

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN KIRSAL ALAN ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Gülsevim ŞENER**

**TARIM EKONOMİSİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2016**

**Her hakkı saklıdır**

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

02/05/2016

Gülsevim ŞENER

## ÖZET

Doktora Tezi

### ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN KIRSAL ALAN ÜZERİNE ETKİLERİ

Gülsevim ŞENER

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Emine OLHAN

Bu çalışmanın temel amacı farklı arıtma proseslerine sahip atıksu arıtma tesislerinin farklı çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin olup olmadığının araştırılmasıdır. Çalışmada öncelikle, arıtma prosesleri değerlendirilmiş ve ardından araştırma kapsamında değerlendirilmesi uygun olan prosesler ve atıksu arıtma tesisleri tespit edilmiştir. Bu tespit doğrultusunda Ankara ili sınırları içinde yer alan, klasik aktif çamur prosesine sahip Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi, azot ve fosfor giderimi yapan Kazan Atıksu Arıtma Tesisi ve Akdoğan Yapay Sulak Alan Tesisi çalışma kapsamında değerlendirmek amacıyla seçilmiştir. Ardından seçilen bu atıksu arıtma tesisleri etrafındaki köylerde saha çalışması yapılmıştır.

Saha çalışmalarından elde edilen veriler Ki-kare testi ile değerlendirilmiştir. Yapılan testler sonucunda; Tatlar Atıksu Arıtma tesisi etrafındaki köylerdeki üreticiler üzerinde olumsuz görsel etki, koku, gürültü ve trafik gibi bazı etkilere karşın istihdam ve köy ekonomisi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, Kazan Atıksu Arıtma Tesisi etrafındaki üreticilerin gürültü çevresel etkisinden olumsuz olarak etkilenmesine karşın, potansiyel iş kaynağı olduğu ve Akdoğan Atıksu Arıtma tesisinin etrafındaki üreticiler üzerinde olumlu çevresel etkilerinin olmasına rağmen sosyal ve ekonomik etkilerinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda ayrıca, su kıtlığı olan yerlerde yapılan atıksu arıtma tesislerinin o bölgede su kaynağı olarak çalıştığı ve her bir atıksu arıtma tesisin bulunduğu arazi koşullarıyla birlikte kendine özgü etkileri olduğu görülmüştür. Bu nedenle atıksu arıtma tesisi için arıtma prosesi kararı verilirken deşarj standartlarının yanında bölgenin arazi ve iklim koşulları da dikkate alınmalıdır.

**Şubat 2016, 148 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Atıksu arıtma tesisi, atıksu arıtma prosesleri, çevresel etki, sosyal ve ekonomik etki, kırsal etki.

## ABSTRACT

Ph.D Thesis

### THE EFFECTS OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS ON RURAL AREAS

Gülsevrim ŞENER

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Economy

Advisor: Prof. Dr. Emine OLHAN

The main objective of this study was to evaluate whether wastewater treatment plants with different treatment processes have different environmental, social and economic impact or not. First of all, the treatment processes were evaluated in this study, and then processes and wastewater treatment plants that are eligible in the scope of this survey were identified. Accordingly, in Ankara, Tatlar Wastewater Treatment Plant (active sludge), Kazan Wastewater Treatment Plant (advanced biological treatment) and Akdoğan Wastewater Treatment Plant (constructed wetland) have been selected in order to be assessed in the scope of this work. After that, field work was done in the villages surrounding the selected wastewater treatment plants.

The data obtained from the field work was evaluated by Chi-Square Test. Results showed that; Tatlar Wastewater Treatment Plant has negative impacts of smell, noise, and visual, on the other hand positive impacts of employment and rural economy, Kazan Wastewater Treatment Plant has negative noise impact, however it, is a source of potential job opportunity; Akdoğan Wastewater Treatment Plant has positive impact of environmental, but has no social and economic impact on the agricultural enterprise surrounding it.

Furthermore, the research results also showed that the wastewater treatment plants are seen as a water source in the areas with water scarcity, and each wastewater treatment plant with site conditions has the specific environmental, social and economic impact. For this purpose, while making the decision of wastewater treatment process, climatic conditions and site conditions should also be taken into account in addition to discharge standards.

**February 2016, 148 pages**

**Key Words:** Waste water treatment plant, waste water treatment processes, environmental impact, socio-economic impact, rural impact

## TEŞEKKÜR

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda hazırlamış olduğum “Atıksu Arıtma Tesislerinin Kırsal Alan Üzerine Etkileri” isimli Doktora Tezimin her aşamasında gösterdiği her türlü destek, anlayış ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Emine OLHAN'a (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı) en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tezin ortaya çıkmasında çalışmalarımı her zaman destekleyen ve teşvik eden TİK üyesi Prof. Dr. İlkey DELLAL ve Prof. Dr. Ayten NAMLI hocalarıma tez süresince göstermiş oldukları yardım ve katkıları için teşekkür ederim.

Tez hazırlama aşamasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Özdal KÖKSAL ve Doç. Dr. Yener ATASEVEN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Prof. Dr. Lütfi AKÇA'ya Doktora yapmam konusunda verdiği destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Prof. Dr. Ekin ŞAHİN'e Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı'nda Doktora yapmamı önermesinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, saha çalışmam sırasında anket sorularını sabırla ve içtenlikle yanıtlayan Ankara iline bağlı Aydın, Emirgazi, Kumpınarı, Yazıbeyli, Akdoğan, Üçbaş, Yukarıkaraören, Anayurt, Polatlar, Tatlar ve Türkobası üreticilerine teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında maddi ve manevi desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Gülsevim ŞENER

Ankara, Şubat 2016

## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜRLER.....	iv
SMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Araştırma Konusunun Ortaya Çıkışı.....	1
1.2 Araştırmanın Önemi ve Kapsamı.....	4
1.3 Araştırmanın Amacı .....	4
1.4 Araştırma Tasarımı .....	5
1.4.1 Araştırma soruları .....	5
1.4.2 Araştırma hipotezleri.....	6
1.4.3 Araştırmanın sınırlılıkları .....	6
2. KONU İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR .....	8
2.1 Atıksu Arıtma Proseslerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Çalışmalar .....	8
2.2 Atıksu Arıtma Tesislerinin Çevresel, Sosyo-Ekonomik Etkileri Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	11
2.2.1 Çevresel etkiler .....	11
2.2.2 Sosyo-ekonomik etkiler.....	17
2.2.3 Halk sağlığı üzerindeki etkiler .....	24
3. ATIKSU ARITMA KONUSUNDA GENEL BİLGİLER .....	26
3.1 Atıksu Oluşumu.....	26
3.1.1 Fiziksel özellikler .....	27
3.1.2 Kimyasal özellikler.....	28
3.1.3 Biyolojik özellikler .....	30
3.2 Atıksuların Arıtılması.....	30
3.2.1 Atıksu arıtımının tarihçesi .....	30
3.2.2 Atıksu arıtma yöntemleri .....	32
3.3 Tez Çalışması Kapsamında İncelenen Atıksu Arıtma Tesisleri .....	50
3.3.1 Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi .....	50

3.3.2 Kazan Atıksu Arıtma Tesisi .....	54
3.3.3 Akdoğan Atıksu Arıtma Tesisi.....	57
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	59
4.1 Materyal.....	59
4.1.1 Genel bilgiler .....	59
4.1.2 Araştırma ile ilgili verilerin toplanması.....	60
4.2 Çalışma Yöntemi .....	60
4.2.1 Örnekleme yöntemi ve büyüklüğü.....	60
4.2.2 Veri toplama aşamasında uygulanan yöntem .....	66
4.2.3 Verilerin analizinde kullanılan yöntem.....	66
5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	67
5.1 Araştırma Alanın Mevcut Durumu .....	67
5.1.1 Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri.....	67
5.1.2 Köylerin altyapı durumu .....	69
5.1.3 Atıksu arıtma tesislerinin üreticiler üzerindeki çevresel ve sosyal etkisi .....	70
5.1.4 Üreticilerin arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı.....	74
5.1.5 Atıksu arıtma tesislerinin insan ve hayvan sağlığına olan etkisi .....	78
5.1.6 Atıksu arıtma tesislerinin köy ekonomisi üzerine etkisi.....	79
5.1.7 Üretici gözüyle atıksu arıtma tesislerinin sorunları.....	81
5.2 Arıtma Tesislerinin Kırsal Üzerine Etkisi .....	82
5.2.1 Çevresel etkiler .....	82
5.2.2 Sosyal etkiler.....	93
5.2.3 Arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı.....	99
5.2.4. Tarım ilacı kullanımı .....	110
5.2.5 İnsan ve hayvan sağlığı üzerine etkisi .....	112
5.2.6 Ekonomik etki .....	114
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	118
6.1 Literatür araştırmaları sonuçları .....	118
6.2 Saha çalışması sonuçları .....	122
6.3 Öneriler .....	128
6.3.1 Atıksu arıtma tesisi işleticilerine ve karar vericilere öneriler.....	128
6.3.2 Araştırmacılara öneriler.....	129
KAYNAKLAR .....	131
ÖZGEÇMİŞ.....	146

## SİMGELER DİZİNİ

B	Bor
CO <sub>2</sub>	Karbon Dioksit
Cr	Krom
Cu	Bakır
da	Dekar
dB	Desibel
dBA	A ağırlıklı desibel
dBC	C ağırlıklı desibel
Fe	Demir
ha	Hektar
H <sub>2</sub> S	Hidrojen Sülfür
K	Potasyum
Km	Kilometre
mg/lt	Miligram/litre
Mn	Mangan
Mo	Molibden
N	Azot
Ni	Nikel
P	Fosfor
Pb	Kurşun

### Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AAT	Atıksu Arıtma Tesisi
AKM	Askıda Katı Madde
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı/Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
ÇKS	Çiftçi Kayıt Sistemi
FAO	The Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEMA	The Federal Emergency Management Agency
İBAAT	İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi
KAÇ	Klasik Aktif Çamur
KAÇAAT	Klasik Aktif Çamur Atıksu Arıtma Tesisi
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
NİMBY	Not In My Back Yard
OM	Organik Madde
SED	Sosyo-Ekonomik Etki Değerlendirme
TKN	Toplam Kendal Azotu
STK	Sivil Toplum Kuruluşları
TSD	Toplam Çözünmüş Katılar
UHAÇ	Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YDA	Yaşam Döngüsü Analizi
YSA	Yapay Sulak Alan
Zn	Çinko



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Kimyasal arıtma.....	36
Şekil 3.2 Tipik bir aktif çamur sistemi akım şeması.....	37
Şekil 3.3 Uzun havalandırılmalı aktif çamur.....	38
Şekil 3.4 Oksidasyon hendeği.....	39
Şekil 3.5 Damlatılmalı filtre.....	40
Şekil 3.6 Biodisk.....	41
Şekil 3.7 Bardenpho prosesi.....	43
Şekil 3.8 A/O prosesi.....	44
Şekil 3.9 A <sup>2</sup> /O Prosesi.....	45
Şekil 3.10 PhoStrip prosesi.....	45
Şekil 3.11 UCT prosesi.....	46
Şekil 3.12 VIP prosesi.....	47
Şekil 3.13 Hızlı infiltrasyon.....	48
Şekil 3.14 Yüzeyaltı akışlı yapay sulak alanlar.....	50
Şekil 3.15 Ankara Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi.....	51
Şekil 3.16 Ankara Kazan Atıksu Arıtma Tesisi.....	55
Şekil 3.17 Ankara Akdoğan Doğal Arıtma Tesisi.....	58
Şekil 4.1 Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi etrafında seçilen köyler.....	64
Şekil 4.2 Kazan Atıksu Arıtma Tesisi etrafında seçilen köyler.....	65
Şekil 4.3 Akdoğan Atıksu Arıtma Tesisi etrafında seçilen köyler.....	65

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Çeşitli kullanım alanlarındaki su kullanım miktarı.....	26
Çizelge 3.2	Evsel atıksudaki önemli kirleticilere ait birim yükleri.....	27
Çizelge 3.3	Atıksu içinde bulunan belli başlı kirleticilerin giderilmesinde kullanılan atıksu arıtma sistemleri.....	34
Çizelge 4.1	Araştırma alanına giren atıksu arıtma tesislerine göre köylerin dağılımı.....	61
Çizelge 4.2	İşletmelerin arazi genişliklerine göre olan dağılımı.....	61
Çizelge 5.1	Üreticilerin sosyo-ekonomik durumu.....	68
Çizelge 5.2	Köylerde altyapı durumu.....	69
Çizelge 5.3	Atıksu arıtma tesislerinin üreticiler üzerindeki çevresel ve sosyal etkileri.....	71
Çizelge 5.4	Üreticilerin arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı.....	75
Çizelge 5.5	Atıksu arıtma tesislerinin halk sağlığına olan etkisi.....	79
Çizelge 5.6	Arıtma tesislerinin köy ekonomisi üzerine etkisi.....	80
Çizelge 5.7	Üretici gözüyle atıksu arıtma tesislerinin sorunları.....	81
Çizelge 5.8	Üreticilerin koku çevresel etkisine göre dağılımı.....	85
Çizelge 5.9	Koku çevresel etkisin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı.....	86
Çizelge 5.10	Üreticilerin gürültü çevresel etkisine göre dağılımı.....	88
Çizelge 5.11	Üreticilerin araç trafiği çevresel etkisine göre dağılımı.....	89
Çizelge 5.12	Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerinin araç trafiği çevresel etkisine göre dağılımı.....	90
Çizelge 5.13	Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerinin araç trafiği çevresel etkisine göre dağılımı.....	90
Çizelge 5.14	Üreticilerin arazi kullanımı çevresel etkisine göre dağılımı.....	92
Çizelge 5.15	Arazi kullanımı değişiminin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı.....	92
Çizelge 5.16	Üreticilerin olumsuz görsel etkisine göre dağılımı.....	94
Çizelge 5.17	Olumsuz görsel etkinin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı.....	95
Çizelge 5.18	Üreticilerin arıtma tesislerini onaylaması.....	97
Çizelge 5.19	Tatlar KAÇAAT etrafında arıtma tesisini onaylama dağılımı.....	98
Çizelge 5.20	Arıtılmış su hakkında bilgi düzeyinin üreticilere göre dağılımı.....	100
Çizelge 5.21	Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su hakkında bilgi düzeyleri.....	101
Çizelge 5.22	Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su hakkında bilgi düzeyleri.....	101
Çizelge 5.23	Arıtılmış su kullanım isteğinin üreticilere göre dağılımı.....	102
Çizelge 5.24	Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su kullanım isteği	102
Çizelge 5.25	Arıtma çamuru bilgi düzeyinin üreticilere göre dağılımı.....	105
Çizelge 5.26	Arıtma çamuru hakkında bilgi düzeyinin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı.....	105
Çizelge 5.27	Arıtma çamuru hakkında bilgi düzeyinin Kazan İBAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı.....	106
Çizelge 5.28	Üreticilerin arıtma çamuru kullanma deneyimi.....	106

Çizelge 5.29	Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtma çamuru kullanma deneyimi.....	107
Çizelge 5.30	Arıtma çamuru kullanımının ürün kalitesi üzerindeki etkisi.....	107
Çizelge 5.31	Arıtma çamuru kullanımının verim üzerindeki etkisi.....	108
Çizelge 5.32	Arıtma çamuru kullanımının toprak üzerindeki etkisi.....	108
Çizelge 5.33	Üreticilerin arıtma çamuru kullanma isteği.....	109
Çizelge 5.34	Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtma çamuru kullanma isteği.....	109
Çizelge 5.35	Atıksu arıtma tesisi proseslerinin tarım ilacı kullanımı üzerine etkisi.....	111
Çizelge 5.36	Tatlar KAÇAAT'nin tarım ilacı kullanımı üzerine etkisi.....	112
Çizelge 5.37	Arazi kıymet değişikliğinin arıtma tesislerine göre dağılımı.....	115
Çizelge 5.38	Tatlar KAÇAAT kaynaklı arazi kıymet değişikliğinin üreticilere göre dağılımı.....	115
Çizelge 5.39	Atıksu arıtma tesislerinin istihdam üzerine etkisi.....	116
Çizelge 5.40	Tatlar KAÇAAT'nin istihdam üzerine etkisi.....	117
Çizelge 6.1	Atıksu arıtma tesislerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri.....	126

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Araştırma Konusunun Ortaya Çıkışı

20. yüzyılın ilk yıllarından itibaren hızlı sanayileşme ve kentleşmenin bir sonucu olarak çevre kirlenmesi de artmaktadır (Yaman 2009). Özellikle, sanayinin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde doğanın kendi kendine yenileyebilme kapasitesi aşıldığında yoğun bir kirlilik ortaya çıkmaktadır (Bayrak 2008). Canlı hayatının sürdürülebilmesi için suyun vazgeçilmez olması nedeniyle çevre kirlenmesi problemleri içerisinde su kirliliği önemli bir yer tutmaktadır. Yerine konulması olanaksız olan su tarımda, sanayide, enerji üretiminde kullanılmakta ve günden güne tükenmektedir (Bayrak 2008, Torun 2011).

Türkiye'nin su ve atıksu yönetim politikası, AB'ye katılım sürecinin devam etmesinin yanı sıra artan nüfus, hızlı kentleşme, küresel ve bölgesel düzeydeki gelişmeler doğrultusunda mevcut ve gelecekteki su ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak geliştirilmektedir. 1970'li yıllarda başlayan kanalizasyon şebekesi yatırımları sonucunda 2014 yılında belediye nüfusunun %90'ı kanalizasyon hizmetine ulaşmıştır (Şener 2016, Anonim 2016). Belediye tarafından işletilen atıksu arıtma tesisi (AAT) sayısı ise 1994 yılında 41 iken 2014 yılı sonunda 604'e çıkmıştır. 2001 yılında bu atıksu arıtma tesislerinin 25 âdeti fiziksel arıtma, 98 âdeti biyolojik arıtma (ikincil arıtma) ve 3 âdeti ileri arıtma (üçüncül arıtma) ile hizmet verirken 2014 yılında mevcut atıksu arıtma tesislerinin 49 âdeti fiziksel arıtma, 345 âdeti biyolojik arıtma, 92 âdeti ileri arıtma ve 118 âdeti doğal arıtma ile hizmet vermektedir (Anonim 2016).

Türkiye'de atıksu arıtma tesisi yapımı büyük bir hızla devam ederken atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan koku, gürültü ve arıtma çamuru sorunu giderek göz önüne gelmeye başlamıştır. Gündemi kaplamaya başlayan bu sorunlar atıksu arıtma tesislerinin yüzde yüz çevreci tesisler olmadığına, olumlu çevresel özelliklerinin yanında olumsuz yanlarının da olduğunun anlaşılmasına ve bu etkilerin ortadan kaldırılması için gerekli çalışmaların başlamasına neden olmuştur.

Zaman içinde, atıksu arıtma tesislerinin çevreye olabilecek olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesi, bu etkilerinin belirlenmesinin yanında olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek değerlendirilmesi büyük önem kazanmıştır. Bu amaçla, atıksu arıtma tesisi projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmalar bütününe içeren Çevresel Etki Değerlendirme Raporlarının (ÇED) hazırlanması zaruret haline gelmiştir. Bu kapsamda 23.06.1997 tarihli ve 23028 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği’nde “Nüfusu 20.000 ve üzerinde olan yerleşim birimlerine ait atıksu arıtma tesisleri” ÇED ön araştırması yapılacak tesisler grubuna girmiştir. Ancak zaman içinde bu durum değişerek 03.10.2013 tarihli ve 28784 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği’nde “Kapasitesi 150.000 eşdeğer kişi ve/veya 30.000 m<sup>3</sup>/gün üzeri kapasiteli atıksu arıtma tesisleri” çevresel etki değerlendirmesi uygulanacak projeler listesinde yer almıştır. 25.11.2014 tarihli ve 29186 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği’nde ise kapasitesi 150.000 kişi üzerinde olan atıksu arıtma tesislerinin yanında “Kapasitesi 50.000-150.000 eşdeğer kişi ve/veya 10.000-30.000 m<sup>3</sup>/gün olan atık su arıtma tesisleri” Ek 2 Listesi’nde yer almıştır. Böylece kapasitesi 150.000 kişi ve üzeri olan atıksu arıtma tesisleri için ÇED raporu hazırlanırken, kapasitesi 150.000 kişi altında olan atıksu arıtma tesisleri için Proje Tanıtım Dosyası hazırlanmaya başlanmıştır.

Atıksu arıtma tesislerinin olumsuz çevresel etkilerinin tespit edilerek, en aza indirme çalışmaları devam etmesine rağmen atıksu arıtma tesislerinin tasarımı teknoloji bazlı deşarj standartlarına göre yapılmaktadır. Deşarj standartlarının alıcı ortam özelliklerine göre yapılmaması su ortamının kullanımına yönelik korunamamasına neden olmaktadır. Bu duruma en iyi örneklerden biri Ergene Havzası’dır. Ergene Nehri ve kollarına yılın büyük bir bölümünde günlük doğal debilerinin 2-3 katı kadar atıksu deşarjı yapılmakta, nehir ve derelerin deşarj-bağımlı veya deşarj-ağırlıklı olarak akmasına neden olmaktadır. Bu durumda deşarj standartlarına uygun arıtılmış suyun alıcı ortama

verilmesi halinde bile havzadaki nehir ve kolları özellikle tatlı su akışının çok düşük olduğu yaz dönemlerinde IV. sınıf su kalitesinde olmaktadır (Görgün vd. 2010).

Günümüzde sanayi ve nüfusun yoğun olduğu yerlerde yaşanan su temininde karşılaşılan güçlükler, su ve atıksu ücretlerindeki hızlı artışlar, alıcı ortamın kullanımına yönelik atıksu arıtmayı gerektirmesi nedeniyle sıkılaştırılan deşarj standartları ile daha ileri seviyede atıksu arıtımı yapılmakta ve arıtılmış atıksular yeniden kullanılabilir düzeye getirilmektedir (Bayrak 2008).

Tüm bu gelişmelere rağmen atıksu arıtma tesislerinin buldukları yerlerdeki sosyo-ekonomik yapı üzerindeki etkileri Çevresel Etki Değerlendirme Raporu'nda olması gerektiği kadar önemli bir yer almamaktadır. Son zamanlarda düşük çevresel etkisi olan, ekonomik ve sosyal açıdan kabul edilebilir atıksu arıtma sistemlerini belirlemek amacıyla atıksu arıtma tesisleri için çevresel, sosyal ve ekonomik etki değerlendirmesi çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmalardan birisi 2010-2013 yılları arasında Padilla vd. tarafından yapılan Meksika'daki atıksu arıtma tesislerinin sosyal yaşam döngüsü analizi ile karşılaştırılması çalışmasıdır. Bu çalışmada köylülerin atıksu arıtma tesisinin kötü kokusundan şikâyetçi olduğu, arıtılmış suyu kullanmada çekinceleri olmasına rağmen kullandıkları tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca deşarj standartlarının belirlenmesi çalışmasının atıksu arıtma tesisi etrafındaki yerleşim yerlerindeki kültürel ve sosyal uygulamaların uyumlu olması için çiftçiler ve sivil toplum kuruluşları ile birlikte çalışmanın önemli olduğu görülmüştür (Padilla vd. 2013).

Bu çalışmada, farklı arıtma proseslerine sahip atıksu arıtma tesislerinin farklı çevresel etkilerinin olabileceği varsayımından yola çıkılarak, atıksu arıtma tesislerinin kırsal alanda yaşayan halk üzerine etkilerinin ortaya konulması ve farklı arıtma proseslerine sahip atıksu arıtma tesislerinin kırsal alan üzerine etkilerinin farklı olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Tespit edilen bu etkilerin karar vericilere atıksu arıtma tesislerinin olumsuz sosyal ve ekonomik etkilerin giderilmesi için gerekli etki azaltma çalışmalarının seçiminde yardımcı olması beklenmektedir. Bu çalışma ile bu açığı kapatmak ve konuya farklı bir bakış açısı getirilmesi amaçlanmaktadır.

## **11.2 Araştırmanın Önemi ve Kapsamı**

Tezin konusunu Ankara ili sınırları içinde yer alan, farklı arıtma proseslerine sahip Tatlar, Kazan ve Akdoğan Atıksu Arıtma Tesislerinin etrafındaki yerleşim yerlerinde yaşayan ve tarımsal faaliyetlerde bulunan üreticiler üzerindeki farklı çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin olup olmadığının tespit edilmesini ve tespit edilen etkilerin giderilmesi veya etkisinin azaltılmasına yönelik çözüm önerilerini kapsamaktadır.

Atıksu arıtma tesislerinin etki değerlendirmesiyle ilgili yapılmış çalışmalarda konu daha çok atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkisini değerlendirme açısından incelenmiştir. Ancak, tez kapsamında bu konuların yanında konunun önemli bir boyutu olan üretici de ele alınmış, farklı proseslere sahip atıksu arıtma tesislerinin üreticilerin tarımsal faaliyetleri, sosyal yaşamları ile kırsal ekonomi ve halk sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiş ve bu şekilde atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkileri dışında sosyal, ekonomik ve halk sağlığı etkileri ile atıksu arıtma tesislerinin etkileri konu bütünlüğü içinde değerlendirilmesine çalışılmıştır.

Ayrıca, bu tez çalışmasında üreticilerin atıksu arıtma tesislerine olan bakış açıları ortaya konulmuştur. Bu açıdan bakıldığında, tez konu ile ilgili olarak diğer çalışmalardan farklı olarak, üretici gözüyle atıksu arıtma tesislerini değerlendirerek literatüre bu yönden katkı sağlayacaktır.

## **1.3 Araştırmanın Amacı**

Tezin temel amacı farklı arıtma prosesine sahip atıksu arıtma tesislerinin çevresindeki yerleşim yerlerindeki üreticiler üzerindeki çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin araştırılması ve çevresel, sosyal ve ekonomik olarak en az etkiye sahip atıksu arıtma prosesinin belirlenmesidir.

## 1.4 Araştırma Tasarımı

### 1.4.1 Araştırma soruları

Bu bölümde araştırma konusunun ortaya çıkmasına neden olan, araştırmanın temelini ve amacını oluşturan sorulara yer verilmektedir. Araştırma sorularının incelenmesindeki temel neden, araştırmanın amaçlarına ulaşılmasında yön vermesidir. Bu yolla, araştırılacak konunun daha net ve açık olarak ortaya konulması sağlanabilmektedir.

Araştırma sorularının ortaya konulmasından sonra araştırmacının konu ile ilgili ileri sürdüğü hipotezlerin de sınanması ile birlikte araştırma sonuçları daha da net ortaya çıkarılacaktır. Yukarıdaki açıklamaların ışığında bu araştırmanın ortaya çıkmasına neden olan ve araştırmaya yön veren temel araştırma soruları aşağıda verilmiştir:

- ✓ Araştırma alanındaki atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkileri nelerdir?
- ✓ Araştırma alanındaki atıksu arıtma tesislerinin çevresindeki köylerde sosyal yaşam üzerinde etkisi oldu mu?
- ✓ Araştırma alanındaki atıksu arıtma tesislerinin kırsal ekonomiye etkisi var mı?
- ✓ Araştırma konusu olan atıksu arıtma tesisleri hakkında kırsal halkın bilgisi var mı?
- ✓ Araştırma konusu olan atıksu arıtma tesisleri etrafındaki yerleşim yerlerinin alt yapısında bir değişiklik meydana geldi mi?
- ✓ Araştırma konusu olan atıksu arıtma tesislerine çevresindeki yerleşim yerlerinde yaşayan üreticilerin bakış açısı nedir?
- ✓ Araştırma konusu olan atıksu arıtma tesisleri nedeniyle çevresindeki yerleşim yerlerinde hastalık oldu mu?
- ✓ Atıksu arıtma tesisi nedeniyle üreticilerin tarımsal ürün deseninde bir değişiklik oldu mu?



### 1.4.2 Araştırma hipotezleri

Bu bölümde, istatistiksel testlerin yapılmasından önce konu ile ilgili daha önceden yapılmış çalışmaların incelenmesi ile elde edilen bilgilere bağlı olarak oluşturulan araştırma hipotezleri verilmektedir. Araştırmanın ileriki aşamalarında, üreticiler ile görüşülerek yapılan anketlerden elde edilen verilerin uygun istatistiksel yöntemlerin kullanılmasıyla aşağıdaki hipotezlerin test edilmesi yoluna gidilmiştir.

Temel Araştırma Hipotezleri:

- ✓ Araştırma kapsamındaki köylerde atıksu arıtma tesislerinin olumlu çevresel etkisi bulunmaktadır.
- ✓ Araştırma kapsamındaki köylerdeki sosyal yapı üzerinde atıksu arıtma tesislerinin olumlu etkisi bulunmaktadır.
- ✓ Araştırma kapsamındaki köylerdeki ekonomik yapı üzerinde atıksu arıtma tesislerinin olumlu etkisi bulunmaktadır.
- ✓ Araştırma kapsamındaki köylerdeki halk sağlığı üzerinde atıksu arıtma tesislerinin herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır.
- ✓ Araştırma kapsamındaki köylerdeki çevreye duyarlılığın artmasında atıksu arıtma tesislerinin olumlu etkisi bulunmaktadır.
- ✓ Araştırma kapsamındaki farklı arıtma prosesine sahip atıksu arıtma tesislerinin üreticiler üzerinde farklı etkileri vardır.

### 1.4.3 Araştırmanın sınırlılıkları

Tez çalışması yapılırken ortaya çıkan sınırlılıklar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- ✓ Alan araştırmalarına yönelik olarak yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde zaman ve araştırma alanına ulaşım gibi ortak sınırlılıkların olduğu dikkati çekmektedir.
- ✓ Veri toplama yöntemi olarak belirlenen anket çalışmalarında üreticilerin anket sorularına açık bir şekilde cevap vermemeleri, üreticilerin bu yöndeki

çekincelerini aşabilmek için anketörler tarafından anket sorularına ilave olarak bazı açıklamaların yapılması da bir sınırlılık olarak düşünülebilir.

- ✓ Tez çalışması yapılırken ortaya çıkan bir ölçüt de araştırma kapsamında seçilen yerleşim yerleridir. Bu yerleşim yerleri seçilirken konum olarak atıksu arıtma tesislerinin önünde ve arkasında olması ölçütü dikkate alınmıştır. Köy grupları seçiminde ise atıksu arıtma tesisi önünde ve arkasında olmak üzere ikişer köy seçilmesine karar verilmiştir. Zaman ve maddi olanaklarının kısıtlı olmasına bağlı olarak alınan bu karar tez çalışması açısından bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir.
- ✓ Seçilen köylerdeki işletmelerin sayılarının ve arazi büyüklüklerinin çok çeşitli olması nedeniyle 5 dekardan küçük ve 400 dekardan büyük olan işletmeler popülasyonunun normal dağılımın sağlanması için popülasyondan çıkarılması da bir sınırlılık olarak düşünülebilir.
- ✓ Araştırma kapsamında seçilen atıksu arıtma tesisleri etrafındaki köy gruplarındaki Çiftçi Kayıt Sistemi'ne kayıtlı üretici sayısı ile gerçek üretici sayısının birbirinden çok farklı olması da bu çalışmada bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir.
- ✓ Çiftçi Kayıt Sistemi'ne göre seçilen köylere gidildiğinde araştırma bölgesinin Ankara'ya yakın olmasından dolayı, köylerde üretici bulunmasında sorun yaşanması da bir sınırlılık olarak ortaya çıkmıştır.

## 2. KONU İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

### 2.1 Atıksu Arıtma Proseslerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Çalışmalar

Su, canlıların hayatlarını idame ettirebilmeleri için en önemli maddelerden biridir. Suyun korunabilmesi için atıksuyun arıtıldıktan sonra alıcı su ortamına verilmesi gerekmektedir. Arzu edilen seviyede arıtma sağlanabilmesi için atıksu arıtma tesislerinde çeşitli işlem ve proseslerden yararlanılmaktadır (Eroğlu 2008). Atıksu arıtma tesislerinin tasarımı ardışık aşamalardan oluşan ve her biri ileri aşamada ortaya çıkan sonuçlara göre tekrar başa dönülüp, tasarımın revizyonunu zorunlu kılabilen, yaşayan ve tekrarlamalı bir süreçtir. Bu süreçte kullanılan veriler;

- ✓ Debi,
- ✓ BOİ/KOİ değerleri,
- ✓ Azot ve fosfor değerleri,
- ✓ Çıkış suyu kalitesi değerleridir

Tasarım aşamasında, giriş ve çıkış sularının nitelik ve nicelikleri göz önüne alınarak, tesisteki ünitelerin ne olması gerektiğini ve karşılıklı ilişkilerini gösteren akım diyagramı hazırlanır (Alpaslan vd. 2004). Bu aşamada atıksu arıtma tesisinde hangi prosesin kullanılmasının daha uygun olacağı belirlenmektedir. Bu amaçla proseslerin avantaj ve dezavantajları karşılaştırılmalıdır. Günümüzde uygun prosesin seçiminde Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) de kullanılmaya başlanmıştır. Arıtma proseslerinin YDA ile karşılaştırıldığı birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Dixon vd. (2003) tarafından yapılan YDA değerlendirmesinde, yatay akışlı yapay sulak alan tesisi ile paket biyofiltrasyon prosesine sahip atıksu arıtma tesisi karşılaştırılmıştır. Enerji kullanımında biyofiltrasyon prosesi ve yapay sulak alan oldukça benzer bulunmuştur. Ancak yapay sulak alan tesisi, tesis kapatıldığında bile yeniden kullanılabilir olması ile öne çıkmıştır.

Muga ve Mihelcic (2008) tarafından yapılan çalışmada, aktif çamur, fakültatif anaerobik, aerobik ve toprakta arıtma proseslerinin sürdürülebilirliği araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, atıksu arıtma teknolojisinin genel sürdürülebilirlik, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda bir fonksiyonu olduğu görülmüştür. Ayrıca proses seçimi ve göstergelerin yorumlanmasının bölgenin coğrafi ve demografik durumundan etkilendiği ve atıksu arıtma tesisinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için atıksu arıtma tesisinin yapıldığı alan içindeki ihtiyaçlar göz önüne alınarak tasarlanması gerektiği tespit edilmiştir. Örnek olarak, oluşan arıtma çamurlarının ve arıtılmış suyun yönetiminin yerel tarım faaliyetleri ile entegre edilebilmesi için yeni bir su dağıtım sisteminin inşa edilmesi ve gübreleme yerine arıtılmış su içinde bulunan besin elementlerinden faydalanılması önerilmiştir.

Abdel (2009) tarafından yapılan ardışık kesikli reaktör ile aktif çamur sisteminin karşılaştırıldığı çalışmada, ardışık kesikli reaktörün Toplam Kendal Azotu (TKN) ve toplam amonyak gideriminde aktif çamur sistemine göre daha etkili olduğu, aktif çamurun ise Askıda Katı Madde (AKM) gideriminde ardışık kesikli reaktöre göre daha etkili olduğu, her iki sistemde de Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) gideriminin aynı olduğu görülmüştür.

Nogueiraa vd. (2009) tarafından yapay sulak alan ile yavaş hızlı sızma sistemlerinin YDA değerlendirmesi sonucunda, her iki atıksu arıtma prosesinin de kırsal alanlar için uygun atıksu arıtma prosesleri olduğu belirlenmiştir.

Roux vd. (2010) tarafından düşey akışlı yapay sulak alan ve aktif çamur için yapılan YDA değerlendirmesinde, ötrofikasyon hariç, tüm etki kategorilerinde yapay sulak alan tesisinin çevreye olan olumsuz etkisinin daha az olduğu görülmüştür.

Güereca (2011) tarafından yapılan büyük atıksu arıtma ile toplamda bu tesisin debisine sahip birkaç küçük atıksu arıtma tesisinin aynı çevresel etkilere sahip olup olmadığının tespit etmeyi hedefleyen çalışmada, biri küçük diğeri büyük ölçekli (20 yıl işletilen) iki aktif çamur prosesine sahip atıksu arıtma tesisi YDA ile değerlendirilmiştir. Sonuçta

büyük atıksu arıtma tesisinin inşaatının birkaç tane küçük atıksu arıtma tesisi yapımına göre çevreye daha az olumsuz etki yaptığı, işletme aşamasında ise daha fazla elektrik tüketmesi nedeniyle küçük tesislere göre daha fazla olumsuz etkisi görülmüştür. Ötrofikasyon ve su toksitesi üzerindeki etkileri hem büyük hem de küçük tesislerde hemen hemen eşit çıkmıştır.

Risch vd. (2011) tarafından, 1 kg BOİ/gün gideren dikey akışlı saz bitkili yapay sulak alan sistemi ve klasik aktif çamur prosesi için YDA yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda yapay sulak alan tesisinin arazi kullanımı ve ötrofikasyon etkileri haricinde iklim değişikliği, ozon tüketimi, halk sağlığı, karasal asitleşme, doğal arazi değişimi, su tüketimi, metal giderimi ve yakıt tüketimi vb. etkiler açısından aktif çamur prosesine göre çevreye daha az olumsuz etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Musharrafie vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada, debisi 15 l/s olan aktif çamur prosesi ve stabilizasyon havuzuna sahip atıksu arıtma tesislerinin çevresel ve sosyal etkileri karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Aktif çamur prosesi sera gazı etkisi, ötrofikasyon ve foto-oksidan oluşumunda iyi bir performans sergilerken, stabilizasyon havuzu hava asitlenmesi, sucül toksisite, stratosfer ozon tabakasının incelmeye, abiyotik tükenmesi kaynakları ve zehirlilik üzerinde daha iyi performans göstermiştir. Her iki teknolojinin de sosyal değerlendirme sonucunda negatif etkileri olmadığı ancak aktif çamur prosesine sahip atıksu arıtma tesislerinin işletilmesi için çalışana ihtiyaç duyması nedeniyle iş sağlama anlamında daha olumlu ekonomik etkilerinin olduğu görülmüştür.

Kalbar vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, 100.000 eşdeğer nüfus kapasitesine sahip ardışık kesikli reaktör prosesine sahip atıksu arıtma tesisi için YDA kullanılarak çevresel ayak izi belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda tesisin inşaat aşamasındaki çevresel etkileri (iklim değişikliği, asitleşme, halk sağlığı, ötrofikasyon vb.) işletme ve bakım aşamasındaki etkilerine göre ihmal edilebilir düzeyde olduğu görülmüş ve atıksu arıtma tesisi prosesine karar verilirken tesisin işletme aşamasındaki etkilerinin karşılaştırılmasının yeterli olacağı görülmüştür.

## 2.2 Atıksu Arıtma Tesislerinin Çevresel, Sosyo-Ekonomik Etkileri Üzerine Yapılan Çalışmalar

### 2.2.1 Çevresel etkiler

1970’li yıllardan başlayarak çevre sorunlarına karşı artan duyarlılık, kalkınma ile çevre arasındaki sıkı ilişkiyi de gündeme getirmiştir. Önceleri kalkınmanın çevresel etkilerinin giderilmesi yönünde kabul edilen “tepki-ve-tedavi” (react-and-cure) stratejisinin, diğer bir deyişle, önce kirletip sonra temizleme yaklaşımının teknolojik açıdan olduğu kadar ekonomik açıdan da güçlüğü ortaya çıktıkça başka bir stratejiye “tahmin-ve-önleme” (anticipate-and-prevent) stratejisine geçilmesi gereği anlaşılmıştır. Kalkınmanın çevre üzerinde yarattığı ağır tahribatı onarmanın ve kirlilikleri gidermenin bedeli yükseldikçe, çevreyi tahrip etmeden ve kirletmeden kalkınmanın daha akılcı bir yaklaşım olacağı anlayışı çevresel etki değerlendirilmesinin geliştirilmesinin temel nedeni olmuştur (Serter 2005).

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) çevreyi doğrudan ya da dolaylı olarak olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilecek bir ya da birden fazla faaliyete ait bir proje için alınacak kararlara esas alınmak üzere yapılacak çalışmaları içermektedir. Bu çalışmalar;

- ✓ Proje konusu faaliyet(ler)in bütün çevresel etkilerinin bilimsel yöntemler ve tekniklerle irdelenmesi,
- ✓ Projenin çevreye olumsuz etkileri önlemek ya da çevreye zarar vermeyecek ölçülerde en aza indirmek için alternatif çözümlerin belirlenmesi,
- ✓ Projenin inşaat, işletme ve işletmenin kapatılması aşamasındaki çevresel etkiler için ÇED çalışması ile belirlenen önlemlerin izlenip denetlenmesidir.

ÇED’te bu etkilerin derecesinin ölçülmesinde kullanılan kıstas “önemli” (significant) olup olmadıklarıdır. Etkinin “önemli” olup olmadığı ÇED’e konu faaliyetin ve çevrenin özellikleridir (Anonim 2013b).

Atıksu arıtma tesislerinin de herhangi bir faaliyette olduğu gibi çevresel etkileri mevcuttur. Bu etkilerin önemli olanları şöyle sıralanabilir (Anonim 2013c):

- ✓ Arıtma çamurları,
- ✓ Arıtılan suyun kalitesi ve deşarj edileceği ortam,
- ✓ Atıksuyun sızma riski
- ✓ Kokudur.

Yukarıda belirtilen çevresel etkileri değerlendirmek ve olumsuz etkilerin çevreye zarar vermeyecek ölçülere getirmek için alternatif çözüm önerilerini belirlemek amacıyla ÇED raporları hazırlanmaktadır. Aşağıda hazırlanan ÇED raporlarının bazıları incelenmiştir.

İrlanda-Dublin-Swords Atıksu Arıtma Tesisi için 1998 yılında hazırlanan ÇED Raporu'nda, tesis nedeniyle oluşan kokuların  $25.9 \times 10^6$   $OU_E/m^3$  mertebesinde  $74,3 \times 10^6$   $OU_E/m^3$  mertebesine indirilmesi için yapılacak çalışmalar ile Newcourt, Seatown, Garton Park ve Lissenhall Drive yerleşim yerlerinde algılanabilir koku etkisinin azaltılacağı ifade edilmiştir. Ayrıca tesise ait gürültü kaynaklarının en yakın yerleşim yerine olan etkisini azaltmak amacıyla tesis etrafına bitki dikileceği, trafik yükünde meydana gelen artışın ise olumsuz etkisinin olmayacağı belirtilmiştir (Anonymous 1998).

