

## ÇEVRESEL KOKUNUN ATIK SU ARITMA TESİSİ YAKININDA KENTSEL YAŞAM KALİTESİNE ETKİSİ

**Kadir ULUTAŞ<sup>1(\*)</sup>, Hakan PEKEY<sup>1</sup>, Selami DEMİR<sup>2</sup>, Faruk DİNÇER<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Umuttepe/Kocaeli

<sup>2</sup> Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa/İstanbul

<sup>3</sup> TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze/Kocaeli

### ÖZET

Atıksu arıtma tesisleri koku emisyonuna neden olur. Bu nedenle atıksu arıtma tesisleri tesis etrafında ikamet edenlerin yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Koku ile ilgili yapılan çalışmaların analitik ve olfaktometrik ölçümler ile değerlendirilmesinin yanı sıra anket çalışmaları da yapılarak maruz kalanların algıları değerlendirilebilir. Bu çalışma tesis civarındaki vatandaşların algısını ve deneyimlerini öğrenmeye, kokunun insan üzerine ve tesisin bölgedeki koku kirliliği üzerine etkisinin değerlendirilmesine katkı sağlamıştır. Bu amaçla kokunun sıklık, yoğunluk, süre, karakterleri, deneklerin demografik bilgileri, mide, solunum ve genel sağlık rahatsızlıkları, davranış ve aktivitelerindeki etkileri, algılanan sağlık durumları ve bunların mesafelere göre değişimi gibi konuları içeren ve daha önce yapılan araştırmalarda kullanılan anketler istifade edilerek yeni bir anket kağıdı oluşturulmuştur. Ankete katılanların %97'si kokudan şikayetçi olduğunu beyan etmiş olup genel olarak atıksu arıtma tesisi etrafında koku probleminin yaşandığı ve kokuya maruz kalanların şikayetine konu olduğu görülmüştür. Başta günlük aktiviteler olmak üzere yaşam kalitesi ve sağlık üzerinde olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir.

### ANAHTAR SÖZCÜKLER

Anket, Atıksu Arıtma Tesisi, Koku Algısı, Koku Şikayeti.

### ABSTRACT

Wastewater treatment plants cause odor emissions. For this reason, wastewater treatment plants have a negative effect on the quality of life of those living around the facility. In addition to assessing odor with analytical and olfactometric measurements, surveys can also be used to assess perceptions of those exposed. This study contributed to learning about the perception and experience of the citizens around the facility and to evaluating the effect of odor on human and the effect odor pollution in the region. For this purpose, a new questionnaire paper was created by taking advantage of the questionnaires used in the previous researches, including the frequency, intensity, duration, characteristics, demographic information of participants, stomach, respiratory and general health disturbances, effects on behaviors and activities, perceived health conditions and their change according to distances topics. 97% of the participants declared that they complained of odor. It has been observed that odor problem around the wastewater treatment plant has generally been experienced and complained by those exposed to odor. It has been

(\*) ulutaskadir1@gmail.com

determined that odor have negative effects on the quality of life and health especially daily activities.

## KEYWORDS

Questionnaire, Wastewater Treatment Plant, Odor Perception, Odor Complaint.

## 1. GİRİŞ

Atıksu arıtma tesislerinin bulunduğu yerleşim bölgeleri için koku her yerde görülebilen bir problemdir (Lewkowska ve diğ., 2016; Abraham, 2014). Ülkemizde atıksu arıtma tesisleri yerel yönetimler tarafından işletilmektedir. Bu nedenle koku emisyonu ve dağılımının değerlendirilmesi, kimyasal bileşenlerinin tanımlanması, gerçek zamanlı koku dağılımının tespiti ve rahatsızlıkların kaynağı ile mücadele yerel yönetimlerin üstesinden gelmesi gereken önemli konular arasındadır (Brattoli ve diğ., 2016). Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklı koku bölgeye zarar verir (Kubo, 2015). Atıksu arıtma tesisleri, çevresinde oturanlar tarafından şikayete konu olan (Chapela ve diğ., 2014; Thomas, 2007; Pietarila ve diğ., 2004; Kim ve diğ., 2002) kötü kokuların kaynağı olarak bilinir (Zarra ve diğ., 2011; Chan ve Haneus, 2006) ve ciddi sıkıntılar meydana getirir (Dinçer ve Müezzinoğlu, 2007). Bunun neticesinde meskun alanda kokuya maruz kalan halkın olumsuz reaksiyon sergilemesine ve şikayetlerine neden olur (Blanes-Vidal ve diğ., 2012). Ayrıca koku kaynaklarının yerleşim bölgelerinden uzak olması koku kirliliğinden korunmanın bir yolu olmayabilir. Çünkü güçlü kokular uzak mesafelere taşınabilir (Frechen, 2001). Koku problemleri çok düşük konsantrasyonlarda meydana geldiği için koku doğrudan bir hastalığa neden olmayabilir (Baltrenas ve diğ., 2013). Ancak uzun dönem yüksek yoğunlukta koku emisyonu insan davranışlarını olumsuz yönde etkilediği için istenmeyen koku emisyonlarını azaltmak ve ortadan kaldırmak dünya çapında atıksu arıtma tesisleri için en önemli sorunlar arasında yer almaktadır (Lebrero ve diğ., 2011). Bu nedenle atıksu arıtma tesislerinde koku karakterizasyonunun belirlenmesi, koku ölçümlerinin yapılması ve bölge halkının koku algısının değerlendirilmesi önemli bir çalışmadır.

