprağın fiziko-kimyasal yapısı açısından tamamen risksiz bir uygulama değildir. Bu risklerin arasında; yüksek tuzluluk, spesifik iyon toksisitesi vb. gibi potansiyel tehlike içerebilen durumlarla karşı karşıya kalınabilmektedir ve sonuç olarak verimde azalma, kirleticilerin yüzey veya yeraltı sularına karışabilmesi ve toprağın yapısının bozulması söz konusudur. Bu gibi sebeplerle, arıtılmış atıksuyun kalitesi, sulama yöntemi, toprak ve mahsul özellikleri gibi parametrelerin sulamanın yapılacağı alanda meydana getirebileceği süreçleri anlamak önemlidir.

Evsel nitelikli atıksuların arıtılması, bu suların tarımsal sulama amaçlı kullanımıyla doğrudan ilgili olan sağlık tehlikelerinin etkili bir şekilde kontrol edilmesini sağlamalı ve tarım topluluğunu, mahsul üreticilerini ve nüfusu, başlangıçta atıksu içerisinde bulunan patojenik mikroorganizmalara maruz kalmasını engellemelidir.

Ham evsel nitelikli atıksu, bir toplulukta enfekte olmuş kişiler tarafından atılan bakteriyel, viral ve protozoan hastalıkların etken maddeleri olan patojenik mikroorganizmaların tüm türlerini içerisinde barındırabilmektedir. Bunun yanında alıcı ortam için toksik olabilecek organik ve inorganik kimyasallar taşıyabilmektedir (Yona, ve diğerleri, 2010).

Suyun geri kazanılması ve arıtılmış atıksular ile tarım, endüstri, kentsel ve çevresel amaçlar için kullanılması, su kıtlığı çeken bölgelerde oldukça etkili bir strateji olmaktadır. Kısaca, arıtılmış atıksuların kullanılması ile besin maddelerinin ve çevrenin korunmasına önemli ölçüde katkı sağlanabilmektedir ancak ilgili sağlık risklerini anlamak ve bu risklerin yönetimi için uygun stratejiler geliştirmek önemlidir.

Yapılan bu çalışmada Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi çıkış sularında, tesisten çıkan arıtılmış atıksu ile çayır-mera alanların sulanabilirliğini kontrol etmek için pH, Eİ, AKM, BOİ, KOİ, NO₃, TN ve TP değerlerine bakılmıştır. Tesisin parametre bazında verimliliği; %84 AKM, %84 BOİ, %80 KOİ olarak belirlenmiştir.

Arıtılmış tesis atıksuyu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ve Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği (AATTUT) kapsamında ilgili maddelerce sınırları çizilmiş deşarj kriterleri ile mukayese edilmiştir.

SKKY ve AATTUT’nde verilen alıcı ortama deşarj edilebilmesi ve sulama suyu olarak kullanılabilmesi için istenilen değerlerle, arıtma tesisi çıkış suyunun kalite parametrelerinin kıyaslandığı veriler Çizelge 5-1’de verilmiştir.

Çizelge 5-1. Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi Analiz Sonuçları, SKKY ve AATTUT Sınır Değerleri

Parametre	Analiz Sonuçları	Birim	SKKY	AATTUT	Deşarj Edilebilir (SKKY)	Sulama Suyu Olarak Kullanılabilir (AATTUT)
pH	7,23	-	6-9	6-9	Uygundur	Uygundur
Eİ	1.228	µS/cm	-	(700-3000) II. sınıf su	Değerlendirme yok	Uygundur
AKM	40	mg/L	150	<30 mg/L	Uygundur	Uygun değil
BOİ	45	mg/L	50	Sınıf A: <20 mg/L Sınıf B: <30 mg/L	Uygundur	Uygun değil
KOİ	84,1	mg/L	120	-	Uygundur	Değerlendirme yok
NO ₃	8,6	mgN/L	-	1-10	Değerlendirme yok	Uygun değil
TN	40,4	mgN/L	-	20-70 (Ham atıksu)	Değerlendirme yok	Değerlendirme yok
TP	3	mgP/L	-	0.3-5 (MBR)	Değerlendirme yok	U y g u n d u r

Arıtılmış atıksularla çayır-mera alanlarının sulanması kapsamında, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden analizlerinin sağlanıp, bunların ilgili yönetmeliklerce belirlenen sınır değerlerine uygun olup olmadığı dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada, 227.346 m³/gün kapasiteye sahip evsel nitelikli atıksu arıtma tesisi çıkış sularının çayır-mera alanlarını sulamada kullanılmasında tesis çıkış suları, Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği (AATTUT) ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) kapsamında değerlendirilmiştir.