2002 yılında hazırlanan Malta-Gozo-Ras İl-Hobz Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, tesisin otobana uzak olduğu, tesisin otoban bağlantısında yapılacak iyileştirmenin trafik yükünde önemli bir artış meydana getirmeyeceği, toprak kalitesi yüksek olan tarım arazisini de içine alan sahada yapılması nedeniyle tarım arazisi kaybına neden olacağı belirtilmiştir. Atıksu arıtma tesisi için seçilen arazi tarım amaçlı kullanılan dik ve teraslı bir arazide olmasına rağmen kentsel gelişime uygun bir alan olmaması nedeniyle görsel etkisinin kısıtlı olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca tesisin yapılacağı arazide önemli kültürel miras olmadığı da eklenmiştir (Anonymous 2002a).

Amerika-King County-Brightwatery Regional Atıksu Arıtma Tesisi için 2003 yılında hazırlanan ÇED Raporu'nda, tesisin inşası sırasında ekipmanlardan kaynaklanacak gürültünün 76-101 dBA arasında değiştiği öngörülmüştür. Atıksu arıtma tesisi ise gece

vakti yakın civarda gürültü seviyesinin 5 dBA'yı geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır (Anonymous 2003). Atıksu arıtma tesisi kapalı bir alan içinde yapılmıştır. Bu nedenle tesiste oluşan kokular toplanmakta ve koku temizleme ünitesinde temizlendikten sonra hava verilmektedir (Anonymous 2015).

2004 yılında İrlanda-Mayo County-Newport Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan Gürültü Etki Raporu'nda, atıksu arıtma tesisine en yakın evde arka plan gürültü seviyesi 33 dBA olarak ölçüldüğü, bu değer oldukça düşük bir gürültü seviyesi olması nedeniyle tesis ile ilgili gürültü şikâyetleri olmadığı ifade edilmiştir (Anonymous 2004a)

2008 yılında Güney Afrika-Cape Town-Athlone Yeni Kademe Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan ÇED Raporu'nda, yeni kademe atıksu arıtma tesisinin akarsu kalitesi, balıkçılık ve sucul ekosistem üzerine olumlu etkisinin olacağı, atıksu arıtma tesisi nedeniyle trafik yükünde olan artışın kullanıcılar üzerinde önemli bir etkisinin olmayacağı ancak, silajlık üretim amacıyla kullanılan arazide tesisin yapımıyla silajlık üretim yapılamayacağı belirtilmiştir (Anonymous 2008).

2009 yılında hazırlanan Amerika'daki Newcastle Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, atıksu arıtma tesisinin kurulduğu arazinin Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (The Federal Emergency Management Agency-FEMA) tarafından 500 yıllık taşkına göre tasarlandığı ifade edilmiştir. Ayrıca atıksu arıtma tesisi için yeni bir yol veya mevcut yolda iyileştirme yapılmayacağı ve mevcut trafik yüküne önemli bir yük getirmeyeceği, tesisinin arazi kullanımı üzerinde etkisinin olmayacağı belirtilmiştir (Anonymous 2009a).

2009 yılında hazırlanan İrlanda'daki Laois Atıksu Arıtma Tesisi kapasite artışı ÇED Raporu'nda, mevcut atıksu arıtma tesisi civarında taşkın olduğuna dair bir bilgi bulunmadığı ancak yeni yapılacak tesis ile daha yüksek kalitede arıtılan suyun Owenass akarsuyu üzerinde olumlu bir etkisinin olacağı belirtilmiştir. Ayrıca yeni yapılacak tesis ile N80 karayolunda %10 ve ağır taşıtlar yolunda %30 barajının aşılmayacağı için trafik



üzerinde önemli bir etkisinin olmayacağı (44 ağır taşıt, 80 hafif araç) ifade edilmiştir (Anonymous 2009b).

2009 yılında hazırlanan Soma Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, Soma Belediyesi kanalizasyon sistemi ve yağmur suyu sisteminin ayrı olması nedeniyle yağışlı zamanlarda ilçe içinde oluşan yağmur sularının tesise ulaşmayacağı ve bu şekilde akarsuya yağışlı zamanlarda ayrıca su yükü gelmeyeceği ifade edilmiştir. Tesis için Ankara Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi için yapılan gürültü ölçümlerinden yararlanarak yapılan gürültü hesaplarına göre gürültü seviyesinin tesise ait lojman alanlarında bile Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Ek VII, Tablo 4'de yer alan sınır değerlerin altında olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca tesisin yapılacağı arazinin 1. Sınıf tarım arazisi olduğu ve atıksu arıtma tesisinin yapılacağı 4.8 hektarlık alanın tesisin yapımından sonra tarım arazisi olarak kullanılmayacağı belirtilmiştir (Anonim 2009).

2009 yılında yapılan Filistin'deki Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, tesisin yakın çevresindeki 150 haneyi koku sorunuyla rahatsız edeceği, atıksu arıtma tesisine ulaşmak için yol ve ışıklandırma gibi alt yapı çalışmalarının gerçekleştirecekleri, atıksuların arıtılarak göle verilecek olmasına bağlı olarak göldeki su kalitesinin artacağı ve göl kenarındaki arazilerin yeniden kullanılabilir hale geleceği, arıtılmış suların özel ürünlerin sulamasında kullanılmasında alternatif su kaynağı olacağı ifade edilmiştir (Anonymous 2009c).

2009 yılında hazırlanan Kanada-Core Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, pompa istasyonu çevresindeki yerleşim yerlerinde hissedilebilir koku problemi olacağı, bunu önlemek için koku kontrol sistemlerinin kurulacağı, tesis nedeniyle trafik yükünde %3 civarında bir artış gerçekleşeceği ancak bu miktarın göz ardı edilebileceği ifade edilmiştir (Anonymous 2009d).

2012 yılında hazırlanan Ürdün-As-Samra Atıksu Arıtma Tesisi Çevresel ve Sosyo-ekonomik Etki Değerlendirme Raporu'nda, tesisten kaynaklanacak trafik sorunu ve

tesis nedeniyle arazi kullanımında değişiklik olmayacağı belirtilmiştir (Anonymous 2012).

2013 yılında Avustralya-Bundaberg-Rubyanna Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan Koku Etki Değerlendirme Raporu'nda, koku kaynağı olarak benzer şekilde dizayn edilen Goodna, Bundamba, Gney ve Wetalla atıksu arıtma tesislerindeki koku kaynaklarından elde edilen sonuçlar kabul edilmiştir. Buna göre birincil arıtma ünitesinde  $20 \text{ OU}_E \cdot \text{m}^3/\text{m}^2$  koku konsantrasyonu bulunması beklenirken, belt fitrede  $500 \text{ Ou} \cdot \text{m}^3/\text{s}$  ve çamur depolamada  $5 \text{ OU}_E \cdot \text{m}^3/\text{m}^2$  koku konsantrasyonu olması beklenmektedir. Tesis için yapılan Gürültü Etki Değerlendirme Raporu'nda ise tesisin kuzeyinde ve en yakın ev etrafındaki minimum geri plan seslerinin gün boyunca kırsal alan seslerine göre daha yüksek olduğu, hafta sonu ve hafta içinde ses düzeyinde pek bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Anonymous 2013a, Anonymous 2014).

Atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla ÇED raporları dışında da çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Amirhor vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, Amerika-New Hampshire, Concord'taki aktif çamur prosesine sahip Hall Street Atıksu Arıtma Tesisi sıvı ve katı atıksuların arıtılması esnasında oluşan koku sorunu nedeniyle periyodik olarak çevresindeki yerleşimlerde ikamet eden vatandaşlar tarafından şikâyet edildiği tespit edilmiştir.

Ekka vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, Amerika bulunan Ozark akarsuyuna akarsu su hacminin 57 katı kadar ortalama değarj olduğu ve akarsu hacminin % 90'ının arıtılmış sudan oluştuğu ifade edilmiştir.

Trpevska ve Dodeva (2009) tarafından Makedonya'nın en büyük atıksu arıtma tesislerinden biri olan Skopje Atıksu Arıtma Tesisi'nin çevresel etkileri üzerine yapılan çalışmada, Skopje Atıksu Arıtma Tesisi'nden kaynaklanan arıtılmış su değarjının

Vardar nehri su miktarı üzerindeki etkisinin Vardar nehrinin su hacminin büyük olması nedeniyle az miktarda olacağı belirtilmiştir.

Görgün vd. (2010) tarafından Çevre ve Orman Bakanlığı için hazırlanan Meriç-Ergene Havzası Endüstriyel Atıksu Yönetimi Ana Plan Çalışması Final Raporu'nda, 1991 yılından itibaren, yağışın olmadığı yaz aylarında bile nehirde sürekli bir akımın olduğu, bu durumun nehir ve kollarının doğal akım mekanizmasından farklı olarak Ergene Havzası'na hidrolojik çevrim dışında atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan yapay bir su katkısının varlığını gösterdiği, Ergene Havzası nehir ve nehir kollarında nehir suyunun %80-85'ini arıtılmış veya arıtılmamış atıksu oluştuğu belirtilmiştir.

McMahon vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, Amerika-Denver şehrine hizmet veren atıksu arıtma tesisleri nedeniyle Güney Platte nehir su hacminin %95'inin arıtılmış atıksudan oluştuğunun, su akışının azaldığı zamanlarda bu oranın %100'e çıktığı ifade edilmiştir.

Fattah ve Rabou (2011) tarafından yapılan çalışmada, lagünlerden oluşan Filistin-Beth Lahia Atıksu Arıtma Tesisi'nde aşırı yağışların olduğu zamanlarda tesisin aşırı yüklenmesi sonucunda lagünleri çevreleyen kum bariyerlerin yıkılarak taşkınlarla sebep olduğu görülmüştür.

Sówka vd. (2011) tarafından batı Polonya'daki mekanik besin maddesi giderimli biyolojik atıksu arıtma tesisinde yapılan çalışma, atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan koku etkisinin yaz aylarında 4 - 7100  $OU_E/m^3$  arasında ve kış aylarında ise 0-85  $OU_E/m^3$  arasında değiştiğini göstermiştir.

Naddeo vd. (2012) tarafından İtalya'nın Salerno Atıksu Arıtma Tesisi'nde yapılan çalışmada, en yüksek koku konsantrasyonu 5600  $OU_E /m^3$  ile çamur yoğunlaştırmada, en düşük koku konsantrasyonu 43  $OU_E/m^3$  ile oksidasyon ünitesinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Andersen vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada, 1988-2002 arasındaki kurak yıllarda Amerika'daki Güney Carolina Bush nehrine deşarj edilen arıtılmış su miktarının nehir su hacminin %70'i olduğu tespit edilmiştir.

Andersen vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise kurak dönemlerde atıksu arıtma tesislerinden yapılan deşarjların akarsu biyojeokimyasında çok büyük etkisi olduğu, tarımsal faaliyetlerin olmadığı Amerika'daki Güney Carolina, Enoree River üzerinde yapılan çalışmada deşarj noktasından 135 km uzakta bile atıksu arıtma tesisinin etkisinin görüldüğü tespit edilmiştir.

Teksa's'da yapılan çalışmada, toplam 75,000 m<sup>3</sup>/gün debili iki büyük ve bir küçük atıksu arıtma tesisi arıtılmış suyunun deşarj edildiği mevsimsel akışlı dere su hacmi üzerindeki etkisinin %70 ile %100 arasında değıştiği görülmüştür (Carey ve Migliaccio 2008).

Graham vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada ise Amerika'daki Blue nehrinin toplam yıllık akış hacmine Blue River Atıksu Arıtma Tesisi'nde arıtılarak deşarj edilen arıtılmış suyun katkısı kurak yıllarda %14 iken, yağışlı zamanlarda %4,6 olduğu görülmüştür. Bu tesiste arıtılan atıksuyun 2003-2009 yılları arasındaki nehir su hacmi üzerindeki katkısı ise ortalama olarak %6,6 olarak tespit edilmiştir.

### **2.2.2 Sosyo-ekonomik etkiler**

Son yıllarda önerilen bir projenin dolaylı veya dolaysız biyofiziksel (su, hava, toprak, fauna, flora üzerine vb.) etkilerinin değerlendirilmesi yanında, yapılması planlanan faaliyetin kültür, toplum ve çeşitli ekonomik faaliyet formları üzerindeki etkileri de değerlendirilmektedir (Anonymous 2007). Sosyal Etki Değerlendirmesi olarak tanımlanan bu süreç sosyal bilimlerin içinden çıkan disiplinler arası bir uygulamadır. Bu terim ilk defa 1969 yılında insan popülasyonu üzerinde çevresel değişimlerden kaynaklanan etkilerin belirlenmesi ve tanımlanması amacıyla çevre etki analizi içeriğinde kullanılmıştır (Fenton 2005) .

Sosyo-ekonomik Etki Değerlendirmesi (SED) planlanacak alan ile etkileşim halinde olan halkın sosyal, demografik, kültürel ve ekonomik yapısını ortaya koymaya ve ilgili doğal kaynağa ilişkin algı ve beklentilerini belirlemeye yönelik kapsamlı değerlendirmeleri içermektedir (Anonymous 2002b, Abdrabo ve Hassaan 2003, Korkmaz vd. 2009, Anonymous 2009e, Anonymous 2013b, Anonymous 2013c). Sosyo-ekonomik değerlendirme herhangi bir faaliyete geçmeden önce bu faaliyetten etkilenecek insanların uygulamadan ne şekilde etkileneceklerinin belirlenmesini sağlayarak sosyal kalkınma ile ilgili sorunların faaliyete geçilmeden tespit edilmesine yardımcı olmaktadır (Fenton 2005, Anonymous 2009e, Anonymous 2013b).

Sosyo-ekonomik Etki Değerlendirmesi özel ve kamu faaliyetlerinin olası sosyal, ekonomik, politik ve kültürel etkilerinin önceden tahmini ve değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir. Önceliklendirme, veri toplama, faaliyetlerin etkileri sosyal bilgiler dâhilinde değerlendirilerek geniş katılımlı paydaşlar için bir katılım stratejisi oluşturulmaktadır (Anonymous 2013b, Anonymous 2013c).

Atıksu arıtma her ne kadar bir çevre koruma faaliyeti olarak görülse de arıtma faaliyeti sonucunda arıtma çamurları adı verilen yan ürünlerin oluşması, tesisle ilgili olarak koku problemi olması, gürültü sorunu, tesis nedeniyle güzergâh üzerinde trafiğin artması gibi olumsuzluklar nedeniyle tesis yakınındaki yerleşim yerlerinde bir takım sorunlara yol açabilmektedir. Atıksu arıtma tesislerinin yapımından önce karar vericilere yerel halkın uygulamadan ne şekilde etkileneceği ve oluşabilecek olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için yapılacaklar hakkında ön bilgi verilmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu amaçla son zamanlarda Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu'nun yanında Sosyo-ekonomik Etki Değerlendirmesi Raporu da hazırlanmaya başlanılmıştır.

İrlanda-Dublin-Swords Atıksu Arıtma Tesisi için 1998 yılında hazırlanan ÇED Raporu'nda, tesisin boş ve sahihsiz arazide yapılmasına karşın, arıtma tesisi ünitelerinin yerden minimum yükseklikte yapılarak görsel etkinin en aza indirildiği, tesisin yapıldığı arazi içinde herhangi bir kültürel miras olmadığı ve atıksuyunun arıtılması sayesinde

Broadmeadow Estuary’de su sporları ve diğer turizmin gelişmesine bağlı olarak ekonomik faaliyetlerin arttığı belirtilmiştir (Anonymous 1998).

Pakistan’da yapılan ve arıtılmış suların tarımda kullanılmasını içeren sosyal etki çalışmasında halkın atıksuyu sulamada kullanılmasına dair şüphe ve kaygıları tanımlanmıştır. Bunlar (Hussain vd. 2001);

- ✓ Genel kaygılar; sağlık kalitesinin ve çevresel kalitenin bozulması, koku gibi sıkıntılardır.
- ✓ Sosyal kaygılar; gıda güvenliği, sağlık ve refah, bozulan yaşam kalitesi, mülk değerlerindeki kayıplar, sürdürülebilir arazi kullanımı vb.’dir.
- ✓ Doğal kaynaklar ile ilgili kaygılar; hayati su kaynaklarının kirlenmesi, balık, vahşi yaşam vb. kayıplar olarak sıralanmıştır.

2002 yılında hazırlanan Malta-Gozo-Ras II-Hobz Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu’nda, tesisin yamaçta kurulması nedeniyle sahile yakın olmasına rağmen görsel etkisinin sınırlı olacağı, tesis nedeniyle herhangi bir kültürel mirasa zarar verilmeyeceği, tesisin toprak kalitesi yüksek olan tarım arazisini de içine alan sahada yapılması nedeniyle tarım arazisi kaybına neden olacağı, bu tarım arazisi kaybı nedeniyle üretici üzerinde kısa dönem olumsuz etkisinin olacağı belirtilmiştir (Anonymous 2002a).

2005 yılında hazırlanan Lübnan-Al-Houch Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu’nda, belediye meclisi ve yerel halk tarafından yapımı kabul edilen atıksu arıtma tesisi ile Rashaya’daki fosseptiklerden kaynaklanan koku ve sağlık sorunlarının ortadan kalkacağı temiz ve sağlıklı bir çevreye kavuşulacağı belirtilmiştir. Ayrıca tesiste yer alan 8 metre yükseklikteki çürütücünün 4 metresi yer altında 4 metresi yer üstünde olacağı, yer üstündeki görüntünün orman ağaçları tarafından engellenerek görsel etkinin azaltılacağı, tesisin bulunduğu alanda herhangi bir kültürel veya arkeolojik miras bulunmadığı da eklenmiştir. Atıksu arıtma tesisinin en yakın yerleşim yerindeki işsizliği azaltmasının yanında atıksu arıtma tesisi çıkış sularının kurak mevsimde orman ağaçların ve hatta zeytinlerin sulanmasında alternatif su kaynağı olacağı da ilave edilmiştir. Arıtılmış suyun deşarj ile alıcı ortamın su kalitesinin artmasına bağlı olarak

gelişecek olan eko turizm vb. projelerle yerel halkın gelirinin artacağı da belirtilmiştir (Anonymous 2005).

2008 yılında Güney Afrika-Cape Town-Athlone Atıksu Arıtma Yeni Kademe Tesisi için hazırlanan ÇED Raporu'nda, yeni yapılacak tesisten etkilenebilecek tek bir konutun bulunduğu, tesis ile ev arasının yol ve ağaçlık alan olması nedeniyle tesisin ev üzerindeki görsel etkisinin minimum olacağı, tesisin yapılacağı arazi içinde herhangi bir kültürel miras olmadığı belirlenmiştir (Anonymous 2008).

2009 yılında hazırlanan İrlanda'daki Laois Atıksu Arıtma Tesisi kapasite artışı ÇED Raporu'nda, mevcut tesis yanına yapılacak yeni tesisin görsel etkisinin olmayacağı, yeni yapılacak atıksu arıtma tesisi civarında kültürel ve arkeolojik miras bulunmadığı, yeni yapılacak tesisin çevresindeki yerleşim yerlerinde işsizlik üzerine etkisinin olmayacağı belirtilmiştir (Anonymous 2009b).

2009 yılında hazırlanan Amerika-Newscastle Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, arıtma tesisi tepeciklerle dolu bir alanda yapılacağı için, tesisin olumsuz görsel etkisinin olmayacağı belirtilmiştir (Anonymous 2009a)

2009 yılında hazırlanan Filistin'deki Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, tesisin çevresindeki arazi zayıf manzara kalitesine sahip olması nedeniyle tesisten kaynaklanacak olumsuz bir görsel etki beklenmediği ve tesisin yapılacağı arazi içinde herhangi bir kültürel miras olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca arıtılmış atıksuların özel ürünlerin sulamasında kullanılmasında alternatif su kaynağı olacağı, eski atıksu arıtma tesisini oluşturan lagünlerin kaldırılıp doldurulmasının bu bölgedeki arazi değerini yükselteceği, arıtma tesisinde çalışmak üzere 100 kişinin işe alınacak olması nedeniyle bölgede işsizliğin azalacağı ve bölgede gelir artışı meydana geleceği belirtilmiştir. Ancak, raporda arıtma tesisi sonrasındaki filtrasyon havzasında ikamet eden bir çiftçi ailesinin filtrasyon havzası yüzünden gelir kaybına uğrayacağı da belirtilmiştir (Anonymous 2009c).

2009 yılında hazırlanan Kanada-Core Bölgesi AAT ÇED Raporu'nda uzman arkeologlar ile yapılan arazi çalışması sonucunda, tesis arazisi içinde herhangi kültürel ve arkeolojik miras bulunmadığı ifade edilmiştir (Anonymous 2009d).

2010 yılında hazırlanan Soma Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, arıtma tesisinin düz alanda yapılması nedeniyle dağ, tepe gibi doğal perdeleyicilerden yoksun kaldığı ve bu yüzden farklı uzaklıklarda kolay algılanabilir olduğu, görsel etkiyi azaltmak amacıyla gece aydınlatmasının çevre peyzajı ve faunayı etkilemeyecek ancak tesis içi güvenlik şartlarını sağlayacak kadar yapılacağı ifade edilmektedir. Raporunda ayrıca arıtma tesisi arazisinin tek bir kişiye ait olması sebebiyle kamulaştırmada sorun yaşanmadığı da ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak arıtma tesisi çıkış suyu kalitesinin artmasına bağlı olarak sulamada kullanılan derenin kalitesinin artacağı ve daha kaliteli ve sağlıklı ürünler yetiştirileceği, arıtma tesisi inşaat ve işletmesi boyunca işçi alımının en yakın köyünden sağlanırken, sadece teknik personelin dışardan sağlanabileceği de belirtilmektedir (Anonim 2009).

Anwar vd. (2010) tarafından Pakistan'da yapılan bir çalışmada, arıtma tesisi yakınındaki tarlalara atıksuyun ulaşımının kolay olması durumunda, atıksu ile tarlaların sulanmasının tarlanın değerini yükseltmesinin ve yüksek besin maddesi içeren atıksu ile yapılan sulama sonrasında tarlanın verimini arttırdığı tespit edilmiştir.

Meksika'daki aktif çamur prosesine sahip atıksu arıtma tesisi ile stabilizasyon havuzlu arıtma tesisinin sosyal etki değerlendirmesi sonucunda, her iki tesisinde sosyal etkileri olumlu çıkmıştır (Anonymous 2013d).

2012 yılında hazırlanan Ürdün-As-Samra Atıksu Arıtma Tesisi Çevresel ve Sosyo-ekonomik Etki Değerlendirme Raporu'nda, tesisi çevreleyen tepeciklerin tesisten kaynaklanacak görsel etkiyi yok ettiği, arıtma tesisi nedeniyle haşere sorunu olmayacağı ve tesisin işletilmesi için işçi alımının civar yerleşim yerlerinden sağlanacağı için bölgedeki işsizliği azaltacağı belirtilmiştir (Anonymous 2012).



2013 yılında yapılan “Akarçay Havzasında Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılmasının Araştırılması Projesi” kapsamında Afyonkarahisar Atıksu Arıtma Tesisi arıtılmış sularının sulamada kullanılması halinde günlük 44000 m<sup>3</sup> arıtılmış su ile 4740 dekar tarım alanının sulanacağı hesaplanmıştır. Bu durumda ürün deseni ve üretim şeklinin değişeceği, daha önce kuru tarım şeklinde yetiştirilen arpa ve buğday üretimi sulu tarımla yetiştirileceği, silajlık mısır, yonca ve şeker pancarının da bölgenin ürün deseninde yerini alacağı öngörülmüştür. Proje hayata geçtiğinde proje ile sulanması hedeflenen 4738,8 dekar arazinin yeni ürün deseni %15 arpa, %25 buğday ve %20’şer silajlık mısır, şeker pancarı ve yonca olması beklenmektedir. Proje sahasında sulu tarıma geçilmesi durumunda elde edilecek gelirin belirlenmesi amacıyla yetiştirilecek bitkilerin dekara ortalama üretim girdileri ve maliyet hesabı yapılmıştır. Bitki türlerine göre ayrı ayrı birim alana net gelirleri hesaplandıktan sonra ürün deseninde yer alacakları yüzdelere göre proje sonrası dekara yıllık net gelir hesaplanmıştır. Proje öncesi yıllık net gelirin 424.928,2 TL, proje sonrasında 1.036.565,1 TL ye çıkması ve proje sayesinde (1.036.565,1 - 424.928,2) 611.636,9 TL’lik bir gelir artışının olması beklenmektedir (Anonim 2013d).

Johns Creek Çevre Kampusu Fulton Eyaleti’nde NİMBY (Not-In-My-Back-Yard) arka bahçemde istemem mantığını yıkmak amacıyla halkın onayını alarak yapılmıştır. Bu arıtma tesisinde arıtılan suyun %80’i yerel halkın yeniden kullanımına sunulmuştur. Cauley Creek AAT, Johns Creek Çevre Kampüsünün merkezinde yer alması nedeniyle tesise aşırı atıksu gelmesini önlemektedir (Schuler vd. 2011).

Ghanem (2012) tarafından arıtılmış atıksuyun tarımda kullanılmasının sosyo-ekonomik etkilerini değerlendirmek amacıyla Wadi Nar havzasında çiftçiler ve tüketiciler ile yapılan anket çalışması sonucuna göre; üreticilerin %30’ı temiz su olması durumunda arıtılmış suyun sınırsız kullanımını uygun bulduklarını belirtmişlerdir. Üreticilerin yarısından fazlası ise arıtılmış su ile sulanan meyve ve sebzeler için sulama suyu parası ödemek istemektedirler.

Yaman ve Olhan (2011) tarafından, Ankara Tatlar Atıksu Arıtma tesisi etrafındaki 3 farklı ilçede yapılan anket çalışması sonucunda, arıtma çamuru kullanımının buğday verimini %17,63 arttırdığı görülmüştür. Çalışma ayrıca arıtma çamurunun kullanımı buğday üretiminde brüt kârı %64,9 artırdığını, üretim maliyetini ise %26.01 azalttığını göstermiştir.

Hanay ve Hasar (2007) tarafından Kayseri Atıksu Arıtma Tesisi'nden kaynaklanan arıtma çamurunun araziye uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, özellikle çamurun kalite kriterlerinden olan ağır metal içeriklerinin değerlendirilmesi sonucu çamurun ağır metal konsantrasyonunun yüksek olduğu bulunmuş ve arıtma çamurlarına herhangi bir işlem yapılmadan direk tarımsal alanlara uygulanmasının mümkün olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu çamurun elektriksel iletkenliğinin yüksek olması toprakta mikrobiyal aktiviteyi etkileyen önemli bir faktör olup özellikle fazla tuzlu çamurun toprağa ilavesiyle topraktaki besin maddelerinin döngüsü azalmakta ve fitotoksiditeye neden olmaktadır. Bu nedenle, sözü edilen arıtma çamurunun tarımsal amaçlı toprağa uygulanmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sanin vd. (2013) tarafından Polatlı Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü arazisinde yapılan Ankara Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi arıtma çamurlarının kullanıldığı tüm tarla denemelerinde, çamur uygulamalarının toprağın bazı kimyasal özelliklerini (OM, KDK, N, P, K) olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir. Kireç ve pH etkilenmemiş, toprağın tuz içeriği ise artmıştır. Buğday tanesinde ise belirlenen Cd miktarı Gıda kodeksi, FAO ve AB'nin buğday tanesi için belirlemiş olduğu sınır değer (ort. 0,2 mg/kg) altında bulunmuş, ancak kontrole göre kimyasal gübre uygulaması da dâhil olmak üzere bütün uygulamalarda tanedeki kurşun sınır değer (ort. 0,2 mg/kg) oldukça üstünde tespit edilmiştir. Toprakta çamur uygulamasına bağlı olarak toprakta toplam ve alınabilir ağır metal (Ni, Pb, Cu, Cr, Zn) kapsamlarında artış belirlenmiş, alınabilir Ni hariç diğer metallerde belirlenen bu artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

İzmir'in Menemen ilçesindeki iki parselde, İzmir-Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi arıtma çamurlarının kullanıldığı tarla denemelerinde artan dozda arıtma çamuru

uygulamalarına bağlı olarak, denemelerden elde edilen toplam (sap+yaprak+koğan) ve tane mısır veriminin kontrole göre istatistiksel olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, artan dozda arıtma ęamuru uygulamaları deneme topraklarının bitki besin maddelerini, organik madde, kireç ve tuz içeriklerini kontrole göre istatistiksel olarak arttırdığı grlmştir. Araştırma sonuçları, her yıl yüksek dozlarda arıtma ęamuru uygulamalarının toprak ve bitkilerin ağır metal içeriklerini artırma riski oluşturduğunu göstermektedir. Bu nedenle yönetmelikteki koşulları sağlasa bile stabilize arıtma ęamurlarının Ege Bölgesi koşullarında, mısır üretiminde toprakta kullanımında kuru madde ağırlık üzerinden 1t/da düzeyi aşılmaması, arıtma ęamuru uygulamasının her yıl (st üste) yapılmaması gerektiği belirtilmiştir (Sanin vd. 2013)

Mısır'daki Gabal El Asfar Atıksu Arıtma Tesisi için 2014 yılında hazırlanan ęevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi Raporu'nda, vasıfsız veya yarı-vasıflı işçilerin ęevre yerleşim yerlerinden karşılanacağı belirtilmiştir (Anonymous 2014b).

### **2.2.3 Halk sağlığı üzerindeki etkiler**

Arıtma tesisleri insani faaliyetler sonucunda oluşan atıksuyun arıtılarak alıcı su ortamına verildiği tesisler olması nedeniyle halk sağlığı üzerinde olumlu etkileri daha çok olmaktadır. Ancak her tesis gibi bu tesislerin de halk sağlığı üzerinde olumlu etkileri yanında olumsuz etkileri mevcuttur. Tarımsal amaçlı sulama için suların yeniden kullanılması ile ilişkilendirilen biręok risk etmeni bulunmaktadır. Bazı risk etmenleri, kısa sürede etkili olurlar ve ortaya ęıkan etkinin şiddeti insanların, hayvanların veya ęevresel temas potansiyeline bağlı olarak değişir (mikrobiyal patojenler gibi). Diğer risk etmenleri ise daha uzun sürelerde ve arıtılmış suyun sürekli kullanılmasıyla artan (toprak tuzluluğu, toksik kimyasalların etkileri gibi) etkilere sahiptir (Hamilton vd. 2006, Toze 2006, Kukul vd. 2010). Tarımsal amaçlı yeniden kullanım için kullanılan suyun kalite kriterleri genellikle sağlık problemlerine neden olabilen patojenlerin varlığına odaklanan mikrobiyolojik maddeler, toplam ęznmř katılar ve tuzluluktur. Atıksuların tuzluluk seviyesi genellikle yüksektir ve göreceli olarak maliyetli tuz giderme prosesleri ile kombine edilmezse tuzluluk giderilemez ve

su temini maliyeti artar (Anonymous 2014c). Bu nedenle sulama için iyi kaliteli suların kullanımını birçok yerde su kaynaklarının azalmasında tehdit oluşturmaktadır ve birçok durumda sulu tarım, artan nüfus için yiyecek sağlayan toprakları sulamak için az ve daha düşük kaliteli su kullanımını sorunuyla karşı karşıyadır (Anonim 2013c).

Arıtma tesislerinden kaynaklanan birincil sağlık sorunu havada partikül halde bulunan bakteriler olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada, bakterilerin rüzgârlı ve nemli koşullarda en az yaygın olduğu görülmüştür. Bu parçacıklar tesis yakınında yaşayan insanlar için solunum ve bağırsak enfeksiyonları gibi riskler meydana getirebilmektedir. Ayrıca tesiste kullanılan kimyasalların tenneffüs edilmesi solunum yolu enfeksiyonları, göz tahrişi, depresyon, merkezi sinir sistemi hasarı ve olası zehirlenmeye neden olabilmektedir (Anonymous 2009f).

Filistin'deki Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda arıtılmış suların filtrasyon havası ile yeraltı suyunu beslemesi nedeniyle yeraltı suyu kalitesinin yükseleceği ve yeraltı suyu kirliliği nedeniyle oluşan hastalık ve ölüm oranının düşeceği ifade edilmiştir (Anonymous 2009c).

2009 yılında hazırlanan Kanada-Core Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda son zamanlarda arıtma tesislerinin halk sağlığı üzerindeki etkileri konulu çalışmalarda arıtma tesislerinin çevresindeki yerleşimler üzerinde halk sağlığı üzerinde etkilerinin olmadığı ancak tesis içinde çalışan işçiler için arıtma tesisi hastalığı olarak tabir edilen bakteri, patojen, virüs ve mantarlardan kaynaklanan sindirim sistemi ve merkezi sinir sistemi ile ilgili hastalıklara neden olabileceği ifade edilmiştir (Anonymous 2009d).

### 3. ATIKSU ARITMA KONUSUNDA GENEL BİLGİLER

#### 3.1 Atıksu Oluşumu

Yerleşim yerlerinden oluşan atıksular o bölge nüfusunu teşkil eden insanların temel gereksinimlerinden kaynaklanmaktadır. Bunun nedeni kullanılan suyun büyük bir kısmının atıksuya dönüşmesidir (Muslu 1996; Güneş 2000). Evsel atıksular genel olarak insan dışkısı, banyo, duş, çamaşır, bulaşık, mutfak, lavabo ve yer yıkama sularından oluşmaktadır (Ayaz 1998). Evsel atıksuları oluşturan kullanım alanları ve su miktarları çizelge 3.1’de özetlenmiştir (Qasım 1985, Şener 2007).

Çizelge 3.1 Çeşitli kullanım alanlarındaki su kullanım miktarı (Qasım 1985, Şener 2007)

<b>Kullanım Alanı</b>	<b>Debi</b>
Lavabo	4-8 l/kullanım
Duş	90-110 l/kullanım
Banyo Küveti	60-190 l/kullanım
Tuvalet Sifonu (Tank tipi)	19-27 l/kullanım
Tuvalet Sifonu (valf tipi)	9-110 l/kullanım
Bulaşık Makinesi	15-30 l/kullanım
Çamaşır Makinesi	110-200 l/kullanım
Musluk	4-5 l/dak
Çöp Kutularının Yıkınması	6000-7500 l/hafta
Muslukların Sızdırdığı	10-100l/gün

Evsel atıksuların kompozisyonu atıksu içinde bulunan bileşenlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak gerçek miktarlarını ifade etmektedir. Evsel atıksuların Türkiye şartlarında tespit edilen nüfus başına kirlilik yükleri ve atıksudaki önemli kirleticilere ait birim değerleri çizelge 3.2’de verilmiştir (Anonymous 1980, Ayaz 1998, Güneş 2000, Anomim 2004, Şener 2007).

Çizelge 3.2 Evsel atıksudaki önemli kirleticilere ait birim yükleri (USEPA 1980, Ayaz 1998, Güneş 2000, Anonim 2004, Şener 2007)

Parametre	Birim Yük (g.kişi/gün)
BOİ <sub>5</sub>	45-100
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	70-220
Askıda Katı Madde	70-150
Toplam Katılar	150-300
Yağ-gres	10-40
Toplam N	6-15
Toplam P	0,6-4

### 3.1.1 Fiziksel özellikler

Atıksuyun fiziksel özellikleri; toplam katı madde, koku ve sıcaklık olarak sıralanabilir.

**Toplam Katı Madde:** Ortalama olarak evsel atıksular 720 mg/lt toplam katı madde içerir. Toplam katı maddenin yaklaşık 500 mg/lt'si çözülmüş halde, geri kalanı ise askıda katı durumdadır. Çözülmüş ve askıdaki katılar sabit ve uçucu halde olabilirler. Arıtma işlemlerinin çoğu, askıdaki katı madde ve uçucu çözülmüş katı maddelerin uzaklaştırılması için tasarlanır (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

**Koku:** Atıksuda bulunan organik maddelerin bozulmasıyla oluşan gazlar kokuya neden olmaktadır. Havalandırmasız ortamda kalan atıksu kısa süre içerisinde septik hale gelir. Septik suyun en belirgin kokusu hidrojen sülfür gazının meydana getirdiği kokudur. Yağlar, petrol ve organik çözücüler de atıksuyun kokmasına neden olur (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

**Sıcaklık:** Genellikle atıksu sıcaklığı, kış aylarında hava sıcaklığından daha yüksektir. Yaz aylarında ise hava sıcaklığından daha düşüktür (Anonim 2012a, Anonim 2012c).

### 3.1.2 Kimyasal özellikler

**Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ):** Atıksudaki organik maddelerin biyokimyasal oksidasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından kullanılan çözünmüş oksijenin miktarıdır. Biyokimyasal oksidasyon yavaş bir işlemdir ve teorik tamamlanma süresi sonsuzdur. 20 günlük bir süre içerisinde, oksitlenme % 95-99 tamamlanır. BOİ testi için kullanılan 5 günlük sürede ise oksitlenme % 60-70 arasında gerçekleşir (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

**Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ):** KOİ testi atıksuların organik madde içeriğini ölçmek için yapılmaktadır. Oksitlenebilen organik madde kimyasal oksitleyici olan potasyum dikromat kullanılarak ölçülmektedir. Atıksuyun KOİ'si genel olarak BOİ'sinden daha yüksektir. Çünkü biyolojik olarak oksitlenemeyen birçok bileşik kimyasal olarak oksitlenebilmektedir. KOİ testi 3 saatte yapılabilirken, BOİ testi 5 gün içinde sonuçlanmaktadır. Bu nedenle KOİ ile BOİ arasında bağlantı kurulabilir. Aradaki bağlantı bir kere belirlendiğinde KOİ ölçümleri atıksu karakterizasyonunda kullanılabilir. Türkiye'de yapılan deneysel çalışmalara göre KOİ/BOİ oranının 1,6-2,5 arasında değiştiği belirlenmiş olup, bu değer ortalama 2 olarak kabul edilebilir (Anonim 2012a, Anonim 2012c).

**pH:** Atıksudaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun parametresidir. Atıksuyun pH değeri biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinin belirlenmesinde önemlidir. İçme suyunun pH değeri 6-8 arasında, deniz suyunun 8, doğal suların 7 ve evsel atıksuyun ise 7-8 arasındadır (Anonim 2012a).

**Klorür:** Evsel atıksularda, klorürlerin belli başlı kaynağı insan idrarıdır. Su sertliğinin yüksek olduğu yörelerde, su yumuşatıcılarının kullanılması ile büyük miktarda klorür atıksuya karışmaktadır. Alıcı ortamda yüksek miktarda klorür konsantrasyonlarının bulunması, alıcı ortamın atıksu deşarjına maruz kaldığının bir göstergesidir (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

**Alkalinite:** Kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum gibi elementlerin hidroksit, karbonat ve bikarbonatlarının varlığından veya amonyaktan oluşmaktadır. Atıksu genelde alkalidir (Anonim 2012a, Anonim 2012c).

**Azot:** Atıksudaki mikroorganizmalar için bir besin maddesidir. Azot yeterli olmadığı durumlarda, atıksuyun arıtılması için azot ilavesi gerekebilir. Evsel atıksuda azot biyolojik arıtım için gerekli miktarda vardır. Alıcı ortama deşarj edilen arıtılmış suda azot varsa, alıcı ortamda hem oksijen tüketimine hem de ötrifikasyona sebep olabilir. Atıksudaki azot başlıca proteinli maddelerden ve üreden kaynaklanmaktadır. Bakteriler tarafından parçalanan bu bileşikler amonyak oluşumuna sebep olurlar. Oksijenli bir ortamda bakteriler amonyağı nitrit ve nitrata oksitlerler. Nitrat azotu atıksudaki azot bileşiklerinin son oksidasyon kademesidir (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

**Fosfor:** Atıksudaki mikroorganizmalar için bir besin maddesidir. Alıcı ortama deşarj edilen arıtılmış atıksuda fosfor varsa, alıcı ortamda ötrifikasyona sebep olabilir (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

**Kükürt:** Sülfat iyonu doğal olarak atıksuda mevcuttur. Sülfatlar, kimyasal olarak, anaerobik (oksijensiz) koşullarda, bakteriler tarafından süfürlere ve hidrojen süfüre (H<sub>2</sub>S) indirgenir. Daha sonra H<sub>2</sub>S biyolojik olarak süfürik aside oksitlenir (Anonim 2012a, Anonim 2012c).

**Ağır Metaller ve Zehirli Bileşikler:** Nikel, kurşun, krom, kadmiyum, çinko, bakır ve civa gibi ağır metaller ve oluşturdukları bileşikler mikroorganizmalar için zehirlidir. Bu nedenle atıksuyun biyolojik arıtımı safhasında sorunlar yaratırlar. Evsel atıksularda ağır metaller ve zehirli elementler bulunmaz (Anonim 2012a, Anonim 2012c).

**Gazlar:** Evsel atıksularda bulunan gazlar azot, oksijen, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, amonyak ve metandır. Çözünmüş oksijen, aerobik mikroorganizmaların ve diğere aerobik canlıların solunumu için gereklidir. Atıksulardaki oksijen miktarı, mikroorganizmaların oksijen



tüketimi sebebi ile çok düşüktür. Atıksuda bulunan organik maddelerin anaerobik parçalanmasının yan ürünlerinden biri metan gazıdır. Bu gaz çabuk alev alan ve patlama tehlikesi olan bir gazdır. H<sub>2</sub>S gazının ise toksik etkisi çok fazladır (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

### **3.1.3 Biyolojik özellikler**

Evsel atıksularda bulunan belirgin organizma grupları bitkiler, hayvanlar, fungi, protozoa, virüsler, bakteriler ve algler gibi mikroorganizmalardır. Evsel atıksudaki mikroorganizmaların birçoğu insanlar ve hayvanlar için hastalık yapıcı özelliktedir. Koliform bakterileri insan atıklarından kaynaklanan kirlenmenin bir göstergesidir. Algler de tat ve koku problemlerine yol açmaktadır. Atıksuyun arıtımı esnasında organik maddeler bakteriler aracılığıyla parçalanmaktadır (Anonim 2012a, Anonim 2012b, Anonim 2012c).