Koku, çevremizi algılamada kullandığımız en önemli duyularımızdan biri olduğu için yaşantımızda yeme-içme gibi birçok fiziksel aktivite koku alma duyusu ile birlikte anlam bulur. İnsanların kokuya karşı verdikleri yanıt tamamen sübjektiftir. Farklı insanlar farklı kokuları farklı konsantrasyonlarda ve farklı hoşnutlukta hissedebilir (Stuetz ve diğ., 2001). Bu doğrultuda değerlendirildiğinde koku; “insanda koku alma duyusunu harekete geçiren ve kokunun algılanmasına neden olan uçucu maddelerin yarattığı etki” olarak tanımlanır (KOEKHY, 2013).

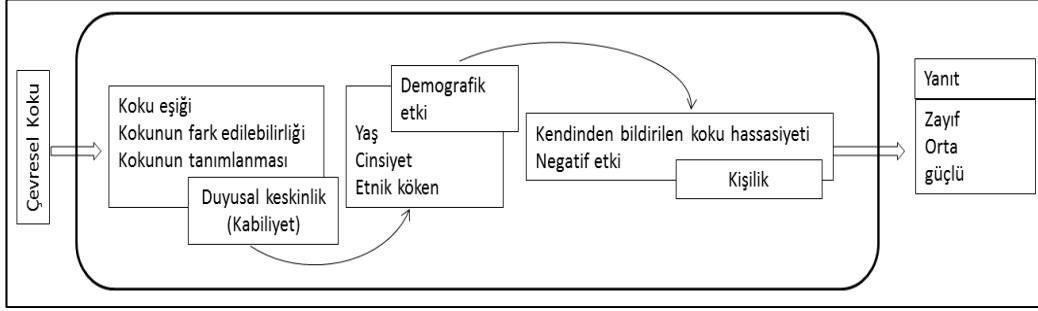
Kanalizasyon sistemlerinden, terfi istasyonlarından ve atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan koku emisyonu çevresindekilerin şikayetlerine neden olduğu (Zhou ve diğ., 2016) gibi halk sağlığı ve hava kirliliği açısından önemli bir konudur (Ölmez, 2008). Çünkü farklı türde mikroorganizmaları barındıran bioaerosoller sıcaklık, rüzgar ve nem gibi meteorolojik faktörlerin etkisi ile etrafa yayılarak çevreyi ve özellikle insan sağlığını solunum ve sindirim rahatsızlıkları başta olmak üzere olumsuz yönde etkileyebilir (Vantarakis ve diğ., 2016). Kokunun meydana getirdiği çevre kirliliği başta insanlar olmak üzere birçok canlıyı olumsuz yönde etkileyebilir. Koku algısı kişiden kişiye farklılık göstermekle birlikte kokudan olumsuz yönde etkilenmede kokunun frekansı, süresi, hedonik tonu ve yoğunluğu gibi özellikler etkili olur

(Topal, 2010). Çevresel bir sorun olarak değerlendirilen koku (Giungato ve diğ., 2016) hoş olmayan kokuları ifade etmektedir. Sanayileşmenin artması ve sağlık üzerindeki etkisi insanları temiz çevreye daha duyarlı hale getirmiş olup kokunun bir çevre sorunu olarak değerlendirilmesine neden olmuştur (Giungato ve diğ., 2016; Lewkowska ve diğ., 2016; Öztürk ve diğ., 2009; Yuwono ve Lammers, 2004).