SKKY'ne göre tesis çıkış suyunun; pH, Eİ, AKM, BOİ, KOİ, TN ve TP parametreleri açısından alıcı ortamlara deşarjı, standartları sağlamaktadır.

AATTUT'ne göre pH, Eİ, TP açısından sulamada kullanılmasının uygun olduğu ancak; AKM, BOİ parametreleri açısından sulamada kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür.

Tesis çıkış suyunun, AKM ve BOİ parametresi için; ön çökeltim havuzları, plakalı DAF (Çözünmüş Hava Flotasyonu) sistemleri gibi arıtma sistemleri kullanılarak istenilen değerlere düşürülebileceği gibi, bu çalışma arıtılmış atıksuların sulama amacıyla çayır mera alanlarına uygulanabilirliği üzerine olduğundan söz konusu çayır mera alanlarına yakın noktalarda yapay sulak alanları kurularak AKM, BOİ, NO₃ gibi parametrelerin istenilen seviyelere düşürülmesinde nispeten daha ekonomik çözümler sunabilecektir.

Yapay sulak alan sistemlerinde, karbon döngüsü sürekliliğini korumaktadır. Tasfiye edilmesi için atıksular sulak alanlara verildiğinde bu alanlar oldukça fazla karbon yükü ile karşı karşıya kalırlar. Bu alanlarda ayrışabilir karbon sistem tarafından hemen harcanmaktadır. Sulak alan sistemlerinde dönüştürülen karbon miktarı, atıksu ile verilen karbon miktarından fazla olmaktadır ve bu durum temelde atıksu içerisindeki karbon arıtımını sağlamaktadır. Sulak alan sistemlerinde bitkiler fotosentez yapabilmek için CO₂'e gereksinim duyarlar. Birçok mikroorganizma türü solunum ürünü olarak ortama CO₂ bırakmaktadır. Metan gazı gibi CO₂ de mikrobiyal faaliyetler sonucu ortaya çıkmaktadır. Genel olarak tüm gazlar su içerisinde belirli

miktarlarda çözünmektedir. Bu durumda sulak alan sistemleri ile atmosfer arasında sürekli olarak karbon transferi söz konusu olmaktadır.

Sulak alan sistemlerindeki bitkiler, gelen su akımını keserek akım hızını düşüreceğinden, su içerisindeki askıda katı maddelerin çoğu çökelme ve filtrasyon ile giderilecektir. Büyük ve fazla miktarlarda askıda katı madde giderimi söz konusu ise sulak alan girişine çöktürme havuzu yapılması sistemin arıtma performansını olumsuz yönde etkilemeyecektir. Böyle bir durumda sadece su içerisindeki AKM giderilmiş olmayıp aynı zamanda; BOİ, azot, fosfor ve patojenlerin giderimi sağlanmış olacaktır (Şener, 2007).

Tesis çıkış suyuna, anyon ve katyon analizleri gibi detaylı analizler uygulandığında elde edilecek sonuçlar ilgili mevzuat ve yönetmeliklerde belirtilen parametreler ile değerlendirildiğinde tesis çıkış suyu, tarımsal sulama açısından uygun olmayabilir. Bu sebeple detaylı analizler ve bunların neticesinde, arıtılmış atıksuyun söz konusu araziye uygulanması açısından kapsamlı risk analizlerinin yapılacağı çalışmalar arttırılabilir.