## **3.2 Atıksuların Arıtılması**

### **3.2.1 Atıksu arıtımının tarihçesi**

İlk bilinen su akıtma tertibatı bulunan tuvaletler Kral Minos tarafından MÖ 1700'de Girit'teki Knos Sarayında kurulmuştur (Ujang ve Henze 2006). 3.700 yıl boyunca bu sistemi kullanan hükümetler ve toplumlar ev içindeki alanlarda oluşan ekolojik kaynakları ve halk sağlığını tehdit eden bu insan kaynaklı atıkların taşınımı ve atıkların azaltılması için iyileştirme yolu araştırmışlardır. Yunanlılar, Romalılar, İngilizler ve Fransızlar MÖ 800 ve MS 1850 yılları arasında atıkların giderimi ile ilgili dikkate değer bir gelişme başarmışlardır. Fakat bu giderim daha çok atıkların alıcı ortama (dere, göl, ırmak, kıyı suları vb.) deşarjı şeklinde olması nedeniyle sık sık kolera ve tifo gibi hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Ujang ve Henze 2006, Anonymous 2002c).

1800'lerin sonuna doğru Massachusetts State Board of Health (Amerika-Masaçusets Eyaleti Sağlık Bölümü) ve diğer Sağlık Ajansları yeterince arıtılmamış atıksular ile hastalıklar arasındaki ilişkiyi belgeleyerek atıksuların kum filtrelerinden geçirilerek temizlenmesini ve çıkan çamurun toprakta kullanılmasını tavsiye etmiştir. Bu sistemler kentsel alanlardaki su kalitesini ve halk sağlığını korumada etkili olsa da daha çok merkezi kanalizasyon ve arıtma sistemine bağlı olmayan ev ve işyerleri için kullanılmışlardır. 1800'lü yılların sonunda ortaya çıkan septik tanklar, 20. yy ortasında tank çıkış sularının yüzey altı drenajla toprağa deşarj edilmesi teknolojisi ile özellikle küçük yerleşim yerlerinde kullanım alanı bulmuşlardır (Anonymous 2002c).

İngiltere'de 1847 yılında kurulan River Pollution Commission'una 1848 yılında giren Sir Edward Frankland ise atıksu arıtılmasını ilk bilimsel olarak ele alan kişi oldu. Arazide sızdırma yöntemi ile atıksu arıtırken toprağın havalanması için yeterli bir aralığın bulunması gerektiğini belirledi. Böylece atıksu arıtma teknolojisinde havalandırmanın çok önemli bir işlem oluşu ilk defa ortaya konulmuş oldu. Bu yargısı ise onbeş sene sonra deneysel olarak da kanıtlandı. Mansachusetts Eyaletinin Lawrence Deneme tarlasında yapılan araştırmalar bunu bilimsel olarak ortaya koymuştur. Havalanmaya olanak vererek uygulanan yöntemle kirlilik yükü 5000 nüfus/ha'a kadar çıkarılabilmektedir (Anonim 2012ç).

Kimyacı Dibdin ile Mühendis Santo Crimp (1892) Londra'da yapay olarak hazırlanmış dolgu kütleden atıksuyun sızdırılması yöntemini oluşturmuştur. Bu bilgi birikimlerinden hareketle Salford'lu İngiliz mühendis Corbett Damlatmalı Filtre Yöntemini 1893 yılında bulmuş ve ardından biyodiks yöntemi geliştirilmiştir (Anonim 2012ç).

1910 yılında New York'da Black ve Phelps başka yol izleyerek yaptıkları havuzun içine tahta rabitalar yerleştirmişlerdir. Bu şekilde tahta rabitaların yüzeyine mikroorganizmalar yerleşerek atıksuyu arıttığı görülmüştür. Bu havuzdaki ızgara rabitalar "Batar veya Dalgıç Damlatmalı Filtre"nin ilk adımını, başlangıcını oluşturmuşlardır (Anonim 2012ç).

Gerçek anlamda serbest yüzen biyokütle oluşumu, yani aktif çamur sistemine geçiş ise Amerikalı kimyacı Clark'ın şişe deneylerinden sonra olmuştur. 1912 yılında Lawrence deney yerinde atıksuları havalandırarak arıtmaya çalışmıştır. Lawrence şişeleri belirli aralıklarla iyi havalandırdıktan sonra doldurup boşaltmış, şişelerin içinde oluşan çamurları ise dipte bırakarak, kabın kenarlarında alglerin ve bakterilerin yoğunlaştığını gözlemlemiştir. Bu deneyleri gören İngiliz Fowler Manchester'a döndükten sonra, kimyacı Arden, asistanı Lockest ve mühendis Jones ile birlikte benzeri deneyler yapmıştır. Deneydeki şişe veya kapları kaplayarak önce alglerin oluşmasını önleyen Fowler bu şekilde serbest yüzen bakterilerin bol sayıda oluşmasını sağlamıştır (Anonim 2012ç).

Lockett ise arıtılmış atıksuyu hemen dökmeyerek, içindeki mikroorganizmaların (aktif çamurun=activated sludge) çökmesini beklemiştir. 1914 yılında Lockett, Ardeni ile birlikte “Aktif Çamur Yöntemini” bulmuştur. Ancak son çökeltim havuzunda oluşan çamurların hepsi aktif çamur havuzuna verilememiş, fazla gelmiştir. Bu sorun Imhoff aracılığıyla çözüldü. Imhoff fazla çamuru ön çökeltim havuzuna alarak, diğer çökecek maddelerle birlikte çöktürmüştür. Burada oluşan toplam çamuru da biyogaz elde etmek için çamur çürütme kulelerine göndererek Aktif Çamur Yöntemini biyolojik atıksu arıtma yöntemi olarak kabul ettirmiştir. Bugün bu yöntem atıksu arıtma tesislerinde kullanılan en yaygın prosestir (Anonim 2012ç).

1910’lu yıllardan günümüze kadar da Çevre Teknolojileri kapsamı içinde çeşitli atıksu arıtma teknolojileri geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir.

### **3.2.2 Atıksu arıtma yöntemleri**

Alıcı ortamlar üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı evsel atıksuların alıcı ortama verilmeden önce temizleme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Bu temizleme işlemi alıcı ortamın özelliklerine bağlı olmakla birlikte atıksuyun özelliklerine de bağlıdır. Atıksu içindeki bileşenlerin miktarı atıksuyun oluşum yerine bağlı olarak değişmektedir. Atıksuların genellikle %99'u su, geri kalanı ise kirletici maddelerden

oluşmaktadır. Kirleticiler su içinde çözülmüş halde olabileceği gibi kolloidal halde de bulunmaktadır (Curi ve Baban 1992, Güneş 2000, Şener 2007).

Evsel atıksuların arıtılmasında kullanılmakta olan yöntemler (Güneş 2000):

- ✓ Birincil veya ön arıtma
- ✓ İkincil arıtma
- ✓ Üçüncül veya ileri arıtma olmak üzere üçe ayrılır.

Birincil veya ön arıtma atıksuların fiziksel işlemlerle arıtılması anlamındadır. İkincil arıtma ise kimyasal veya biyolojik işlemlerin kullanıldığı arıtmayı ifade etmektedir. İleri veya üçüncül arıtma ise tüm bu arıtmaların kombinasyonudur. Çizelge 3.3'te atıksu içindeki kirleticiler ve bunların hangi arıtma sistemi ile giderilmesinin uygun olduğu gösterilmiştir (Tchobanoglous ve Burton 1991, Talınlı 1992, Şener 2007, Eroğlu 2008).

Yukarıda belirtilen arıtma sistemlerinden çıkmış atıksuların alıcı ortama deşarj edilebilmeleri için belli koşulları sağlaması gerekmektedir. Bu koşullar Türkiye'de 2872 sayılı Çevre Kanununa dayanılarak çıkartılmış olan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilmiştir.

### **3.2.2.1 Fiziksel Arıtma (Birincil Arıtma)**

Fiziksel arıtma atık suda bulunan çökelebilen, yüzebilen değişik boyutlardaki katı maddelerin, çözülmüş organik ve inorganik maddelerin ve gazların uzaklaştırılması amacıyla uygulanan işlemleri kapsamaktadır. Izgara ve elekler, öğütücüler ve parçalayıcılar, dengeleme havuzları, yüzdürme havuzları, filtreler, kum tutucular, çöktürme havuzları, yağ ayırıcılar fiziksel arıtma üniteleridir (Dölgen 2004, Anonim 2012d).

Çizelge 3.3 Atıksu içinde bulunan belli başlı kirleticilerin giderilmesinde kullanılan atıksu arıtma sistemleri (Tchobanoglous ve Burton 1991, Talınlı 1992, Şener 2007, Eroğlu 2008)

<b>Kirletici</b>	<b>Arıtma Sistemi</b>
Askıda katılar	Izgara ve Ögütücü Kum Tutucu Sedimentasyon Filtrasyon Flotasyon Kimyasal Polimer İlavesi Koagülasyon/Sedimentasyon Doğal Sistemler (Arazide Arıtma)
Biyolojik Olarak Parçalanabilen Organikler	Aktif çamur Damlatmalı Filtre Döner Biyodisk Kesikli Kum Filtrasyonu Fiziksel-Kimyasal İşlemler Doğal Sistemler
Uçucu Organikler	Hava Sıyırması Gaz Uzaklaştırma Karbon Adsorpsiyonu
Patojenler	Klorlama Hipoklorlama Brom Klorür Ozonlama Ultraviyole Işığı Doğal Sistemler
Besin Maddeleri	
Azot	Askıda Büyüme Nitrifikasyon/Denitrifikasyon Biofilm Nitrifikasyon/Denitrifikasyon Amonyak Sıyırma İyon Değişirme Kırılma Noktası Klorlaması Doğal Sistemler
Fosfor	Metal Tuzu İlavesi Kireçle Koagülasyon/Sedimentasyon Biyolojik+Kimyasal Fosfor Giderimi Doğal Sistemler
Azot ve Fosfor	Biyolojik Besin Maddesi Giderimi
Dirençli Organikler	Karbon Adsorpsiyonu Üçüncül Ozonlama Doğal sistemler
Ağır Metaller	Kimyasal Çöktürme İyon Değişimi Doğal Sistemler
Çözünabilen Organik Katılar	İyon Değişirme Ters Ozmos Elektrodiyaliz

Bu şekilde atıksu içerisinde bulunan kirleticilerin bir kısmının giderilmesi mümkün olacaktır. Kimyasal veya biyolojik arıtma tesislerin başında kurulan fiziksel arıtma tesisleri, hem ana arıtma sistemine gelecek kirlilik yükünü azaltacak, ana arıtma içerisindeki boru, vana vb. ekipmanların zarar görmesini engelleyecek aynı zamanda ana arıtma tesisinin işletme maliyetini düşürecektir (Anonim 2012d).

### **3.2.2.2 Kimyasal Arıtma (İkincil Arıtma)**

Kimyasal atık su arıtma sistemleri, inorganik yükü fazla olan endüstriyel atık suların arıtımında en yaygın kullanılan sistemlerdir. Bu sistemlerde endüstriyel nitelikli atık sulara, atık suyun kirlilik yüküne ve özelliğine göre yapılan jar testlerde belirlenen kimyasal maddeler eklenerek çeşitli tepkimelerin oluşması sağlanır (Anonim 2014b).

Pıhtılaştırma ve yumaklaştırma ile atıksu içindeki askıda katı maddelerin yumaklar haline gelmesi ve bu yumakların daha sonra çökeltme ile sudan uzaklaştırılması sağlanır (Küçükgül ve Türkman 2004). Kimyasal arıtma işlemi ile askıda katı madde, KOİ, BOİ, ağır metal ve fosfor gibi parametrelerin giderimi sağlanmaktadır (Anonim 2012e).

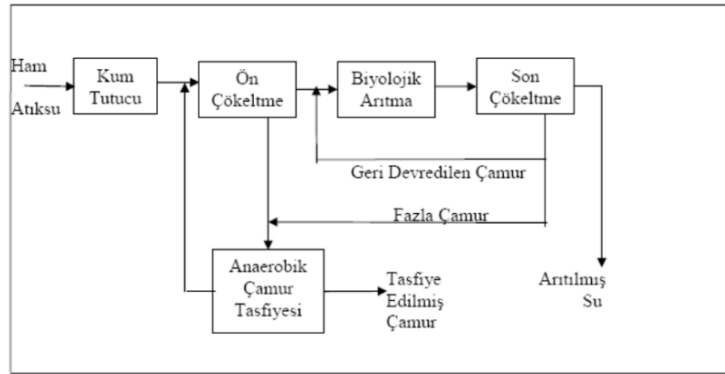
Kimyasal arıtma işleminde pıhtılaştırma ve yumaklaştırma olmak üzere iki tür işlem vardır. Kolloidal haldeki ve askıdaki katı maddelerin, bazı kimyasal madde ilavesiyle bir araya getirilmesine pıhtılaştırma denir. Yumaklaştırma ise pıhtılaşmış taneciklerin yumaklar haline gelerek büyümesi, gözle görünür ve çökebilir hale gelmesi işlemidir (Anonim 2012f).

Kimyasal arıtma ünitesi pıhtılaştırma, yumaklaştırma ve çöktürme ünitelerinin tek bir tank üzerinde birleştirildiği kompakt bir sistemdir. Sistem kimyasal madde hazırlama-dozlama birimlerini bünyesinde içermektedir. Kimyasal arıtma ünitesine, terfi tankı ve çamur arıtma üniteleri de ilave edilmektedir. Özellikle yer sıkıntısı veya taşınabilir tesise ihtiyacı olan endüstrilerde ideal bir çözüm oluşturmaktadır (Anonim 2012g).



kullanım alanı bulan biyolojik arıtma süreçleri aktif çamur, damlatmalı filtreler ve biyodisklerdir (Anonim 2012f).

**1. Klasik aktif çamur (KAÇ):** 1914 yıllarında İngiliz Arden Lockett tarafından Amerikalı Clark'ın çalışmalarına dayanılarak geliştirilen aktif çamur, organik ve inorganik maddeler içeren atıksu ile hem canlı hem de ölü mikroorganizmaların karışımı olup biyolojik aktivite gösteren çamur anlamında kullanılmaktadır. Aktif çamur süreci, mikroorganizmaların organik maddeyi oksijen kullanarak ayrıştırmasını esasından yararlanılarak geliştirilen bir aerobik biyolojik arıtma sistemidir. (Toprak 1996, Yıldırım 2006) Bu proses, sürekli çalışan havalandırılmalı sığ bir tank ile bu tankın çıkışına yerleştirilen çökeltme havuzundan ibarettir. Çökeltim çamuru geri döngüyle tankın girişine verilir ve bir kısmı da sistemden uzaklaştırılır. Sistem geri döngüsüz olarak da çalıştırılabilir ancak geri döngülü sistemler daha verimli çalışır. Bu arıtım yöntemi genel olarak ikincil arıtma işlemi olarak kabul edilmekte ve ön çökeltme birimini izlemektedir. Bununla birlikte atıksuyun özelliklerine bağlı olarak ön çökeltme kaldırılabilir (Tchobanoglous vd. 1991). Bu proseste mikroorganizmaların havalandırma havuzu içindeki karışık sıvıda askıda tutulması esastır. Çökeltim özelliği artırılan biyolojik yumaklar, biyolojik üniteyi takiben çökeltme havuzuna geçer. Arıtılan su, sistemi terk ederken çöken çamurun bir kısmı havalandırma havuzunda istenen mikroorganizma konsantrasyonunu korumak üzere geri devrettirilir. Fazla çamur ise çamur işleme ünitelerine gönderilerek uzaklaştırılır. Şekil 3.2'de tipik bir aktif çamur arıtma sistemi akım şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Tipik bir aktif çamur sistemi akım şeması (Ayarak 2010)

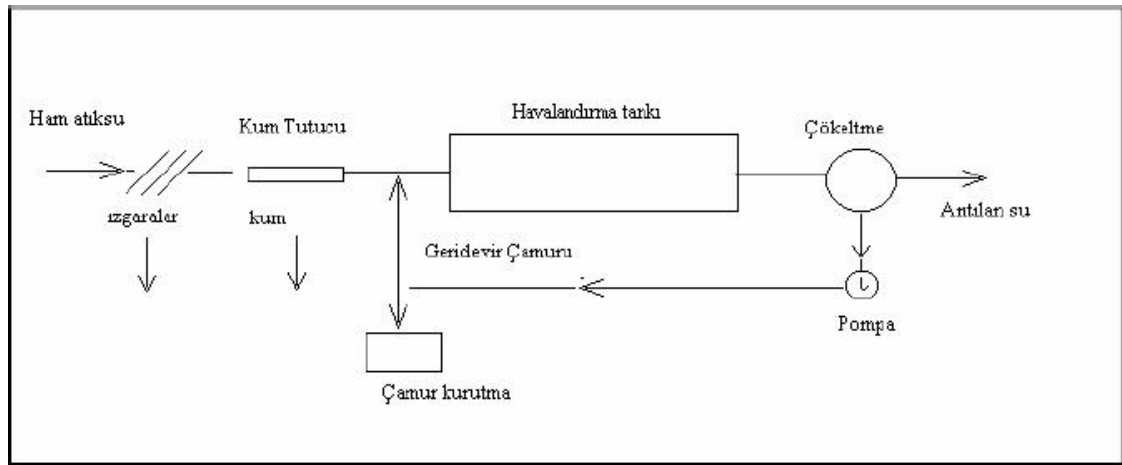


Sonuç olarak, aktif çamur arıtım sistemleri (Akyüz 2011);

- ✓ Mikrobik bir süspansiyonun atık su içerisinde havalandırılması,
- ✓ Havalandırmayı izleyen katı-sıvı ayrımını,
- ✓ Arıtılmış suyun uzaklaştırılması,
- ✓ Çamur fazlasının sistemden uzaklaştırılarak geri kalanların havalandırma tankına geri gönderilmesi safhalarını kapsamaktadır.

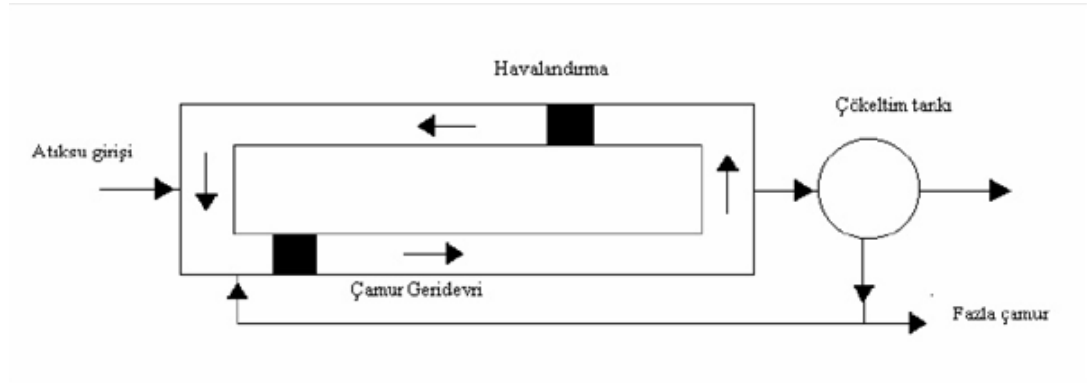
**2. Uzun havalandırmalı aktif çamur (UHAC):** Ön çöktürme havuzu ve çamur çürütücüleri olmaması nedeniyle diğer konvansiyonel arıtma tesislerine göre işletilmesi ve inşası daha kolay olması sebebiyle UHAC'ler yaygın bir kullanım alanı olan bir aktif çamur prosesidir (Öztürk vd. 2005)

Bu sistemde şekil 3.3'te görüldüğü gibi klasik aktif çamur sistemine göre daha uzun bir havalandırma vardır. Atıksuyun havalandırma havuzundaki kalış süresinin uzun olmasından dolayı bu prosese uzun havalandırma prosesi denmektedir (Yıldırım 2006). Bu havalandırma süresinin uzun olması nedeniyle mikroorganizmalar çoğalma eğrisinde ölme fazında faaliyet gösterirler. Bu durum çıkan çamurun stabil olarak çıkmasını sağlar. Ön çöktürme tankı bulunmaması nedeniyle tesisten çıkan çamur sadece stabil çamurdur. Doğrudan kurutma yataklarına veya susuzlaştırma tesislerine verilerek susuzlaştırılır (Eroğlu 2008).



Şekil 3.3 Uzun havalandırmalı aktif çamur (Öztürk vd. 2005)

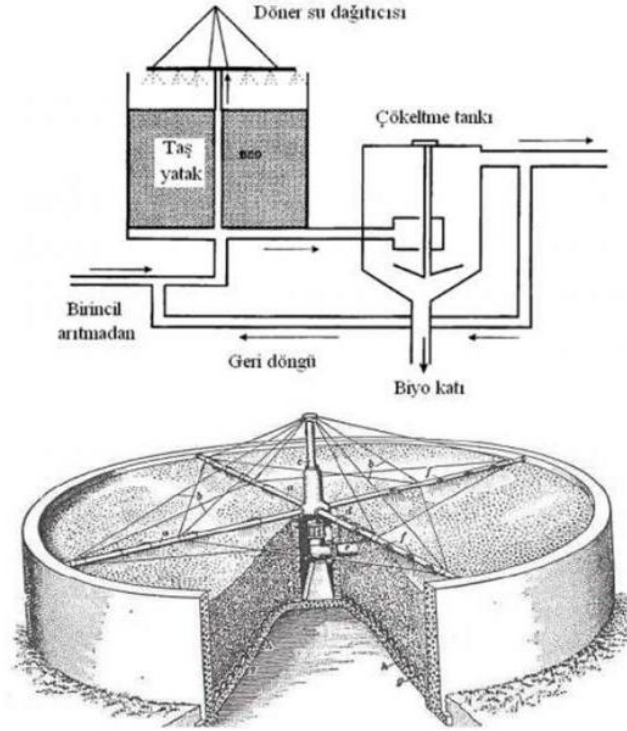
**3. Oksidasyon hendekleri:** Oksidasyon hendekleri dairesel veya oval şekilli hendekler olup mekanik yöntemlerle (rotor ya da yüzeysel havalandırıcı) havalandırılırlar (Şekil 3.4). Ön arıtıma tabi tutulan atıksu havalandırılan bu hendek içinde 0,3-0,4 m/s yatay hızla hareket ederken mikroorganizmalar vasıtasıyla arıtılır. Oksidasyon hendekleri genellikle UHAÇ özelliğindedir. Sistemin sonunda UHAÇ'dan farklı olarak bir çöktürme havuzu bulunur. Sistem daha az teknoloji ve uzmanlık gerektiren bir sistem olması nedeniyle düşük atıksu debili yerler için uygundur (Öztürk vd. 2005).



Şekil 3.4 Oksidasyon hendeği (Öztürk vd. 2005)

**4. Damlatmalı filtreler:** Damlatmalı filtreler, içerisinde mikroorganizmaların tutunduğu geçirimsiz dolgu malzemesi bulunan biyolojik arıtma sistemidir (Şekil 3.5). Damlatmalı filtreler dairesel veya dikdörtgen tank içine kırma taş, plastik vb. dolgu malzemeleri konmasıyla oluşur. Mikroorganizmalar bu dolgu malzemesi üzerine tutunarak jelimsi bir tabaka oluşturur. Böylece ön arıtmadan gelen atıksu dolgu malzemeleri arasından geçerken içindeki organik maddeler mikroorganizmalar tarafından bertaraf edilir. Biyolojik arıtımın sonucu olan mikroorganizma artışı bu sistemde de gözlenir. Yüzeyle tutunma suretiyle yaşam formuna sahip olan mikroorganizmalar zamanla filtre ortamından koparak suya karışacağından su bir çöktürme havuzundan geçirilir. Damlatmalı filtrelerde genellikle çamur geri devir işlemi yoktur (Kargı 1995, Yıldırım 2006, Eroğlu 2008, Anonim 2012i).

Damlatmalı filtreler, aktif çamur sistemine göre daha fazla alana ihtiyaç duyarlar, sıcak bölgelerde koku ve sivrisinek problemi ve soğuk bölgelerde ise buzlanma sorunuyla karşı karşıyalardır (Eroğlu 2008).



Şekil 3.5 Damlatmalı filtre (Anonim 2012l)

**5. Biyodisk:** A.B.D.'de 1969 yılından beri kullanılan biyodiskler, genel karakteri ile aktif çamuru andırır. Yalnız havalandırma havuzu yerine döner diskler bulunmaktadır. Bu üniteler, plastikten yapılan 2-3 cm çapında 2-3 cm kalınlığında disklerden oluşur. Diskler bir şaft üzerinde birbirine paralel olarak yerleştirilir ve şaft bir motor yardımıyla döndürülür. Atıksu uzun ve sığ tankların içerisine konur, diskler atıksu içine %40-50 oranında batık şekilde 2-10 devir/dakika hızıyla döndürülür. Organizmalar disk yüzeyinde biyofilm şeklinde büyürler ve atıksudaki organik bileşikler biyofilm içine difüzenirken organizmalar tarafından karbondioksit oksitlenirler. 13 derecenin altında verim oldukça düşer ve yeni biyofilm tabakası 10-15 gün arasında oluşur (Şekil 3.6). Verimlilik oranı düşük olan bu sistemlerde bir nevi doğal arıtım gerçekleşmektedir (Tchobanoglous vd. 1991, Yıldırım 2006, Anonim 2012j).



Şekil 3.6 Biodisk (Anonim 2008)

### 3.2.2.4 İleri arıtma

Klasik arıtma sistemleri karbon gideren sistemler olarak bilinirler. Bu sistemlerin çıkışındaki arıtılmış atıksuda kalan AKM, çözülmüş madde, organik maddeler (özellikle azot, fosfor vb.) gibi kirleticilerin ilave arıtımı istendiği zaman kullanılan arıtma sistemlerine ileri arıtma denilmektedir (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k). Bu işlem sonucunda alıcı ortama kullanma suyu kalitesinde su verilmekte ve doğal dengelerin bozulmasının önüne geçilmektedir.

İleri arıtmada kullanılan yöntemler şunlardır;

**1. Dezenfeksiyon:** Arıtma tesisinin çıkış suyunun alıcı ortama verilmeden önce, suda bulunan bakteri ve virüslerin çeşitli yöntemlerle bertaraf edilmesi işlemidir (Anonim 2012k, Anonim 2012l).

**2. Azot Giderme:** Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinde önce nitrite ve sonrada nitrata dönüştürülür. Daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksik şartlar altında azot gazı halinde sudan uzaklaştırılır (Anonim 2012k, Anonim 2012l, Anonim 2012m).

**3. Fosfor Giderme:** Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Kimyasal arıtmada kimyasal maddeler kullanılarak

yüksek pH değerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metotlarla fosfor arıtımı, biyolojik arıtma sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile sağlanır (Anonim 2012k, Anonim 2012l, Anonim 2012m).

**4. Filtrasyon:** Biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde yeterince giderilemeyen askıda katı maddelerin ve kollidlerin tutulması amacıyla uygulanır (Anonim 2012l, Anonim 2012m).

**5. Adsorbsiyon:** Suda çözülmüş maddelerin elverişli bir ara yüzeyde toplanması işlemidir (Anonim 2012l, Anonim 2012m).

**6. İyon Değişirme:** Endüstriyel atık su arıtımında kullanılan atık su bünyesinde istenmeyen anyon ve katyonların uygun bir anyon ve katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulması işlemidir (Anonim 2012l, Anonim 2012m, Anonim 2012n).

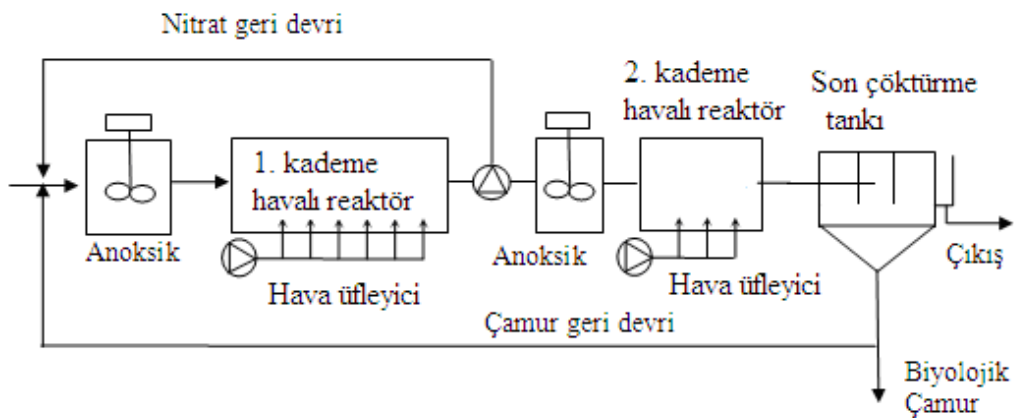
**7. Ters Osmoz:** Atıksuyun yeniden kullanılabilmesini sağlamak amacıyla, genellikle endüstriyel atık su arıtımında kullanılan çözülmüş inorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ya da geri kazanılması amacıyla yüksek basınç uygulanan bir sistemdir (Anonim 2012l, Anonim 2012m).

**8. Ultrafiltrasyon:** Yarı geçirgen membranların kullanıldığı ters osmoz işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Bu yöntemde yağ/su emülsiyonu içerisinde disperse olan yağ damlacıkları ince bir membran yardımı ile filtre edilerek su fazından ayrılır. Ultrafiltrasyondan önce arıtılması düşünülen emülsiyonun bir ön arıtma işlemine tutulmasında fayda vardır. Bu işlem emülsiyon kırma maddeleri ile gerçekleştirilir ve yağ su fazı ayrılır (Anonim 2012l, Anonim 2012m).

Arıtılmış atıksuların dahi hassas alıcı ortamlar üzerindeki olumsuz etkilerinin tespiti sonucunda azot ve fosfor gibi organik maddeler ile ilgili deşarj standartlarında

kısıtlamaya gidilmiştir. Bu organik maddelerin atıksudan giderilmesi ile ilgili prosesler aşağıda verilmiştir.

**1. Bardenpho prosesi:** Dört basamaklı Bardenpho prosesinde denitrifikasyonun olabilmesi için karbon kaynağı olarak hem atıksudaki karbon, hem de içsel solunum hidrolizi sonucu oluşan karbon kullanılır (Şekil 3.7). Karbon oksidasyonu, nitrifikasyon ve denitrifikasyon için havuzda ayrı bölümler kullanılır. Atıksu öncelikle anoksik olan denitrifikasyon reaktörüne girer. Bu reaktöre aynı zamanda karbon oksidasyonu-nitrifikasyon reaktörü çıkış suyu da geri döndürülerek verilmektedir. Atıksudaki karbon, geri döndürülen sudaki nitrati denitrifiye etmek için kullanılır. Organik yükleme yüksek olduğundan, denitrifikasyon da hızlıdır. Atıksudaki amonyum ilk anoksik ortama girmektedir ve hiçbir değişime uğramadan sistemdeki ilk havalandırma tankına gelir. Bu tanktan çıkan nitrifiye olmuş atıksu, ikinci anoksik reaktöre girer. Bu ikinci reaktörde içsel solunum ile karbon sağlanır ve denitrifikasyon gerçekleştirilir. İkinci havalı reaktör nispeten küçük olup, azot gazının ortamdan uzaklaştırılması için kullanılır. İkinci anoksik reaktörde son havalandırmada nitrifiye olmuş çamurdan ayrılan amonyağın denitrifikasyonu gerçekleştirilir. Bardenpho prosesinin geliştirilmiş şekli olan beşli reaktör sistemi de azot ve fosforun birlikte arıtımı için kullanılmaktadır (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k, Anonim 2012o)



Şekil 3.7 Bardenpho prosesi (Anonim 2010a)

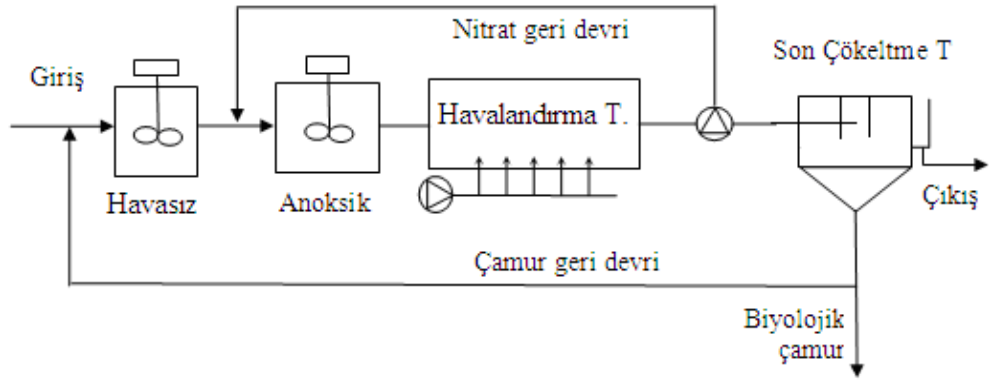
**2. A/O prosesi:** A/O prosesi, atıksulardan karbon ve fosfor gideriminde kullanılır. Askıda büyüyen tek sistem olup havalı ve havasız bölümler bir tankta oluşturulmuştur

(Şekil 3.8). Havalı bölümde gerekli kalma zamanı oluşturulduğunda nitrifikasyon için uygun şartlar sağlanmış olur. Sistemde çöken çamur geri döndürülerek giriş atıksuyu ile karıştırılır. Havasız şartlardaki bölümde, geri dönen çamurda tutunmuş fosfor ortama geri verilir. Bu safhada BOİ arıtımı olur. Ortama verilen fosfor, havalı şartlarda tekrar mikroorganizma tarafından tutulur. Böylece atıksudaki fosfor konsantrasyonu azalmış olur. Fosfor arıtma verimi, atıksuyudaki BOİ/P oranına bağlıdır. Bu oran 10/1'i aştığında çıkış suyundaki fosfor konsantrasyonu 1mg/l veya daha altına düşer. BOİ/P oranının 10/1'den daha küçük olması durumunda metal tuzları ile fosfor ilave giderimi yapılır (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k).



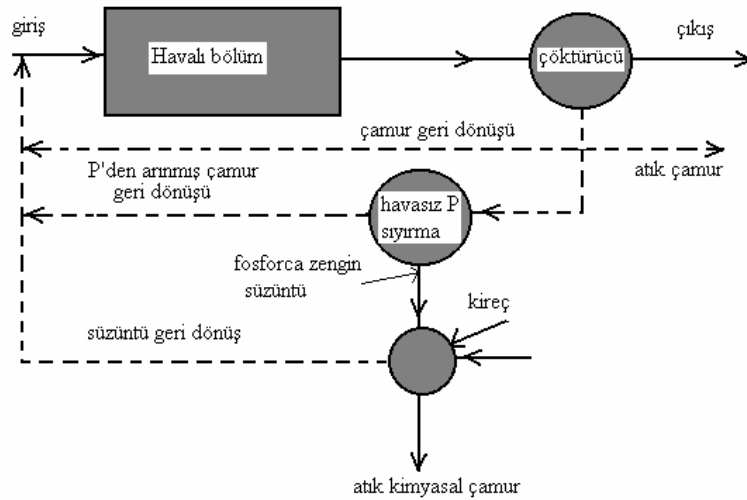
Şekil 3.8 A/O prosesi (Öztürk vd. 2005)

**3. A<sup>2</sup>/O prosesi:** A<sup>2</sup>/O prosesi, biyolojik fosfat giderim bölümünde açıklanan A/O prosesinin değiştirilmişidir. Orijinal A/O prosesine denitrifikasyonu başarmak için bir anoksik bölge eklenmiştir (Şekil 3.9). Denitrifikasyonu gerçekleştirmek için, nitrifikasyonun gerçekleştiği aerobik bölümün çıkış suyundan %100~ %300 oranında bir geri devir suyu anoksik bölüme verilir. Ve fosfor serbest bırakımı için durultucudan bir miktar çamur anaerobik reaktörün ilk evresine döndürüldü. Nitrojen, N gazı olarak giderilir ve fosfor, atıksudan atık çamur olarak giderilir. Çıkışta filtrasyon olmaksızın 2 mg/l'den daha az fosfor konsantrasyonu olmaktadır. Çıkış suyunun filtrasyon ile fosfor konsantrasyonu 1,5 mg/l'den daha düşük olabilir (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k).



Şekil 3.9 A<sup>2</sup>/O Prosesi (Anonim 2010a)

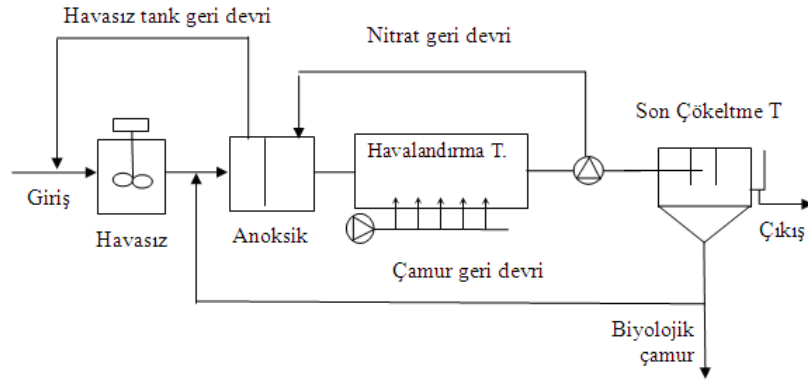
**4. PhoStrip prosesi:** PhoStrip prosesinde arıtma sisteminin geri devir çamurunun bir kısmı havasız fosfor sıyırma tankına alınır. Sıyırma tankında kalma zamanı 8-10 saat arasında değişir. Sıyırma tankında fosfor tutunmuş halde bulunduğu çamur fazından sıvı faza geçer, böylece çamurun fosfor konsantrasyonu düşmüş, atıksuyunki ise yükselmiştir. Bu çamur tekrar sisteme geri döndürülür. Fosfor bakımından zengin atıksu ise ayrı bir tanka alınarak, fosfor, kireç veya koagülanlarla çöktürülür (Şekil 3.10). Bu sistemde fosfor kimyasal olarak ortamdaki uzaklaştırılmış olur (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k).



Şekil 3.10 PhoStrip prosesi (Anonim 2012k)

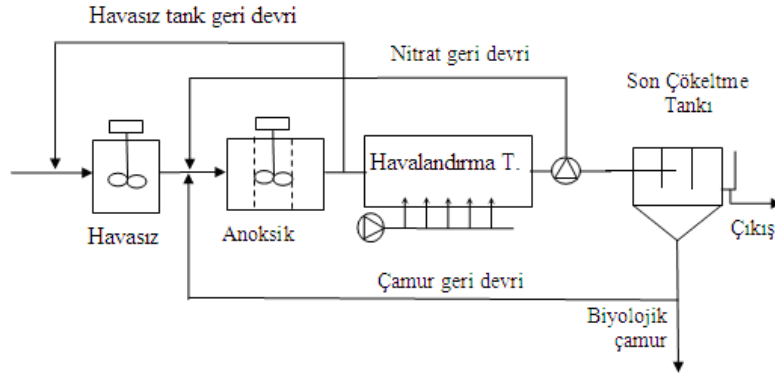


**5. UCT prosesi:** Cape Town üniversitesi tarafından geliştirilen UCT prosesi, iki durum hariç A2/O prosesine benzemektedir (Şekil 3.11). Aktif çamur dönüşü havalı bölüm yerine, anoksik bölüme geri döndürülür ve iç döngü ise anoksik bölümden havasız bölüme girmez, böylece havasız bölümde fosforun daha iyi açığa çıkması sağlanır. İç döngü ise havasız bölümde organik kullanımı artışını sağlar. Anoksik bölümdeki karışım, önemli miktarda çözünmüş BOİ ve az miktarda nitrat içerir. Anoksik karışımın geri dönüşü, havasız bölümde fermentasyon hızı için optimum şartları sağlar (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k).



Şekil 3.11 UCT prosesi (Anonim 2010a)

**6. VIP prosesi:** VIP prosesi, geri döngüler hariç A2/O ve UCT proseslerine benzer. Aktif çamur geri dönüşü, havalı bölüm geri dönüşü ile birlikte anoksik bölüme verilir. Anoksik bölümün karışımı havasız bölüme geri beslenir (Şekil 3.12). Deneysel verilere dayanarak, atıksudaki organik maddenin bir kısmı havasız mekanizma tarafından stabilize olur, bu da prosesin oksijen ihtiyacını azaltır (Öztürk vd. 2005, Anonim 2012k).



Şekil 3.12 VİP prosesi (Anonim 2010a)

### 3.2.2.4 Doğal arıtma

Doğal arıtma sistemleri prensipte tabiatın kendi kendini temizleme gücünü kullanarak atıksuları zararsız hale getirebilen tesislerdir (Güneş 2000, Akça 2004). Bu sistemler fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin doğal ortamlarda oluşturulduğu basit ve ucuz metotlardır. Bu etkileşimler doğal ortamda su, toprak, bitki, mikroorganizmalar ve atmosfer arasında gerçekleşmektedir (Güneş 2000, Sarıalioğlu 2003, Akça 2004, Ayaz 2007).

Doğal arıtma sistemlerinde toprak, su, bitkiler, mikroorganizmalar ve atmosfer fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylarla sürekli olarak karşılıklı etkileşim halindedir. Bu tür sistemlerin bir avantajı doğal hızlarla ve tek bir ekosistem reaktörü içerisinde eşzamanlı olarak yürütülmesidir. Mekanik sistemler ise bunun tersine hem ayrı reaktörlerde hem de sürekli bir enerji girdisiyle çalıştırıldığından daha hızlı olarak yürütülmektedir (Tchobanoglous vd. 1991).

Doğal arıtma sistemlerinin genel olarak sınıflandırılması aşağıda yer almaktadır.