Sanayi ve ticari birçok işletmenin günlük faaliyetlerinden dolayı kimyasal karışımlar ortam havasına verilmektedir. Bir kişinin koku alma duyusu, o kişiye bazı kimyasal maddelerin ortam havasında olduğunu tespit etme yeteneği verir. Bir kişinin koku alma duyusu ile algılanan koku, bir tesisten salınan emisyon varlığının erken uyarısı veya işareti olabilir. Bu nedenle sebebi her ne olursa olsun kişinin koku alma duyusu şikâyete yol açabilir (St. Croix, 2005). İnsanlar tarafından koku problemi sağlıksız bir çevrenin göstergesi olarak değerlendirilir (Vantarakis ve diğ., 2016; Nicell, 2009). Günlük yaşamımızda koku emisyonlarını oluşturan moleküller, önemli bir hava kirletici unsurdur. Organik ve inorganik yapıda birçok kimyasal bileşikler koku oluşumuna neden olmaktadır (Akmırza, 2012).

Koku insan duyularının algılama özelliğine bağlı bir kirletici türüdür (Dinçer ve diğ., 2006). Organik maddelerin bozunmasıyla oluşan veya atıksuya eklenen maddeler tarafından üretilen gazlar arıtma tesislerinde kokuya neden olur. Ayrıca endüstriyel atıksular hem kokulu bileşikleri hem de arıtma prosesi esnasında koku üreten bileşikleri içerebilmektedir (Metcalf & Eddy, 2003). Atıksu arıtma tesisleri kokunun en belirgin şekilde hissedildiği kaynakların başında gelmektedir. Bir atıksu arıtma tesisinin tamamen kokusuz olması, atıksuyun kendisinin doğası gereği kokuyor olmasından dolayı mümkün değildir. Atıksu arıtma tesislerinde koku genellikle atıksuyun taşınması ve arıtma işlemi sırasında organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından anaerobik ortamda parçalanmasıyla meydana gelmektedir (TS EN 12255-9, 2002).

Hedonik tonun şikayet üzerindeki etkisini belirlemek üzere yapılan bir anket çalışmasında, kokuya maruz kalanların kokuya olan tepkileri standart anket ile değerlendirilmeye çalışılmıştır (Winneke ve diğ., 2004b). Taranto'da (İtalya'nın güneyi) yapılan bir çalışmada (Brattoli ve diğ., 2016) insanların hissettikleri kötü kokuların rapor edilmesiyle oluşturulan sistem, şikayetlerin gerçek zamanlı ve meteorolojik değerlere bağlı olarak insan algısının değerlendirilmesini esas almıştır. Ayrıca Viyana'da büyük şikayetlere konu olan koku problemlerinin azaltılmasına yönelik projede (1999) bir taraftan teknik çalışmalar yürütülürken diğer taraftan da psikometrik yöntemler kullanılarak koku şikayeti VDI 3883 rehberine uygun olarak hazırlanan anketlerle 1999-2002 yılları arasında değerlendirilmiştir. Bu projenin amacı, sadece koku kirliliğini teknik olarak kontrol altına almak değil aynı zamanda halkın koku şikayetinin azalmasını sağlamak olmuştur (Cervinka ve Naudorfer, 2004). Şekil 1'de çevresel kokuları duyuşal ve kavramsal olarak değerlendiren modelin şematik diyagramında da görüldüğü gibi koku özelliklerinin demografik niteliklere göre gösterdiği farklılığa bağlı olarak kokuya cevap verilmektedir (Thriell ve diğ., 2008).



Şekil 1. Duyusal ve kavramsal koku prosesi (Cervinka ve Naudorfer, 2004)

Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere teknik ölçüm ve uygulamaların yanında anket yöntemi ile kokuya maruz kalan kişilerin algısının değerlendirilmesi koku yönetimi açısından önemli bir konudur. Bu çalışmanın amacı atıksu arıtma tesisleri civarındaki vatandaşların algısını ve deneyimlerini öğrenmek, kokunun insan üzerine ve çalışma yapılan tesisin bölgedeki koku kirliliği üzerindeki etkisini belirlemektir.

## 2. MALZEME YÖNTEM

### 2.1. Tesis bilgileri

Çalışmaya konu olan Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi 250.000 m<sup>3</sup>/gün debi ile 550.000 m<sup>2</sup> alan üzerinde faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu tesiste atıksular biyolojik ve ileri biyolojik giderim yöntemi ile arıtılmakta ve Marmara Denizi'ne deşarj edilmektedir. Tesis giriş yapısı ve terfi merkezi, ince ızgaralar ve havalandırmalı kum tutucuları, ön çöktürme havuzları, anaerobik havuz (biyolojik fosfor-nitrifikasyon ünitesi), havalandırma havuzları, son çöktürme havuzları, çamur yoğunlaştırma ünitesi, çamur susuzlaştırma (santrifüj) ünitesi, çamur kurutma ünitesi, koku giderim (ozon) ünitelerinden oluşmaktadır. Bunun yanı sıra tesise alınan atıksulardan kaynaklanan koku problemi, gerekli tedbirler alınarak, koku giderim ünitesi (ozon) ile çözümlenmeye çalışılmıştır (Su ve Çevre, 2012). Tüm bu olumlu çalışmalara rağmen geçmişte bölge halkı tarafından koku şikayetleri dile getirilmiştir.