Tarımsal sulama amaçlı arıtılmış atıksuların kullanılması planlanırken, sudaki tuzların toplam miktarlarından ayrı olarak, her bir iyonun tek başına miktarlarının da bilinmesi önemli olacaktır. Bu iyonlar arasında Sodyum (Na)'un fazlalığı, en sık rastlanılan ve giderilmesi zor olan bir sorundur. Yüksek miktarlarda Sodyum (Na) içeren sular, topraklarda olumsuz özelliklerin artmasına neden olmaktadır. Bu sebeple arıtma tesisi çıkış sularında Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) değerlerinin araştırılması son derece önemli olacaktır. Ayrıca arıtılmış atıksu içerisindeki ağır elementler ve toksik bileşenlerin iyi bilinmesi ve bunların sudan uzaklaştırılması, sulama yapılacak arazideki bitkinin ve toprağın kalitesini belirlemede son derece önemli bir husustur. Tarım arazilerinin ağır elementler ve toksik bileşenleri ihtiva eden bir su ile sulanması durumunda, o bölgede yetişen meyve-sebze ile beslenen diğer canlıların sağlığını tehlikeye atacaktır.

Normal olarak organizmanın bünyesinde bulunmayan, vücuda yabancı olan ilaçlar veya kimyasal maddeler, zenobiyotikler olarak adlandırılır. Zenobiyotikler organizma için toksik maddeler olup, vücuda alındıktan sonra etki yerlerine dağılırlar ve bunlar organizmalar için son derece tehlikeli olmaktadır. Arıtılmış atıksuların tarımsal sulamada kullanılması planlanırken zenobiyotikler açısından tehlikelerinin iyi bilinmesi önemli bir husustur.

Arıtılmış atıksuların geri kazandırılarak yeniden kullanımının sağlanması, özellikle ülkemizde coğrafi ve mevsim koşulları nedeniyle (İç Anadolu Bölgesi gibi) su sıkıntısı çeken bölgelerimizde hayat kurtarıcı niteliğindedir. Çalışmanın gerçekleştirilmiş olduğu Adana ili, bölgenin coğrafi ve iklim koşullarına bağlı olarak her ne kadar yakın süreçte su sıkıntı çekmeyecek olsa bile arıtılmış atıksuların tarımsal sulama amaçlı kullanılması gibi çeşitli alanlarda değerlendirilmesi, gelecekte kaçınılmaz olan iklim değişikliğinin etkisi altında kalacak su kaynaklarının korunmasına katkı sağlayacaktır.

Adana ilindeki çayır mera varlıkları ve buna ek olarak hayvan varlığı ile alakalı sayısal verilerin ışığında; bir çayır mera arazisine ekilecek yem bitkisinin gelişim gösterdiği mevsimsel süreçte gereksinim duyduğu su miktarı, bu çayır mera arazilerinde gelişen yem bitkileri ile otlatılacak hayvan varlığının tespiti ve bu hayvan varlığının kaba yem ihtiyacı, ilgili kabuller dikkate alınarak hesaplanmıştır. Adana ilinde çayır ve mera alanlarının kısıtlı kapasitede olduğu gözlemlenmiştir. İlde bulunan âtıl vaziyetteki arazilerin (I. II. ve III. sınıf tarım arazileri hariç) geçici veya temelli çayır mera alanlarına dönüştürülerek, kısıtlı olan çayır mera alanları artırılabilir.

Adana Seyhan Batı Atıksu Arıtma Tesisi çıkış suyunun kapasitesi 227.346 m³/gün 'dür. Bölgede ortalama otlatma mevsimi 6 ay olarak kabul edildiği takdirde, 6 ayın sonunda yaklaşık olarak 41 milyon m³'lük arıtılmış bir su kaynağı oluşacaktır. Arıtma tesisi çıkış sularının bu denli yüksek hacimlerdeki kapasitesi, mevzuat ve yönetmeliklerde belirtilen koşulları sağlaması şartıyla, bölgedeki çayır ve mera alanlarının su gereksinimini, bitkilerin mevsimsel gelişimi ve otlatma süreleri

dikkate alındığında fazlasıyla karşılayabilmektedir. Geriye kalan arıtılmış atıksu miktarı, âtıl durumdaki arazilerin çayır ve mera alanı olarak geri kazandırılması sonucu bu alanlara uygulanması halinde hem temiz su kaynakları korunmuş olacak hem de ülkenin tarım ekonomisine katkı sağlayacaktır.