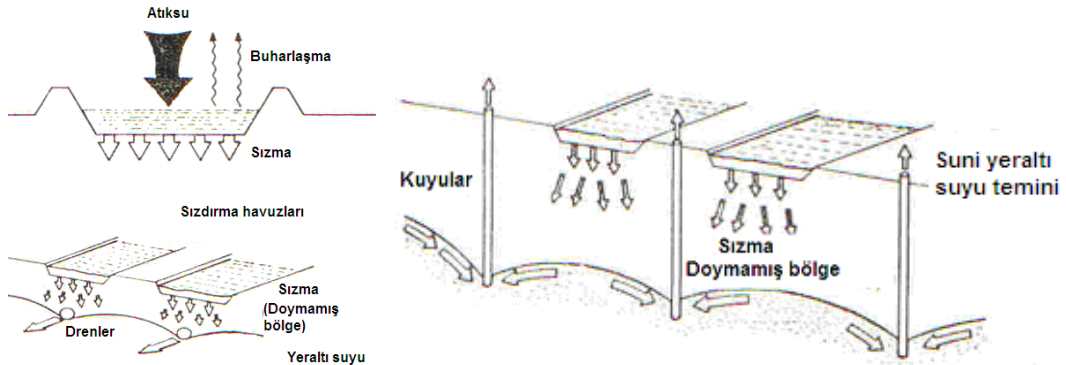
- ✓ Stabilizasyon havuzları,
- ✓ Arazide arıtma sistemleri,
- ✓ Sulakalan sistemleri.

**1. Stabilizasyon havuzları:** Atıksu arıtma tekniklerinin en basiti stabilizasyon havuzlarıdır. Havuz sistemleri tamamen doğal koşullar altında herhangi bir işlem hızlandırıcı (örneğin ısıtma ve mekanik havalandırma) olmaksızın uygulanmaktadır. Herhangi bir ekipman kullanılmaması nedeniyle sistem son derece basit bir sistemdir. Arızalanacak ekipmanları yoktur. Ayrıca bu sistemin güvenilir olması da sistemin diğer bir avantajıdır (Tchobanoglous vd. 1991, Güneş 2004, Şener 2007).

Stabilizasyon havuzları prensip olarak (Güneş 2004);

- ✓ Aerobik havuzlar
- ✓ Fakültatif havuzlar
- ✓ Anaerobik havuzlar
- ✓ Olgunlaştırma havuzları olmak üzere dörde ayrılırlar.

**2. Arazide arıtma sistemleri:** Arazide arıtma; atıksuların araziye kontrollü bir şekilde uygulanarak bitki, toprak ve su arasındaki etkileşimler sonucunda suda bulunan kirleticilerin belli oranda giderilmesi işlemidir (Güneş ve Saygın 1997, Güneş 2004, Şener 2007). Atık suyun arazide arıtımı yüzyıllardır uygulanmaktadır (Şekil 3.13). Böylece atıklar toprakta işlem görmekte, hem de bitkiler tarafından topraktan çekilip alınan bitki besin maddeleri toprağa yeniden verilmiş olmaktadır (Tchobanoglous vd. 1991, Güneş 2004).



Şekil 3.13 Hızlı infiltrasyon (Anonim 2010a)

Arazide arıtma sistemleri (Güneş 2000, Güneş 2004);

1. Yüzeysel Sızdırma Sistemleri

- Yavaş Süzülme
- Hızlı Süzülme
- Yüzeysel Akış

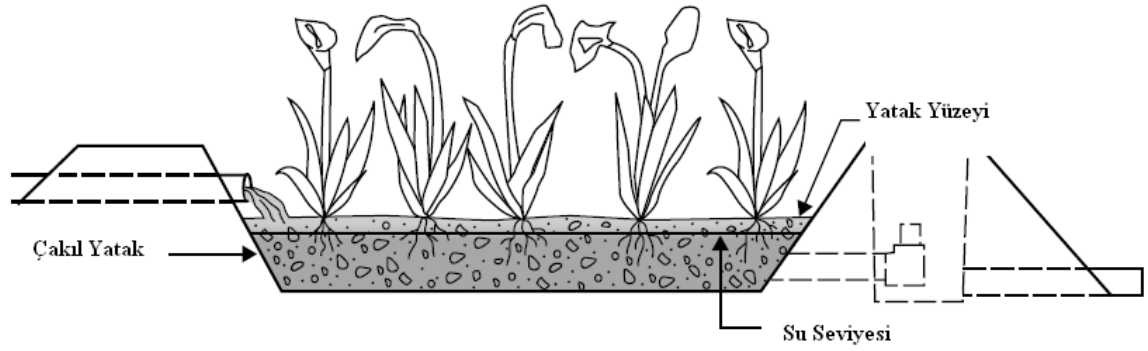
2. Yeraltına Sızdırma Sistemleri olarak tanımlanır.

**3. Sulak alanlar:** Misch ve Gosselink (1993) sulak alanları “Tabiatın böbrekleri” olarak tanımlamışlardır. Gerçekten de sulak alanlar kirliliği filtre ederler, fiziksel (sedimentasyon, filtrasyon), fiziksel+kimyasal (bitkilerle, toprakla ve organik substratla adsorpsiyon) ve biyolojik (biyokimyasal indirgenme, nitrifikasyon, denitrifikasyon, çürüme vb.) prosesleri boyunca suyu temizleyerek besin maddeleri için havuz görevini yerine getirir. Sulak alanlardaki sahip oldukları hafif eğim suyun akışını besin maddelerin adsorplanmasını ve sedimentlerin çökmesini sağlayacak şekilde yavaşlatır, uzun bekletme süresiyle bakterilerin ölümünü artırır, sulak alan bitkileriyle besin maddeleri yükseltgenir ve mikrobiyal faaliyetler için karbon kaynağı sağlar (Novotny ve Olem 1994, Lee 1999, Şener 2007).

Sulak alanların sınıflandırılmasında belirli bir metot geliştirilmemiş olması nedeniyle kolay olması açısından doğal sulak alanlar ve yapay sulak alanlar olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

**a) Doğal sulak alanlar:** Doğal sulak alanlar su taşınımı ve birikmesi yoluyla oluşan jeolojik yapılardır. Jeolojik yapılarına göre doğal sulak alanlar akışa, topoğrafik yapıya, yerleşik filtrasyon yapıların katmanlaşmasına ve permafrost olmak üzere dörde ayrılmaktadır (Widener 1995). Yüksek arazilerde sulak alanların tabanı ana kayalar veya buzlu yapılardan oluşurken, düz arazilerde şekillenen sulak alanların tabanı buzlu yapılar, kil ve siltlerin kumla veya kum ve çakılla karışık alüvyon materyalin yığılmasıyla oluşmaktadır (Baker 1973).

**b) Yapay sulak alanlar (YSA):** Yapay sulak alanlar 40 yıldır Kuzey Amerika ve Avrupa’da geliştirilen sistemlerdir (Kadlec ve Knight 1996, Verhoeven ve Meuleman 1999, Shutes 2001, Meuleman vd. 2003). Yapay sulak alanlar sucul bitkilerle bitkilendirilmiş sığ havuz ve kanallardan oluşan atıksu arıtma tesisleridir (Şekil 3.14). Doğal mikrobiyal, biyolojik, fiziksel ve kimyasal prosesleri temel alarak atıksu arıtmını gerçekleştirirler (Anonymous 1999, Camphell ve Ogden 1999, Ayaz ve Akça 2001, Şener 2007).



Şekil 3.14 Yüzealtı akışlı yapay sulak alanlar (Anonymous 2002d)

### 3.3 Tez Çalışması Kapsamında İncelenen Atıksu Arıtma Tesisleri

Tez çalışmasının bu bölümünde, araştırma kapsamındaki farklı proseslere sahip Akdoğan Atıksu Arıtma Tesisi, Kazan Atıksu Arıtma Tesisi ve Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi’ne yönelik bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu bölümde literatüre bağlı olarak farklı üç prosese sahip bu atıksu arıtma tesislerinin buldukları kırsal alan üzerindeki etkileri de tartışılmıştır. Atıksu arıtma tesislerinin benzerliklerinin ve farklılıklarının ortaya konulması amacıyla incelenen tesisler literatür verileri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

#### 3.3.1 Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi

1980’li yılların sonunda atıksu kirliliğinin aşırı düzeye gelmesi Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı’nı kirlilikle mücadele konusunda bir çözüm arayışına

sürüklemiştir. 1988 yılında başlamış olan Ankara Büyükşehir Atıksu Kirliliği Fizibilite Çalışması 1989 yılı Ekim ayında tamamlanmıştır (Anonim 2014c).

Ankara Çayı uzun yıllar Ankara'nın batısındaki tarım alanlarının sulanmasında kullanılmıştır. Arıtma tesisinin 1997 yılı Ağustos ayında işletmeye alınmasından önce kurak yaz aylarında Ankara Çayı'nın açık bir kanalizasyon gibi çalıştığı görülmüştür. Oluşan bu kirlilik nedeniyle, 1990'lerden sonra Ankara çayından sulama amaçlı su çekimleri durdurulmuştur. Fizibilite çalışmaları zamanında Ankara Çayı'nın Sınıf IV su kalitesinde olduğunu görülmüştür. Ankara-Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi ile Ankara Çayı'ndaki su kalitesini IV. sınıftan II. sınıfa çıkarmak ve akarsulardaki BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonunu ortalama 8 mg/l'nin altına düşürmek hedeflenmiştir (Anonim 2014c).

Yaklaşık 4 milyon eşdeğer nüfusa hizmet vermek üzere inşa edilen Dünyanın en büyük 4. atıksu arıtma tesisi olan Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi'nde klasik aktif çamur prosesi kullanılmıştır. Tatlar Klasik Aktif Çamur Atıksu Arıtma Tesisi (Tatlar KAÇAAT) ilerki zamanlarda ek ünitelerle azot ve fosfor giderecek şekilde planlanmıştır. Tesis halen BOİ ve AKM giderimi yapmaktadır (Şekil 3.15) (Anonim 2014c).



Şekil 3.15 Ankara Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi (Anonim 2014d)

Tatlar KAÇAAT tesis gibi aktif çamur prosesine sahip İrlanda-Dublin-Swords Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan ÇED Raporu'nda, arıtma tesisinde koku sorunu çözmek için çalışmalar yapıldığı, tesisin en yakın yerleşim yerine olan gürültü etkisini azaltmak amacıyla tesis etrafının ağaçlandırılacağı belirtilmiştir. Ayrıca raporda, tesisin boş ve sahipsiz arazide yapılmasına rağmen arıtma tesisi ünitelerin yerden minimum yükseklikte yapılarak görsel etkinin en aza indirileceği, tesisin yapılacağı arazi içinde herhangi bir kültürel miras olmadığı ve atıksuyunun arıtılması sayesinde Broadmeadow Estuary'de su sporları ve diğer turizmin gelişmesine bağlı olarak ekonomik faaliyetlerin artacağı, belirtilmiştir (Anonymous 1998).

Güney Afrika-Cape Town-Athlone Yeni Kademe Atıksu Arıtma Tesisi için 2008 yılında hazırlanan ÇED Raporu'nda, tesisin akarsu kalitesini arttıracığı, balıkçılık ve sucul ekosistem üzerine olumlu etkisinin olacağı, atıksu arıtma tesisi nedeniyle trafik yükünde olan artışın kullanıcılar üzerinde önemli bir etkisinin etkisi olmayacağı ancak, silajlık üretim amacıyla kullanılan arazide tesisin yapımıyla silajlık üretim yapılamayacağı belirtilmiştir. Ayrıca raporda yeni yapılacak tesisten etkilenebilecek tek bir konutun bulunduğu, tesis ile ev arasında yol ve ağaçlık alan olması nedeniyle tesisi ev üzerindeki görsel etkisinin minimum olacağı, tesisin yapılacağı arazi içinde herhangi bir kültürel miras olmadığı ifade edilmiştir (Anonymous 2008).

2009 yılında İrlanda'daki Laois Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan ÇED Raporu'nda, atıksu arıtma tesisi ile daha yüksek kalitede arıtılan suyun Owenass akarsuyu üzerinde olumlu bir etkisinin olacağı ifade edilirken, yeni yapılacak tesis ile N80 karayolunda %10 ve ağır taşıtlar yolunda %30 barajının aşılmayacağı için trafik üzerinde önemli bir etkisinin olmayacağı (44 ağır taşıt, 80 hafif araç) ifade edilmiştir. Ayrıca raporda, mevcut tesis yanına yapılacak yeni tesisin görsel olarak etkisinin olmayacağı, yeni yapılacak atıksu arıtma tesisi civarında kültürel ve arkeolojik miras bulunmadığı, yeni yapılacak tesisin çevresindeki yerleşim yerlerinde işsizlik üzerine etkisinin olmayacağı belirtilmiştir (Anonymous 2009b).

2009 yılında hazırlanan Soma Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, Soma Belediyesi kanalizasyon sistemi ve yağmur suyu sisteminin ayrı olması nedeniyle yağışlı zamanlarda ilçe içinde oluşan yağmur sularının tesise ulaşmayacağı ve bu şekilde akarsuya yağışlı zamanlarda ayrıca su yükü gelmeyeceği ifade edilmiştir. Soma atıksu arıtma tesisi için yapılan gürültü hesaplarına göre gürültü seviyesinin tesise ait lojman alanlarında bile Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, Ek VII, Tablo 4'de yer alan sınır değerlerin altında olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca tesisin yapılacağı arazinin 1. Sınıf tarım arazisi olduğu ve atıksu arıtma tesisinin yapılacağı 4.8 hektarlık alanın tesisin yapımından sonra tarım arazisi olarak kullanılmayacağı ifade edilmiştir. Raporda ayrıca, atıksu arıtma tesisinin düz alanda yapılması nedeniyle dağ, tepe gibi doğal perdeleyicilerden yoksun kaldığı ve bu yüzden farklı uzaklıklarda kolay algılanabilir olduğu, görsel etkiyi azaltmak amacıyla gece aydınlatmasının çevre peyzajı ve faunayı etkilemeyecek ancak tesis içi güvenliğini şartlarını sağlayacak kadar yapılacağı ifade edilmektedir. Bunlara ek olarak, atıksu arıtma tesisi arazisinin tek bir kişiye ait olması sebebiyle kamulaştırmada sorun yaşanmadığı da ifade edilmiştir. Dahası atıksu arıtma tesisi çıkış suyu kalitesinin artmasına bağlı olarak sulamada kullanılan derenin kalitesinin artacağı ve daha kaliteli ve sağlıklı ürünler yetiştirileceği, arıtma tesisi inşaat ve işletmesi boyunca işçi alımının en yakın köyünden sağlanırken, sadece teknik personelin dışardan sağlanabileceği de belirtilmiştir (Anonim 2009).

2004 yılında İrlanda-Mayo County-Newport Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan Gürültü Etki Raporu'nda, atıksu arıtma tesisine en yakın evde arka plan gürültü seviyesi 33 dBA olarak ölçüldüğü, bu değer oldukça düşük bir gürültü seviyesi olması nedeniyle tesis ile ilgili gürültü şikâyetleri olmadığı ifade edilmiştir (Anonymous 2004a)

2009 yılında yapılan Filistin'deki Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, tesisin yakın çevresindeki 150 haneyi koku sorunuyla rahatsız edeceği, atıksu arıtma tesisine ulaşmak için yol ve ışıklandırma gibi alt yapı çalışmalarının gerçekleştirecekleri, atıksuların arıtılarak göle verilecek olmasına bağlı olarak göldeki su kalitesinin artacağı ve göl kenarındaki araziler yeniden kullanılabilir hale geleceği, arıtılmış suların özel ürünlerin sulamasında kullanılmasında alternatif su kaynağı



olacağı ifade edilmiştir. Raporda ayrıca tesisin çevresindeki arazinin zayıf manzara kalitesine sahip olması nedeniyle tesisten kaynaklanacak bir olumsuz görsel etki beklenmediği ve tesisin yapılacağı arazi içinde herhangi bir kültürel miras olmadığı ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak, arıtma tesisinde çalışmak üzere 100 kişinin işe alınacak olması nedeniyle bölgede işsizliğin azalacağı ve bölgede gelir artışı meydana geleceği belirtilmiştir. Ancak, raporda arıtma tesisi sonrasındaki filtrasyon havzasında ikamet eden bir çiftçi ailesinin filtrasyon havzası yüzünden gelir kaybına uğrayacağı da belirtilmiştir (Anonymous 2009c).

Amirhor vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada, Amerika-New Hampshire, Concord'taki aktif çamur prosesine sahip Hall Street atıksu arıtma tesisi sıvı ve katı atıksuların arıtılması esnasında oluşan koku sorunu nedeniyle periyodik olarak çevresindeki yerleşimlerde ikamet eden vatandaşlar tarafından şikâyet edildiği tespit edilmiştir.

Yukarıda verilen ÇED raporları değerlendirildiğinde; klasik aktif çamur prosesine sahip Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi'nde koku, gürültü ve görsel etkiden kaynaklanan problemleri olması beklenmektedir. Bu olumsuz etkilerinin yanında atıksu arıtma tesisi çıkış sularının alıcı su ortamını iyileştirmesi, arıtılmış suyun sulamada alternatif su kaynağı olması, bölgedeki istihdam üzerinde olumlu etkisinin olması da beklenmektedir.

### **3.3.2 Kazan atıksu arıtma tesisi**

Toplam 3,3 hektarlık bir alana yayılan azot fosfor giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi prosesine sahip tesis 10.300 m<sup>3</sup>/gün kapasiteye sahiptir. Kazan ileri biyolojik atıksu arıtma tesisi (Kazan İBAAT)'den çıkan arıtılmış su Ova Çayı'na deşarj edilmektedir. Arıtılmış suyun daha sonra tarımda kullanılması düşünülmektedir (Şekil 3.16) (Anonim 2014e).



Şekil 3.16 Ankara Kazan atıksu arıtma tesisi

Kazan İBAAT gibi ileri biyolojik arıtma yapan Malta-Gozo-Ras İl-Hobz Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, tesisin otopana uzak olduğu, tesisin otopan bağlantısında yapılacak iyileştirmenin trafik yükünde önemli bir artış meydana getirmeyeceği belirtilmiştir. Ancak atıksu arıtma tesisinin toprak kalitesi yüksek olan tarım arazisini de içine alan sahada yapılması nedeniyle tarım arazisi kaybına neden olacağı, bu tarım arazisi kaybı nedeniyle üretici üzerinde kısa dönem olumsuz etkisinin olacağı ifade edilmiştir. Buna rağmen atıksu arıtma tesisi için seçilen arazi tarım amaçlı kullanılan dik ve teraslı bir arazide olmasına rağmen kentsel gelişime uygun bir alan olmaması nedeniyle görsel etkisinin kısıtlı olacağı belirtilmiştir. Ayrıca tesisin yapılacağı arazide önemli kültürel miras olmadığı da eklenmiştir (Anonymous 2002a)

Benzer arıtma prosesine sahip Avustralya-Bundaberg-Rubyanna Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan Koku Etki Değerlendirme Raporuna göre Birincil arıtma ünitesinde  $20 \text{ OU}_E \cdot \text{m}^3/\text{m}^2$  koku konsantrasyonu bulunması beklenirken, belt fitrede 500

$\text{OU.m}^3/\text{s}$  ve çamur depolamada  $5 \text{ OU}_{\text{E.m}^3/\text{m}^2}$  koku konsantrasyonu olması beklendiği ifade edilmiştir. Atıksu arıtma tesisi için yapılan Gürültü Etki Değerlendirme Raporunda ise tesisin kuzeyinde ve en yakın ev etrafındaki minimum geri plan seslerinin gün boyunca kırsal alan seslerine göre daha yüksek olduğu, hafta sonu ve hafta içinde ses düzeyinde pek bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir (Anonymous 2013, Anonymous 2014a).

Yine ileri arıtma prosesine sahip Amerika-King County-Brightwatery Regional Atıksu Arıtma Tesisi gece vakti yakın civarda gürültü seviyesinin 5 dBA'yı geçmeyecek şekilde tasarlanmıştır (Anonymous 2003). Atıksu arıtma tesisi kapalı olarak yapıldığı için tesiste oluşan kokular toplanmakta ve koku temizleme ünitesinde temizlendikten sonra hava verilmektedir. Bu nedenle tesisten kaynaklanan koku problemi bulunmamaktadır (Anonymous 2015).

2005 yılında hazırlanan Lübnan-Al-Houch Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu'nda, belediye meclisi ve yerel halk tarafından yapımı kabul edilen atıksu arıtma tesisi ile Rashaya'daki fosseptiklerden kaynaklanan koku ve sağlık sorunlarının ortadan kalkacağı temiz ve sağlıklı bir çevreye kavuşulacağı belirtilmiştir. Ayrıca tesiste yer alan 8 metre yükseklikteki çürütücünün 4 metresi yer altında 4 metresi yer üstünde olacağı, yer üstündeki görüntünün orman ağaçları tarafından engellenerek görsel etkinin azaltılacağı, tesisin bulunduğu alanda herhangi bir kültürel veya arkeolojik miras bulunmadığı da eklenmiştir. Atıksu arıtma tesisinin en yakın yerleşim yerindeki işsizliği azaltmasının yanında atıksu arıtma tesisi çıkış sularının kurak mevsimde orman ağaçların ve hatta zeytinlerin sulanmasında alternatif su kaynağı olacağı da ilave edilmiştir. Arıtılmış suyun deşarj ile alıcı ortamın su kalitesinin artmasına bağlı olarak gelişecek olan eko turizm vb. projelerle yerel halkın gelirinin artacağı da belirtilmiştir (Anonymous 2005).

Hanay ve Hasar (2007) tarafından Kayseri İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinden kaynaklanan arıtma çamurunun araziye uygunluğunun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, özellikle çamurun kalite kriterlerinden olan ağır metal içeriklerinin

değerlendirilmesi sonucu çamurun ağır metal konsantrasyonunun yüksek olduğu bulunmuş ve arıtma çamurlarına herhangi bir işlem yapılmadan direk tarımsal alanlara uygulanmasının mümkün olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu çamurun elektriksel iletkenliğinin yüksek olması toprakta mikrobiyal aktiviteyi etkileyen önemli bir faktör olup özellikle fazla tuzlu çamurun toprağa ilavesiyle topraktaki besin maddelerinin döngüsü azalmakta ve fitotoksiditeye neden olmaktadır. Bu nedenle, sözü edilen arıtma çamurunun tarımsal toprağa uygulanmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yukarıda verilen ÇED raporları değerlendirildiğinde; ileri biyolojik arıtma prosesine sahip Kazan İBAAT'de koku ve gürültü sorununun olması beklenmemektedir. Ayrıca tesisin yerleşim yerlerinden uzak ve mevcutta kum ve çakıl alımı yapılan sahada ve etrafı ağaçlarla çevrili olması nedeniyle bölgede yaşayan insanlar üzerinde rahatsız edici görsel etkisinin olması da beklenmemektedir. Ayrıca, Kazan İBAAT'nin atıksu arıtma tesisi çıkış sularının alıcı su ortamını iyileştirmesi, arıtılmış suyun sulamada alternatif su kaynağı olması, bölgedeki istihdam üzerinde olumlu etkisinin olması da beklenmektedir.

### **3.3.3 Akdoğan atıksu arıtma tesisi**

Kızılcahamam ilçesine 6 km uzaklıkta, E5 karayolun üzerindeki yer alan Akdoğan köyüne 2004 yılında 266 kişiye hizmet verecek şekilde Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından alttan akışlı yapay sulak alan sistemi kurulmuştur. Akdoğan yapay sulak alan tesisi (Akdoğan YSA) giriş değeri 105 mg/l BOİ ve çıkış değeri 20 mg/l olarak dizayn edilmiştir. Kişi başına 60 l/gün atıksu tüketileceği kabulüyle köyden kaynaklanacak atıksu miktarı 16 m<sup>3</sup>/gün olarak bulunmuştur (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Ankara Akdoğan yapay sulak alan tesisi

Türkiye’de dünyada olduğu gibi ÇED Raporları belli bir nüfusun üzerindeki yerleşim yerlerinden kaynaklanan atıksuları arıtma amacıyla tasarlanan atıksu arıtma tesislerinin çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenle yapay sulak alan tesisleri için hazırlanmış ÇED Rapor’ları bulunmamaktadır. Ancak, konvansiyonel arıtım sistemleri ile kıyaslandığında yapay sulak alan tesislerinin besin tutma kapasitesi yüksek, prosesi istikrarlı, işletim şartları basit, enerji ihtiyacı az, yatırım ve işletme maliyetleri düşük ve çamur üretimi yok denecek kadar az ve kalifiye eleman gerektirmeyen tesislerdir (Çiftçi vd. 2007, Yetik 2008). Yüzey altı yatay akışlı yapay sulak alan bitkilerin büyümesini temin eden çakıl taşı ve kumlu bir ortam ile kanallar ve havuzlardan ibarettir (Şener 2007, Yetik 2008). Yüzey altından giren atıksu çıkış bölgesine (genelde taban kısmında) ulaşana kadar gözenekli yatak malzemesi içerisinde (yüzeyi geçmeyecek şekilde) yavaşça akmaktadır (Yetik 2008). Atıksuyun çakıl ortamının altından akmasıyla koku, sinek ve havyan ve insanların atıksu ile temas riskleri ortadan kalkar (Demirösr 2006, Şener 2007, Anonim 2011). Yapay sulak alan tesisinin doğal manzara ile uyum içinde inşa edilebilmesi, yabani hayat için yaşama alanı oluşturması ve açık alanları daha estetik bir hale getirmesi diğer avantajlarıdır (Akten ve Akten 2008). Yapay sulak alan tesislerinin bu avantajları etrafındaki yerleşim yerlerinde olumlu görsel etki olarak kendini göstermektedir. Ancak tesisin çalışması işçi gerekmemesi nedeniyle bölgedeki istihdam üzerinde olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisinin olması beklenmemektedir.

## **4. MATERYAL VE YÖNTEM**

Bu bölümde; Ankara İli'nde yer alan farklı proseslere sahip atıksu arıtma tesisleri (doğal arıtma, ikincil arıtma (biyolojik karbon giderim) ve üçüncül arıtma (biyolojik ileri arıtma, azot ve fosfor giderimli) etrafında yer alan yerleşim yerlerinin bu arıtma tesislerinden etkilenme düzeylerini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

### **4.1 Materyal**

#### **4.1.1 Genel bilgiler**

Araştırmanın ana materyalini, Ankara İli'nde yer alan doğal arıtma, ikincil arıtma (biyolojik karbon giderim) ve üçüncül arıtma (biyolojik ileri arıtma, azot ve fosfor giderimli) tesisleri etrafında yer alan köylerdeki işletmelerden anket yardımı ile elde edilen veriler oluşturmaktadır. Diğer materyaller ise bu konuda yapılmış makaleler, tezler, ilgili kuruluşların raporları ve arıtma tesisleri için hazırlanan ÇED Raporları ve konu ile ilgili internet kaynaklarından temin edilen bilgilerdir.

#### **4.1.2 Araştırma ile ilgili verilerin toplanması**

Tez çalışması kapsamında veri toplama yöntemleri arasından üreticilerle yapılan anket, mülakat ve gözlem yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bu yöntemlerinin tanımının yapılması konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Gözlem en genel anlamıyla, araştırmacının incelediği konu ile ilgili olarak olayın gerçekleştirildiği yerde bulunması ve incelenen olayın gerçekleştirilme biçimine tanıklık etmesi olarak tanımlanabilir. Mülakat ise iki veya daha fazla sayıda insan arasında belli bir amaç etrafında yüz yüze yapılan tartışmalar olarak tanımlanmaktadır (Ataseven 2010).

Araştırma kapsamında üreticilerin anket sırasında yazılı olarak ifade edemedikleri ya da ifade etmekten çekindikleri bazı düşüncelerinin kendileri ile yapılan konuşma esnasında daha rahat olarak alınabileceği düşüncesinden hareketle yüz yüze anket yöntemi tercih

edilmiştir. Çünkü arazi çalışmasına çıkıldığında ve özellikle de üreticilerle anket yolu ile çalışıldığında bu durum ile sık sık karşılaşmaktadır. Bu durum da çalışmanın sağlıklı olarak ilerlemesi önünde bir engel oluşturmaktadır. Anket yolu ile toplanan verilere ilaveten ayrıca köy odasında veya köy kahvesinde üreticilerle sohbet edilmesi yoluna da gidilmiştir. Bu şekilde sadece anket verileri ile bilgi toplanması yoluna bağlı kalınmamış, elde edilen bilgilerin doğruluğu diğer yöntemlerle de kontrol edilmiştir (Ataseven 2010).

## **4.2 Çalışma Yöntemi**

Araştırma alanının belirlenmesinde farklı atıksu arıtma tesislerine uygulanan yaşam döngüsü analizinin farklı arıtma proseslerinde farklı sonuçlar vermesinden yola çıkılarak buldukları kırsal alan üzerinde farklı etkilerinin olacağı kabul edilmiştir. Bu amaçla Ankara İli'nde yer alan atıksu arıtma tesisleri proseslerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda biyolojik arıtma tesisine örnek olarak Türkiye'de yaygın olarak kullanılan klasik aktif çamur prosesine sahip Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi, ileri biyolojik arıtma tesislerine örnek olarak Kazan Atıksu Arıtma Tesisi ve doğal arıtma sistemine örnek olarak Akdoğan Köyü Yapay Sulak Alan Tesisi seçilmiştir. Seçilen bu arıtma tesisleri etrafındaki tarımsal alanlarda üretim yapan üreticilerin atıksu arıtma tesislerine karşı tutum, davranışlarını ve fikirlerini ortaya koyabilecek soruları içeren bir anket çalışması yapılarak veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

### **4.2.1 Örnekleme yöntemi ve büyüklüğü**

Araştırma kapsamına alınacak olan işletmelerin belirlenebilmesi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada gayeli olarak araştırma kapsamında değerlendirilen her bir atıksu arıtma tesisi için konum olarak arıtılan atıksuyun deşarj edildiği noktanın önünde 2 adet köy ve arkasında 2 adet köy araştırma kapsamına dâhil edilmiştir. Bu çalışma sonucunda 12 köy araştırma kapsamına alınmış ve arıtma tesislerine göre köylerin dağılımı aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.1 Araştırma alanına giren atıksu arıtma tesislerine göre köylerin dağılımı

	<b>Tatlar KAÇAAT</b>	<b>Kazan İBAAT</b>	<b>Akdoğan YSA</b>
<b>Tesis önünde</b>	Tatlar köyü Polatlar köyü	Kumpınar köyü Yazıbeyli köyü	Akdoğan köyü Üçbaş köyü
<b>Tesis arkasında</b>	Anayurt köyü Türkobası köyü	Aydın köyü Emirgazi köyü	Uğurlu köyü Yukarıkaraören köyü

İkinci aşamada ise araştırma kapsamına alınan üretici sayısı tespit edilmiştir. Bu amaçla TUİK'ten bu tesislerin etrafında yer alan kırsal yerleşim yerlerinin nüfusları ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan da Çiftçi Kayıt Sistemine (ÇKS) kayıtlı işletme büyüklükleri ve sayısı elde edilmiştir. Ayrıca köylere ziyarette bulunarak elde edilen veriler yeniden düzenlenmiş olup bu çalışma sonunda üç arıtma tesisi etrafında yer alan 12 köydeki üretici sayısı 740 adet olarak bulunmuştur. Örneklem yönteminde normal dağılımın sağlanabilmesi için 5 dekinden küçük ve 400 dekinden büyük olan işletmeler popülasyondan çıkarılmıştır. Böylece popülasyondaki işletme sayısı 646 olarak bulunmuştur. Akdoğan YSA sonrasında yer alan Uğurlu Köyünde ise köyün Kızılcahamam ilçesine yakın olmasına bağlı olarak köyde ikamet edenlerin ilçede çalışıyor olması nedeniyle tarımla uğraşan yeterli üretici bulunamamış ve bu köyde anket çalışması yapılmamıştır. Popülasyonu oluşturan üreticilerin arazi genişliklerine göre olan dağılım çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2 İşletmelerin arazi genişliklerine göre olan dağılımı

<b>Arazi genişliği (da)</b>	<b>Sayı (adet)</b>
5-40	298
40-60	113
60-150	192
150-400	57
Toplam	646



Anket yapılan olan üreticilerin belirlenmesinde, araştırmanın kısıtı ve amacı dikkate alınarak Tabakalı Örneklem Yöntemi'nin kullanılmasına karar verilmiştir. Tabakalı örneklem yöntemi ile %95 güven aralığında %5 hata payı oranında örnek hacmi belirlenmiştir.

Her bir tabaka normal dağılım gösterecek şekilde elde edilen işletme büyüklükleri gruplandırılmıştır.

Bu gruplar:

I. grup : 5- 40 dekar araziye sahip işletmeler

II. grup : 40,01-60 dekar araziye sahip işletmeler

III. grup : 60,01-150 dekar araziye sahip işletmeler

IV. grup : 150,01-400 dekar araziye sahip işletmeler olarak sınıflandırılmıştır.

"Tabakalı Tesadüfi Örneklem Yöntemine" göre her gruptan anket uygulanacak işletme sayısı belirlenmiştir. Bu aşamada;

$$n = (N S (N_h S_h^2)) / (N^2 D^2 + S N_h S_h^2)$$

formülünden yararlanılmıştır (Düz 2011).

n : Toplam örnek sayısı

N: Toplam işletme sayısı

$N_h$  : Her bir tabakadaki işletme sayısı

$S_h$  : Her bir tabakanın standart sapması

$$D^2 : d^2 / Z^2$$

d : 0.05 \*X değerine eşit olup, popülasyon ortalamasında izin verilen hata Z : %95 güven sınırına göre normal dağılım çizelgesindeki Z değeri.

Buna göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

I. GRUP

$$n = (664 * 298 * 28433,11) / (664^2 * 1,28^2 + 298 * 28433,11) = 41 \text{ anket}$$

## II. GRUP

$$n = (664*113*3943,70)/(664^2*3,01^2 + 113*3943,70) = 10 \text{ anket}$$

## III. GRUP

$$n = (664*192*128029,89)/(664^2*5,80^2 + 192*128029,89) = 71 \text{ anket}$$

## IV. GRUP

$$n = (664*57*558680,94)/(664^2*13,57^2 + 57*558680,94) = 54 \text{ anket}$$

Tabakalara göre üretici sayıları I. grupta 41, II. Grupta 10, üçüncü grupta 71 ve IV. Grupta 54 olarak elde edilmiş olup toplam anket sayısı 176 olarak belirlenmiştir. Popülasyonu oluşturan 646 işletmeden 176 işletme örneğe girmiş olup, bu örnek büyüklüğü toplam işletme sayısının %27,2'ini oluşturmaktadır.

### **Örnek hacminin ilçelere göre dağıtılması**

Tez çalışması kapsamındaki köylerdeki üretici sayısı 740'dır. Ancak örnek hacmi belirlemede kullanılan Tabakalı Örneklem Yöntemi'nde, her bir tabakanın normal dağılımı sağlaması için popülasyondan 5 dekinden küçük ve 400 dekinden büyük olan üreticiler popülasyondan çıkartıldığı için çalışmanın popülasyonundaki üretici sayısı 646 olarak bulunmuştur. Bu köylerden Sincan İlçesi'nde bulunan Tatlar atıksu arıtma tesisi etrafında 536 (%83) ve Kazan İlçesi'nde bulunan Kazan atıksu arıtma tesisi etrafında 75 (%12) ve Kızılcahamam İlçesi'nde yer alan Akdoğan atıksu arıtma tesisi etrafında ise toplam 35 (%5) üretici bulunmaktadır. Bir önceki bölümde verilen formül aracılığı ile hesaplanan örnek hacmindeki toplam üretici sayısı, ilçelerin popülasyon içindeki oranlarına göre dağıtılmıştır. Bu dağılıma göre Tatlar atıksu arıtma tesisi etrafında 147, Kazan atıksu arıtma tesisi etrafında 20 ve Akdoğan atıksu arıtma tesisi etrafında ise 9 üretici araştırma kapsamına alınmıştır.

### **Anket yapılan köylerin belirlenmesi**

Anket uygulanacak üreticiler için köyler belirlenirken atıksu arıtma tesisine yakın ve konum olarak tesis önünde ve arkasında yer almaları dikkate alınmıştır. Köylerin belirlenmesinde atıksu arıtma tesisine yakın yerleşim yerlerinin arıtma tesislerinden en fazla etkileneceği ve bu etkilenme düzeyinin tesis önünde ve arkasında farklı olacağı varsayımından yola çıkılmıştır. Bu amaçla arıtma tesis önünde yer alan 2 köy ile arıtma

tesisi arkasında yer alan 2 köy olacak şekilde köylerin seçimi yapılmıştır. Harita üzerinde yapılan seçimler köylere yapılan ziyaretlerle son şeklini almıştır.



Şekil 4.1 Tatlar Atıksu arıtma tesisi etrafında seçilen köyler



Şekil 4.2 Kazan Atıksu arıtma tesisi etrafında seçilen köyler



Şekil 4.3 Akdoğan Atıksu arıtma tesisi etrafında seçilen köyler

#### **4.2.2 Veri toplama aşamasında uygulanan yöntem**

Araştırmada arıtma tesislerinin çevresindeki üreticilere olan etkilerini belirlemek amacıyla çevresel, sosyal ve ekonomik yapı ile ilgili hazırlanan anket formları 2013 yılı Aralık ayı içinde işletme sahipleri ile yüz yüze görüşülerek doldurulmuştur. Araştırmanın ana materyalini bu anketlerden elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır.

Anket formu 3 ana bölümden oluşmaktadır.

- a) Kişisel Bilgiler: Aile yapısı, eğitim durumu, yaş meslek, köy yönetimine katılma gibi kişisel bilgilerini ölçen sorulardan oluşmaktadır.
- b) Ekonomik bilgiler: İşletme büyüklüğü, mekanizasyon, ürün deseni, arazi kullanımı vb. üreticilerin ekonomik durumunu ölçmeye yarayan sorulardan oluşmaktadır.
- c) Çevresel Etkiler: Arıtma tesislerinin etrafında koku, gürültü ve trafik gibi sorunlar oluşturup oluşturmadığı, arıtma tesislerinin yan ürünleri olan arıtılmış su ve arıtma çamurları hakkında üreticilerin bilgi düzeyini ölçme, bu ürünlerin kullanımına olan isteğin, arıtma tesisinin ekonomik bir kaynak olup olmadığını ve arıtma tesislerinden halkın beklentisini sorgulayan sorulardan oluşmaktadır.

#### **4.2.3 Verilerin analizinde kullanılan yöntem**

Elde edilen verilerin istatistiksel çözümleri “SPSS 20 for Windows” (Anonymous 2011a) programından yararlanılarak yapılmıştır. Yerleşim yerlerindeki işletmeler ile ilgili demografik bilgiler frekans (f), yüzde dağılımları (%) hesaplanmış, çizelgeler ve çapraz çizelgeler şeklinde verilerek değerlendirilmiştir.

Verilerin analizinde ise iki değişken arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan Ki-kare bağımsızlık testi uygulanmıştır. Verilerin istatistiksel analizinde ve yorumlarda  $\alpha=0,05$  anlamlılık düzeyi dikkate alınmıştır.

## **5. ARAŞTIRMA BULGULARI**

Bu bölüm anket yoluyla elde edilmiş veri analizlerine dayanmaktadır. Veri analizi anket sorularının her bir kısmı için yapılmıştır.

### **5.1 Araştırma Alanının Mevcut Durumu**

#### **5.1.1 Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri**

Araştırmanın bu bölümünde, Ankara ilinde yer alan doğal arıtma, ikincil arıtma (biyolojik karbon giderim) ve üçüncül arıtma (biyolojik ileri arıtma, azot ve fosfor giderimli) tesisleri etrafındaki araştırma kapsamındaki üreticilerin demografik yapısına ilişkin bilgiler sunulmaktadır. Demografik özellikler olarak çizelge 5.1’de gösterildiği üzere üreticinin yaşı, aile büyüklüğü, eğitim seviyesi, çiftçilik deneyimi, köy yönetimine katılma durumu, gelir düzeyi ve tarım dışı çalışma durumunu sunulmuştur.

Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi, araştırma kapsamındaki üreticilerin yarısından fazlası (%56,3) 50 yaş ve üstündedir. Araştırma kapsamındaki üreticilerin sadece %1,1’i 25-33 yaş aralığındadır. Araştırma kapsamındaki üreticilerin yaklaşık yarısının (%42) aile büyüklüğü 0-2 arasındadır. Bu da araştırma kapsamındaki üreticilerin %56,3’ünün 50 yaş ve üzeri olması ve bu üreticilerin çocuklarının yeni aile oluşturması ile açıklanabilir.

Eğitim ile ilgili olarak, çoğunluk (%71) ilkökul mezunu iken üniversite eğitimi alan üretici oranı (Yüksek okul+lisans) %4,5’tir. Araştırma kapsamındaki üreticilerin ise %24,5’i ise ortaokul mezunudur.

Çiftçilik deneyimi konusunda üreticilerin %80,7’sinin 16 yıl üzerinde çiftçilik yaptığı görülmektedir. Bunu %14,2 ile 11-15 yıl çiftçilik yapan üreticiler takip etmektedir. Araştırma kapsamındaki üreticilerinin %94,9’ü 10 yıl üzerinde çiftçilik yapmakta olup deneyimli çiftçilerdir. Bu çiftçiler tarım konusundaki deneyimleri atıksu arıtma

tesislerini kırsal alan üzerindeki etkilerini değerlendirmek açısından önem arz etmektedir.

Çizelge 5.1 Üreticilerin sosyo-ekonomik durumu

Özellikler	Değişkenler	Sayı	Oran (%)
<b>Yaş</b>	25-33	2	1,1
	34-41	18	10,2
	42-49	57	32,4
	50 üstü	99	56,3
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
<b>Aile Büyüklüğü</b>	0-2	74	42,0
	3-4	68	38,6
	5-6	22	12,6
	>6	12	6,8
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
<b>Eğitim</b>	İlköğretim	125	71,0
	Ortaöğretim	43	24,5
	Yüksek Okul	3	1,7
	Fakülte (lisans)	5	2,8
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
<b>Yönetime Katılma Durumu</b>	Muhtar	7	4,0
	Aza	38	21,6
	Yok	131	74,4
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
<b>Çiftçilik Deneyimi</b>	0-5	1	0,6
	6-10	8	4,5
	11-15	25	14,2
	>16	142	80,7
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
<b>Gelir Düzeyi</b>	Düşük	84	47,7
	Orta	92	52,3
	Yüksek	0	0,0
<b>Tarım Dışı Çalışma Durumu</b>	Var	65	36,9
	Yok	111	63,1
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Aile geliri açısından, üreticilerin %47,7'si gelirlerinin düşük olduğunu belirtirken %52,3'ü orta gelirli olduğunu ifade etmişlerdir. Yüksek gelirli olduklarını ifade eden üretici olmamıştır.