### 2.2. Örneklem grubu

Anketin uygulandığı örneklem grubu, tesisin kurulu bulunduğu bölgede 1 km yarıçapındaki alan içinde yaşayan ve çalışan kişilerden oluşmuştur (Şekil 2). Psikometrik metotlar ile koku değerlendirmesinde tecrübeli test personeli veya genellikle gerçek durumda koku şikayetinin kapsamı hakkında bilgileri toplamak için gönüllü yerel sakinler kullanılmaktadır. Bu çalışmada anketler gönüllü yerel sakinler kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.



Şekil 2. Saha çalışma alanı

### 2.3. Anket Tasarımı

Sosyal bilimlerde yapılan araştırmaların çoğunda veri toplama aracı olarak anket yönteminden faydalanılmaktadır. Teknik bir araştırmacının sosyal bir bölümünü oluşturan çalışmanın bu kısmında, tesis çevresinde yaşayan insanların koku algısını değerlendirmeye yönelik olarak anket çalışması yapılmıştır.

Tesis civarındaki vatandaşların koku algısını ve deneyimlerinin araştırılması, kokunun insan üzerine ve tesisin bölgedeki koku kirliliği üzerine etkisinin değerlendirilmesine katkı sağlayacak önemli bir çalışmadır. Ayrıca kötü kokulu hava çevresel, sosyal, ekonomik ve sağlık açısından istenmeyen bir ortam olup şikayetlere neden olduğundan (Zhou ve diğ., 2016; Giungao ve diğ., 2016; Lewkowska ve diğ., 2016; Nicell, 2009) dolayı koku düzeyinin belirlenmesi bölge için önemli bir konudur.

Tesise yakın bölgede oturan veya bu bölgede çalışanların gönüllülük esasına göre katıldıkları bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir (Vantarakis ve diğ., 2016). Bu amaçla yapılan çeşitli araştırmalarda kullanılan anketler, kokunun sıklık, yoğunluk, süre ve karakterlerini, deneklerin demografik bilgilerini, mide, solunum ve genel sağlık rahatsızlıklarını, davranış ve aktivitelerindeki etkilerini, algılanan sağlık durumlarını ve bunların mesafelere göre değişimini (Vantarakis ve diğ., 2016; De Feo ve diğ., 2013; Blanes-Vidal ve diğ., 2012; Aatamila ve diğ., 2010; Dalton, 1997; Steinheider ve diğ., 1998) kapsamaktadır. Bu çalışmada kullanılan ankette sorulan sorular daha önce yapılan bu çalışmalar incelenerek geneli kapsayacak şekilde hazırlanmış olup hem tekrarlanmaya hem de diğer çalışmalara örnek niteliği taşıyacak şekilde çevre ajansı formlarından (UK Environment Agency, 2011) ve KOEKHY (2013) Koku Şikayet Değerlendirme Formlarından da faydalanılarak hazırlanmıştır.

Formun ilk bölümünde 7 soru ile deneklerin demografik özellikleri incelenmiştir. Bu bölümde ankete katılanların yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, eğitim durumu, ikamet süresi ve iletişim bilgileri yer almaktadır. İkinci bölümde 10 soru ile koku şikayetinin tanımlanmasına ilişkin

değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirme katılımcının daha önce koku hissetmesine bağlı olarak en fazla ne zaman koku hissettiği, kokunun süresi, algılama sıklığı, algılama yoğunluğu, hedonik tonu, rahatsızlık düzeyi, karakteri ve kaynağı hakkındaki sorulara verdiği cevaplara göre yapılmıştır. Üçüncü bölümde 6 soru ile kokunun sağlık ve davranışlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda genel sağlık açısından bölgede yaşam, nörolojik, gastrojenik ve solunum açısından yaşanan rahatsızlıklar, kokunun davranış ve aktivitelere etkisi ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Son bölümde ise 5 soru ile tesisin bölge için önemi, çevre sorunları ve çözümleri hakkındaki denek görüşleri değerlendirilmiştir. Deneklerin cevaplarına göre anket kağıdını dolduran anketörler aynı zamanda ihtiyaç duyulduğunda sorulara cevap vermek üzere hazır bulunmuştur. Ortalama olarak bir anketi 10-15 dakika içinde tamamlamak mümkündür.