KAYNAKLAR

2872 Sayılı Çevre Kanunu. (1983, Ağustos 11). T.C. Resmi Gazete (Sayı: 18132). AATTUT. (tarih yok). ATIKSU ARITMA TESİSLERİ TEKNİK USULLER TEBLİĞİ.

Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi. (tarih yok). Adana, ASKİ.

Ak, M., & Top, İ. (2018). Arıtılmış Kentsel Atıksuların Tarımsal Sulama Amaçlı Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1161-1168.

Anonim a. (tarih yok). *Çayır Mera Amenajmanı*. <http://www.bingol.edu.tr/documents/%C3%87AYIR-MERA%20AMENAJMANI.pdf> adresinden alındı

Anonim b. (tarih yok). *Çayır Mera ve Yem Bitkileri Ders Notu*. <https://www.sorhocam.com/indir.asp?id=898&cayir-mera-ve-yem-bitkileri-ders-notu-pdf/> adresinden alındı

Anonim c. (tarih yok). *Baklagil Yem Bitkileri*. <http://www.bingol.edu.tr/documents/BAKLAG%4%B0L%20YEMB%C4%B0TK%C4%B0LER%C4%B0.pdf> adresinden alındı

Anonim d. (tarih yok). *Buğdaygil Yem Bitkileri*. <http://www.bingol.edu.tr/documents/Bu%C4%9Fdaygil%20Yembitkileri.pdf> adresinden alındı

Anonim e. (tarih yok). *Çayır-Mera Alanlarında Sulama ve Gübreleme*. <https://www.sorhocam.com/uploads/docs/cayir-mera-sulama-ve-gubreleme-85507.pdf> adresinden alındı

Anonim f. (tarih yok). *Çayır Alanlarından Yararlanma ve Bu Alanların Bakımı*. <https://sorhocam.com/uploads/docs/cayir-alanlarindan-yararlanma-ve-bu-alanlarin-bakimi-43972.pdf> adresinden alındı

- Bakır, Ö. (1970). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Arazisinde Bir Mera Etüdü. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*.
- Beccari, M. P. (1993). Rimozione di azoto e fosforo dai liquami (Nitrogen and phosphorus removal from wastewater). *Ulrico Hoepli Editore*.
- Bingöl, Z., & Altıkat, A. (2017). Evsel Nitelikli Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Tarımsal Sulamada Kullanılabilirliği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 69-75.
- Çapar, D. D. (2019). *Su Kaynakları Yönetimi ve İklim Değişikliği*. Ankara: WEglobal.
- Demir, Ö., Yıldız, M., Sercan, Ü., & Arzum, C. Ş. (2017). Atıksuların Geri Kazanılması ve Yeniden Kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 1-14.
- (2007). *Dokuzuncu Kalkınma Planı Adalet Hizmetleri ve Güvenlik Özel İhtisas Komisyon Raporu*. Ankara: T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Adana İl Md. (2020). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Adana İl Müdürlüğü. Adana, Yüreğir, Türkiye.
- Google Earth. (tarih yok).
- Güven, O. (2018, Haziran 11). Türkiye. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*.
- Hasad Yayıncılık. (2016). *Sulama ve Gübreleme*. İstanbul: Hasad Yayıncılık.
- Hatipoğlu, R., Serbester, U., & Dönmez, B. (2020). Adana İlinde Kaba Yem Üretim Durumu ve Geliştirilme Olanakları. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 1497-1501.
- HATİPOĞLU, R., SERBESTER, U., & DÖNMEZ, B. (2020). Adana İlinde Kaba Yem Üretim Durumu ve Geliştirilme Olanakları. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 1497-1501.
- Katip, A. (2018). Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanım Alanlarının Değerlendirilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 541-557.