Tarım dışı çalışma durumuna bakıldığında, araştırma kapsamındaki üreticilerin %63,1'i tarım dışı gelirleri olduğunu ifade ederken, % 36,9'i tarım dışı gelirleri (emekli maaşı, aynı zamanda bir sigortalı bir işte çalışan vb.) olmadığını belirtmişlerdir.

### 5.1.2 Köylerin altyapı durumu

Bu bölümde araştırma alanındaki içmesuyu ve atıksu altyapı tesislerin durumuna ilişkin bilgiler sunulmaktadır. İçmesuyu ve atıksu altyapı özellikleri çizelge 5.2'de gösterildiği gibi içmesuyu kaynağı, içmesuyu şebeke durumu, kanalizasyon durumu ve kanalizasyon sisteminin sonlanma şeklidir.

Çizelge 5.2 Köylerde altyapı durumu

Köy	İçmesuyu kaynağı	İçmesuyu Şebeke Durumu	Kanalizasyon Tesisi Durumu	Atıksu Deşarj Noktası
<b>Tatlar KAÇAAT</b>				
Anayurt	Yeraltısuyu	Yetersiz	Var	Foseptik
Polatlar	Yeraltısuyu	Yok	Yok	----
Tatlar	Yeraltısuyu	Var	Var	Foseptik
Türkobası	Yeraltısuyu	Var	Çalışmıyor	Foseptik
<b>Kazan İBAAT</b>				
Aydın	Yeraltısuyu	Var	Var	Dere
Emirgazi	Memba	Var	Var	Foseptik
Kumpınarı	Yeraltısuyu	Var	Çalışmıyor	Foseptik
Yazıbeyli	Memba	Var	Var	Foseptik
<b>Akdoğan YSA</b>				
Akdoğan	Yeraltısuyu	Var	Var	Sulak Alan
Üçbaş	Memba	Var	Var	Foseptik
Yukarı Karaören	Yeraltısuyu	Var	Var	Foseptik



İçmesuyu kaynağı olarak Aydın, Kumpınarı, Yukarıkaraören, Anayurt, Polatlar, Tatlar ve Türkobası köylerinde yeraltısuyu kullanılırken, Emirgazi, Yazıbeyli ve Üçbaş köylerinde ise içmesuyu ihtiyacı membadan karşılanmaktadır. Tüm yerleşim yerlerinde içmesuyu şebekesi mevcuttur. Ancak, Anayurt köyündeki şebekede eksiklikler olduğu belirtilmiştir.

Araştırma alanında yer alan köylerden Kumpınarı ve Türkobası köylerindeki kanalizasyon sistemlerinin çalışmadığı, Polatlar köyünde ise kanalizasyon sisteminin bulunmadığı üreticiler tarafından belirtilmiştir. Bu üç köy haricindeki köylerde kanalizasyon sistemi ile atıksuyun toplandığı ifade edilmiştir. Emirgazi, Kumpınarı, Yazıbeyli, Üçbaş, Yukarıkaraören, Anayurt, Tatlar ve Türkobası köylerinde kanalizasyon sistemi foseptik sistemi ile sonlanmakta ancak, foseptik sonrasında paket arıtma, yapay sulak alan vb herhangi bir arıtma sistemi bulunmamaktadır. Aydın köyünde ise atıksular kanalizasyon sistemi ile direkt dereye deşarj edilmektedir. Araştırma kapsamında yer alan köylerden sadece Akdoğan köyünde kanalizasyon sistemi sulak alan arıtma sistemi ile sonlanmaktadır.

### **5.1.3 Atıksu arıtma tesislerinin üreticiler üzerindeki çevresel ve sosyal etkisi**

Bu bölümde araştırma alanında yer alan arıtma tesislerinin etrafındaki yerleşim yerlerinde ikamet eden üreticiler üzerinde çevresel ve sosyal etkileri sunulmaktadır (Çizelge 5.3).

Araştırma kapsamındaki üreticilerden arıtma tesislerinin yapımından sonra akarsuya deşarj edilen arıtılmış su nedeniyle akarsu rejimi üzerinde herhangi bir değişiklik olmadığını söyleyenlerin oranı %57,4 iken, bilmiyorum diye cevap verenlerin oranı %42,6'dır. Buna bağlı olarak atıksu arıtma tesislerinden deşarj edilen arıtılmış su nedeniyle taşkın olup olmadığı sorununa araştırma kapsamındaki tüm üreticiler tarafından hayır cevabı verilmiştir (%100). Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan taşkın sorunu olmaması Ankara ilinde yağmur suyu ile kanalizasyon sisteminin ayrı sistem olmasından kaynaklanmaktadır. Akdoğan köyünde yağmur suyu ile kanalizasyon

sistemi ayrı olmamasına rağmen yapay sulak alan sistemi yağmur suyu debisini karşılayacak kapasiteye sahiptir.

Çizelge 5.3 Atıksu arıtma tesislerinin üreticiler üzerindeki çevresel ve sosyal etkileri

Özellikler	Değişkenler	Sayı	Oran (%)
AAT akarsuyun rejimini değiştirdi mi?	Evet	0	0,0
	Hayır	101	57,4
	Bilmiyorum	75	42,6
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT taşkına neden oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT nedeniyle akarsuyun kullanım şekli değişti mi?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtmadan kaynaklanan koku problemi var mı?	Evet	25	14,2
	Hayır	148	84,1
	Bilmiyorum	3	1,7
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtmadan kaynaklanan gürültü problemi var mı?	Evet	2	1,1
	Hayır	168	95,5
	Bilmiyorum	6	3,4
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT nedeniyle trafikte bir değişiklik oldu mu?	Evet	11	6,2
	Hayır	165	93,8
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT nedeniyle yeni yol yapıldı mı?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma tesisi görsel bir rahatsızlık veriyor mu?	Evet	2	1,1
	Hayır	147	83,5
	Bilmiyorum	27	15,4
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT yapımı nedeniyle herhangi bir kültürel yapı zarar gördü mü?	Evet	0	0,0
	Hayır	162	92,0
	Bilmiyorum	14	8,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Çizelge 5.3 Atıksu arıtma tesislerinin üreticiler üzerindeki çevresel ve sosyal etkileri (devam)

AAT nedeniyle arazi kullanımı değişti mi?	Evet	23	13,1
	Hayır	153	86,9
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT nedeniyle ürün deseninde değişme oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT köy içinde taşınmaya neden oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT göçe neden oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT nedeniyle kamulaştırma yapıldı mı?	Evet	4	0,2
	Hayır	167	99,8
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT yapılmadan önce görüşünüz alındı mı?	Evet	1	0,6
	Hayır	175	99,4
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma tesisini onaylıyor musunuz?	Evet	148	84,1
	Hayır	4	2,3
	Bilmiyorum	23	13,1
	Böyle bir tesis olduğunu bilmiyordum	1	0,6
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Atıksuyun arıtılarak akarsuya verilmesi nedeniyle akarsuyun kullanım şeklinde değişiklik olup olmadığı sorusuna araştırma kapsamındaki üreticiler tarafından hayır cevabı verilmiştir (%100). Üreticiler akarsuların sulama amaçlı kullanıldığını atıksu arıtma tesisi yapımı öncesi ve sonrasında akarsudan sulama amaçlı yararlandıklarını belirtmişlerdir.

Arıtmadan kaynaklanan koku problemi olup olmadığı sorusuna araştırma kapsamındaki üreticilerin % 84,1'i hayır cevabı verirken, %14,2'si (25 kişi) evet, %1,7'si ise bilmiyorum cevabını vermiştir. Arıtma tesisinden kaynaklanan koku problemi olduğunu

söyleyen 25 kişi Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi etrafında yer alan Tatlar ve Anayurt köylerinde ikamet eden üreticilerdir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin %95,5'i arıtma tesisinden kaynaklanan gürültü problemi olmadığını belirtirken, %1,1'i gürültü oluştuğunu ifade etmişlerdir. %3,4'ü ise bilmiyorum cevabını vermiştir. Arıtma tesisi nedeniyle gürültü oluştuğunu ifade eden üreticiler Tatlar köyünde oturmaktadırlar.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin % 93,8'i arıtma tesisi nedeniyle araç trafiğinde bir değişiklik olmadığını belirtirken, %1,1'i evet, % 6,2'si bilmiyorum cevabını vermiştir. Atıksu arıtma tesisi nedeniyle araç trafiğinde artış olduğunu belirten üreticiler Aydın köyünde ikamet etmektedir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin tamamı (%100) arıtma tesisi nedeniyle yeni bir yol yapılmadığını ifade etmiştir.

Arıtma tesisinin görsel olarak rahatsızlık verip vermediği sorununa araştırma kapsamındaki üreticilerin %83,5'i hayır, %15,4'ü bilmiyorum ve %1,1'i evet cevabını vermiştir. Evet, cevabını veren 2 kişi Tatlar köyünde ikamet etmektedir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin % 92'si arıtma tesisinin kültürel yapının bulunduğu alanda yapılmaması nedeniyle tesisin yapımı esnasında herhangi bir kültürel yapıya zarar verilmediğini belirtirken, % 8'i bilmiyorum diye belirtmişlerdir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin %86,9'u atıksu arıtma tesisi nedeniyle arazi kullanımında herhangi bir değişiklik olmadığını ifade ederken, %13,1'i arazi kullanım şeklinin değiştiğini ifade etmişlerdir. Üreticilerden arazi kullanım şeklinin değiştiğini ifade edenler Anayurt köyünde ikamet etmektedirler ve arıtılmış suyu kullanarak kuru tarımdan sulu tarıma geçtiklerini ifade etmişlerdir. Her ne kadar Anayurt köyünde kuru

tarımdan sulu tarıma geçildiği ifade edilse de üreticilerin tümü (%100) arıtma tesisi nedeniyle yetiştirilen ürün deseninde herhangi bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Araştırma kapsamındaki üreticilerin tamamı (%100) atıksu arıtma tesisi yapımı ve işletilmesi aşamasında atıksu arıtma tesisi kaynaklı köy içinde veya köy dışına taşınma olmadığını belirtmişlerdir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin %99,8'i arıtma tesisi nedeniyle kamulaştırma yapılmadığını belirtirken %0,2'si kamulaştırma yapıldığını ifade etmiştir. Üreticilerden kamulaştırma yapıldığını ifade edenler Yazıbeyli köyünde ikamet etmektedirler. Kazan Atıksu Arıtma Tesisi için kamulaştırma yapılmadığı için üreticilerin bu soruyu yanlış anladıkları düşünülmektedir. Arıtma tesisi yapılması için görüşünüz alındı mı sorusunda üreticilerin %99,4'ü hayır cevabını verirken, Akdoğan köyündeki üreticiler arıtma tesisi için Mülga Ankara Özel İdaresi'ne arıtma tesisi yapılması için başvuruları olduğunu belirtmiştir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin %84,1'i atıksu arıtma tesisini onaylıyorken, %2,3'ü onaylamamaktadır. Üreticilerin %13,7'inin arıtma tesisinin yapılıp yapılmaması hakkında görüşü bulunmamaktadır.

#### **5.1.4 Üreticilerin arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı**

Bu bölümde araştırma alanına giren atıksu arıtma tesislerine ait yan ürünler olan arıtılmış su, arıtma çamuru hakkında üreticilerin bilgisi ve ürünleri kullanım istekleri sunulmaktadır (Çizelge 5.4)

Araştırma alanındaki üreticilerin %85,3'ü arıtılmış su hakkında bilgili iken arıtılmış su hakkında bilgisi olmayanların oranı %13,6'dır. Üreticilerinin %1,1'i bu soruya bilmiyorum şeklinde cevap vermiştir.

Çizelge 5.4 Üreticilerin arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı

Özellikler	Değişkenler	Sayı	Oran (%)
Arıtılmış su hakkında bilginiz var mı?	Evet	150	85,3
	Hayır	24	13,6
	Bilmiyorum	2	1,1
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtılmış su kullanmak ister misiniz?	Evet	145	82,4
	Hayır	26	14,8
	Bilmiyorum	5	2,8
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Evet ise neden?	Çaydan daha temiz	111	76,6
	Zaten kullanıyoruz	23	15,9
	Sulu tarıma geçeriz	11	7,5
	<b>Toplam</b>	<b>145</b>	<b>100</b>
Hayır ise neden?	Suyumuz bol	16	61,5
	Neyi arıttığımızı biliyoruz	2	7,7
	Güvenli değil	6	23,1
	Tesisin iyi arıttığını düşünmüyoruz	2	7,7
	<b>Toplam</b>	<b>26</b>	<b>100</b>
Tesislerden çıkan suyu kaliteli buluyor musunuz?	Görmedim	39	22,1
	Tertemiz akıyor	1	0,6
	Tesis çalıştığı zaman temiz akıyor	133	75,6
	Tesis çalışmıyor	2	1,1
	Tesis kötü çalışıyor	1	0,6
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma çamuru hakkında bilginiz var mı?	Evet	150	85,2
	Hayır	25	14,2
	Bilmiyorum	1	0,6
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma çamuru kullanma deneyiminiz var mı?	Evet	86	48,9
	Hayır	90	51,1
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma çamuru kullanmak ister misiniz?	Evet	102	58,0
	Hayır	46	26,1
	Bilmiyorum	28	15,9
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Evet ise neden?	Gübre olduğu için	47	46,1
	Çorak arazileri iyileştiriyor	43	42,1
	Verimi arttırıyor	12	11,8
	<b>Toplam</b>	<b>102</b>	<b>100</b>

Çizelge 5.4 Üreticilerin arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı (devam)

<b>Hayır ise neden</b>	Kullanımını uygun bulmuyorum	19	41,3
	Gerekli olmadığını düşünüyorum	4	8,7
	Bitkileri yakıyor	13	28,4
	Güvenli değil	3	6,5
	Çamur hakkında bilgim yok	3	6,5
	Suyu geçirmiyor	2	4,3
	Kanserojen olduğunu söylüyor	2	4,3
	<b>Toplam</b>	<b>46</b>	<b>100</b>
<b>Arıtma çamuru ürün üzerinde etkili oldu mu?</b>	Verimi arttırdı	56	65,1
	Kalite arttı	15	17,5
	Bitkinin gelişimi bozuldu	13	15,1
	Verim azaldı	2	2,3
	<b>Toplam</b>	<b>86</b>	<b>100</b>
<b>Arıtma çamuru kullanımı toprak üzerinde etkili oldu mu?</b>	Toprağı iyileştirdi	41	47,7
	Toprağın verimi arttı	3	3,5
	Toprak siyah oldu	40	46,5
	Toprağın verimi düştü	2	2,3
	<b>Toplam</b>	<b>86</b>	<b>100</b>
<b>Arıtma çamuru verim üzerinde etkili oldu mu?</b>	Verim arttı	76	88,4
	Verim düştü	10	11,6
	<b>Toplam</b>	<b>86</b>	<b>100</b>
<b>Arıtma çamuru ve arıtılmış su kullanımının tarım ilacı kullanımı üzerinde etkisi oldu mu?</b>	Ne arıtılmış su ne de arıtma çamuru kullanılmıyor	30	17,1
	Evet	76	43,2
	Hayır	70	39,7
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Araştırma alanındaki üreticilerin %82,4'ü (145 üretici) arıtılmış su kullanmak istemektedir. Arıtılmış su kullanmak isteyen üreticilerin %76,6'sı arıtılmış suyun

akarsudan daha temiz olması, %15,9'u zaten kullandıkları ve %7,5'i ise arıtılmış suyun tarlarının yakınından geçmesi durumunda kuru tarımdan sulu tarıma geçebilecekleri için arıtılmış suyu kullanmak istediklerini ifade etmişlerdir. Buna karşın araştırma alanındaki üreticilerin %14,8'i (26 üretici) arıtılmış suyu kullanmak istememektedir. Arıtılmış suyu kullanmak istemeyen üreticilerin %61,5'i temiz su kaynaklarının olması nedeniyle, %23,1'i arıtılmış olsa da arıtılmış suyun güvenli olmadığını düşündükleri ve %7,7'si tesisin iyi çalışmadığını düşündükleri ve %7,7'si ise arıtılmış su dahi olsa atıksu olması nedeniyle arıtılmış suyu kullanmak istemediklerini belirtmiştir.

Araştırma alanındaki üreticilerin %75,6'sı sadece tesis iyi çalıştığı zaman arıtılmış suyun temiz olduğunu, %0,6'sı ise arıtılmış suyun temiz görüldüğünü ifade ederken, %22,2'si arıtılmış suyu görmediklerini, %1,1'i tesisin çalışmadığını ve %0,6'sı ise tesisin kötü çalıştığını belirtmişlerdir. Tesisin çalışmadığını ve kötü çalıştığını belirten üreticiler Tatlar KAÇAAT etrafındaki köylerde ikamet eden üreticilerdir.

Araştırma alanındaki üreticilerin %85,2'si arıtma çamuru hakkında bilgiye sahipken %14,2'si arıtma çamuru hakkında herhangi bir bilgiye sahip değildir. Üreticilerin %0,6'sı ise bilmiyorum diye cevap vermiştir. Arıtma çamurunu daha önce kullananların oranı %48,9 iken hiç arıtma çamuru kullanmayanların oranı %51,1'dir. Arıtma çamuru Tatlar KAÇAAT etrafındaki köylerde kullanılmış olup, Akdoğan YSA ve Kazan İBAAT çevresindeki köylerde arıtma çamuru hiç kullanılmamıştır.

Araştırma alanındaki üreticilerin %58'si arıtma çamuru kullanmak istemektedir. Bu üreticilerin %46,1'i arıtma çamurunun gübre özelliği göstermesi, %42,1'i çorak arazileri iyileştirmesi ve %11,8'i verimi artırması nedeniyle arıtma çamuru kullanmak istemektedir.

Araştırma alanındaki üreticilerin %26,1'i ise arıtma çamuru kullanmak istememektedir. Bu üreticilerin %41,3'ü arıtma çamurunun kullanılmasını uygun bulmadıklarını, %8,7'si arıtma çamurunun gerekli olmadığını düşündüklerini, %28,4'ü bitkileri yaktığını, %6,5'i arıtma çamuru kullanımının güvenli olmadığını, %6,5'i arıtma



çamuru hakkında bilgilerinin olmadığını, %4,3'ü arıtma çamurunun suyun toprağa geçmesini önlediğini ve %4,3'ü arıtma çamurunun kanserojen olduğunun söylenmesi nedeniyle kullanmak istemediklerini ifade etmişlerdir.

Arıtma çamurunun yalnızca Tatlar KAÇAAT etrafındaki köylerde kullanılmış olması sebebiyle arıtma çamuru kullanımı ile ilgili sorulara sadece bu bölgede ikamet eden üreticiler cevap vermiştir. Araştırmada 86 üreticinin daha önce arıtma çamuru kullandığı tespit edilmiştir. Arıtma çamuru kullandığı tespit edilen %65,1'i arıtma çamurunun ürün verimi, %17,5'i ürün kalitesini arttırdığını ifade ederken %15,1'i bitkinin gelişimini bozduğunu ve %2,3'ü de ürün verimini azalttığını ifade etmiştir.

Arıtma çamuru kullanan üreticilerden %47,7'si arıtma çamurunun toprak kalitesini iyileştirdiğini belirtirken, %3,5'i toprağın verimini arttığını, %46,5'i arıtma çamuru kullanılan toprakların siyaha döndüğünü ve %2,3'ü toprağın veriminin azaldığını ifade etmişlerdir. Üreticilerin %88,4'ü ise ürün verimini arttırdığını ifade ederken %11,6'sı ürün verimini azalttığını belirtmişlerdir.

Üreticilerin %43,2'si arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı nedeniyle tarım ilacı kullanımını arttırdığını ifade ederken %39,7'si pestisit kullanımında değişiklik olmadığını ifade etmiştir. Üreticilerin %17,1'i ise arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanmadıklarını belirtmiştir. Üreticiler tarım ilacı kullanımının su ve arıtma çamuru içindeki tohumlar nedeniyle arttığı beyan etmişlerdir.

### **5.1.5 Atıksu arıtma tesislerinin insan ve hayvan sağlığına olan etkisi**

Araştırmanın bu bölümünde, araştırma kapsamındaki üreticilerin arıtma tesisi nedeniyle herhangi bir hastalığa yakalanıp yakalanmadıkları sunulmaktadır (Çizelge 5.5)

Çizelge 5.5 incelendiğinde, üreticilerin % 76,7'si arıtılmış su ve üreticilerin %74,4'ü ise arıtma çamuru kullanımı ile insanlarda sağlık problemi oluşmadığı yönünde fikir beyan ettikleri görülmektedir. Üreticiler arıtılmış su ya da arıtma çamuru kullanımı esnasında

bu materyallere temas etmelerini önleyecek tedbirleri aldıklarını ifade etmişlerdir. Hayvanlarında hastalık olmamasının nedeni olarak ise hayvanların dereden su içmedikleri olarak belirtilmiştir.

Çizelge 5.5 Atıksu arıtma tesislerinin halk sağlığına olan etkisi

Özellikler	Değişkenler	Sayı	Oran (%)
Arıtılmış su kullanımı nedeniyle herhangi bir sağlık problemi oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	135	76,7
	Hiç kullanmadım	41	23,3
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma çamuru kullanımı nedeniyle herhangi bir sağlık problemi oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	131	74,4
	Hiç kullanmadım	45	25,6
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Arıtma tesisi hayvanlarda hastalığa neden oldu mu?	Arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanmıyoruz	41	23,3
	Hayır	135	76,7
	Bilmiyorum	0	0,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

### 5.1.6 Atıksu arıtma tesislerinin köy ekonomisi üzerine etkisi

Araştırmanın bu bölümünde, arıtma tesislerinin köyün ekonomik yapısı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır (Çizelge 5.6)

Araştırma kapsamındaki üreticilerin %86,9'u arıtma tesisi nedeniyle arıtma tesisine yakın arazilerde herhangi bir kıymet değişikliği olmadığını belirtirken, %13,1'i (Anayurt'ta ikamet edenler) arıtma tesisine yakın arazilerin kıymetinde değer artışının olduğunu ifade etmişlerdir. Bu değer artışının nedeni olarak da üreticiler kendi imkânları ile tesis çıkışında kanal yaptırarak deşarj edilen arıtılmış su ile tarlalarını sulamaları ve bu şekilde kuru tarım yapılan arazilerin sulu tarım yapılan arazi özelliğine kavuşmasını ve verimin artmasını göstermişlerdir. Ayrıca araştırma kapsamındaki üreticilerin tamamı (%100) arıtma tesisine uzak arazilerinde kıymet değişikliği olmadığını da belirtmişlerdir.

Çizelge 5.6 Arıtma tesislerinin köy ekonomisi üzerine etkisi

Özellikler	Değişkenler	Sayı	Oran (%)
AAT yakınındaki arazilerde kıymet değişimi oldu mu?	Sulu tarım nedeniyle değeri arttı	23	13,1
	Hayır	153	86,9
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT uzağındaki arazilerde kıymet değişimi oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT işsizlik üzerinde etkili oldu mu?	İşçi alındı	136	77,3
	Hayır	40	22,7
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Yabancı işçi sorunu oldu mu?	Evet	0	0,0
	Hayır	176	100
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
Köy ekonomisine etkisi oldu mu?	İşçi alındı	123	69,9
	Sulu tarıma geçilmesi nedeniyle kazanç arttı	13	7,4
	Hayır	40	22,7
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT'de çalışan yakınınız var mı?	Kendim	1	0,6
	Akrabam	80	45,4
	Yok	95	54,0
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Araştırma alanı içindeki üreticilerin %77,3'ü atıksu arıtma tesisinde köyden işçi çalıştığını ifade etmişlerdir. İncelenen 3 atıksu arıtma tesisinden sadece Tatlar KAÇAAT'te etrafındaki yerleşim yerlerinde yaşayan işçiler çalışmaktadır. Akdoğan YSA'nın doğal arıtma olması nedeniyle işçi çalışmamaktadır. Kazan İBAAT ise Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na devredilme aşamasındadır. Tatlar KAÇAAT üreticilerin tamamı tesiste çalışan ve o bölgede ikamet etmeyen diğer işçilerle ilgili bir sorunları olmadığını ve arıtma tesisine işçi alımında öncelikli olduklarını belirtmişlerdir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin %69,9'u köylerinden işçi alımı gerçekleştiği ve %7,4'ü kuru tarım yapılan arazilerinde sulu tarım yapmaları nedeniyle yerleşim yerlerindeki ekonomi üzerinde arıtma tesisinin olumlu bir etkisi olduğunu ifade ederken %22,7'si ekonomilerine herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

İncelenen 3 atıksu arıtma tesisinden sadece Tatlar KAÇAAT arıtma tesisinde etrafındaki yerleşim yerlerinden işçi alınımı gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamındaki

üreticilerin %0,6'sı bu tesiste çalışırken, %45,4'ünün ise akrabası bu tesiste çalışmaktadır. Üreticilerin %54'ünün arıtma tesisinde çalışan bir yakını veya köylüsü bulunmamaktadır.

### 5.1.7 Üretici gözüyle atıksu arıtma tesislerinin sorunları

Araştırmanın bu bölümünde, üreticiler gözüyle atıksu arıtma tesislerinin etkisi incelenmiştir (Çizelge 5.7). Çizelgenin incelenmesi sonucunda, araştırma kapsamındaki üreticilere göre arıtma tesisi ile ilgili en büyük sorunun %63,1 ile arıtma tesisinin düzgün çalışmaması (tesisnin bazı zamanlar çalıştırılmadığı), ikinci sırada ise % 14,2 ile koku problemi geldiği görülmektedir. Bu cevaplar Tatlar KAÇAAT etrafındaki yerleşim yerlerinden gelmiştir. Akdoğan YSA ve Kazan İBAAT etrafındaki yerleşim yerlerinde ikamet eden üreticiler arıtma tesisi ile ilgili bir sorun olmadığını belirtmişlerdir.

Çizelge 5.7 Üretici gözüyle atıksu arıtma tesislerinin sorunları

Özellikler	Değişkenler	Sayı	Oran (%)
AAT'nin olumsuz yönü nedir?	Koku	25	14,2
	Yok	40	22,7
	Tesis düzgün çalışmıyor	111	63,1
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>
AAT'nin olumlu yönü nedir?	Akarsu kalitesi iyileşti	5	2,8
	Bilmiyorum	24	13,6
	Tesis çalıştığında çıkış suyu temiz akıyor	111	63,1
	Çıkış suyunu sulamada kullanıyoruz	23	13,1
	Bize bir yararı yok	13	7,4
	<b>Toplam</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Arıtma tesislerinin olumlu yönleri ise sırayla %63,1 ile tesis düzgün çalıştığı zaman çıkış suyunun temiz olması, %13,1 ile çıkış suyunun sulamada kullanılması ve %2,8 ile akarsu kalitesinde meydana gelen iyileşmesi olarak belirtilmiştir. Arıtma tesisinin bize bir yararı yok cevabını veren üreticiler ise Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi'ne uzak mesafede bulunan Polatlar köyünde ikamet etmektedirler.

## 5.2 Arıtma Tesislerinin Kırsal Alan Üzerine Etkisi

Çalışmanın bu bölümünde; atıksu arıtma tesislerinin sahip oldukları arıtma proseslerine göre çevresel, sosyal, ekonomik etki ve hayvan ve halk sağlığı değişkenleri açısından analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde çevresel, sosyal ve ekonomik verileri, hayvan ve halk sağlığı değişkenleri Ki-kare testine tabi tutularak gruplar arasında farklılığın arıtma proseslerine bağlı olarak gerçekleşip gerçekleşmediği incelenmiştir.

### 5.2.1 Çevresel etkiler

#### a) Su Kaynakları Üzerine Etkisi

Arıtılmış atıksuyun akarsulara deşarjı nedeniyle akarsu rejiminde meydana gelen değişiklikler su kalitesini, fiziksel yaşamı, biyolojik toplulukları ve ekosistem fonksiyonunu etkileyebilir. Özellikle nehrin doğal su akışının düşük olduğu zamanlarda arıtılmış su deşarjları doğal akarsu akım rejimini değiştirebilir (Wakelin vd. 2008, Carey ve Migliaccio 2008, Graham vd. 2011). Örneğin, Kuzeydoğu Colorado, Güney Platte Nehri Havzasında (62.937 km<sup>2</sup>) 100 adet belediyeye ait atıksu arıtma tesislerinden deşarj edilen arıtılmış sular nedeniyle havzanın toplam yıllık su akışının %69'u arıtılmış atıksu deşarjından oluşmaktadır. Yaz aylarında ise havzada akan suyun tamamı arıtılmış sudan meydana gelmektedir (Pocernich ve Litke 1997, Dennehy vd. 1998, Carey ve Migliaccio 2008). Ozark (Amerika) akarsuyuna ise akarsu su hacminin ortalama 57 katı kadar ortalama deşarj yapılmakta ve akarsu hacminin %90'ı arıtılmış sudan oluşmaktadır (Ekka vd. 2006). Skopje atıksu arıtma tesisinden Vardar nehrine yapılan arıtılmış su deşarjının nehir debisinin yüksek olması nedeniyle nehir su hacmi üzerinde etkisi olmamaktadır (Trpecka ve Dodeva 2009). Ergene Havzası'nda Ergene nehir ve nehir kollarında nehir suyunun %78-85'i arıtılmış veya arıtılmamış atıksudan oluşmaktadır (Görgün vd. 2010).

Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan arıtılmış su deşarjları sadece nehir su hacmini arttırmakla kalmaz yağışlı zamanlarda bölgede taşkın oluşmasına da neden olmaktadır. Filistin-Beth Lahia atıksu arıtma tesisi bu duruma en iyi örneklerden biridir. Aşırı

yağışların olduğu zamanlarda atıksu arıtma tesisi aşırı yüklenmekte ve bunun sonucunda lagünleri çevreleyen kum bariyerler yıkılarak taşkınlara sebep olmaktadır (Fattah ve Rabou 2011). Bu nedenle yağmur suları atıksu arıtma tesisleri için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Taşkın sorununu çözmek için Kanalizasyon sistemi birleşik olan taşkın debisini göz önüne alarak dizayn edilmektedir. Örneğin Newcastle atıksu arıtma tesisi 500 yıllık taşkına göre dizayn edilmiştir. Kanalizasyon sistemi ayrı olan tesisler için taşkın bir sorun teşkil etmektedir. Örneğin Soma atıksu arıtma tesisi sadece atıksu girişi olacak şekilde dizayn edilmiştir (Anonim 2009, Anonymous 2009a)

Araştırma kapsamındaki atıksu arıtma tesislerinin su kaynakları üzerindeki etkisine ait araştırma çizelge 5.3'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi sonucunda, arıtma tesislerinin taşkın, akarsu rejimi ve kullanımı üzerindeki etkilerinin atıksu arıtma proses tiplerine göre değişmediği görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar literatür verileri ışığında değerlendirilmiş olup benzer sonuçlar elde edilmiştir. İstatiksel olarak farklılığın oluşmamasında bugüne kadar arıtma tesislerinin buldukları bölgede taşkın olmaması, akarsulara arıtma tesisleri yapılmadan önce de atıksu deşarjının yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **b) Koku Etkisi**

Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan kokunun ana kaynağı atıksuyun biyolojik olarak bozulması esnasında oluşan gazlardır. Bu gazların en önemlileri hidrojen sülfür, amonyak, merkaptanlar gibi kimyasallardır (Anonymous 2009c, Anonymous. 2011b). Diğer koku kaynakları ise atıksuların toplandığı ana kolektör, birincil arıtma ve çamur işleme tesisleridir (Bhatla 1975, Anonymous 2006, Moussavi vd. 2007).

Arıtma tesisinden kaynaklanan kokunun yerel halk üzerinde negatif etkisinin belirtildiği birçok çalışma mevcuttur (Stuetz ve Frechen 2001, Witherspoon ve Barnes 2004, Lebrero vd. 2011, Sówka vd. 2011, Zarra vd. 2012). Örneğin New Hampshire, Concord'taki aktif çamur prosesine sahip Hall Street atıksu arıtma tesisi sıvı ve katı

atıksuların artırılması esnasında oluşan koku sorunu nedeniyle çevresindeki yerleşim yerlerinden şikâyet almıştır (Amirhor vd. 2006).

Sówka vd. (2011) tarafından Batı Polonya'daki mekanik besin maddesi giderimli biyolojik atıksu arıtma tesisinde yapılan çalışmada, atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan koku etkisinin yaz aylarında  $4-7100 \text{ OU}_E/\text{m}^{-3}$  arasında değişirken, kış aylarında ise  $0-85 \text{ OU}_E/\text{m}^{-3}$  arasında değiştiği görülmüştür. İtalya'nın Salerno atıksu arıtma tesisinde yapılan çalışmada ise en yüksek koku konsantrasyonuna çamur arıtma biriminden kaynaklandığı tespit edilmiştir. En yüksek koku konsantrasyonu  $5600 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  ile çamur yoğunlaştırmada oluşurken, en düşük koku konsantrasyonu  $43 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  ile oksidasyon ünitesinde oluşmuştur (Naddeo vd. 2012).

Newcourt, Seatown, Garton Park and Lissenhall Drive yerleşim yerlerinde Swords atıksu arıtma tesisinden kaynaklanan algılanabilir koku etkisinin azaltılması amacıyla koku kontrol sistemlerinin kurulacağı belirtilmiştir (Anonymous 1998).

Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi (azot giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur) Çevresel Etki Değerlendirme Raporu'nda, tesisin yakın çevresindeki 150 haneyi koku sorunuyla rahatsız edeceği tespit edilmiştir (Anonymous 2009c).

2009 yılında hazırlanan Core Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi (biyolojik havalandırma filtreleri, ikincil arıtma) ÇED Raporu'nda, pompa istasyonu çevresindeki yerleşim yerlerinde hissedilebilir koku problemi olacağı, bunu önlemek için koku kontrol sistemlerinin kurulacağı ifade edilmiştir (Anonymous 2009d).

2013 yılında Rubyanna Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi için hazırlanan koku Etki Değerlendirme Raporunda, birincil arıtma ünitesinde  $20 \text{ OU}_E.\text{m}^3/\text{m}^2$  koku konsantrasyonu bulunması beklenirken, belt fitrede  $500 \text{ OU}_E.\text{m}^3/\text{m}^2$  ve çamur depolamada  $5 \text{ OU}_E.\text{m}^3/\text{m}^2$  koku konsantrasyonu olması beklenmektedir (Anonymous 2013a).

Geleneksel olarak arıtma tesisinde öncelik atıksuyun arıtılacak olması nedeniyle koku giderici önlem almak atıksu arıtma tesislerinin proses seçiminde ve inşasında öncelikli değildir. Ancak, giderek sıkılaştıran çevre mevzuatı ile koku gideriminin önemini artmaktadır (Anonymous. 2011b, Lebrerovd. 2011). Örneğin Amerika’da Allegheny County kanalizasyonlu bölgesinde yılda 50 h, Oakland (California, USA) ve Calgary (Alberta, Canada) şehirlerinde ise yılda 100 h koku sınır bulunmaktadır (Nicell 2009). Hollanda’da bu sınır  $<3,5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  (MPTER and Complex 1 Model), İngiltere’de  $\leq 5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  (ADMS model)’dir. Atıksu arıtma tesisleri üzerine yapılan çalışmalar koku tanıma eşiğinin bu sınır değerlerinin yaklaşık 3-5 kat fazlası olduğunu göstermektedir (Sironi vd. 2010).

Koku çevresel etkisinin atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticiler üzerinde istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan Ki-kare testi sonucunda, koku etkisinin atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticiler üzerinde istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.8). Çizelge 5.8’in incelenmesi sonucunda, sadece Tatlar KAÇAAT’de etrafındaki üreticiler tarafından koku sorunu olduğunun ifade edildiği görülmektedir.

Çizelge 5.8 Üreticilerin koku çevresel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar</b>	Sayı	25	142	0	147
<b>KAÇAAT</b>	Oran %	17,0	83,0	0,0	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	18	2	20
	Oran %	0,0	90,0	10,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	8	1	9
	Oran %	0,0	88,9	11,1	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	25	148	3	176
	Oran %	14,2	84,1	1,7	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,001$$



Elde edilen bu sonuç kapsamında koku çevresel etkisinin üreticiler üzerinde Tatlar KAÇAAT'nin önünde veya arkasında yaşamlarına göre istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, koku çevresel etkisi açısından üreticilerin rahatsız olma düzeyinin atıksu arıtma tesisi önünde veya arkasında yaşamlarına göre istatistiki olarak ( $p>0,05$ ) önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9 Koku çevresel etkisinin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	2	11	0	13
	Oran %	15,4	84,6	0,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	23	111	0	134
	Oran %	17,2	82,8	0,0	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	25	122	0	147
	Oran %	17,0	83,0	0,0	100,0

$$\chi^2 = 0,870, p = 0,869$$

Bu durum literatürden elde edilen bilgiler ile de uyumludur. Tatlar KAÇAAT etrafındaki yerleşim yerlerinde yapılan araştırma bulgularına göre arıtma tesisi önünde ikamet eden üreticilerin % 15,4'ü koku problemi olduğunu söylerken bu oran arıtma tesisi arkasında %17,2'ye çıkmaktadır. Arıtma tesisinden kaynaklanan koku problemi olduğunu söyleyen 25 kişi atıksu arıtma tesisi önünde yer alan Tatlar Köyü ve tesisin arkasında yer alan Anayurt Köyü'nde ikamet eden üreticilerdir. Tatlar köyü'ndeki üreticiler atıksu arıtma tesisine yakın olmaları sebebiyle kokudan rahatsız olurken, Anayurt köyü'ndeki üreticiler sabah esen rüzgârın tesiste oluşan kokuyu köyelerine getirmesi nedeniyle kokudan rahatsız olmaktadır.

Akdoğan YSA ise yüzeyaltı akışlı yapay sulak alan tesisidir. Bu tesislerin en önemli özelliği proseste atıksuyun havayla temas etmemesi nedeniyle koku probleminin olmamasıdır.

Kazan İBAAT ise hem azot ve fosfor giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur prosesi olması nedeniyle daha az çamur üretmekte hem de etrafının ağaçlarla çevrili olması nedeniyle tesisten kaynaklanan koku problemi etrafındaki köylerde hissedilmemektedir.

### **c) Gürültü Etkisi**

İnsanlar üzerinde olumsuz etkisi olan, istenmeyen ve dinleyene bir anlam ifade etmeyen hoşta gitmeyen seslere gürültü denir (Anonim 2015a). Gürültü Değerlendirme Ölçüsü, ses basıncı seviyesine dayanan desibel (dB)'dir. Gürültü seviyesinin ölçüsü, kullanılan ağırlık eğrisine göre dBA ya da dBC'dir. Ancak İnsan kulağının frekansa bağlı olarak sese olan duyarlılığını en iyi A ağırlık eğrisi temsil etmesi nedeniyle "A-ağırlıklı desibel" ya da dBA olarak ölçülmektedir (Anonim 2015a, Anonim 2015b). Her 10 dB'lik ses basınç seviyesinde bir değişiklik kabaca sesin yarılandığı ya da iki katına çıktığı gibi algılanmaktadır. Örneğin, 70 dB ses seviyesi genellikle 60 dB ses seviyesinin iki kat yüksek seviyesi olarak algılanmaktadır (Anonymous 2003).

Atıksu arıtma tesisleri de sabit gürültü kaynaklarını içermektedir. Arıtma tesisinin 24 saat çalışması nedeniyle, tesisin yakın çevresi tüm gün tesisten kaynaklı arka plan gürültü seviyelerine maruz kalmaktadır. Arıtma tesislerindeki gürültü kaynakları pompa, dizel jeneratörler ve diğer mekanik ekipman gibi değişmez ekipmanlar, işçi servisleri, kamyon gibi araç trafiğinden kaynaklanmaktadır.

Gürültü çevresel etkisinin atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticiler üzerinde istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan Ki-kare testi sonucunda, atıksu arıtma tesislerinin proseslerine göre gürültü çevresel etkisinin üreticiler üzerinde istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 5.10).

Araştırma sonuçları önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Arıtma tesislerindeki gürültü mekanik aksam ve araç trafiği ile yakından alakalıdır. Tatlar KAÇAAT ve Kazan İBAAT'te gürültü kaynakları mekanik aksam ve işçilerin ve tesiste oluşan arıtma çamurlarının taşınmasıyla oluşan araç trafiğidir. Her iki tesiste de gürültü

oluşmasına rağmen sadece Tatlar KAÇAAT'nin çok yakınında bulunan Tatlar Köyü'nde ikamet etmekte olan üreticiler atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan gürültüden rahatsız olduklarını ifade etmişlerdir.

Çizelge 5.10 Üreticilerin gürültü çevresel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar</b>	Sayı	2	143	2	147
<b>KAÇAAT</b>	Oran %	1,4	97,2	1,4	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	17	15	20
	Oran %	0,0	85,0	15,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	8	1	9
	Oran %	0,0	88,9	11,1	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	2	168	6	176
	Oran %	1,1	95,5	3,4	100,0

$\chi^2 = 0,018$ ,  $p = 0,071$

Bu durum literatürden elde edilen sonuçlarla da uyumludur. Arıtma tesislerinden kaynaklanan gürültüden etkilenme seviyesi yerleşim yerinin atıksu arıtma tesisine olan mesafesi ile ilişkilidir. Örneğin, Sword arıtma tesisinin yerleşim yerine yakın olması nedeniyle gürültü sorununu önlemek amacıyla tesis etrafında bitki yetiştirilmesi planlanırken, Amerika-King County-Brightwatery bölgesel atıksu arıtma tesisi gürültü sorunu oluşturmayacak şekilde tasarlanmıştır (Anonymous 1998, Anonymous 2003).