### 3. SONUÇLAR

Çalışmanın bu kısmında 100 katılımcının değerlendirmede bulunduğu sonuçlar demografik yapı, koku şikayetinin tanımı, kokunun sağlık ve davranışlar üzerindeki etkileri ve son bölümde ise çevre ile ilgili genel görüşler değerlendirilmiştir. Yapılan ankette elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

#### 3.1. Demografik yapı

Demografik yapı ile ilgili değerlendirmede erkek katılımcıların oranı (%62) kadın katılımcıların oranından (%38) daha yüksektir. Yaş ortalamaları 18-30, 31-45, 46-60 ve 61 üzeri olarak gruplandırılmış olup yaş ortalaması 44'tür ve 31-45 yaş grubu en yüksek orandadır. Ankete katılanların %51,5'i sigara kullanmakta %48,5'i sigara kullanmamaktadır. Katılımcılarda ilköğretim ve üniversite mezunu oranları (%35,4) birbirine eşittir ve lise mezunları ise %29,2 oranındadır. İkamet süreleri tesisin kuruluş yılına göre değerlendirme yapılacak şekilde 0-10 yıl, 11-20 yıl ve 31 üzeri şeklinde sınıflandırılmış olup sırasıyla %68,2, %20,5 ve %11,4 oranlarındadır.

#### 3.2. Koku şikayetinin tanımı

Koku şikayeti tanımı sorulara verilen cevaplara ait en yüksek üç değer yer aldığı Tablo 1'e göre değerlendirilmiştir. Ankete katılanlar rahatsız edici koku hissettiklerini (%97); en fazla kokunun sabah saatlerinde (%47); ve hissedilen kokunun nahoş nitelikte olduğunu (%96) belirtmişlerdir. Kesikli sürede (%88) olan kokunun 1 saat (%24) ile 2 saat (%21) arasında olduğu ve haftada 2-5 defa hissedildiği ifade edilmiştir. Ayırt edilebilir (%42) nitelikte olan kokudan çok fazla (%66) rahatsızlığa neden olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kokunun lağam (%83) karakterine sahip olduğu ve tesisin koku kaynağı (%93) olduğu belirtilmiş olup, katılımcılar tarafından tesisin gerekli (%57) olduğu ancak bölgede yaşamın uygun olmadığı (%43) düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Koku şikayeti tanımı

Sorular	Cevaplar	n	Geçerli %	Genel %
Koku hissettiniz mi?	Hayır	3	3,0	3,0
	Evet	97	97,0	97,0
	<b>Toplam</b>	<b>100</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

**n:** Katılımcı sayısı, **Geçerli %:** Toplam cevaplandırılanların, **Genel %:** Toplam katılan

**Tablo 1.** Koku şikayeti tanımı (Devamı)

Sorular	Cevaplar	n	Geçerli %	Genel %
En fazla kokuyu ne zaman hissettiniz?	Sabah	47	48,0	47,0
	Akşam	25	25,5	25,0
	Gece	13	13,3	13,0
	<b>Toplam</b>	<b>98</b>	<b>100,0</b>	<b>98,0</b>
Kokunun bıraktığı izlenim nasıldır?	Nahoş	96	99,0	96,0
	Hoş	1	1,0	1,0
	<b>Toplam</b>	<b>97</b>	<b>100,0</b>	<b>97,0</b>
Koku sürekli mi, kesikli mi?	Sürekli	10	10,2	10,0
	Kesikli	88	89,8	88,0
	<b>Toplam</b>	<b>98</b>	<b>100,0</b>	<b>98,0</b>
Kesikli ise kokunun süresi nedir?	0-1 saat	24	33,8	24,0
	1-2/2 saat	21	29,6	21,0
	2-3/3 saat	14	19,7	14,0
	<b>Toplam</b>	<b>71</b>	<b>100,0</b>	<b>71,0</b>
Kokunun sıklığı nedir?	Bazen (2-5 defa/hafta)	38	41,8	38,0
	Sık (1 defa/gün)	27	29,7	27,0
	Çok sık (2-5 defa/gün)	17	18,7	17,0
	<b>Toplam</b>	<b>91</b>	<b>100,0</b>	<b>91,0</b>
Kokunun yoğunluğu nedir?	Ayırt edilebilir	42	44,2	42,0
	Yoğun	29	30,5	29,0
	Çok yoğun	16	16,8	16,0
	<b>Toplam</b>	<b>95</b>	<b>100,0</b>	<b>95,0</b>
Koku sizi rahatsız ediyor mu?	Hiç	0	0,0	0,0
	Az	23	25,8	23,0
	Çok fazla	66	74,2	66,0
	<b>Toplam</b>	<b>89</b>	<b>100,0</b>	<b>89,0</b>
Kokunun karakteri nasıldır?	Lağam	83	84,7	83,0
	Yanık	3	3,1	3,0
	Deri	4	4,1	4,0
	<b>Toplam</b>	<b>98</b>	<b>100,0</b>	<b>98,0</b>
Size kokunun kaynağı nedir?	Atık	1	1,0	1,0
	Tesis-deri sanayi	2	2,1	2,0
	Tesis	93	95,9	93,0
	<b>Toplam</b>	<b>97</b>	<b>100,0</b>	<b>97,0</b>
Tesis gerekli mi?	Hayır	25	30,5	25
	Evet	57	69,5	57
	<b>Toplam</b>	<b>82</b>	<b>100,0</b>	<b>82</b>
Bölgede yaşam uygun mu?	Uygun değil	43	45,7	43
	Normal etkisiz	17	18,1	17
	Uygun	22	23,4	22
	<b>Toplam</b>	<b>94</b>	<b>100,0</b>	<b>94</b>