- Koyuncu, S., & Arıman, S. (2020). GERİ KAZANILMIŞ ATIKSULARIN YEŞİL ALAN SULAMASINDA KULLANIMI. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 48-56.
- Kretschmer, N., Ribbe, L., & Gaese, H. (2002). Wastewater Reuse in Agriculture, Technology Resourcemanagement and Development. *Special Issue Water Manage*, 37-64.
- Kudal, M., & Müftüoğlu, N. M. (2014). Kentsel Atıksu ile Sulanan Topraklarda Bazı Verimlilik Özelliklerinin İncelenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 77-81.
- Kukul, Y. S., Çalışkan, A. D., & Anaç, S. (2007). Arıtılmış Atık Suların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 101-116.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R., & Tansı, V. (2011). Türkiye'de ve Batı Karadeniz Bölgesi'nde Çayır-Mera Alanları, Hayvan Varlığı ve Yem Bitkileri Tarımının Bugünkü Durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 21-32.
- Muluk, Ç. B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M. A., Balkız, Ö., . . . Zeydanlı, U. (2013). *Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif*. İstanbul: İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD).
- Özer, Ç., & Köklü, R. (2019). Aşağı Sakarya Nehri Su Kalitesinin Sulama Suyu Açısından Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevresel Dergisi*, 237-246.
- Sabancı, C., Baytekin, H., Balabanlı, C., & Acar, Z. (2013). *Yem Bitkilerinin Üretiminin Artırılması Olanakları*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası.
- SEZER, D. N. (2001). *Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı*. Ankara: T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü.
- SKKY. (tarih yok). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.

- Şener, G. (2007). *Ankara İli Kırsal Alanlarından Kaynaklanan Atıksuların Doğal Arıtma (Yapay Sulak Alan) İle Arıtılması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TAGEM AR-GE İNOVASYON, DSİ. (2017). *Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri*. Ankara.
- TÜİK. (2019, Ekim 08). *Türkiye İstatistik Kurumu*. Belediye Su İstatistikleri, 2018: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Belediye-Su-İstatistikleri-2018-30668> adresinden alındı
- TÜİK. (2020). <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/tabloOlustur.do>: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/tabloOlustur.do> adresinden alındı
- Tükel, T., & Hatipoğlu, R. (1997). *Çayır - Mera Amenajmanı*. Adana: Çukurova Üniversitesi - Ziraat Fakültesi.
- URL-1. (tarih yok). <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx>.
- URL-2. (tarih yok). *Adana İl Tarım ve Orman Müdürlüğü*. <https://adana.tarimorman.gov.tr/> adresinden alındı
- Uzun, A., Gün, H., & Açıkgöz, E. (2012, Nisan 20). Farklı Gelişme Dönemlerinde Biçilen Bazı Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.) Çeşitlerinin Ot, Tohum ve Ham Protein Verimlerinin Belirlenmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, s. 27-38.
- Yıldırım, M. U., & Gül, A. (2018). Atıksu İle Sulama Yapılmasının Sosyal ve Ekonomik Yönden İncelenmesi ve Alternatif Yaklaşımlar: Gaziantep İli Örneği. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimler Dergisi*, 35-9.
- Yılmaz, T. (1977). *Konya İli Sorunlu Alanlarda Oluşan Meraların Bitki Örtüsü Üzerinde Araştırmalar Tarım Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü*. Konya: Konya Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Yona, C., Carlos G., D., Ilan, K., Elizabeth, J., Bernd, M., & Jorge, T. (2010). Organic Matter in Wastewater and Treated Wastewater-Irrigated Soils: Properties and Effects. L. Guy J., F. Pinchas, & B.-T. Asher içinde, *Treated*

Wastewater in Agriculture: Use and Impacts on the Soil Environment and Crops (s. Chapter 13).

Yurtseven, P. D., akmak, P. D., Kesmez, D. G., & Polat, Y. D. (2018). TARIMSAL ATIK SULARIN SULAMADA YENİDEN KULLANILMASI. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, (s. 135-154). Ankara.





ÖZGEÇMİŞ

Ankara’da doğdu. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda lisansüstü eğitime başladı.