Newport Atıksu Arıtma Tesisi'ne en yakın evde arka plan gürültü seviyesinin çok düşük seviyede olduğu (33 dBA), Rubyanna Atıksu Arıtma Tesisi'ne en yakın evdeki arka plan seslerinin kırsal alan seslerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir (Anonymous 2004a, Anonymous 2013a). Soma Atıksu Arıtma Tesisi için yapılan gürültü hesaplamaları sonucunda ise Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen sınır değerlerinden daha düşük gürültü seviyeleri hesaplanmıştır (Anonim 2009).

### ç) Araç Trafîği ve Yol Yapımı

Trafik birçok kalkınma projelerinin doğal bir sonucudur. Bu nedenle bir proje önerisi yapıldığında örneğin yeni yollar, trafik ışıkları vb. altyapı gereksinimleri ve trafik sıklığı da dâhil olmak üzere potansiyel ulaşım ile ilgili etkilerini değerlendirmek önemlidir. Ulaşım etki değerlendirmesi projenin etki alanı içinde yeterince trafik akışının sağlanmasına yardımcı olacaktır (Edwards 2000).

Araç trafiğinin artmasının atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticiler üzerinde istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan Ki-kare testi sonucunda, atıksu arıtma tesis proseslerinin araç trafiği üzerinde istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.11). Çizelgenin incelenmesi sonucunda, üreticiler tarafından Tatlar KAÇAAT ve Kazan İBAAT nedeniyle araç trafiğinin arttığının ifade edildiği görülmektedir. Akdoğan YSA yapay sulak alan tesisi olması nedeniyle tesiste arıtma çamuru oluşmaması ve işçi çalışmaması sebebiyle araç trafiğinde bir değişme olmazken, Tatlar KAÇAAT ve Kazan İBAAT’de çamur oluşması ve işçi çalıştırılması araç trafiğini arttırmaktadır.

Çizelge 5.11 Üreticilerin araç trafiği çevresel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar</b>	Sayı	2	145	0	147
<b>KAÇAAT</b>	Oran %	6,2	93,8	0,0	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	9	11	0	20
	Oran %	45,0	55,0	0,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	0	9
	Oran %	0,0	100,0	0,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	11	165	0	176
	Oran %	6,2	93,8	0,0	100,0

$\chi^2 = 0,0001$ ,  $p = 0,001$

Elde edilen bu sonuç kapsamında araç trafiği çevresel etkisinin üreticiler üzerinde Tatlar KAÇAAT ve Kazan İBAAT önünde veya arkasında yaşamalarına göre istatistiki olarak

önemli olup olmadığı tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, araç trafiği çevresel etkisinin her iki atıksu arıtma tesisi için de üreticilerin atıksu arıtma tesisi önünde yaşamalarına göre istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.12-5.13). Elde edilen bu sonuca göre Tatlar KAÇAAT ve Kazan İBAAT önündeki köylerde yaşayan üreticiler trafik sorunundan etkilenmektedirler. Etkilenme düzeyinin atıksu arıtma tesisi önünde gerçekleşmesini nedeni trafik akışının bu yönde olmasıdır.

Çizelge 5.12 Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerinin araç trafiği çevresel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	2	11	0	13
	Oran %	15,4	84,6	0,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	0	134	0	134
	Oran %	0,0	100,0	0,0	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	25	122	0	147
	Oran %	1,4	98,6	0,0	100,0

$$x^2 = 0,0001, p = 0,002$$

Çizelge 5.13 Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerinin araç trafiği çevresel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	9	0	0	9
	Oran %	100,0	0,0	0,0	45,0
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	0	11	0	11
	Oran %	0,0	100,0	0,0	55,0
<b>Toplam</b>	Sayı	9	122	0	20
	Oran %	45,0	55,0	0,0	100,0

$$x^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Elde edilen bu sonuçlar literatür bilgileri ile farklılık göstermektedir. Tatlar ve Kazan atıksu arıtma tesislerinden farklı olarak Swords, Athlone, Newcastle, Laois, Ras II-Hobz atıksu arıtma tesisleri için hazırlanan ÇED Raporları'nda arıtma tesislerinden kaynaklanacak trafik yükünün kullanıcılar üzerinde etkisi olmayacağı ifade edilmektedir (Anonymous 1998, Anonymous 2002, Anonymous 2008, Anonymous 2009a, Anonymous 2009b).

Arıtma tesisleri nedeniyle yeni yol yapılmasına yönelik araştırma alanındaki üreticiler ile yapılan araştırma bulguları ise çizelge 5.3'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi sonucunda, atıksu arıtma tesisi nedeniyle yeni yol yapımının atıksu arıtma proses tiplerine göre değişmediği görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar literatür verileri ışığında değerlendirilmiş olup benzer sonuçlar elde edilmiştir. İstatiksel olarak farklılığın oluşmamasında en büyük etken atıksu arıtma tesislerinin yapıldıkları yerlerden geçen mevcut yolların olmasıdır.

#### **d) Arazi Kullanımı ve Ürün Deseninde Değişiklik**

Araştırma alanındaki üreticilerin arazi kullanımı üzerinde atıksu arıtma tesisi proseslerinin etki düzeyinin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, üreticilerin arazi kullanımı üzerinde atıksu arıtma tesisi proseslerinin istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 14).

Çizelge 5.14'te Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin atıksu arıtma tesisi nedeniyle arazi kullanımının değiştiğini ifade ettikleri görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında arazi kullanım değişkeninin üreticilerin Tatlar KAÇAAT önündeki veya arkasında yaşamalarına göre istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, arazi kullanımı çevresel etkisi açısından üreticilerin atıksu arıtma tesisi arkasında ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.14 Üreticilerin arazi kullanımı çevresel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar</b>	Sayı	23	144	0	147
	Oran %	15,6	84,4	0,0	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	20	0	20
	Oran %	0,0	100,0	0,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	0	9
	Oran %	0,0	100,0	0,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	23	153	0	176
	Oran %	13,1	86,9	0,0	100,0

$$x^2 = 0,074, p = 0,011$$

Çizelge 5.15 Arazi kullanımı değişiminin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	0	13	0	13
	Oran %	0,0	100	0,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	23	111	0	134
	Oran %	17,2	82,8	0,0	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	23	135	0	147
	Oran %	15,6	84,4	0,0	100,0

$$x^2 = 0,104, p = 0,031$$

Tatlar KAÇAAT etrafında yer alan Anayurt Köyü'nde ikamet eden üreticilerin arıtılmış suyu bir kanal vasıtası ile köylerine götürmeleri sayesinde kanal etrafındaki tarlarda kuru tarımdan sulu tarıma geçilmiştir. Ancak, bu durum daha önce yetiştiriciliğini yaptıkları ürün deseninde değişikliğe neden olmamıştır. Arıtılmış su kanalından önce buğday, arpa kavun karpuz ekerken kanaldan sonra da aynı ürünleri ekmeye devam etmişlerdir. Akdoğan YSA ve Kazan İBAAT'nin olduğu bölgede ise su kaynaklarının çok olması ve bölgedeki çiftçi sayısının azalmasına bağlı olarak ürün deseninde bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Bu konuda yapılan çevresel etki değerlendirme çalışmalarında Malta-Gozo-Ras II-Hobz ve Soma atıksu arıtma tesisleri yüksek kalitedeki tarım arazisi üzerinde yapılacağı için tarım arazisi kaybı olduğu görülmektedir (Anonymous 2002, Anonim 2009). Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi'nde ise arıtılan suyun deşarj edileceği göldeki su kalitesinin artışına bağlı olarak göl kenarındaki araziler yeniden kullanılabilir hale geldiği ifade edilmiştir (Anonymous 2009c). As-Samra Atıksu Arıtma Tesisi yapımı için çevresindeki tarım arazilerinin kullanılmazken tesiste arıtılan su tarımsal amaçlı kullanılmaktadır (Anonymous 2012). Bu da kullanılmayan tarım arazilerinin tarıma açılmasına neden olmuştur.

2013 yılında Akarçay Havzasında Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılmasının Araştırılması Projesi kapsamında Afyonkarahisar Atıksu Arıtma Tesisi arıtılmış sularının sulamada kullanılması halinde ürün deseni ve üretim şekli değişeceği belirtilmiştir. Daha önce kuru tarım yapılarak yetiştirilen arpa ve buğdayın atıksu arıtma tesisi sayesinde sulu tarımla yetiştirileceği ifade edilmiştir. Ayrıca silajlık mısır, yonca ve şeker pancarında ürün deseninde yer alacağı belirtilmiştir. Akarçay Havzası'nda yapılan atıksu arıtma tesislerinde arıtılan su ile 4738,8 da arazinin sulanması hedeflenmiştir. Sulama yapılacak bu arazideki yeni ürün deseni %15 arpa, %25 buğday, %20'şer silajlık mısır, şeker pancarı ve yonca olması öngörülmüştür (Anonim 2013d).

## **5.2.2 Sosyal etkiler**

### **a) Görsel etki**

Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan görsel çevresel etki arıtma tesisinin etrafındaki yerleşim yerlerine uzaklığı, çevresinde yer alan tepe, ağaçlık gibi yapıların olup olmamasına göre değişmektedir. Görsel etki önerilen projenin peyzaj duyarlılığı ve peyzaj üzerindeki etkisinin bileşenidir (Anonymous 2014b, Anonymous 2014c). Atıksu arıtma tesisleri uzun yapılar ve yakma bacaları içermesi halinde önemli bir görsel etki yapar. Bu görsel etkinin azaltılması amacıyla uzun binalar yeraltına yapılabileceği gibi tesis etrafına yapılacak bentler ve ağaçlandırma ile bu etki azaltılabilir (Anonymous 1994)



Görsel etki değerlendirmesi kamu ve kullanıcılar için estetik olarak ilk göze çarpan unsur olması nedeniyle projenin başarısı için kritik öneme sahiptir. Görsel etki değerlendirme “hiçbir şey yapmama” yaklaşımının yanı sıra öngörülen karakter, görünürlük ve arazi kullanım şekillerindeki değişikliklerin etkilerinin bir değerlendirmesini içerir (Anonymous 2004b).

Olumsuz görsel etkinin atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticiler üzerinde istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan Ki-kare testi sonucunda, üreticiler üzerinde olumsuz görsel etkinin atıksu arıtma tesisi proseslerine göre istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 16).

Çizelge 5.16 Üreticilerin olumsuz görsel etkisine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar</b>	Sayı	2	132	13	147
<b>KAÇAAT</b>	Oran %	1,4	89,8	8,8	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	11	9	20
	Oran %	0,0	55,0	45,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	4	5	9
	Oran %	0,0	44,4	55,6	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	2	147	27	176
	Oran %	1,1	83,5	15,3	100,0

$$x^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.16'nın incelenmesi sonucunda, Kazan İBAAT ve Akdoğan YSA etrafında yaşayan üreticilerin atıksu arıtma tesisinin yarattığı görüntüden rahatsız olmadıkları ancak Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin bir kısmının tesisin görüntüsünden rahatsız oldukları görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında üreticilerin Tatlar KAÇAAT önünde veya arkasında yaşamalarına göre olumsuz görsel etkiden etkilenme düzeylerinin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, olumsuz görsel etki açısından üreticilerin

atıksu arıtma tesisi önünde ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.17).

Atıksu arıtma tesisinin görsel rahatsızlık verdiği ifade eden üreticiler Tatlar KAÇAAT önünde ve yakınında bulunan Tatlar Köyü'nde ikamet etmektedir. Tatlar KAÇAAT düz ve boş bir arazide çalışması ve uzak mesafelerden bile görünür olması nedeniyle tesisten kaynaklanan olumsuz görsel etkinin olması literatür bilgileri ile de uyumlu bir sonuçtur. Örneğin, Soma AAT düz alanda yapılması nedeniyle dağ, tepe gibi doğal perdeleyicilerden yoksun kalmakta ve farklı uzaklıklardan kolayca görülebilmektedir. Bu olumsuz etkinin azaltılması amacıyla gece aydınlatması çevre peyzajı ve faunayı etkilemeyecek, ancak tesis içi güvenlik şartlarını sağlayacak kadar yapılmıştır. Sword ve Al-Houch atıksu arıtma tesislerinin görsel etkisi ise atıksu arıtma üniteleri yerden minimum yükseklikte yapılarak azaltılmaktadır (Anonymous 1998, Anonymous 2005).

Çizelge 5.17 Olumsuz görsel etkinin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	2	9	2	13
	Oran %	15,4	69,2	15,4	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	0	123	11	134
	Oran %	0,0	91,8	8,2	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	2	132	13	147
	Oran %	1,4	89,8	8,8	100,0

$\chi^2 = 0,001$ ,  $p = 0,004$

### **b) Kültürel miras**

İnsanlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar binlerce yıllık uygarlık tarihi içinde insanın doğrudan doğruya veya doğa ile birlikte yarattığı ve bugün “kültürel ve doğal miras” olarak adlandırılan doğal ve kültürel kaynakların korunması, 1970’li yıllardan sonra öncelikli konular arasına girmiş ve dünyada gündemi oluşturmuştur (Uslu ve

Kiper 2006). Doğada var olan canlı ve cansız varlıklar zincirleme olarak birbirine bağlı olduğu için doğal ve tarihi çevrenin korunması da bir bütün olarak ele alınmalıdır. Bu varlıklardan biri aradan çekildiğinde zincirleme olan yapıda aksamalar oluşmaktadır. Son yıllarda tarihsel, doğal ve mimari çevre değerlerinin korunması tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemsenmiş, konu ile ilgili bir takım önlemler alınmış, tespit ve tescil çalışmaları hızlandırılmıştır (Gürpınar 2001).

Doğal ve kültürel kaynakların korunması amacıyla herhangi bir projenin yapılması planlandığı zaman bu projenin tarihi öneme sahip alanlar ile arkeolojik alanlara zarar verip vermediğinin değerlendirilmesi önemlidir.

Arıtma tesisleri nedeniyle kültürel mirasa zarar verip verilmediğine yönelik yapılan araştırma bulguları çizelge 5.3’te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, üreticilerin %92’sinin arıtma tesisin kültürel mirasa zarar vermediğini, %8’inin ise arıtma tesisinin kültürel mirasa zarar verip vermediğini bilmediğini ifade ettikleri görülmektedir.

Araştırma alanındaki atıksu arıtma tesislerinin yer seçimleri incelendiğinde, her üç atıksu arıtma tesisin de kültürel miras bulunan alanlarda yapılmadığı ve bu nedenle çalışmada yer alan atıksu arıtma tesislerinin kültürel miras üzerindeki etkileri olmadığı görülmektedir.

### **c) Kamulaştırma ve Göç**

Kamulaştırma; kamu yararı gözetilerek, kamunun ortak kullanımı ihtiyacına hizmet verme amacını taşıyan proje amacına göre (yol, okul, hastane vb) şahsa ait taşınmazların ilgili kanun hükümlerinin uygulanması ile devletleştirilmesi, istimlak edilmesi işlemidir (Anonim 2013e). Atıksu arıtma tesisleri öncelikle kullanılmayan devlet arazileri üzerinde yapılmaya çalışılsa da uygun devlet arazisinin olmadığı yerlerde şahıs arazilerinin kamulaştırılması ile de yapılmaktadır.

Göç ise insan toplulukların çeşitli sebeplerden dolayı hayatlarının tamamını veya bir bölümünü geçirmek üzere bir iskân ünitesinden bir başkasına yerleşmek suretiyle yaptıkları coğrafi yer değiştirme hareketidir (Çevik 2014).

Arıtma tesisleri nedeniyle kamulaştırma ve göç olup olmadığına yönelik yapılan çalışma neticesinde ortaya çıkan araştırma bulguları çizelge 5.3'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, atıksu arıtma tesisi nedeniyle üreticilerin %0,2'sinin kamulaştırma yapıldığını ifade ettikleri görülmektedir. Atıksu arıtma tesisi nedeniyle kamulaştırma yapıldığını Kazan İBAAT yakındaki Yazıbeyli Köyü'nde yaşayan üreticiler (4 kişi) ifade etmişlerdir. Kazan İBAAT için kamulaştırma yapılmadığı için bu üreticilerin konu hakkında yanlış bilgileri olduğu ya da soruyu yanlış anladıkları düşünülmektedir.

#### d) Arıtma Tesisini Onaylama

Atıksu arıtma tesislerinin yapılmasının üreticiler tarafından onaylanmasının istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, üreticiler tarafından arıtma tesislerinin yapılmasının onaylanmasında atıksu arıtma proseslerinin istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18 Üreticilerin arıtma tesislerini onaylaması

		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Tesisten haberim yok	Genel
<b>Tatlar</b>	Sayı	143	2	2	0	147
<b>KAÇAAT</b>	Oran %	97,2	1,4	1,4	0,0	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	4	2	14	0	20
	Oran %	20,0	10,0	70,0	0,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	1	0	7	1	9
	Oran %	11,1	0,0	77,8	11,1	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	148	4	23	1	176
	Oran %	84,1	2,3	13,1	0,6	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.18'in incelenmesi sonucunda, Tatlar KAÇAAT'nin etrafındaki üreticilerin arıtma tesisinin yapılmasını onayladıkları görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında Tatlar KAÇAAT etrafında atıksu arıtma tesisini onaylama değişiminin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, üreticilerin arıtma tesisi arkasında yaşamalarının arıtma tesisini onaylamaları üzerinde istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19 Tatlar KAÇAAT etrafında arıtma tesisini onaylama dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	11	2	0	13
	Oran %	84,6	15,4	0,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	132	0	2	134
	Oran %	98,5	0,0	1,5	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	143	2	2	147
	Oran %	97,2	1,4	1,4	100,0

$$x^2 = 0,0001, p = 0,006$$

Çizelge 5.19'un incelenmesi sonucunda, Tatlar KAÇAAT yapımı öncesinde üreticilerin görüşleri alınmasa da üreticilerin %97,2'sinin atıksu arıtma tesisinin yapımını onayladığı görülmektedir. Arıtma tesisi önünde yer alan köylerde ikamet eden üreticilerin %84,6'sı arıtma tesisini onaylarken bu oran arıtma tesisi arkasında %98,5'e çıkmaktadır. Arıtma tesisinin yapımını onaylamayan üreticiler Tatlar Köyü'nde ikamet etmekte olup, üreticiler üzerinde NİMBY (Not in My Back Yard) sendromu olduğu düşünülmektedir. "Benim arka bahçemde olmasın" mahiyetinde bir deyişin baş harflerinden oluşan NİMBY sendromunun en önemli nedenlerinden birisi, yatırımların fayda maliyet hesaplarının ciddi olarak yapılmamasıdır. Yatırımın götürüsü (maliyet), yakın çevrede oturan sakinlerin sağlıklarını kaybetmesi, tarım alanlarının bozulması, yerel ekonomik gerilemeler olabilirken, yatırımın getirisi (fayda) ise enerji üretimi gibi uzak mesafelere de yarar sağlayabilmesidir (Karaman 1995).

NİMBY sendromunun çözümlenmesinde bahsedilen konulara duyarlı ve doğru yaklaşım zorunludur. Bunun için idarenin salt teknik değerlendirmelerle verdiği yatırım kararının genel yararı sağlayacağı, bu sürece karşı çıkışında gelişmeye karşı bireysel yarar güdüsü ile girişilmiş hareket olarak algılamak yerine halkın doğru ve tam bilgilendirilmesi, eğitimi, karar verme ve diğer uygulamalar sürecinde katılımı sağlanarak “ret için ret” aşamasına gelinmeden sorunun çözülmesi gerekmektedir (Karaman 1995, Palabıyık vd. 2010). Johns Creek Çevre Kampüsüne ait atıksu arıtma tesisi yapılmadan önce NİMBY mantığını yıkmak amacıyla halkın onayı alınmıştır (Schular vd. 2011). Kazan İBAAT ve Tatlar KAÇAAT’lerinde alınan yapım kararı halkın bilgilendirilmesine sunulurken Akdoğan YSA yapımı Akdoğan köyünde ikamet eden halkın isteği üzerine gerçekleşmiştir. Dolayısıyla her üç atıksu arıtma tesisin yapımında halkın bilgisi olmasının yanında arıtma tesisleri halk tarafından onaylanmaktadır.

### **5.2.3 Arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı**

#### **a) Arıtılmış suyun kullanımı**

Atıksuyun tarımda kullanılması gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılmakta olup kullanılan suyun %80’den fazlası arıtılmamış ham atıksuyun kullanımı şeklindedir. Artan su talebi karşısında tatlı su kaynaklarının sınırlı olması, gelişen teknoloji ve değişen algı nedeniyle alternatif su arayışında arıtılmış suyun yeniden kullanımı olası bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde atıksu mevzuat ile belirlenmiş deşarj standartlarına göre arıtıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmektedir (Rose 1999, Devi vd. 2007, Kukul vd. 2010, Yurtseven vd. 2010).

Gelişmiş ülkelerde ileri arıtma ve dezenfeksiyon işlemi uygulanmış arıtılmış atıksular ABD’de olduğu gibi yeraltı suyunun suni beslenmesinde kullanılmakta ve akiferde yeraltısuyu ile karışan arıtılmış atıksu kuyulardan çekilerek sulama suyu olarak kullanılmaktadır. İsrail’in Negev bölgesi’nde Eilat Şehri Bölgesel Konseyine bağlı kibutzlarda akiferden ve arıtılmış deniz suyundan sağlanan suyun yanında yılda 6,5 milyon m<sup>3</sup> sulama suyu arıtılmış sudan sağlanmaktadır. 1994’te Tel Aviv yakınlarında

işletmeye alınan Dan Atıksu Arıtma Tesisi'nde arıtılan atıksu ile binlerce hektar pamuk tarlası sulanabilmektedir (Anonim 2011).

Atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticilerin arıtılmış su kullanımını hakkındaki bilgi düzeyi değişikliğinin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Analiz sonucunda atıksu arıtma tesisi prosesinin üreticilerin arıtılmış su hakkındaki bilgi düzeyleri üzerinde istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.20).

Çizelge 5.20 Arıtılmış su hakkında bilgi düzeyinin üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar</b>	Sayı	146	1	0	147
	Oran %	99,3	0,7	0,0	83,5
<b>KAZAAT</b>	Sayı	4	14	2	20
	Oran %	20,0	70,0	10,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	0	9
	Oran %	0,0	100,0	0,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	150	24	2	176
	Oran %	85,2	13,6	1,1	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.20'nin incelenmesi sonucunda, Tatlar KAZAAT ve Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su hakkındaki bilgi düzeylerinin Akdoğan YSA etrafındaki üreticilerden fazla olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında Tatlar KAZAAT ve Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su hakkındaki bilgi düzeyi değişiminin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, arıtılmış su hakkındaki bilgi düzeyi açısından üreticilerin atıksu arıtma tesisi önünde veya arkasında ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p>0,05$ ) önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.21-5.22).

Araştırma alanındaki üreticilerin arıtılmış suyu kullanma isteğini değerlendirmek amacıyla Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda arıtma proseslerinin arıtılmış su kullanım isteği üzerindeki etkisinin istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.23).

Çizelge 5.21 Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su hakkında bilgi düzeyleri

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	13	0	13
	Oran %	100,0	0,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	133	1	134
	Oran %	99,3	0,7	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	146	1	147
	Oran %	99,3	0,7	100,0

$$x^2 = 0,755, p = 0,666$$

Çizelge 5.22 Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su hakkında bilgi düzeyleri

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	1	8	0	9
	Oran %	11,1	88,9	0,0	45,0
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	3	6	2	11
	Oran %	27,3	54,6	18,2	55,0
<b>Toplam</b>	Sayı	4	14	2	20
	Oran %	20,0	70,0	10,0	100,0

$$x^2 = 0,142, p = 0,210$$



Çizelge 5.23 Arıtılmış su kullanım isteğinin üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar KAÇAAT</b>	Sayı	145	2	0	147
	Oran %	98,6	1,4	0,0	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	17	3	20
	Oran %	0,	85,0	15,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	7	2	9
	Oran %	0,0	77,8	22,2	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	145	26	5	176
	Oran %	82,4	14,8	2,8	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.23'ün incelenmesi sonucunda, Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış suyu kullanmak istedikleri görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında yapılan Ki-kare testi sonucunda arıtılmış su kullanım isteği açısından üreticilerin atıksu arıtma tesisi arkasında ikamet etmelerinin istatistikî olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.24).

Çizelge 5.24 Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtılmış su kullanım isteği

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	11	2	13
	Oran %	84,6	15,4	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	134	0	134
	Oran %	100,0	0,0	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	145	2	147
	Oran %	98,6	1,4	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,002$$

#### b) Arıtma çamuru kullanımı

Tarımda arıtma çamuru kullanımı, modern atıksu arıtımının başladığı yaklaşık 150 yıl öncesinden bu yana denenmektedir (Topçuoğlu 2002). Bugün Avrupa ülkelerinde atıksu

arıtma çamurlarının 1/3'ü tarımsal faaliyetlerde gübre olarak kullanılmakta, diğer 2/3'lük kısmı ise yakılmakta veya atık olarak depolanmaktadır. Atıksu arıtma çamurlarının tarımda değerlendirilmesi çevre kirliliğinin önlenmesi ve sahip olunan doğal kaynakların korunması açısından etkin bir geri dönüşürme prosesidir. Bu metot diğer değerlendirme metotları ile kıyaslandığında en ucuz atık muamele yöntemidir. (Ayvaz 2000, Yaman 2009). Ancak arıtma çamurlarının tarımda kullanımında toprağın özellikleri, çamurun hangi periyotlarda uygulanması gerektiği yetiştirilecek ürünün ihtiyacına göre belirlenmelidir (Uzun ve Bilgili 2011).

Arıtma çamuru tipik olarak organik maddece zengin (%40-60), makro (N, P, K) ve mikro (Fe, Zn, Mn, Mo, Cu, B) besin elementleri bakımından da kayda değer seviyelerdeki konsantrasyonlara sahiptir. Bu nedenle kullanıldıkları alanlarda ticari gübre kullanımı azalmakta ya da kısmen ticari gübrelerin yerini almaktadırlar. Arıtma süreçlerinin sonunda arıtma çamuru içinde halen kalmış olan bu besin elementleri ve organik maddeler, çamurun gübre ya da toprak iyileştirici olarak toprakta kullanımı açısından en önemli bertaraf yöntemlerinden biri olmasını sağlamıştır. ABD ve Kanada gibi birçok ülkede en önemli bertaraf yöntemi olarak kullanılmaktadır. Arıtma çamurunun tarım arazilerinde uygulanması, besin maddelerinin (nutrient) yeniden kazanımına ve arıtma çamurunun bertarafına imkân sağladığından hem sürdürülebilir hem de ekonomik bir yöntemdir. Toprağın organik maddece zenginleşmesini sağlamak, su tutma özelliğini iyileştirmek, toprağa azot ve fosfor gibi besin/gübre maddelerini vermek bu uygulamanın en önemli avantajlarındanıdır (Yaman 2009, Sanin vd. 2013).

Göksu vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, Patates+Buğday, Buğday+Patates ekim nöbetlerinde ve 4x3 tesadüf blokları deneme metoduna göre iki ayrı alanda yürütülen deneme ekimleri sonucunda arıtma çamuru kullanımının muhtemelen tuz kapsamının yüksek olmasına bağlı olarak, uygulama yılında denemeye alınan buğdayda önemli derecede verim azalmasına sebep olduğu, bakiye yıllarında ise optimum NP seviyesinde verim artışı sağladığı görülmüştür. Bu artışların IV. bakiye yılına kadar sürdüğü, uygulanan arıtma çamurunun miktarına bağlı olarak, toprakta organik madde, elektriksel iletkenlik, yarayışlı fosfor ve potasyum ile ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb ve Ni miktarlarını da arttığı tespit edilmiştir. Ancak uygulama yılını takip

eden I. ve II. bakiye yıllarında toprakların ağır metal kapsamında bariz bir azalma görülmediği, arıtma çamuru uygulamasının denemeye alınan buğday bitkisinde bazı ağır metallerin artmasına sebep olmakla beraber, bu değerler normal sınırları aşmadığı ve insan sağlığını tehdit eder seviyelere ulaşmadığı belirtilmiştir.

Bu çalışmada ayrıca, 3 ton/da ve 6 ton/da arıtma çamuru uygulamalarının verim üzerinde etkileri farklı olmadığı, bu bakımdan optimum verim için 3 ton/da arıtma çamuru uygulaması yeterli olduğu ve arıtma çamurunun bitki besin maddesi bakımından fakir alanlarda yalnızca gübre ihtiyacı yüksek olan bitkilerde verim artışı sağlayabileceği de gözden uzak tutulmaması gerektiği ifade edilmiştir (Göksu vd. 2008). Bu nedenle arıtma çamuru uygulamalarında toprak ve bitki ihtiyaçları göz önüne alınarak çamur miktarının belirlenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de arıtma çamurunun toprakta kullanımı 03.08.2010 tarihli ve 27661 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında yapılmakta olup yasal izne bağlıdır. Yönetmelik ham çamurun toprakta kullanılmasını yasaklarken stabilize edilmiş arıtma çamurunun kullanılmayacağı alanları ve kullanım kısıtlarlarını belirlemektedir. Yönetmelik ayrıca arıtma çamuru içindeki ağır metal, organik bileşikler ve mikroorganizmalar ve arıtma çamurunun kullanılacağı toprak için ağır metal sınırları, yetiştirilecek ürün ve toprak özelliklerine göre arıtma çamuru kullanım miktarı ve periyodu hakkında hükümleri de içermektedir. Yönetmelikte aynı zamanda arıtma çamurunun kullanımından kaynaklanacak toprakta ağır metal birikmesini önlemek amacıyla arıtma tesisinde oluşan stabilize arıtma çamuru miktarına göre arıtma çamurunda ve topraktaki ağır metal miktarına göre toprakta yapılacak analiz sıklığını da belirlemiştir. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü başkanlığında kurulan komisyon ile arıtma çamuru üreticilerine Stabilize Arıtma Çamuru Kullanım İzin belgesi 3 yıllığına verilmektedir.

Atıksu arıtma tesisi proseslerine göre üreticilerin arıtma çamuru hakkındaki bilgi düzeyi değişikliğinin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Analiz sonucunda, atıksu arıtma tesisi prosesinin üreticilerin arıtılmış çamur

hakkındaki bilgi düzeylerinin istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.25).

Çizelge 5.25 Arıtma çamuru bilgi düzeyinin üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar KAÇAAT</b>	Sayı	145	1	1	147
	Oran %	98,6	0,7	0,7	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	5	15	0	20
	Oran %	25,0	75,0	0,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	0	9
	Oran %	0,0	100,0	0,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	150	25	1	176
	Oran %	85,2	14,2	0,6	100,0

$X^2 = 0,0001$ ,  $P = 0,0001$

Çizelge 5.25'in incelenmesi sonucunda, Tatlar KAÇAAT ve Kazan İBAAT etrafındaki üreticilerin arıtma çamuru hakkında bilgileri olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında yapılan Ki-kare testine göre arıtma çamuru hakkındaki bilgi düzeyi açısından üreticilerin atıksu arıtma tesisinin önünde veya arkasında ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p > 0,05$ ) önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.26-5.27).

Çizelge 5.26 Arıtma çamuru hakkında bilgi düzeyinin Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	13	0	0	13
	Oran %	100,0	0,0	0,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	132	1	1	134
	Oran %	98,5	0,7	0,7	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	145	1	1	147
	Oran %	98,6	0,7	0,7	100,0

$X^2 = 0,906$ ,  $P = 0,830$

Çizelge 5.27 Arıtma çamuru hakkında bilgi düzeyinin Kazan İBAAT etrafındaki üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	1	8	13
	Oran %	11,1	88,9	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	4	7	11
	Oran %	36,4	63,6	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	5	15	20
	Oran %	25,0	75,0	100,0

$X^2=0,194$ ,  $P= 0,180$

Üreticilerin arıtma çamuru kullanım deneyimi çizelge 5.28’te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtma çamuru kullanma deneyimlerinin olduğu görülmektedir. Tatlar KAÇAAT’ten elde edilen arıtma çamurlarının 2005 yılına kadar üreticiler tarafından kullanılmış olması nedeniyle bu bölgede yer alan üreticilerin arıtma çamuru kullanım deneyimleri bulunmaktadır.

Çizelge 5.28 Üreticilerin arıtma çamuru kullanma deneyimi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar KAÇAAT</b>	Sayı	86	61	147
	Oran %	58,5	41,5	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	20	20
	Oran %	0,0	100,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	9
	Oran %	0,0	100,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	86	90	176
	Oran %	48,9	51,1	100,0

$X^2=0,0001$ ,  $P= 0,001$

Elde edilen bu sonuç kapsamında yapılan ki-kare testine göre üreticilerin arıtma çamuru kullanım deneyimi açısından atıksu arıtma tesisinin arkasında ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.29).

Çizelge 5.29 Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtma çamuru kullanma deneyimi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	2	11	13
	Oran %	15,4	84,6	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	84	50	134
	Oran %	62,7	37,3	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	86	61	147
	Oran %	58,5	41,5	100,0

$\chi^2 = 0,001$ ,  $P = 0,001$

Arıtma çamuru kullanımının ürün, verim ve toprak üzerindeki etkisi arıtma çamuru kullanım deneyimi olan 86 adet üretici için değerlendirilmiştir. Bu kapsamda yapılan Ki-kare testi sonucunda arıtma çamuru kullanımının ürün, verim ve toprak üzerindeki olumlu etkisinin üreticilerin atıksu arıtma tesisi önünde ve arkasında ikamet etmelerine göre istatistiki olarak ( $p > 0,05$ ) önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.30-5.32).

Çizelge 5.30 Arıtma çamuru kullanımının ürün kalitesi üzerindeki etkisi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	1	0	1
	Oran %	100,0	0,0	1,2
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	83	2	85
	Oran %	97,6	2,4	98,8
<b>Toplam</b>	Sayı	84	2	86
	Oran %	97,7	2,3	100,0

$\chi^2 = 0,877$ ,  $p = 0,828$

Çizelge 5.31 Arıtma çamuru kullanımının verim üzerindeki etkisi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	1	0	1
	Oran %	100,0	0,0	1,2
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	84	1	85
	Oran %	98,8	1,2	98,8
<b>Toplam</b>	Sayı	85	1	86
	Oran %	98,8	1,2	100,0

$$x^2 = 0,877, p = 0,828$$

Çizelge 5.32 Arıtma çamuru kullanımının toprak üzerindeki etkisi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	1	0	1
	Oran %	100,0	0,0	1,2
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	83	2	85
	Oran %	97,6	2,4	98,8
<b>Toplam</b>	Sayı	84	2	86
	Oran %	97,7	2,3	100,0

$$x^2 = 0,913, p = 0,878$$

Üreticilerin üretimde arıtma çamuru kullanım isteğini değerlendirmek amacıyla Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, atıksu arıtma tesisi proseslerinin üreticilerin arıtma çamuru kullanım isteği üzerindeki etkisinin istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.33). Çizelgenin incelenmesi sonucunda, Tatlar KAÇAAT etrafında ikamet eden üreticilerin arıtma çamurunu kullanmak istedikleri görülmektedir. Elde edilen bu sonuç neticesinde yapılan Ki-kare testi sonucunda arıtma çamuru kullanım isteği açısından üreticilerin atıksu arıtma tesisi önünde ve arkasında ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p > 0,05$ ) önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.34).

Çizelge 5.33 Üreticilerin arıtma çamuru kullanma isteği

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar KAÇAAT</b>	Sayı	101	27	19	147
	Oran %	68,7	18,4	12,9	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	1	12	7	20
	Oran %	5,0	60,0	35,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	7	2	9
	Oran %	0,0	77,8	22,2	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	102	46	28	176
	Oran %	58,0	26,1	15,9	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.34 Tatlar KAÇAAT etrafındaki üreticilerin arıtma çamuru kullanma isteği

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Bilmiyorum</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	8	4	1	13
	Oran %	61,5	30,8	7,7	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	93	23	18	134
	Oran %	69,4	17,2	13,4	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	101	27	19	147
	Oran %	68,7	18,4	12,9	100,0

$$\chi^2 = 0,449, p = 0,479$$

Arıtma çamuru kullanım isteği üzerinde üreticilerin çok farklı görüşleri bulunmaktadır. Bu görüşler her üreticinin deneyimleri ve duyuları ile oluşmuştur. Örneğin toprağa uygulanması gerekenden çok daha fazla arıtma çamuru verilen topraklar arıtma çamurunun rengi olan siyaha dönmüş ve bir süre bu topraklar kullanılamamıştır. Bu konuda deneyimi olan üreticiler topraklarının siyaha döndüğünü, verimin azaldığını ve hatta arıtma çamuru nedeniyle suyun toprağa ulaşmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca çok fazla arıtma çamuru dökülen arazilerin devamlı olarak sürülerek ancak 5 yıl sonra tekrar ekilebilir hale geldiğini ve 5 yıl öncesinden daha fazla verim verdiğini de ifade eden üreticiler olmuştur. Arıtma çamurunu toprağın ihtiyacı kadar kullanan üreticiler ise sadece ürünün kalitesinin artmadığını aynı zamanda verimin de arttığını belirtmişlerdir.



Yaman (2009) tarafından KAÇAAT etrafındaki Gökler (Ayaş), Tekkeköy ve Anayurt (Sincan), Türkobası (Polatlı) köylerinde yapılan çalışmada, arıtma çamuru kullanımının arpa ve buğday üretimi açısından ortaya çıkardığı fiziki ve parasal maliyetler ile verimlilik değerleri birlikte incelendiğinde, kısa dönemde buğdayda %17,11, arpada %23,23 oranında verim artışı, buna bağlı olarak buğday üretiminin değişen masraflarında %10,22, arpa üretiminin değişen masraflarında ise %9.32'lik bir azalma gerçekleştiği görülmüştür. Çamur kullanımının gübre ikame oranı ise buğday için dekara %57,08, arpa için %64,41 olarak tespit edilmiştir. Çamur kullanılan buğday üretiminin net kar oranında %193, arpa üretiminin net karında ise %1602'lik bir artış gözlenmiştir. Arpa üretiminin kar oranındaki aşırı yüksek oran çamur kullanılmadan yapılan arpa üretiminin kar miktarının sıfıra yakın (0,005 TL/kg) olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Çalışma kapsamında anket uygulanan çiftçilerin %33'ü verim kaybı yaşadıklarından, %20,51'i ise toprağa zarar verdiğinden dolayı çamur kullanımına ara verdiklerini söylemişlerdir.

Arıtma çamurunun tarımda kullanılması ile ilgili çalışmalarda organik atık uygulamalarının, erozyona uğramış toprakların mikro element içeriklerini, kontrol uygulamasına göre önemli derecede artırdığı, kentsel arıtma çamurunun hıyarda çıkış ve fide kalitesine olumlu etki yaptığı, arıtma çamur kullanımının buğday verimini %17.63 arttırdığı belirtilmiştir (Türkmen vd. 2001, Yakuboğlu ve Özdemir 2007, Yaman ve Olhan 2011).

#### **5.2.4. Tarım ilacı kullanımı**

Atıksu arıtma tesisine 1-2 km yakında bir ev olması durumunda, o ev ve çevresinde atıksu arıtma tesisi kaynaklı böcek sorunu gündeme gelebilmekte iken tesisten uzaklaşıldıkça haşere sorunu göz ardı edilecek seviyelere inmektedir. Ancak şehir merkezlerinde yer alan arıtma tesislerinde bu durum kaçınılmazdır. Damlatmalı filtre prosesine sahip atıksu arıtma tesisleri büyük haşere popülasyonlarının gelişimi için uygun ortamlar yaratırken aktif çamur prosesine sahip atıksu arıtma tesislerinde bu tür sorun oluşmamaktadır. Weaver ve Bell (2006) tarafından İngiltere'de yapılan

çalışmada, atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan haşere sorunu ile ilgili 190 adet yerel yetkili ile anket çalışması yapılmıştır. Bu anket çalışması sonucunda bölgede yapılan şikayetlerin %1,5'inin böcek şikâyeti, %19'unun ise sinek şikâyeti olduğu tespit edilmiştir. 2012 yılında hazırlanan Ürdün-As-Samra AAT Çevresel ve Sosyo-ekonomik Etki Değerlendirme Raporu'nda ise arıtma tesisi nedeniyle haşere sorunu olmayacağı ifade edilmiştir (Anonymous 2012).

Atıksu arıtma tesisi proseslerinin tarım ilacı kullanımı üzerinde istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan Ki-kare testi sonucunda, tarım ilacı kullanımı üzerinde atıksu arıtma tesisi proseslerinin istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 35).

Çizelge 5.35 Atıksu arıtma tesisi proseslerinin tarım ilacı kullanımı üzerine etkisi

		Ne arıtılmış su ne de çamur kullanımı olmadı	Evet	Hayır	Genel
<b>Tatlar</b>	Sayı	2	76	69	147
<b>KAÇAAT</b>	Oran %	1,4	51,7	46,9	83,5
<b>Kazan</b>	Sayı	20	0	0	20
<b>İBAAT</b>	Oran %	100,0	0,0	0,0	11,4
<b>Akdoğan</b>	Sayı	8	0	0	9
<b>YSA</b>	Oran %	88,9	0,0	11,1	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	30	76	70	176
	Oran %	17,0	43,2	39,8	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.35'in incelenmesi sonucunda, Tatlar KAÇAAT'nin tarım ilacı kullanımı üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç kapsamında tarım ilacı kullanımı değişiminin Tatlar KAÇAAT etrafında istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu analiz sonucunda, tarım ilacı kullanımı açısından üreticilerin atıksu arıtma tesisi arkasında ikamet etmelerinin istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.36). Tatlar atıksu arıtma tesisi etrafındaki üreticilerden arıtılmış su ve arıtma çamurunun

kullananların %56,4'ü yabancı ot artışı nedeniyle tarım ilacı kullanımının arttığı ifade etmişlerdir.