### 3.3. Sağlık ve genel davranış belirtileri

Koku nedeniyle yaşanan sıkıntılara verilen cevapların sayısal değerlerinin toplamına göre nörolojik, gastrojenik, solunum ve davranış üzerindeki etkileri Tablo 2’de değerlendirilmiştir. Çalışmada katılımcıların nörolojik açıdan yaşadıkları sıkıntıların sıralanması istenmiş olup toplam 17 cevabın 6’sı baş dönmesi, 5’i uyku bozukluğu, 3’ü uyku karmaşası ve 3’ü uyuşukluk şeklindedir. Gastrojenik açıdan yaşanan sıkıntıların değerlendirildiği toplam 68 cevabın 57’si iğrenme, 9’u bulantı ve 2’si kusmadır. Solunum açısından yapılan değerlendirmede toplam 44 cevabın 22’si nefes almada sıkıntı, 18’i öksürük ve 8’i göğüste daralma şeklinde olup kalpte ve göğüste ağrı seçeneği katılımcılar tarafından boş bırakılmıştır. Davranış ve aktivite açısından yaşanan sıkıntıların değerlendirmesinde toplam 127 cevabın 57’si pencerelerin kapalı kalması, 25’i derin nefes alamama, 14’ü evde olmaktan hoşlanmama, 13’ü iştah kaybı, 6’sı çocukların dışarıda oynayamaması ve uyku rahatsızlığı, 3’ü arkadaşlarını davet edememe, 2’si yaptıklarına dikkatini verememe ve 1’i hasta hissetme şeklindedir.

**Tablo 2.** Sağlık ve Genel Davranış Belirtileri

		1. Sıra	2. Sıra	3. Sıra	Toplam
Nörolojik açıdan yaşanan sıkıntılar	Duygu karmaşası	2		1	3
	Uyku bozukluğu	4	1		5
	Baş dönmesi	5	1		6
	Uyuşukluk	2	1		3
	<b>Toplam</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>17</b>
Gastrojenik açıdan yaşanan sıkıntılar	Bulantı	5	3	1	9
	İğrenme	53	4	0	57
	Kusma	0	1	1	2
	İshal	0	0	0	0
	<b>Toplam</b>	<b>58</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>68</b>
Solunum açıdan yaşanan sıkıntılar	Kalpte ve Göğüste Ağrı				
	Nefes almada sıkıntı	21		1	22
	Göğüste daralma	2	6		8
	Öksürük	9	2	3	14
	<b>Toplam</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>44</b>
Davranış aktivite açısından yaşanan sıkıntılar	Evde olmaktan hoşlanmama	7	6	1	14
	İştah kaybı	6	3	4	13
	Derin nefes alamama	11	10	4	25
	Çocukların dışarıda oynayamaması		4	2	6
	Hasta hissetme	1			1
	Pencerelerin kapalı kalması	43	11	3	57
	Arkadaşlarını davet edememe	1		2	3
	Uyku rahatsızlığı		3	3	6
	Yaptıklarına dikkatini verememe	1		1	2
	<b>Toplam</b>	<b>70</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>127</b>