Elde edilen bu sonuç bu konuda yapılan çalışmalarla farklılık göstermektedir. Yaman (2009) tarafından yapılan çalışmada tarım ilacı olarak kullanılan herbisit miktarının 0,17 kg/da olduğu, araştırma alanına giren Gökler (Ayaş), Tekkeköy ve Anayurt (Sincan), Türkobası (Polatlı) köylerinde ilaç miktarının çamur kullanılmayan parsellerde 0,16 kg/da olduğundan çamur kullanılan ve kullanılmayan işletmeler arasında önemli bir fark olmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 5.36 Tatlar KAÇAAT'nin tarım ilacı kullanımını üzerine etkisi

		Ne artırılmış su ne de çamur kullanımı olmadı	Evet	Hayır	Genel
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	1	1	11	13
	Oran %	7,7	7,7	84,6	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	1	75	58	134
	Oran %	0,7	56,0	43,3	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	2	76	69	147
	Oran %	1,4	51,7	46,9	100,0

$\chi^2 = 0,0001$ ,  $p = 0,0001$

### 5.2.5 İnsan ve hayvan sağlığı üzerine etkisi

Atıksu arıtma tesisleri insan faaliyetleri sonucunda kirlenen atıksuyun temizlendikten sonra alıcı ortama ulaşmasını sağlayan tesislerdir. Alıcı su ortamına verilmeden önce atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksu ya alıcı su ortamının kalitesi bozulmuş ise su kalitesini iyileştirmekte ya da alıcısı su ortamının kalitesi bozulmamış ise su ortamın korunmasını sağlamaktadır. Bu özellikleri nedeniyle atıksu arıtma tesisleri olumlu çevresel etkilere sahiptirler. Ancak her tesis gibi bu tesislerin de insan ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz riskleri bulunmaktadır. Örnek olarak arıtılmış suların sulamada yeniden kullanılması beraberinde birçok riski getirmektedir. Bu risklerin bazıları

mikrobiyal patojenler gibi kısa sürede etkili olurken ortaya çıkan etkinin şiddeti insanların, hayvanların veya çevresel temas potansiyeline bağlı olarak değişmektedir. Diğer risk etmenleri ise daha uzun sürelerde ve arıtılmış suyun sürekli kullanılmasıyla artan (toprak tuzluluğu, toksik kimyasalların etkileri gibi) etkilere sahiptir (Hamilton 2006, Toze 2006, Kukul vd. 2010). Tarımda yeniden kullanım için uygulanan su kalite kriterleri genellikle sağlık problemlerine neden olabilen patojenlerin varlığına odaklanan mikrobiyolojik maddeler toplam çözünmüş katılar (TDS) ve tuzluluktur. Atıksuların tuzluluk seviyesi genellikle yüksektir ve göreceli olarak maliyetli tuz giderme prosesleri ile kombine edilmezse tuzluluk giderilemez ve su temini maliyeti artar (Anonymous 2014c). Bu nedenle sulama için iyi kaliteli suların kullanımı birçok yerde su kaynaklarının azalmasında tehdit oluşturmaktadır ve birçok durumda sulu tarım, artan nüfus için gıda sağlayan toprakları sulamak için az ve daha düşük kaliteli su kullanımını sorunuyla karşı karşıyadır (Anonim 2013d).

Thorn ve Kerekes (2001) tarafından yapılan çalışmada, atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan birincil sağlık sorununun havadaki partikül haldeki bakterilerin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma bu parçacıkların tesiste çalışan ve tesis yakınında yaşayan insanlar için solunum ve bağırsak enfeksiyonları gibi riskler oluşturabildiğini göstermiştir. Ayrıca bu çalışmada atıksu arıtma tesisindeki kimyasal maddelerin solunması halinde ise solunum yolu enfeksiyonları, göz tahrişi, depresyon, merkezi sinir sistemi hasarı gibi sağlık riskleri olduğu tespit edilmiştir.

Lewis vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada, arıtma çamurlarının toprakta kullanılması durumunda arıtma çamurunun ihtiva ettiği patojenlerin ve düşük seviyelerde de olsa kimyasal kirleticilerin potansiyel etkileşimlerinin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Hatta arıtma çamurunun ihtiva ettiği endotoksinler ve diğer kimyasal bileşenlerin alerjik hastalık riski oluşabileceği ifade edilmiştir.

Filistin'deki Han Yunus Atıksu Arıtma Tesisi (azot giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur) için hazırlanan ÇED Raporu'nda, arıtılmış suların filtrasyon havası ile yeraltı suyunu beslemesi nedeniyle yeraltı suyu kalitesinin yükseleceği ve yeraltı suyu kirliliği

nedeniyle oluşan hastalık ve ölüm oranının düşeceği ifade edilmiştir (Anonymous 2009c).

2009 yılında Kanada-Core Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi (biyolojik havalandırma filtreleri, ikincil arıtma) için hazırlanan ÇED Raporu'nda, son zamanlarda arıtma tesislerinin halk sağlığı üzerindeki etkileri konulu çalışmalarda arıtma tesislerinin çevresindeki yerleşimler için halk sağlığı üzerinde etkilerinin olmadığı ancak tesis içinde çalışan işçilerin arıtma tesisi hastalığı olarak tabir edilen bakteri, patojen, virüs ve mantarlardan kaynaklanan sindirim sistemi ve merkezi sinir sistemi ile ilgili hastalıklara neden olabileceği ifade edilmiştir (Anonymous 2009d).

Fattah ve Rabou (2011) tarafından yapılan çalışmada, lagünlerden oluşan Filistin-Beth Lahia AAT arıtma tesisinde yağışlı zamanlarda oluşan taşkınlar nedeniyle çevredeki halkın özellikle de yaşlılar ve çocuklar üzerinde psikolojik kaynaklı korku oluştuğu ve taşkın sonrasında bölgede bağırsak parazitlerin ve diğer bulaşıcı hastalıkların baş gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmanın bu bölümü ile ilgili araştırma kapsamındaki atıksu arıtma tesislerinin halk sağlığı üzerindeki etkisine ait sonuçlar çizelge 5.5'te verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi sonucunda, arıtma tesislerinde oluşan arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımı nedeniyle insan ve hayvan sağlığı üzerinde olumsuz bir etkinin olmadığı görülmektedir. Arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanan üreticiler bu materyallerin kullanımı esnasında gerekli tedbirleri aldıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca hayvanlarının da deredeki suyu içmediklerini ve bu şekilde sudan geçebilecek hastalıklardan korunduklarını belirtmişlerdir.

## **5.2.6 Ekonomik etki**

### **a)Atıksu arıtma tesisi etrafındaki arazilerde kıymet değişikliği**

Atıksu arıtma tesisi proseslerinin arazi kıymet değişikliliği üzerinde istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu test

sonucunda, atıksu arıtma tesis proseslerinin arazi kıymeti üzerinde istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.37).

Çizelge 5.37 Arazi kıymet değişikliğinin arıtma tesislerine göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar KAÇAAT</b>	Sayı	23	124	147
	Oran %	15,6	84,4	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	20	20
	Oran %	0,0	100,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	9
	Oran %	0,0	100,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	23	153	176
	Oran %	13,1	86,9	100,0

$\chi^2 = 0,074$ ,  $p = 0,011$

Çizelge 5.37'nin incelenmesi sonucunda, sadece Tatlar KAÇAAT etrafındaki arazilerde kıymet değişikliğinin meydana geldiği görülmektedir. Elde edilen bu sonuç neticesinde yapılan Ki-kare testi sonucunda ise arazilerin arıtma tesisi arkasında olmasının arazi kıymeti üzerinde istatistiki olarak ( $p<0,05$ ) önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 5.38).

Çizelge 5.38 Tatlar KAÇAAT kaynaklı arazi kıymet değişikliğinin üreticilere göre dağılımı

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	0	13	13
	Oran %	0,0	100,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	23	111	134
	Oran %	17,2	82,8	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	23	124	147
	Oran %	15,6	84,4	100,0

$\chi^2 = 0,104$ ,  $p = 0,031$

Elde edilen bu sonuç literatürde verilen bilgilerle de uyumludur. Tatlar KAÇAAT arkasında yer alan Anayurt Köyü'nde arıtma tesisinde arıtılan atıksuyun kanal vasıtası ile arazi sulamasında kullanılması sulama yapılan arazilerin kıymetini arttırmıştır. Filistin'deki Han Yunus AAT (azot giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur) için yapılan ÇED Raporu'nda ise Al-Mawasi and Al-Amal'deki eski han Yunus AAT lagünlerin kaldırılıp doldurulmasının bu bölgedeki arazi değerini yükselteceği ifade edilmiştir (Anonymous 2009c).

#### b) Atıksu arıtma tesislerinin istihdam üstüne etkisi

Atıksu arıtma tesisi proseslerinin istihdam üzerinde etkisinin istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere Ki-kare testi yapılmıştır. Yapılan bu test sonucunda, atıksu arıtma tesis proseslerinin istihdam üzerinde istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 5.39).

Çizelge 5.39 Atıksu arıtma tesislerinin istihdam üzerine etkisi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tatlar KAÇAAT</b>	Sayı	136	11	147
	Oran %	92,5	7,5	83,5
<b>Kazan İBAAT</b>	Sayı	0	20	20
	Oran %	0,0	100,0	11,4
<b>Akdoğan YSA</b>	Sayı	0	9	9
	Oran %	0,0	100,0	5,1
<b>Toplam</b>	Sayı	136	40	176
	Oran %	77,3	22,7	100,0

$$\chi^2 = 0,0001, p = 0,0001$$

Çizelge 5.39'un incelenmesi sonucunda, sadece Tatlar KAÇAAT'nin istihdam üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç neticesinde Tatlar KAÇAAT için yapılan Ki-kare testi sonucunda arıtma tesisinin istihdam üzerindeki etkisinin, tesis arkasında olan köylerdeki üreticiler üzerinde istatistiki olarak ( $p < 0,05$ ) önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 5.40).

Çizelge 5.40 Tatlar KAÇAAT'nin istihdam üzerine etkisi

		<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Genel</b>
<b>Tesis önünde</b>	Sayı	0	13	13
	Oran %	0,0	100,0	8,8
<b>Tesis arkasında</b>	Sayı	134	0	134
	Oran %	100,0	0,0	91,2
<b>Toplam</b>	Sayı	134	13	147
	Oran %	91,2	8,8	100,0

$\chi^2 = 0,0001$ ,  $p = 0,0001$

Çalışmadan elde edilen veriler literatür bilgileri ile de uyumludur. Tatlar KAÇAAT'te olduğu gibi Al-Houch, Laois, Han Yunus, Soma, Gabal El Asfar atıksu arıtma tesislerinde de çalışacak vasıfsız işçiler çevredeki yakın yerleşimlerde yaşayan kişilerden karşılanarak bölgedeki istihdam üzerinde olumlu etkisi olmuştur (Anonymous 2005, Anonim 2009, Anonymous 2009b, Anonymous 2009c).



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında, Ankara’da bulunan Tatlar KAÇAAT, Kazan İBAAT ve Akdoğan YSA tesislerinin etrafında yaşayan üreticiler üzerinde bu tesislerden kaynaklanabilecek çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri incelenmiş ve bu tesislerinin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca atıksu arıtma tesislerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri üzerine yapılmış ulusal ve uluslararası ÇED raporları incelenmiştir. Bunlara ek olarak, araştırma kapsamına giren üreticilerin atıksu arıtma tesisleri ile ilgili düşünceleri ile ilgili saptamalar yapılmıştır. Yapılan bu saptamalar literatür bilgileri ve saha çalışmaları sonuçları olmak üzere iki bölümde incelenmiştir.

### 6.1 Literatür Araştırmaları Sonuçları

Literatüre bakıldığında aktif çamur prosesine sahip İrlanda’daki Dublin-Swords atıksu arıtma tesisi, Filistin’deki Han Yunus atıksu arıtma tesisi ve Amerika’daki Hall Street atıksu arıtma tesisi gibi atıksu arıtma tesislerinde başlıca problemlerin atıksuların toplandığı ana kolektör, birincil arıtma ve çamur işleme tesislerinden kaynaklanan koku ve pompa, dizel jeneratörler ve diğer mekanik ekipman gibi değişmez ekipmanlar, işçi servisleri, kamyon gibi araç trafiğinden kaynaklanan gürültü sorunu olduğu görülmektedir.

Aktif çamur prosesine göre daha az çamur üreten ileri biyolojik atıksu arıtma tesislerin de ise koku sorunu rahatsız edici özelliğini yitirmektedir. Ancak bu tesislerde de pompa, dizel jeneratörler ve diğer mekanik ekipman gibi değişmez ekipmanlara sahip olması, işçi servisleri ve kamyon gibi araç trafiği nedeniyle gürültü sorunu bulunmaktadır.

Alttan akışlı yapay sulak alanlarda ise atıksuyun yüzey altından akması nedeniyle koku problemi oluşmamaktadır. Ayrıca yapay sulak alan tesislerinde mekanik ekipman olmaması nedeniyle gürültü problemi de bulunmamaktadır.

Çevresel etki olarak araç trafiği unsuruna bakıldığında doğal arıtma prosesine sahip atıksu arıtma tesislerinin dışındaki tüm atıksu arıtma tesislerin trafik üzerinde etkileri olduğu görülmektedir. Bunun en büyük nedeni ise arıtma çamurlarının tesis dışına çıkartılması ve personelin taşınmasıdır. Kazan ve Tatlar atıksu arıtma tesisleri ile benzer özellikler sahip Dublin-Swords, Malta-Gozo-Ras İl-Hobz, Güney Afrika-Cape Town-Athlone, Amerika- Newcastle, Kanada-Core Bölgesi, Ürdün-As-Samra atıksu arıtma tesislerinin mevcut trafik yüküne önemli bir yük getirmesi beklenmemektedir.

Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan diğer bir etki de olumsuz görsel etkidir. Literatüre bakıldığında görsel etkinin arıtma prosesinde bağımsız olduğu görülmektedir. Aktif çamur prosesine sahip İrlanda-Dublin-Swords atıksu arıtma tesisi, Filistin-Han Yunus atıksu arıtma tesisi, Türkiye-Soma AAT ve ileri arıtma prosesine sahip Malta-Gozo-Ras II-Hobz Atıksu Arıtma Tesisi ve Lübnan-Al-Houch Atıksu Arıtma Tesisleri'nde olduğu gibi arıtma tesisinin dağ, tepe gibi doğal perdeleyicilerden yoksun olması tesislerin farklı uzaklıklardan kolayca algılanmasına ve bu şekilde etrafındaki yerleşim yerlerinde yaşayanlar üzerinde olumsuz görsel etki yaratmasına neden olmaktadır. Güney Afrika-Cape Town-Athlone yeni kademe atıksu arıtma tesisi, Ürdün-As-Samra Atıksu Arıtma Tesisi, Amerika-Newscastle Atıksu Arıtma Tesisi gibi arıtma tesislerinde ise tesis ile yerleşim yeri arasında ağaçlık alanın olması ya da Filistin-Han Yunus atıksu arıtma tesisinde olduğu gibi bölgenin zayıf manzara kalitesine sahip olması durumunda olumsuz görsel etki en aza inmektedir.

Yapay sulak alan tesisleri ise doğal manzara ile uyum içinde inşa edilebilmesi, yaban hayat için yaşama alanı oluşturması ve açık alanları daha estetik bir hale getirmesi nedeniyle etrafındaki insanlar üzerinde olumlu bir görsel etkiye sahiptir.

Atıksu arıtma tesislerinin tarımsal üretim yapılan arazilerde tesis edilmesi halinde bu araziler tarım arazisi özelliğini yitirmekte ve tarımsa amaçlı kullanımdan çıkmaktadır. Aktif çamur prosesine sahip Güney Afrika-Cape Town-Athlone yeni kademe atıksu arıtma tesisi ve Soma AAT ve ileri arıtma yapan Lübnan-Al-Houch AAT yapımı nedeniyle arıtma tesisinin yapıldığı araziler tarımsal kullanımdan çıkmıştır.

Yapılan bütün atıksu arıtma tesislerinin alıcı ortam su kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin yanında su miktarı üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Amerika'da Denver şehrine hizmet veren atıksu arıtma tesisleri nedeniyle Güney Platte nehir su hacminin %95'i arıtılmış atıksudan oluşmakta ve bu oran su akışının azaldığı zamanlarda %100'e çıkmaktadır. Amerika'daki Ozark akarsuyu hacminin ortalama %90'ı arıtılmış atıksudan oluşmaktadır. Amerika'daki Güney Carolina Bush nehrinde ise deşarj edilen arıtılmış su miktarı nehir su hacminin %70'idir. Amerika Teksas'da bulunan 75,000 m<sup>3</sup>/gün debili iki büyük ve bir küçük atıksu arıtma tesisinin mevsimsel akışlı dere su hacmi üzerindeki etkisi ise %70 ile %100 arasında değişmektedir. Yine Amerika'daki Blue nehrinin toplam yıllık akış hacmine Blue River Atıksu arıtma tesisinde arıtılarak deşarj edilen arıtılmış suyun katkısı kurak yıllarda %14 iken, yağışlı zamanlarda %4,6 olmaktadır. Ergene Havzası nehir ve nehir kollarında ise bu oran nehir su hacminin %80-85'ini oluşturmaktadır.

Atıksu arıtma tesislerinin deşarj yaptıkları alıcı su ortamının su hacmi üzerinde etkisi yağışlı zamanlarda bölgede taşkın oluşmasına neden olabilmektedir. Örneğin Filistin-Beth Lahia atıksu arıtma tesisinde aşırı yağışların olduğu zamanlarda tesisin aşırı yüklenmesi sonucunda lagünleri çevreleyen kum bariyerlerin yıkılması taşkınlara sebep olmaktadır.

Bütün atıksu arıtma tesislerinin ortak özelliklerinden biri ise atıksu arıtma tesislerinde arıtılan su nedeniyle alıcı su ortamının su kalitesinin iyileşmesidir. Su kalitesi iyileşen alıcı su ortamın özelliklerine bağlı olarak bölgede su sporları ve eko-turizm gibi faaliyetler gelişerek bölge ekonomisi canlanmaktadır.

Arıtma tesisleri özellikle su sıkıntısı çekilen bölgelerde uzun yıllardan beri su kaynağı olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de uzun havalandırmalı aktif çamur prosesine sahip Afyon-Karaadilli atıksu arıtma tesisinde arıtılan atıksular dezenfeksiyon işlemi sonrasında bir havuzda toplanarak arıtma tesisi çevresinde bulunan ağaçların sulanmasında kullanılmaktadır. Antalya Elmalı atıksu arıtma tesisinde ileri derece arıtılan atıksu bu yörede başka bir alıcı ortam olmaması sebebiyle dezenfekte edildikten

sonra ddenlere deşarj edilerek yer altı suyu suni olarak beslenmektedir. Konya atıksu arıtma tesisi çıkış suyu ise dezenfekte edildikten sonra “Mor Şebeke” olarak adlandırılan Şebeke hattı ile refüj sulamasında kullanılmaktadır. İsrail’in Negev Bölgesinde Eilat Şehri Bölgesel Konseyi’ne bağlı Kibutzlar’da yılda 6,5 milyon m<sup>3</sup> sulama suyu arıtılmış suda sağlanmaktadır. Yine İsrail’de Tel Aviv yakınılarında işletmeye alınan Dan atıksu arıtma tesisinde arıtılan su ile binlerce hektar pamuk tarlası sulanmaktadır. Filistin-Han Yunus atıksu arıtma tesisinde arıtılan atıksuyun bölgede alternatif su kaynağı olması nedeniyle sulamada kullanılması planlanmaktadır. Soma AAT’de arıtılan atıksuyun sulamada kullanılması planlanmaktadır. Kayseri-Pınarbaşı atıksu arıtma tesisinde arıtılan atıksuyun deşarj edileceği alıcı su ortamının olmaması nedeniyle sulama barajına deşarj edilmesi planlanmaktadır.

Atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksuyun sulamada kullanılması bölgede tarımsal gelirin artması anlamına gelmektedir. Arıtma tesisi yakınındaki tarlalara atıksuyun ulaşımının kolay olması durumunda, arıtılmış atıksu ile tarlaların sulanmasının tarlanın değerini yükseltmekte ve yüksek besin maddesi içeren atıksu ile yapılan sulama sonrasında tarlanın verimi artmaktadır. Buna en güzel rnek “Akarçay Havzasında Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılmasının Araştırılması Projesi”dir. Proje kapsamında Afyonkarahisar Atıksu Arıtma Tesisi arıtılmış sularının sulamada kullanılması halinde 4740 dekar tarım alanının sulanmasına bağlı olarak kuru tarımdan sulu tarıma geçileceği ve bu durumda ürün deseni ve retim Şeklinin değişeceği ngrlmştir. Projede sayesinde 611.636 TL’lik bir gelir artışının da olması beklenmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinde arıtılmış atıksu yanında arıtma çamurları da yan ürün olarak çıkmaktadır. Yönetmeliklerde belirtilen standartlara uygun olarak üretilen arıtma amurlarının tarımda kullanılması halinde buğday verimi ve net kar artarken, üretim maliyeti de azaltmaktadır. Ancak, her yıl yüksek dozlarda arıtma çamuru uygulamalarının toprak ve bitkilerin ağır metal içeriklerini artırma riski oluşturmaktadır. Atıksu arıtma tesislerinin tesisin bulunduğu bölgedeki istihdam üzerinde de etkisi bulunmaktadır. Doğal arıtma ve paket arıtma tesisleri dışındaki atıksu arıtma tesislerinde tesisin çalışması için işçi gerekmektedir. Soma AAT, Ürdün-As-Samra

AAT, Mısır-Gabal El Asfar AAT, Lübnan-Al-Houch AAT, Filistin-Han Yunus AAT'te olduğu gibi tesiste çalışmak üzere bölgede ikamet eden kişiler işe alındığında bölgedeki istihdam üzerinde olumlu etkisi olmaktadır.

## **6.2 Saha Çalışması Sonuçları**

Bu araştırmanın amacı doğrultusunda, atıksu arıtma tesislerinin kırsal alan üzerindeki çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri belirlenmiş ve bu etkilerin arıtma proseslerine göre değişip değişmediği incelenmiştir.

Araştırma kapsamındaki üreticilerin atıksu arıtma tesislerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri konularındaki görüşleri genel olarak olumlu yöndedir. Bu sonuca göre atıksu arıtma tesislerinin etrafındaki köyler üzerinde çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin olumlu olduğu söylenebilir.

Atıksu arıtma tesislerinin arıtma proseslerine göre çevresel etkileri incelendiğinde ise; araştırma bulguları atıksu arıtma tesislerinin proseslerine göre taşkın, akarsu rejimi ve kullanımı üzerindeki etki düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir. Bu durum Newcastle ve Soma atıksu arıtma tesisleri ile ilgili yapılan ÇED raporları ile desteklenmektedir.

Araştırmada yer alan diğer çevresel etkiler ise arazi kullanımı ve ürün deseninin değişmesidir. Atıksu arıtma tesisi proseslerinin arazi kullanımı üzerinde etkisi bulunurken ürün deseninin değişmesi üzerine bir etkisi bulunmamaktadır. Araştırma lanındaki üreticilerin %86,9'ı atıksu arıtma tesisi nedeniyle arazilerinin kıymetinde değişme olmadığını ifade etmişlerdir. Üreticilerin %13,1'i ise atıksu arıtma tesisinde arıtılan suyu bir kanal vasıtası ile arazilerine götördüklerini ve bu şekilde kuru tarım yaptıkları arazilerinin sulu tarım yapılabilir hale geldiğini ve bu arazilerin değerinin arttığını ifade etmişlerdir. Bu durum Filistin-Han Yunus ve Ürdün-As-Samra atıksu arıtma tesislerine ait ÇED Raporları ile uyumludur. Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi arkasında yer alan Anayurt Köyüne ait arazilere bir kanal vasıtası ile arıtılmış suyun

götürülmesi sonucunda kuru tarım yapılan araziler sulu tarım yapılı hale gelmiştir. Bu durum Akarçay Havzası'nda Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılmasının Araştırılması Projesi ile uyumludur. Afyonkarahisar atıksu arıtma tesisinde arıtılan atıksuyun sulamada kullanılması ile aynı Tatlar atıksu arıtma tesisi sonrasında arıtılmış su ile daha önce kuru tarım yapılan alanlarda sulu tarım yapılacağı belirtilmiştir. Tatlar atıksu arıtma tesisinden farklı olarak Afyonkarahisar atıksu arıtma tesisinden çıkan arıtılmış su ile sulanan tarım arazilerinde ürün deseninde değişiklik olması beklenmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinin prosesleri ile koku, trafik ve gürültü çevresel etkileri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Buna göre aktif çamur prosesinde koku, trafik ve gürültü problemi olduğu, ileri biyolojik arıtmada ise gürültü ve trafik problemi olduğu, yapay sulak alan tesisinde ise proses özelliğine bağlı olarak olumsuz çevresel etkilerin bulunmadığı görülmüştür. Bu durum literatür bilgileriyle de uyumludur. Aktif çamur prosesine sahip İrlanda- Dublin-Swords, Filistin-Han Yunus ve Amerika-Hall Street atıksu arıtma tesislerine ait ÇED Raporları'nda belirtildiği üzere atıksu arıtma tesislerinde koku problemi bulunurken daha az çamur üreten ileri biyolojik arıtma tesislerinde ve alttan akışlı yapay sulak alan tesislerinde koku problemi bulunmamaktadır. Aynı şekilde aktif çamur prosesine sahip İrlanda-Dublin-Swords atıksu arıtma tesisin en yakın yerleşim yerine olan gürültü etkisini azaltmak amacıyla tesis etrafının ağaçlandırılması planlanmıştır. İleri biyolojik arıtma sistemine sahip Amerika-King County-Brightwatery Regional atıksu arıtma tesisi ise en az gürültü yaratacak şekilde dizayn edilmiştir. Trafik etkisine bakıldığı zaman doğal arıtma yapan atıksu arıtma tesislerinde trafik sorunu olmazken Güney Afrika-Cape Town-Athlone, İrlanda-Laois atıksu arıtma tesislerine ait ÇED Raporları'nında trafik yükünde olan artışın kullanıcılar üzerinde önemli bir etkisinin olmayacağı belirtilmiştir.

Her ne kadar koku, gürültü yerleşim yerine yakınlığına bağlı olarak değişse de bu durum özellikle atıksu arıtma tesisine yakın ya da hâkim rüzgâr yönünde yer alan yerleşim yerlerinde bu sorunların yaşanacağını ve bu sorunların atıksu arıtma tesisinde seçilen arıtma prosesine göre azımsanmayacak düzeyde farklı olduğunu göstermektedir.

Doğal arıtma yapan tesisler haricinde diğer atıksu arıtma tesislerinde bu sorunların yaşanmaması için atıksu arıtma tesislerinde iyileştirilme yapılması gerekmektedir.

Araştırma bulgularına göre atıksu arıtma tesislerinin prosesleri ile kültürel miras, kamulaştırma ve göç üzerindeki etkisi arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. Bu bulgu Malta-Gozo-Ras İl-Hobz, İrlanda-Dublin-Swords Swords, Güney Afrika-Cape Town-Athlone, Filistin-Han Yunus atıksu arıtma tesisleri ÇED raporları ile uyumludur.

Atıksu arıtma prosesleri ile olumsuz görsel etki arasında ise anlamlı bir ilişki gözlenmektedir. Kazan ve Akdoğan atıksu arıtma tesislerinde olumsuz görsel etki bulunmazken Tatlar atıksu arıtma tesisi nedeniyle tesis önünde yer alan Tatlar Köyü'nde ikamet eden üreticiler üzerinde görsel anlamda olumsuz bir etki yapmaktadır. Tatlar atıksu arıtma tesisiyle aynı prosese sahip Güney Afrika-Cape Town-Athlone, Soma atıksu arıtma tesislerinde ve Kazan atıksu arıtma tesisiyle aynı prosese sahip Lübnan-Al-Houch atıksu arıtma tesisleri için yapılan ÇED Raporları'nda bu tesislerden kaynaklanan olumsuz görsel etki oluşacağı belirtilmiştir. Yapay sulak alan tesislerinden farklı olarak betonarme veya çelik konstrüksiyona sahip ikincil arıtma ve üçüncül arıtma tesislerin düz ve boş bir arazide veya köye yakın olarak yapılmasının olumsuz görsel etkiyi arttırıcı etkisi bulunmaktadır. Bu etkinin azaltılması için köy ile tesis arasında ağaçlandırma çalışmaları ile perdelendirme yapılabilir.

Yapılan çalışmada Tatlar atıksu arıtma tesisi etrafında arıtma tesisini onaylama ve Akdoğan atıksu arıtma tesisi etrafında ise arıtma tesisi için görüş alınması konuları arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiştir. Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi yapımı öncesinde üreticilerin görüşleri alınmasa da atıksu arıtma tesisi etrafında yer alan üreticiler atıksu arıtma tesisini olumlu bir yatırım olarak görmektedirler. Arıtma tesisi önünde yer alan köylerde ikamet eden üreticilerin %84,6'sı arıtma tesisini onaylarken bu oran arıtma tesisi arkasında %98,5'e çıkmaktadır. Akdoğan atıksu arıtma tesisi ise Akdoğan köyünde ikamet eden insanların istekleri üzerine yapılmıştır. Akdoğan köyündeki üreticilerin hepsi arıtma tesisini onaylamaktadırlar.

Atıksu arıtma proseslerine göre arıtılmış su ve arıtma çamuru hakkında bilgi sahibi olma, arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanma isteği, arıtılmış suyu kaliteli bulma konularında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Araştırmada Kazan ve Akdoğan atıksu arıtma tesisleri etrafındaki köylerinde ikamet eden üreticilerin yakın çevrede tatlı su kaynağı olması nedeniyle arıtılmış suyu kullanmak istemedikleri, arıtma çamuru kullanmamalarının yanında kullanmayı da düşünmedikleri görülmüştür. Tatlar atıksu arıtma tesisi etrafındaki üreticilerinin arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımını üzerinde deneyimleri olduğu ve üreticilerin büyük çoğunluğunun arıtma çamurunu kullanmak istedikleri görülmüştür.

Farklı arıtma proseslerine sahip atıksu arıtma tesisleri ile bu tesislerin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri arasında bir ilişki görülmemektedir. Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi etrafındaki köylerde hem arıtma çamuru hem de arıtılmış su kullanılmasına rağmen tesisten kaynaklanan herhangi bir hastalık meydana gelmemiştir. Bunun nedeni olarak üreticiler arıtılmış su ve arıtma çamuru kullanımında gerekli önlemleri aldıklarını, çocuklarının akarsuya yaklaşmasını önlediklerini ve hayvanların ise akarsuya su içmek için bile gitmediklerini belirtmişlerdir

Araştırma bulgularına göre atıksu arıtma tesislerinin prosesleri ile tarım arazileri üzerindeki kıymet değişikliği arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi arkasında yer alan Anayurt Köyü'nde yaşayan üreticiler arıtma tesisine yakın arazilerin kıymetinde değer artışının olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bulgu atıksu arıtma tesisi yapımı ile arıtma tesisi etrafındaki arazilerin kıymetinin artması beklenen Soma ve Han Yunus atıksu arıtma tesisleri için hazırlanan ÇED raporları ile uyumludur.

Sonuç olarak arıtma proseslerine göre arıtma tesislerinin üreticiler üzerindeki etkileri çizelge 6.1'de toplu olarak verilmiştir. Çizelgenin incelenmesi sonucunda, doğal arıtma yapan Akdoğan atıksu arıtma tesisinde olumsuz çevresel ve sosyal etkiler yanında olumlu ekonomik etkilerin de olmadığı; azot, fosfor giderimli uzun havalandırılmalı aktif çamur prosesine sahip Kazan atıksu arıtma tesisinde gürültü ve



trafik olumsuz çevresel etkilerin olduğu; klasik aktif çamur prosesine sahip Tatlar atıksu arıtma tesisinde koku, gürültü, trafik ve görsel olumsuz çevresel ve sosyal etkilerin yanında istihdam üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Tatlar atıksu arıtma tesisinin ayrıca arıtılmış su ve arıtma çamuru üzerinde de üreticiler üzerinde olumlu bir etkisi bulunmaktadır.

Çizelge 6.1 Atıksu arıtma tesislerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri

	<b>Tatlar KAÇAAT</b>	<b>Kazan İBAAT</b>	<b>Akdoğan YSA</b>
<b>Çevresel etkiler</b>			
Su kaynakları üzerinde etki	Yok	Yok	Yok
Koku etkisi	<b>Var</b>	Yok	Yok
Gürültü etkisi	<b>Var</b>	Yok	Yok
Trafik etkisi	<b>Var</b>	<b>Var</b>	Yok
Arazi kullanımı	<b>Var</b>	Yok	Yok
<b>Sosyal etkiler</b>			
Olumsuz görsel etki	<b>Var</b>	Yok	Yok
Kültürel miras üzerine etki	Yok	Yok	Yok
Kamulaştırma	Yok	<b>Var</b>	Yok
Göç etkisi	Yok	Yok	Yok
Arıtılmış su kullanımı	<b>Var</b>	Yok	Yok
Arıtma çamuru kullanımı	<b>Var</b>	Yok	Yok
Tarım ilacı kullanımı	<b>Var</b>	Yok	Yok
<b>Sağlık üzerine etkileri</b>			
Halk sağlığı üzerine etki	Yok	Yok	Yok
Hayvan sağlığı üzerine etki	Yok	Yok	Yok
<b>Ekonomik etki</b>			
Arazi kıymeti üzerine etki	<b>Var</b>	Yok	Yok
İstihdam üzerine olumlu etki	<b>Var</b>	Yok	Yok

Elde edilen bu bulgulara göre doğal arıtma yapan tesisler ile mekanik ekipmanları olan proselere sahip atıksu arıtma tesisleri arasında çevresel ve sosyal etkiler açısından doğal arıtma prosesine sahip arıtma tesisinin daha olumlu etkilere sahip olduğu ancak ekonomik olarak etkisinin olmadığı görülmektedir. Tüm bu olumlu özelliklerine rağmen doğal arıtma prosesinde diğer arıtma proseslerine (aktif çamur, uzun havalandırmalı aktif çamur,  $A^2/O$  vb) göre daha fazla arazi ihtiyacı olmaktadır. Bu nedenle bu prosese sahip atıksu arıtma tesisleri köy, mahalle gibi yerleşim yerleri için uygun görülmektedir.

Klasik aktif çamur prosesine sahip Tatlar atıksu arıtma tesisi ile azot fosfor giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur prosesine sahip Kazan atıksu arıtma tesisinin çevresel ve sosyal etkileri kıyaslandığında Kazan atıksu arıtma tesisinin çevresel ve sosyal etkilerinin daha az düzeyde olduğu görülmektedir. Bunun en büyük nedenleri azot fosfor giderimli uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinin daha az koku sorunu oluşturması ve arıtma tesisinin görsel olarak perdeleyici özelliği olan ağaçlık alanda yapılmasıdır.

Tatlar atıksu arıtma tesisinin Kazan atıksu arıtma tesisine göre bulunduğu bölgede ekonomik yapı üzerinde olumlu bir etkisi bulunmaktadır. Bu etki arıtma prosesine bağlı gerçekleşmemektedir. Tatlar atıksu arıtma tesisinin su kaynaklarının kıt olduğu bir bölgede yapılması üreticiler tarafından arıtma tesisinin su kaynağı olarak görülmesi yönünde bir algı oluşmaktadır. Aynı şekilde atıksu arıtma tesisi bölge halkı tarafından iş kaynağı olarak da görülmektedir. Bu iki etken Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi'nin Kazan Atıksu Arıtma Tesisi'nden daha olumlu etkiye sahip olduğu izlenimini vermektedir.

Sonuç olarak yapay sulak alan tesisi olumsuz çevresel, sosyal ve ekonomik etkilere sahip olmamasına rağmen kişi başına düşen arıtma alanının yüksek olması nedeniyle köy, mahalle gibi küçük yerleşim yerleri için daha uygundur. İlçe, şehir gibi yerleşim yerleri için yapay sulak alan prosesine göre çok daha az alan gerektiren klasik aktif çamur, uzun havalandırmalı aktif çamur,  $A^2/O$  gibi proseslerden biri seçilmeli ve olumsuz çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri en aza indirecek önlemler alınmalıdır.

### 6.3 Öneriler

Bu tez ile atıksu arıtma tesisleri ile ilgili olarak yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak tesis etrafında tarımsal üretim yapan ve atıksu arıtma tesislerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinden birincil olarak etkilenen üreticilerin atıksu arıtma tesislerine olan bakış açıları ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda mevcut atıksu arıtma tesisi işletmecileri ve gelecekte yapılacak atıksu arıtma tesisi karar vericilerine ve gelecekte yapılacak araştırmalar için araştırmacılara olmak üzere iki alt başlıkta öneriler geliştirilmiştir.

#### 6.3.1 Atıksu arıtma tesisi işletmecilerine ve karar vericilere öneriler

- ✓ Atıksu arıtma tesisleri çıkış suyu kalitesi arıtılmış suyun kullanımına göre belirlenmelidir. Bu şekilde hem su kaynakları üzerinde kirlilik baskısı azalabilir hem de özellikle su sıkıntısı olan bölgelerde işletmelerinin dünyada örneği olduğu gibi cüzi bir ücretle ya da ücretsiz arıtılan suyu kullanmaları sağlanabilir.
- ✓ Atıksu arıtma tesisi proses seçiminde tesisin yapılacağı bölgenin sosyo-ekonomik koşulları dikkate alınmalıdır.
- ✓ Tesis yeri seçilirken hâkim rüzgâr yönüne dikkat edilmelidir ve tesiste koku kaynakları tespit edilerek koku giderici önlemler alınmalıdır.
- ✓ Tesis yeri olarak düz ve boş bir arazi seçilecekse tesis etrafında yeşil bir alan oluşturularak hem gürültü hem de görsel etki azaltılabilir.
- ✓ Atıksu arıtma tesisleri yapılmadan önce etrafındaki yerleşim yerlerinde çeşitli zamanlarda yapılacak bilgilendirme toplantıları ile atıksu arıtma tesislerinin yararları açıklanmalıdır. Yapılacak bu açıklamalarla halkın atıksu arıtma tesisleri ilgili kuşkuları giderilmelidir.
- ✓ Tesis öncesinde yer alan yerleşim yerlerindeki kanalizasyon sistemi atıksu arıtma tesisine bağlanmalıdır. Bu şekilde kendi köylerinde oluşan atıksu da arıtma tesisinde arıtılacağı için tesis önünde ikamet eden kişilerin tesisi kabul etmesi daha kolay olacaktır.

- ✓ Yağmur suyu ile kanalizasyon sisteminin bir olduğu veya arıtma prosesi olarak lagün kullanacak yerlerde olası bir taşkın önlenmesi amacıyla taşkın debisi dikkate alınmalıdır.
- ✓ Atıksu arıtma tesisinde çalışacak işçiler yakın yörelerden seçilmelidir. Bu şekilde atıksu arıtma tesisinin yarattığı istihdam üzerindeki olumlu etki arıtma tesisinin kabul edilmesini kolaylaştırabilir.
- ✓ Tesiste çalışan teknik ekip ve işçilerin gıda alışverişlerini yakın yerleşim yerlerinden yapmaları teşvik edilmelidir. Bu şekilde köy ekonomisi üzerinde olumlu bir etki yaratılarak tesisin kabullenilmesi sağlanabilir.
- ✓ Atıksu arıtma tesislerine olan sanayi bağlantıları denetlenerek Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta kullanılmasına Dair Yönetmelik'te belirtilen kalite standartlarına uygun arıtma çamuru üretilmelidir. Bu şekilde hem tesiste üretilen arıtma çamurunun yeniden kullanımı sağlanmış hem de üreticilerin daha uygun ücrete toprak iyileştirici materyale ulaşması sağlanabilir.
- ✓ Doğal arıtma tesisleri en çok kabul gören tesis olmasının yanında olumsuz çevresel, sosyal ve ekonomik etkiye sahip tesislerdir. Ancak yapay sulak alan tesisi için çok fazla arazi gerekmesi nedeniyle büyük yerleşim yerleri için uygun değildirler.
- ✓ Yapay sulak alan prosesine sahip Akdoğan atıksu arıtma tesisi doğayla uyumlu olması nedeniyle atıksu arıtma tesisi olarak anlaşılmamaktadır. Bu nedenle yapay sulak alan prosesi gibi doğal arıtma tesislerinin çevredeki yerleşim yerlerine tanıtılmaları sağlanmalıdır.

### **6.2.2. Araştırmacılara öneriler**

- ✓ Her atıksu arıtma tesisinin kendine özgü çevresel, sosyal ve ekonomik etkisi olması sebebiyle her atıksu arıtma tesisi için ayrı çalışma yapılabilir.
- ✓ Bu araştırmanın evreni, Ankara ilinde bulunan üç farklı arıtma prosesine sahip atıksu arıtma tesis etrafındaki köylerde ikamet eden üreticiler ile sınırlı tutulmuştur. Evrenin kapsamı genişletilerek köyde ikamet eden herkes (kadın, çocuk, imam, köyde ikamet edip ilçede çalışan, başka köyde ikamet edip o

köyün tarlasını işletenler vb) dâhil edilerek daha kapsamlı çalışma tasarlanabilir.