### 3.4. Çevre sorunlarına genel bakış

Çevre sorunları ile ilgili yaşanan kötü tecrübeler, çevre problemleri ve bunların sebepleri hakkındaki düşünceleri etkilemektedir. Yaşanılan çevre sorunları ile ilgili değerlendirmede toplam 181 cevabın (en yüksek ilk üç sınıflandırması) 86'sı koku kirliliği, 67'si hava kirliliği ve 16'sı atıksu arıtma seçeneklerine aittir. Genel çevre sorunları ile ilgili değerlendirmede toplam 92 cevabın (en yüksek ilk üç sınıflandırması) 35'i hava kirliliği, 26'sı koku kirliliği ve 13'ü atıksu arıtma seçeneklerine aittir. Bu sorunların sebeplerine yönelik cevapların değerlendirilmesinde yaşanan çevre sorunları ile ilgili toplam 96 cevabın (en yüksek ilk üç sınıflandırması) 34'ü çevre teknolojilerinin yeterli olmayışı, 16'sı insanların çevre konusunda eğitimsizliği ve yerel yönetim çalışmalarının yetersiz oluşu şeklindedir. Genel çevre sorunlarının sebepleri değerlendirildiğinde ilgili toplam 128 cevabın (en yüksek ilk üç sınıflandırması) 34'ü çevre teknolojilerinin yeterli olmayışı, 27'si yerel yönetim çalışmalarının yetersiz ve 21'i halkın çevreye karşı duyarsızlığı olarak belirtilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Çevre sorunlarına ilişkin cevaplar

		1. Sıra	2. Sıra	3. Sıra	Toplam
Yaşanılan çevre sorunları	Koku kirliliği	77	9		86
	Katı atıklar/çöpler	1	1	1	3
	İçme suyu temini	1	2	1	4
	Hava kirliliği	14	47	6	67
	Gürültü kirliliği		1		1
	Görüntü kirliliği		2	2	4
	Atıksu arıtması	1	4	11	16
	<b>Toplam</b>	<b>94</b>	<b>66</b>	<b>21</b>	<b>181</b>
Genel çevre sorunları	Koku kirliliği	16	7	3	26
	İçme suyu temini	3	4	1	8
	İçme suyu temini	2	3		5
	Hava kirliliği	18	14	3	35
	Gürültü kirliliği	1	3		4
	Görüntü kirliliği			1	1
	Atıksu arıtması	3	3	7	13
	<b>Toplam</b>	<b>43</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>92</b>
Yaşanılan çevre sorunlarının sebepleri	Çevre teknolojilerinin yeterli olmayışı	34			34
	Halkın çevreye karşı duyarsızlığı	5	4	1	10
	İlgili bakanlık çalışmalarının yetersizliği	8	5	2	15
	İnsanların çevre konusunda eğitimsizliği	5	7	4	16
	Yasa ve yönetmeliklerdeki boşluklar	1	1	3	5
	Yerel yönetim çalışmalarının yetersizliği	6	9	1	16
	<b>Toplam</b>	<b>59</b>	<b>26</b>	<b>11</b>	<b>96</b>
Genel çevre sorunlarının sebepleri	Çevre teknolojilerinin yeterli olmayışı	24	5	3	32
	Halkın çevreye karşı duyarsızlığı	13	8		21
	İlgili bakanlık çalışmalarının yetersizliği	5	5	3	13
	İnsanların çevre konusunda eğitimsizliği	5	12	4	21
	Yasa ve yönetmeliklerdeki boşluklar	2	6	6	14
	Yerel yönetim çalışmalarının yetersizliği	19	5	3	27
	<b>Toplam</b>	<b>68</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>128</b>

#### 4. SONUÇ DEĞERLENDİRME

Koku şikayetinin atıksu arıtma tesisi çevresinde meydana gelen bir çevre problemi olduğu ve nahoş bir izlenim bıraktığı bu çalışmada yapılan anket neticesinde bir kez daha görülmüştür. Genellikle koku şikayetinin sabaha karşı ve akşam saatlerinde olduğu yönündeki tahminler elde edilen sonuçlar ile desteklenmiştir. Kokunun insan üzerindeki etkisinin uzun sürmediği genel görüşü, ankete katılanlar tarafından kokunun kesikli ve genelde 1 saat süreye sahip olduğunun belirtilmesi ile paralellik sergilemektedir. Çok sık yerine kokunun haftada 2-5 defa hissedildiğinin belirtilmesi bölgeye yakın tesiste yapılan koku giderim çalışmalarının etkinliğini sergilemektedir. Çalışmada çok yoğun bir koku yoğunluğu belirtilmemesine rağmen bölgede kokunun çok rahatsız edici olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ankete katılanlar tarafından kokunun lağam karakterinde olduğu ve tesisten kaynaklandığı net bir şekilde belirtilmiştir. Bölgede yaşamın uygun olmadığı görüşünün hiç uygun değil görüşünden fazla olması tüm olumsuz düşüncelere rağmen tesisteki koku giderim çalışmasındaki etkinliğin sonucu olarak değerlendirilebilir. Son olarak katılımcıların büyük çoğunluğu tarafından tesisin çevre için gerekli bir yatırım olduğu sonucu elde edilmiştir.