- ✓ Çalışmada atıksu arıtma tesisi önünde yer alan köylerde yaşayan üreticiler üzerinde olumsuz etkilerin daha fazla olduğu görüldüğü için tesis önünde yer alan köy/köylerde ayrı bir çalışma yapılabilir.
- ✓ Çalışmada atıksu arıtma tesisi arkasında yer alan köylerde yaşayan üreticiler üzerinde arıtma tesislerinin daha fazla olumlu çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerinin olduğu görüldüğü için tesis arkasında yer alan köy/köylerde ayrı bir çalışma yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- Abdel, A.M.K. 2009. Comparison Study Between Sequencing Batch Reactor And Conventional Activated Sludge By Using Simulation Mathematical Model. Thirteenth International Water Technology Conference, IWTC 13 2009, Hurghada, Egypt.
- Abdrabo, M.A. and Hassaan, M.A. 2003. A Manual For Socio-economic Study. Centre for Environment and Development for the Arab Region and Europe (Cedare) 06/2003.
- Akça, L. 2004. Doğal Arıtma Sistemleri. II. Türk-Alman Atıksu Yönetimi Sempozyumu. 2-3 Aralık 2004, Ankara.
- Akten, M. ve Akten, S. 2008. Kentsel Atıksu Yönetimi ve Atıksuların Yeniden Kazanımında Yapay Sulak Alanların Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008. Ankara.
- Akyüz, İ.N. 2011. Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisi'nin işletilmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Alpaslan, M.N. 2004. Atıksu Arıtma Tesislerinin Planlama ve Projelendirme Esasları. Alpaslan M.N., Dölgen, D., İşgenç, M.F., Kınay, H. İ. Atıksu Arıtma Tesislerinin Tasarım ve Kontrol Esasları. TMMOB yayınları, Bölüm 1, ISBN: 975-395-803-X.
- Amirhor, P., Hanscom, M., DeFronzo, P. and Scully, K. 2006. Comprehensive Odor Emissions Study Hall Street Wastewater Treatment Plant Concord, New Hampshire. Water Environment Foundation.
- Andersen C.B., Lewis G.P. and Sargent, K. A. 2004. Influence of wastewater-treatment effluent on concentrations and fluxes of solutes in the Bush River. South Carolina, during extreme drought conditions” Environmental Geosciences, March 2004, v. 11, p. 28-41.
- Andersen, C.B., Lewis, G.P., Hart, M. and Pugh, J. 2014. The Impact of Wastewater Treatment Effluent on the Biogeochemistry of the Enoree River, South Carolina, During Drought Conditions. Water Air Soil Pollut (2014) 225:1955, DOI 10.1007/s11270-014-1955-4.
- Anonim. 1997. Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği. Resmi Gazete, 23.06.1997, 23028.
- Anonim. 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr>, Erişim Tarihi: 14.02.2013.

- Anonim. 2008. Biyodisk ile Biyolojik Arıtma. Web Sitesi: <http://cevremuhendisleri.blogspot.com/2008/08/biyo-disk-ile-biyolojik-artma.html>, Erişim tarihi: 12.05.2012.
- Anonim. 2009. Soma Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi ÇED Raporu. Encon Çevre Danışmanlık ltd. Şti., Manisa İli, Soma Belediyesi.
- Anonim. 2010a. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr>, Erişim Tarihi: 12.05. 2012.
- Anonim. 2010b. Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta kullanılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, 03.08.2010, 27661.
- Anonim. 2011. Türkiye’de ve İsrail’de Yapay Sulak Alanlar İle Atıksu Arıtımı ve Atıksuyun Sulama Amaçlı Olarak Tekrar Kullanımı. ORSAM Rapor No: 7, Rapor No: 8, Eylül 2011, Web Sitesi: [http://www.orsam.org.tr/en/enUploads/Article/Files/2011127\\_orsamreportt78tr.pdf](http://www.orsam.org.tr/en/enUploads/Article/Files/2011127_orsamreportt78tr.pdf), Erişim Tarihi: 06.03.2015.
- Anonim. 2012a. Evsel Nitelikli Atıksuların Arıtma Yöntemleri. Web Sitesi: [http://www.biokim-aritma.com/Evsel\\_Nitelikli\\_Atyksularyn\\_Arytym\\_Yontemleri.pdf](http://www.biokim-aritma.com/Evsel_Nitelikli_Atyksularyn_Arytym_Yontemleri.pdf), Erişim Tarihi: 01.01.2012.
- Anonim. 2012b. Evsel Atıksuların Özellikleri. Web Sitesi: <http://argecevre.blogcu.com/evsel-atıksu-ozellikleri/6139220>, Erişim tarihi: 02.01.2012.
- Anonim. 2012c. Atıksuların Özellikleri. Web Sitesi: <http://tr.scribd.com/doc/113340262/ATIKSULARIN-OZELLIKLERI>, Erişim tarihi: 02.01.2012.
- Anonim. 2012ç. Biyolojik Arıtma. Web Sitesi: [http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/mikro/bolum\\_04.pdf](http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/mikro/bolum_04.pdf), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012d. Fiziksel Arıtma Sistemleri. Web Sitesi: [www.muhendisforum.net/index.php?topic=310.0](http://www.muhendisforum.net/index.php?topic=310.0), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012e, Kimyasal Arıtma. <http://www.bogaziciaritma.com/hizmetlerimiz/30/KİMYASAL%20ARITMA>, Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim 2012f. İSKİ. Web Sitesi: <http://www.iski.gov.tr/Web/statik.aspx?KID=1001282>, Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012g. Kimyasal Paket Arıtma. Web Sitesi: [www.biolandaritma.com.tr/kimyasalpaketaritma.htm](http://www.biolandaritma.com.tr/kimyasalpaketaritma.htm), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012ğ. Biokim Arıtma. Web Sitesi: [www.biokim-aritma.com](http://www.biokim-aritma.com), Erişim Tarihi: 03.02.2012.

- Anonim. 2012h. Biyolojik Arıtma. Web Sitesi: [www.cevreonline.com/des.f/Biyolojik%20Arıtma.htm](http://www.cevreonline.com/des.f/Biyolojik%20Arıtma.htm), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012ı. Eke Endüstri. Web Sitesi: [www.ekeltd.com/biyolojik.aspx](http://www.ekeltd.com/biyolojik.aspx), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012i. Hidro-sis. Web Sitesi: [www.hidro-sis.com/hidrosis/index.php/projelendirmehizmetleri/25.html](http://www.hidro-sis.com/hidrosis/index.php/projelendirmehizmetleri/25.html), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012j. Biyolojik Arıtma, Web Sitesi: [www.agaclar.net/forum/temel-konular-toprak-gubre-tohum-sulama/22451.htm](http://www.agaclar.net/forum/temel-konular-toprak-gubre-tohum-sulama/22451.htm), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012k. İleri Atıksu Arıtımı. Web Sitesi: <http://web.deu.edu.tr/atıksu/ana58/bolum06.pdf>, Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012l. İleri Arıtma Yöntemleri. Web Sitesi: <http://cevreteknoloji.wordpress.com/2012/05/23/ileri-arıtma-yontemleri>, Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012m. atıksu Arıtma Yöntemleri. Web Sitesi: [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/7d16d00201083a2\\_ek.pdf?dergi=142](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/7d16d00201083a2_ek.pdf?dergi=142), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012n. Endüstriyel Proses Suyu Arıtımı. Web Sitesi: <http://www.turkticaret.net/Firma/139261/tidap.arıtma.sanve.ticLtdsti/endustriyel.pروسes.suyu.arıtımı.iyon.degıstirme>, Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2012o. Nütrient Giderimi. Web Sitesi: [http://eng.harran.edu.tr/moodle/moodledata/26/Nuetrient\\_Giderimi.docx](http://eng.harran.edu.tr/moodle/moodledata/26/Nuetrient_Giderimi.docx), Erişim Tarihi: 03.02.2012.
- Anonim. 2013a. Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği. Resmi Gazete, 03.10.2013, 28784.
- Anonim. 2013b. Çevresel Etki Değerlendirmesi. Web Sitesi: [http://harita.gumushane.edu.tr/user\\_files/files/kcelik/files/%C3%87evresel\\_Etki\\_De%C4%9Ferlendirme.pdf](http://harita.gumushane.edu.tr/user_files/files/kcelik/files/%C3%87evresel_Etki_De%C4%9Ferlendirme.pdf), Erişim Tarihi: 03.05.2013.
- Anonim. 2013c. Atıksu Arıtma. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr/db/ced/edıtorosya/ATIKSU%20ARITMA%20TES%C3%84%C2%B0SLER%C3%84%C2%B0.pdf>, Erişim Tarihi: 03.04.2013.
- Anonim. 2013d. Akarçay Havzasında Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanılmasının Araştırılması Projesi. İnotek Çevre Çözümleri Teknolojileri Çevre Laboratuar İnşaat Araştırma Geliştirme Mühendislik Sanayi ve Ticaret Ltd Şti., Sözleşme No: TR33/13/DFD/0006.



- Anonim. 2013e. Kamulaştırma Nedir? Web Sitesi:  
<https://www.emlakwebtv.com/kamulastirma-nedir-5529>, Erişim Tarihi:  
03.04.2013.
- Anonim. 2014a. Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği. Resmi Gazete,  
25.11.2014, 29186.
- Anonim. 2014b. Kimyasal Arıtma. Web Sitesi: [www.matrisaritma.com/kimyasal-aritma.htm](http://www.matrisaritma.com/kimyasal-aritma.htm), Erişim Tarihi: 03.04.2014.
- Anonim. 2014c. Atıksu Arıtma Tesisi. Web Sitesi:  
<http://www.aski.gov.tr/m.asp?tid=15&pn=2>, Erişim Tarihi: 03.04.2014.
- Anonim. 2014d. ASKİ yılda 331 milyon metreküp atıksu arıtıyor. Web Sitesi:  
<http://haberciniz.biz/aski-yilda-331-milyon-metrekup-atiksu-aritiyor-2929058h.htm>, Erişim Tarihi: 03.04.2014.
- Anonim. 2014e. Atıksu arıtma. Web Sitesi: <http://www.aski.gov.tr/tr/817-atiksu-aritma-icerik.html>, Erişim Tarihi: 03.04.2014.
- Anonim. 2015a, Gürültü. Web Sitesi: <http://www.csb.gov.tr>, Erişim Tarihi: 03.02.2015.
- Anonim. 2015b. Gürültü; mevzuat ve yaptırım. Web Sitesi:  
[http://cevreonline.com/gurultu2/gur\\_mevz\\_yaptrm.htm](http://cevreonline.com/gurultu2/gur_mevz_yaptrm.htm), Erişim Tarihi:  
03.02.2015.
- Anonim. 2016. Belediye Atıksu İstatistikleri. Web Sitesi: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 03.01.2016.
- Anonymous. 1994. Construction Industry Research and Information Association (CIRIA) Special Publication No. 96: Environmental Assessment. CIRIA, Thomas Telford Associates, London.
- Anonymous. 1980. Design Manual Onsite Wastewater Treatment and Disposal Systems. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Water, Washington, DC, EPA/625/180-012.
- Anonymous. 1998. Expansion and Upgrading of Swords Wastewater Treatment Works Environmental Impact Statement, Non-Technical Summary. D.G. O'Connor B.A. B.A.I. C.Eng. F.I.E.J., Tobin Environmental Services Ltd., EIS 770, 1 of 4, Fingal Country Council, İrlanda.
- Anonymous. 1999. Freewater Surface Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Water, Washington, DC, EPA-832-S-99-002.

- Anonymous. 2002a. Construction of Sewage Treatment Plant at Ras Il-Hobz, Gozo Environmental Impact Statement, Non-Technical Summary. AIS Environmental Ltd., SLR Group Ltd., 4B/082/002, Malta.
- Anonymous. 2002b. Socio-economic Tools for Sustainability Impact Assessment. European Commission, Environment and Sustainable Development Programme, Policy Aspects-Unit I.1, 2002 EUR 20437.
- Anonymous. 2002c. Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Research and development, Cincinnati, OH, EPA.
- Anonymous. 2002d. Part 637 Environmental Engineering National Engineering Handbook. United States Department of Agriculture (USDA), 210-V1-NEH, Washington, DC.
- Anonymous. 2003. Environmental Impact Statement Brightwater Regional Wastewater Treatment System. CH2M HILL, Final Report, October 2003, King County.
- Anonymous. 2004a. Environmental Noise Impact Assessment Newport Sewerage Scheme. ANV Technology Ltd., Report 24225.
- Anonymous. 2004b. Proposed Waste Water Treatment Plant Newport, Co. Mayo Landscape and Visual Impact Assessment. EG Pettit & Co Ltd., Mayo County Council, November 2004.
- Anonymous. 2005. Environmental Impact Assessment Report Wastewater Treatment Plant In Al-Houch, Rashaya Caza, Lebanon. M.E.E.A. Ltd. Consulting Environmental Engineers, Beirut, Lebanon.
- Anonymous. 2006. Code of Practice on Odour Nuisance from Sewage Treatment Works. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), London.
- Anonymous. 2007. Socio-Economic Impact Assessment Guidelines. MVEIRB Mackenzie Valley Environmental Impact Review Board, Yellowknife.
- Anonymous. 2008. Athlone Wastewater Treatment Plant Upgrade Environmental Impact Statement. RPS, Document No: MGE0129RP0004.
- Anonymous. 2009a. Newcastle Sanitary District Wastewater Treatment Plant Closure and Pipeline Project. ICF Jones and Stokes, 0317.09.
- Anonymous. 2009b. Laois County Council Wastewater Treatment Works at Mountmellick, County Laois, Draft Environmental Impact Statement. Nicholas O'Dwyer Consulting Engineer, County Laois, Ireland.

- Anonymous. 2009c. Provisions of Consultancy Service Detailed Design For The Construction Of Khan Younis Wastewater Treatment Plant In Gaza Strip Final Report. UNDP/PAPP, 1310076 R3 – V2.
- Anonymous. 2009d. Environmental Impact Study Of Core Area Wastewater Treatment Program Facilities Terrestrial Environment Volume I Of II. Capital Regional District, Core Area Wastewater Treatment Program, Victoria, BC.
- Anonymous. 2009e. Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products. United Nations Environment Programme (UNEP), ISBN: 978-92-807-3021-0 DTI/1164/PA
- Anonymous. 2009f. The Financial, Social & Environmental Impact of Wastewater Treatment Plants. Web Sitesi: <http://concernederincitizens.wordpress.com/2013/04/09/the-financial-social-environmental-impact-of-wastewater-treatment-plants/>, Erişim Tarihi: 03.05.2014.
- Anonymous. 2011a. IBM Inc. (2011). SPSS20.0 For Windows.
- Anonymous. 2011b. Best Technologies for Treating Bad Smells From Wastewater Identified. European Commission DG ENV, News Alert Issue 229, February 2011.
- Anonymous. 2012. Environmental & Social Impact Assessment Study for The Expansion of As-Samra Wastewater Treatment Plant. Consolidated Consultant, Final Esia Report, Ürdün.
- Anonymous. 2013a. Rubyanna WWTP, Odour Impact Assessment Study. Bundaberg Regional Council, Avustralya.
- Anonymous. 2013b. Social Impact Assesment Methodology. Web Sitesi: <http://www.sasanet.org/documents/Tools/Social%20Impact%20Assessment%20Methodology.pdf>, Erişim Tarihi: 03.05.2013.
- Anonymous. 2013c. Environmental and Socio-economic Impact Assessment Methodology. Web Sitesi: <http://subsites.bp.com/caspian/ACG/Eng/esia1/chp03.pdf>, Erişim Tarihi: 03.05.2013.
- Anonymous. 2013d. Comparison of Two Wastewater Treatment Plants: Stabilization Ponds and Activated Sludge with A Social Perspective Impacts. Web Sitesi: <http://hdl.handle.net/10625/48609>, Erişim Tarihi: 03.05.2013.
- Anonymous. 2014a. Rubyanna WWTP, Noise Impact Assessment Report. Hunter Water Australia, Job Number:7390, Avustralya.
- Anonymous. 2014b. Egypt: Gabal El ASFAR Wastewater Treatment Plant Environmental and Social Impact Assessment Summary, Web Sitesi: <http://www.afdb.org>, Erişim Tarihi: 03.05.2014.

- Anonymous. 2014c. Landscape Visual Impact Assessment and Photomontage, Web Sitesi: <https://www.mottmac.com>, Erişim Tarihi: 03.08.2014.
- Anonymous 2014d, Landscape and Visual Impact Assessments (<http://www.southlakeland.gov.uk/building-and-planning/planning/planning-applications/making-a-planning-application/additional-information/landscape-and-visual-impact-as/>), Erişim Tarihi: 03.08.2014.
- Anonymous. 2015. Brightwater Wastewater Treatment Plant. Web Sitesi: <http://www.kingcounty.gov>, Erişim Tarihi: 03.10.2015.
- Anwar, H.N. Nosheen, F., Hussain, S. and Nawaz W. 2010. Socio-economic Consequences of Reusing Wastewater in Agriculture in Faisalabad. Pak. J. Life Soc. Sci. (2010), 8(2);102-105.
- Ataseven, Y. 2010. Tarımsal Faaliyetlerin İçme Suyu Havzalarındaki Etkilerinin Araştırılması: Ankara İli Örneği. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, Ankara.
- Ayaz, S.Ç. 1998. Sahil Bölgelerinde Atıksuların Yapay Sulak Alanlar ile Arıtılması. Doktora Tezi, İ.Ü., Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Kimyasal Oşinografi Anabilim dalı.
- Ayaz, S.Ç. ve Akça, L. 2001. Treatment of Wastewater Natural System. Environment International, Vol. 26, No:3, pp.189-197.
- Ayaz, S.Ç. 2007. Düşük Masraflı Arıtma Teknolojilerinin Türkiye Şartlarına Göre Geliştirilmesi ve Marmara Bölgesi için Örnek Uygulama. Proje Kodu: 505G225 (105G047), TÜBİTAK-MAM, Kimya ve Çevre Entitüsü, İzmit.
- Ayrak, B. 2010. Evsel Atıksuların Arıtılması Ve Maliyet Analizi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze.
- Ayvaz, Z. 2000. Atık Su Arıtma Çamurlarının Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü.
- Bhatla, M.N. 1975. Control of Odors of an Activated Sludge Plant. Journal (Water Pollution Control Federation), Vol. 47, No:2, 281-290.
- Baker, J.A. 1973. Wetland Hydrology. İn M.W. Lefor and W.C. Kennard (editors), Proceedings of the first annual wetlands conference, Storrs, Conn, U Conn, 84-95.
- Bayrak, E.H. 2008. Atık Suların Arıtımında Yapay Sulak Alan Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas.

- Carey, R.O. and Migliaccio K. W. 2009. Contribution of Wastewater Treatment Plant Effluents to Nutrient Dynamics in Aquatic Systems: A Review. *Environmental Management* (2009) 44:205–217, DOI 10.1007/s00267-009-9309-5.
- Chambbell, C.S. and Ogden, M. 1999. *Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape*. John Willey and Sons, Inc., Canada.
- Curi, K. ve Baban, A. 1992. *Biyolojik Arıtmanın Esasları ve İşletme Özellikleri*. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, Atıksu Arıtma işletmeciliği Okulu (7-11 Aralık), İstanbul.
- Çevik, Z. 2014. Bulgaristan'ın Üç Döneminde Yaşayan Mümin Özer'in Anıları (1927-1950). *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic* Volume 9/10 Fall 2014, p. 1259-1280, ANKARA-TURKEY.
- Çiftçi, H., Kaplan, Ş.Ş., Köseoğlu, H., Karakaya, E. ve Kitiş, M. 2007. *Yapay Sulak Alanlarda Atıksu Arıtımı ve Ekolojik Yaşam*. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23 (1-2) 149 - 160 (2007).
- Demirörs, B. 2006. *Çukurova Bölgesinde Yapay Sulak Alan Teknolojisinin Kırsal Alanda Kullanımının Araştırılması*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Dennehy, K.F., Litke, D.W. and Tate, C.M. 1997. *Water Quality in the South Platte River Basin, Colorado, Nebraska, and Wyoming, 1992–95*. U.S. Geological Survey Circular 1167, 38 pp.
- Devi, M.G., Davidson, B. and Boland, A.M. 2007. *Economics of Wastewater Treatment and Recycling: An investigation of conceptual issues*. A paper presented at the 51st Annual Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society Queenstown, New Zealand
- Dixon, A., Simon, M. and Burkitt, T. 2003. *Assessing the Environmental Impact of Two Options for Small-Scale Wastewater Treatment: Comparing A Reedbed and an Aerated Biological Filter Using a Life Cycle Approach*. Elsevier, *Ecological Engineering* Volume 20, Issue 4, Pages 297–308
- Dölgen, D. 2004. *Fiziksel Arıtma Ünitelerinin Tasarımı*. Alpaslan M.N., Dölgen D., İşgenç M.F., Kınay H.İ. *Atıksu Arıtma Tesislerinin Tasarım ve Kontrol Esasları*. TMMOB yayınları, Bölüm 2, ISBN: 975-395-803-X
- Düz, G. 2011. *Bursa ve Kocaeli İlleri Kıyı Balıkçılığının Karşılaştırmalı Sosyo-Ekonomik Analizi*. Namık Kemal Üniversitesi, Tarım Ekonomisi ABD, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ

- Edwards, M.M. 2000. Community Guide To Development Impact Analysis. Wisconsin Land Use Research Program Program on Agricultural Technology Studies University of Wisconsin–Madison
- Ekka, S.A., Haggard B.E., Matlock M.D. and Chaubeyb I. 2006. Dissolved Phosphorus Concentrations and Sediment Interactions in Effluent–Dominated Ozark Streams. *Ecological Engineering* 26 (2006), pp: 375–391
- Eroğlu, V. 2008. Atıksuların Tasviyesi. Su Vakfı Yayınları, ISBN: 978-975-92794-2-4
- Fattah, A. and Rabou N.A. 2011. Environmental Impacts Associated with the Beit Lahia Wastewater. *Middle-East Journal of Scientific Research* 7 (5): 746-757, ISSN 1990-9233.
- Fenton, M. 2005, “Guidebook on Social Impact Assessment”, prepared for the Comprehensive Coastal Assessment (DoP) by Environment and Behaviour Consultants, Townsville, QLD.
- Ghanem, M. 2012. Socio-Economical and Environmental Impact for the Agricultural Use of Wastewater in the Wadi Nar Catchment/ Dead Sea Region. *International Journal of Humanities and Social Science* Vol. 2 No. 22
- Göksu, N, Işık, Y. Atçeken, T, Okur, O. ve Tongarlık, Ş. 2008. Arıtma Çamuru Uygulamasının Buğdayın Verim Ve Potansiyel Toksik Element Kapsamı Üzerine Etkileri. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, Bildiriler, 552-561, 2-5 Haziran 2008, Konya
- Görgün, E., Çitil, E., Karahan, Ö., Güneş, Y., Güneş, E., İpek, U., Akyürek, S., Çalışkan, E., Yeşil, Ö. ve Karakaya, N. 2010. Meriç-Ergene Havzası Endüstriyel Atıksu Yönetimi Ana Plan Çalışması-Final Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara
- Graham, J. L., Stone, M.L., Rasmussen, T.J. and Poulton, B.C. 2010. Effects of Wastewater Effluent Discharge and Treatment Facility Upgrades on Environmental and Biological Conditions of the Upper Blue River, Johnson County, Kansas and Jackson County, Missouri, January 2003 through March 2009. Scientific Report 2010, 5248
- Güereca, P.L. 2011. A comparative Life Cycle Assessment Of A Wastewater Treatment Technology Considering Two Inflow Scales. Life Cycle Management Conference-2011, The Dahlem Cube, Berlin, August, 28-31, 2011
- Güneş, K. 2000. Evsel Atıksuların Tarıma Geri Dönüşümünü Gerçekleştirebilecek Doğal Arıtma Teknolojilerinin Türkiye Şartlarında Denenmesi ve Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı.

- Güneş, K. 2004. Düşük Masraflı Arıtma Teknolojileri. Sulak Alanlar. II. Türk-Alman Atıksu Yönetimi Sempozyumu, 2-3 Aralık 2004, Ankara.
- Güneş, K. ve Saygın ,Ö. 1997. Gıda Endüstrisinden ve Evlerden Kaynaklanan Atıksuların Arıtımında Ucuz Bir Yöntem: Arazide Arıtım. Kuru Meyve Ticareti. vol. 3; 13s., İstanbul.
- Gürpınar, E. 2001. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Üzerine. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, No: 23-24 ( Ekim 2000- Mart 2001), İstanbul.
- Hamilton, A. J., Versace, Vincent L., Stagnitti, F., Li, P., Yin, W., Maher, P., Hermon, K., Premier, R.R. and Ierodiaconou, D. 2006. Balancing Environmental Impacts And Benefits of Wastewater Reuse. WSEAS Transactions on Environment And Development, vol. 2, no. 2, pp. 117-129, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Athens, Greece,
- Hanay, Ö. ve Hasar, H. 2007. Kayseri İli Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Çamurlarının Tarımsal Amaçlı Kullanım Potansiyeli. Science and Eng. J of Fırat Univ. 19 (3), 333-337, 2007
- Hussain, I., Raschid, L., Hanjra, M.A., Marikar, F. and Hoek, W.V.D. 2001. A Framework for Analyzing Socioeconomic Health and Environmental Impact of Wastewater Use in Agriculture in Developing Countries. International Water Management İnstitute, Working Paper 26, 2001.
- Nicel, J. A. 2009. Assessment And Regulation Of Odour İmpacts. Atmospheric Environment 43 (2009) 196–206.
- Kadlec, R.H., Knight, R.L. 1996. Treatment Wetlands. Lewis Publishers, 0-87374-930-1, Florida, USA.
- Kalbar, P. P., Karmakar, S. and Asolekar, S.R. 2012. Selection of An Appropriate Wastewater Treatment Technology: A Scenario-Based Multiple-Attribute Decision-Making Approach. Journal of Environmental Management, Volume 113, 30 December 2012, Pages 158–169
- Karaman, Z.T. 1995. Nimby Sendromu. Ekoloji Çevre Dergisi, sayı 14, sayfa 13-14.
- Kargı, F. 1995. Çevre Mühendisliğinde Biyoprosesler. D.E.Ü. Matbaası, İzmir,425s.
- Korkmaz, M., Alkan, H. ve Altunbağ, S. 2009. Su Kaynakları Yönetimi: Sosyo-Ekonomik Değerlendirmeler (Eğirdir Gölü Yönetim Planı Örneği). International Davraz Congress ( 24-27 Eylül 2009), ISBN:978-9944-452-34-2, 1666-1675, Isparta
- Kukul, Y.S., Çalışkan, A.D.Ü. ve Anaç, S. 2010. Arıtılmış Atık Suların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2007, 44 (3): 101-116, ISSN 1018-8851.

- Küçükgül, E.Y. ve Türkman, A. 2004. Kimyasal Arıtma, Pıhtıklaştırma ve Yumaklaştırma. Alpaslan, M.N., Dölgen, D., İşgenç, M.F., Kınay, H.İ. Atıksu Arıtma Tesislerinin Tasarım ve Kontrol Esasları. TMMOB yayınları, Bölüm 3.1, ISBN: 975-395-803-X.
- Lebrero, R., Rodríguez, E., García-Encina, P.A. and Muñoz, P. 2011. A Comparative Assessment Of Biofiltration And Activated Sludge Diffusion For Odour Abatement. *Journal of Hazardous Materials* 190 (2011) 622–630.
- Lee, E.R. 1999. Set-Wet: A Wetland Simulation Model to Optimize NPS Pollution Control. Lisans Tezi, Virjinya Politeknik Enstitüsü ve Devlet Üniversitesi Biyolojik Sistem Mühendisliği.
- Lewis, L. D., Gattie D. K., Novak M. E., Sanchez, S., Pumphrey, C. 2002. Interactions of Pathogens and Irritant Chemicals in Land-Applied Sewage Sludges (Biosolids). *BMC Public Health* 2:11.
- Lundin, M. 1999. Assessment of The Environmental Sustainability Of Urban Water Systems. Department of Technical Environmental Planning Chalmers University Of Technology Göteborg, Sweden.
- Margane, A. and Rizk, J.A. 2011. Guideline for Environmental Impact Assessments for Wastewater Facilities in Lebanon. German-Lebanese Technical Cooperation Project Protection of Jeita Spring, BMZ-No: 2008.2162.9
- McMahon, P.B., Tindall, J.A., Collins, J.A., Lull, K.J. and Nuttle, J.R. 2010. Hydrologic and Geochemical Effects on Oxygen Uptake in Bottom Sediments of an Effluent-Dominated River. *Hydrogeochemistry and Water Chemistry*, Volume 31, Issue 10, pages 2561–2569.
- Meuleman, A.F.M., Logtestijn, R.V., Gerard J.R.B. and Verhoeven, J. T.A. 2003. Water And Mass Budget of A Vertical-Flow Constructed Wetland Used for Wastewater Treatment. *Ecological Eng.*, vol. 20, pp 31-44.
- Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. 1993. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Moussavi, G., Naddafi, K., Mesdaghinia, A. and Deshusses, M. A. 2007. The Removal Of H<sub>2</sub>S From Process Air By Diffusion Into Activated Sludge. *Environmental Technology*, Vol. 28. pp 987-993.
- Muga, H.E. and Mihelcic, J.R. 2008. Sustainability of Wastewater Treatment Technologies. *Journal of Environmental Management* 88 (2008) 437–447
- Murdock, J., Roelke, D. and Gelwick, F. 2004. Interactions Between Flow, Periphyton, and Nutrients in a Heavily Impacted Urban Stream: Implications for Stream Restoration Effectiveness” *Ecological Engineering* 22:197–207.



- Musharrafie, A., Güereca, P.L., Padilla, A., Morgan, J.M. and Noyola, A. 2011. A Comparison of Two Wastewater Treatment Plants: stabilization Ponds And Activated Sludge With A Social Perspective Impacts. Web Sitesi: <http://hdl.handle.net/10625/48609>, Erişim Tarihi:31.03.2014.
- Muslu, Y., 1996. Atıksuların Arıtılması. İTÜ İnşaat fakültesi Matbaası, Cilt 1, 429s., İstanbul.
- Naddeo, V., Belgiorno, V. And Zarra, T. 2012. Procedures for Odour Impact Assessment. Odour Impact Assessment Handbook, pp: 187-203.
- Nassar, A.R., Al-Najar, H. and Al-Dadah, J.Y. 2009. Socio-Economic Aspects of Wastewater Reuse in the Gaza Strip. Journal of Environmental Science and technology 2 (4);170-178.
- Nogueiraa, R., Britoa, A.G., Machadoa, A.P., Janknechtb, P., Salasc, J.J., Verad, L. and Marteld G. 2009. Economic and environmental assessment of small and decentralized wastewater treatment systems” Desalination and Water Treatment, 4 (2009) 16–21
- Novotny, V. And Olem, H. 1994. Water Quality: Prevention, İdentificaion and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Orhon, D., Sözen, S. ve Görgün, E. 1995. Ulusal Çevre Eylem Planı “Atıksu Yönetimi”. DPT Yayını.
- Özerol, G. and Günther, D. 2004. The Role of Socio-economic Indicators for the Assessment of Watewater Reuse in the Mediterranean Region. WASAMED Workshop 6-11 December 2004. Web Site: [http://wasamed.iamb.it/allegati\\_int/12/germany.pdf](http://wasamed.iamb.it/allegati_int/12/germany.pdf), Erişim Tarihi: 08.12.2014.
- Öztürk, İ., Timur, K. ve Koşkan, U. 2005. Atıksu Arıtımının Esasları, Eysel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara 2005.
- Padilla A., Güereca, L.P., Morgan, J.M. and Noyola, A. 2013. Social Life Cycle Assessment: A Comparison of Wastewater Treatment Facilities in Mexico. International Seminar on Social Life Cycle Assessment - LCA, May 6-7, 2013, Montreal, Canada
- Palabıyık, H., Yavaş, H. ve Aydın, M. 2010. Nükleer Enerji ve Sosyal Kabul. USAK Yayınları 40, ISBN 978-605-4030-32-3
- Pocernich, M. and Litke, D.W. 1997. Nutrient concentrations in Wastewater Treatment Plant Effluents, South Platte River Basin. JAWRA Journal of the American Water Resources Association Volume 33, Issue 1, pages 205–214, February 1997.

- Ramirez, P.K.S. and Petti, L. 2011. Social Life Cycle Assessment: Methodological and Implementation Issues. The Annals of The "Ştefancel Mare" University of Suceava. Fascicle of The Faculty of Economics and Public Administration Vol. 11, No. 1(13).
- Risch, E., Boutin, C., Roux, P., Héduit, C. and Gillot, S. 2011. LCA in Wastewater Treatment - Applicability and Limitations for Constructed Wetland Systems: The Case of Vertical Reed Bed Filter. LCM 2011 International Conference on Life Cycle Management, august 28-31, 2011 Berlin, Germany, 12 pages.
- Rose, G.D. 1999. Community-Based Technologies for Domestic Wastewater Treatment and Reuse: Options for urban agriculture. International Development Research Centre Cities Feeding People Series Report 27.
- Roux, P., Boutin, C., Risch, E. and Héduit, A. 2010. Life Cycle Environmental Assessment (LCA) of Sanitation Systems Including Sewerage: Case of Vertical Flow Constructed Wetlands Versus Activated Sludge. 12th IWA International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control Venice ITA, 4-8 October 2010, Proceeding volume 2, page 879-887.
- Qasim, S.R. 1985. U.S Wastewater Treatment Plants. CBS, College Publishing.
- Sanin, D., Namlı, A., Delibacak, S., Ongun, A.R., Farasat, S. ve Akca, M.O. 2013. Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Yönetimi:İP-10-Tarımsal Amaçlı Kullanım. TÜBİTAK-KAMAG 108G190 numaralı Proje Raporu. (Yayınlanmamış), Ankara.
- Saraoğlu, E. 2014. Atıksu Yönetimi. 4. Türk-Alman Su İşbirliği Günleri, 23-24 Eylül 2014, Antalya.
- Sarioğlu, B. 2003. Köklü ve Yüzen Bitkiler (Lemna minor L.) İçeren Doğal Arıtma Sistemleriyle Evsel Atıksulardan KOI ve AKM Giderimi. Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim dalı.
- Schuler, P., Bratby, J., Williams, R., Comstock, K., Pope, R., Shukla, OP, Suwanarpa, K. and Williams, P. 2011. Not Your Daddy's Wastewater Treatment Plant – The Johns Creek Environmental Campus. Nutrient Recovery and Management 2011, January 9-12, Miami, FL.
- Serter, G. 2005. Çevresel Değerlendirme Sürecinin Türkiye'deki Tarihsel Gelişimi ve Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)-Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) İlişkisi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Ankara
- Shutes, R.B.E. 2001. Artificial Wetlands and Water Quality Improvement. Environment International, vol. 26, p.p. 441-447.

- Sironi, S., Capelli, L., Paolo C.P., Rosso, P.R. and Pierucci, S. 2010. Odour Impact Assessment By Means Of Dynamic Olfactometry, Dispersion Modelling and Social Participation. *Atmospheric Environment* 44 (2010) 354e360
- Sówka, I., Skrętowicz, M., Sobczyński, P. and Zwoździak J. 2011. Estimating Odour Impact Range Of Selected Wastewater Treatment Plant For Winter And Summer Seasons In Polish Conditions Using Calpuff Model. *Environmental Protection Engineering Institute*
- Stuetz, R. and Frechen F. B. 2001. *Odours in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control*. IWA Publishing, ISBN 1 900222 46 9
- Şener, G. 2007. Ankara İli Kırsal Alanlarından Kaynaklanan Atıksuların Doğal Arıtma (Yapay Sulak Alan) İle Arıtılması. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Mayıs 2007.
- Şener, G. 2016. Türkiye’de Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanımı: Yasal Mevzuat. Türkiye’de Çevre Yönetimi için Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi (ÇEKAP) Projesi, 25-26 Ocak 2016, Şanlıurfa
- Talınlı, I. 1992. Fiziksel ve Kimyasal Arıtma Sistemlerinin İşletilmesi. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, Atıksu Arıtma İşletmeciliği Okulu (7-11 Aralık), İstanbul
- Tchobanoglous, G. and Burton, F.L. 1991. *Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse*. Metcalf and Eddy Inc. 3th edition, Mc Grace-Hill Publishing company, 1334p., USA.
- Technical Support Consultants. 2009. *Socio-economic Impact Assessment Report Rural Roads PROJECT-1 (Chhattisgarh)*. ADB Loan No:2018-IND, April 2009
- Trpevska, M.T. and Dodeva, S., 2009. Environmental Impact Assessment of the Waste Water Treatment Plant for City of Skopje International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering Ohrid/Macedonia, 1-5 September 2009
- Torun, F. 2011. Türkiye'deki Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri Envanteri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, Erzurum
- Thorn, J. and Kerekes, E. 2001. Health Effects Among Employees in Sewage Treatment Plants: A Literature Survey. *American Journal of Industrial Medicine*, 40:170-179
- Topcuoğlu, B. 2002. Kentsel Katı Atık Kompostu ve Arıtma Çamurunda Ağır Metallerin Bitkiler ve Çevre Üzerinde Potansiyel Etkileri ve Kirlenici Limitleri. *DERİM*, cilt.19, ss.38-49.
- Toprak, H. 1996. *Atıksu Arıtma Çamurlarının Tasarım Esasları*. D.E.Ü. Matbaası, İzmir, 612s.

- Toze, S. 2006, Reuse of Effluent Water-Benefits and Risks. Agricultural Water Management, Volume 80, Issues 1–3, 24, sayfa:147–159
- Türkmen, Ö., Şensoy, Ş. ve Çıkra, M. 2001. Kentsel Arıtma Çamurunun Hıyarda Çıkış Ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 11(1): 1-4
- Ujang, Z. and Henze, M. 2006. Wastewater Management in Developing Countries; Principles and Engineering. IWA publishing, ISBN:1843390302
- Uslu, A. ve Kiper, T., 2006. Turizmin Kültürel Miras Üzerine Etkileri: Beypazarı/Ankara Örneğinde Yerel Halkın Farkındalığı. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi/ Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 3/3, 305-314,
- Uzun, P. ve Bilgili, U. 2011. Arıtma Çamurlarının Tarımda Kullanılma Olanakları. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, syf 135-146
- Wakelin, S.A., Colloff, M.J. and Kookana, R.S., 2008. Effect of Wastewater Treatment Plant Effluent on Microbial Function and Community Structure in the Sediment of a Freshwater Stream with Variable Seasonal Flow. Appl Environ Microbiol. May 2008; 74(9): 2659–2668.
- Verhoeven, J.T.A., Meleuman A.F.M., 1999. Wetlands for Wastewater Treatment: Oppurtities and Limitations. Ecological Eng., 12, 5-12.
- Weaver, R.J., Bell, B.A. 2006. Insect Nuisance Associated with Sewage Treatment Works. Web Sitesi: <http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/local/nuisance/odour/documents/insect-nuisance.pdf>. Erişim Tarihi: 04.06.2013
- Widener, A.S. 1995. A Mathematical Model of The Nitrogen Cycle İn a Constructed Wetland. MS Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, pp. 145.
- Witherspoon, J. R. and Barnes, J. L. 2004. Comparison of Methods Used to Measure Odour at Wastewater Treatment Plant Fencelines. CH2M Hill, Inc. VDI Environmental Odour Management Conference - Cologne, Germany.
- Yakuboğlu, T. ve Özdemir, N., 2007. Erozyona Uğramış Topraklara Uygulanan Arıtma Çamuru Ve Çay Endüstrisi Atığının Toprakların Mikro Element İçeriklerine Etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 22(2):207-213
- Yaman, K., 2009. Arıtma tesisi Çamurlarının Tarımsal Amaçlı Kullanımında AB-Türkiye Politikalarının Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tarım ekonomisi ABD, Doktora tezi, Ankara

- Yaman, K. ve Olhan, E. 2011. Arıtma Çamuru Kullanımının Buğdayın Verim, Fiziki Girdi Ve Maliyetleri Üzerindeki Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi,17(2011)157-166.
- Yetik, Ş. 2008. Atıksuların Yapay Sulak Alanlarda Arıtımının İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya
- Yıldırım, A.K. 2006. Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Debi-Maliyet İlişkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Yurtseven, E., Çakmak, B., Kesmez, D. ve Polat, E., 2010. Tarımsal Atık Suların Sulamada Yeniden Kullanılması. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi.
- Zarra, T., Giuliani, S., Naddeo, V. and Belgiorno, V. 2012. Control of Odour Emission in Wastewater Treatment Plants by Direct and Undirected Measurement of Odour Emission Capacity. Water Science & Technology, Volume: 66, Issue: 8, Pages: 1627.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gülsevım ŞENER  
Doğum Yeri : Ankara  
Doğum Tarihi : 15.02.1975  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise : Semiha İsen Lisesi (1992)  
Lisans : İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü (1996)  
Lisans : Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme Bölümü (2008)  
Yüksek Lisans : İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü (2007)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Serdar Müşavirlik A.Ş. : Mayıs 1998-Eylül 1998  
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü : Aralık 1998-Nisan 2004  
Çevre ve Orman Bakanlığı : Nisan 2004-Haziran 2010  
TBMM-Çevre Komisyonu : Haziran 2010-Haziran 2011  
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı : Haziran 2011-

### Yayımları (SCI ve diğer):

Sanin F.D., Filibeli A., Erdiñçler A., Çokgör E., Kentel E., Ayol A., Alagöz A., Pehlivanođlu-Mantaş E., Şener G., Saygılı G. 2014, "Regulatory Framework in Sludge Management: Examples from Around the World", Journal of Residual Science and Technology, Vol 11 No 2 ,ISSN: 1544-8053

### Uluslararası Kongre

İnsel G., Kendir E., Ayol A., Erdiñçler A., Arıkan O., İmamoğlu İ., Alagöz B. A., Gençsoy E. B., Sanin F. D., Büyükkamacı N., Karataş Ö., Saygılı G., Şener G., Çokgör

E. U, Filibeli A. “Current Situation And Future Perspectives in Municipal Wastewater Treatment and Sludge Management in Turkey” ECSM 2014 – 4<sup>th</sup> European Conference on Sludge Management İzmir, Turkey, 26&27 May 2014

Sanin F.D., Filibeli A., Erdinçler A., Çokgör E., Kentel E., Ayol A., A. Alagöz A., Pehlivanoglu-Mantaş E., Şener G., Saygılı G. 2014, “Regulatory Framework In Sludge Management: Examples From Around The World”, ECSM 2014 – 4<sup>th</sup> European Conference on Sludge Management İzmir, Turkey, 26&27 May 2014

Şener G., Olhan E., “Atıksu Arıtma Tesislerinin Kırsal Alan Üzerine Etkileri”, Uluslararası 3. Su Kongresi, İzmir, 8-10 Ekim 2015