Sağlık ve genel davranış yönünden atıksu arıtma tesisinin bölgede yaşayanlar üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde en çok yaşanan sıkıntının sırasıyla davranış ve aktiviteler, gastrojenik, solunum ve nörolojik açıdan etkili olduğu tespit edilmiştir. Pencerelerin devamlı kapalı tutulması kokunun sağlık sorunlardan daha çok davranış ve aktivite açısından olumsuz etkiye sahip olduğunu göstermektedir. İğrenme, nefes almada sıkıntı yaşanması ve baş dönmesi gibi sorunların öncelikli sıkıntı olarak gastrojenik, solunum ve nörolojik açıdan tespit olması kokunun doğrudan bir hastalık olmamasına rağmen sağlık üzerinde olumsuz etkisinin bulunduğunu göstermiştir.

Yaşanılan olumsuz tecrübeler çevre hakkındaki düşüncelerin oluşmasını sağlar. Koku probleminin yaşandığı ve çalışmamıza konu olan bölgede yapılan değerlendirmeler bu düşüncüyü desteklemektedir. Katılımcılar bölgede yaşanan çevre sorunlarının başında koku kirliliği ve buna bağlı olarak hava kirliliği olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak yaşanabileceği düşünülen sorunlar sıralaması yaşanan olumsuz tecrübeye dayanarak daha çok bölgesel nitelikte olan hava kirliliği ve koku kirliliği olarak belirlenmiştir. Genelde ve bu çalışmada çevre sorunlarının sebebi olarak çevre teknolojilerinin yeterli olmadığı belirtilmiş olup bu sonuca atıksu arıtma tesislerindeki koku giderim çalışmalarında teknolojinin etkin bir şekilde kullanılmadığı düşüncesinden ulaşılmıştır.

#### 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Teknik çalışmalarla koku problemi minimize edilmesine rağmen geçmişte yaşanan olumsuz tecrübelerin etkisi devam edebilir. Ayrıca ne kadar ileri teknoloji kullanılırsa kullanılsın bölge insanıyla bilgi paylaşımı olmadığı sürece olumsuz tecrübelerin etkisinin ortadan kaldırılması mümkün olmayabilir. Bu nedenle yapılan bu çalışma belli aralıklarla tekrarlanarak bölge halkının görüşleri değerlendirilmeli ve bu doğrultuda tesiste interaktif bir yönetim mekanizması oluşturulmalıdır.

## TEŞEKKÜR

2015/23 nolu proje kapsamında bu çalışmayı destekleyen Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimine teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Aatamila M., Verkasalo P. K., Korhonen M. J., Viluksela M. K., Pasanen K., Tiittanen P., Nevalainen A., 2010. Odor Annoyance near Waste Treatment Centers: A Population-Based Study in Finland, *J. Air & Waste Management Association*, 60, 412–418.
- Abraham S. M., 2014. *Measurement and Treatment of Nuisance Odors at Wastewater Treatment Plants*, Doctoral Thesis, University of California, Environmental Health Sciences, Los Angeles, USA.
- Akırza İ., 2012. *Gıda Endüstrisi Kaynaklı Koku Emisyonlarının Kontrol Stratejilerinin Geliştirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Baltrenas P., Zuokaite E., Andrulevicius L., 2013. Application of Dynamic Olfactometry to Determine Odor Concentration in Ambient Air, *Pollution Journal Environmental Study*, 22, 331-336.
- Blanes-Vidal V., Nadimi E. S., Ellermann T., Andersen H. V., Løfstrøm P., 2012. Perceived Annoyance from Environmental Odors and Association with Atmospheric Ammonia Levels in Non-Urban Residential Communities: A Cross-Sectional Study, *Environmental Health*, 11, 27.
- Brattoli M., Gennaro G., Mazzone A., Giua R., Assenato G., 2016. Automated Collection of Real-Time Alerts of Citizens as a Useful Tool to Continuously Monitor Malodorous Emissions, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 263.
- Cervinka R., Naudorfer E., 2004. Our Control at a Municipal Sewage Collector;: Psychological Perspective, *Environmental Odour Management, International Conference*, 17-19 November 2004, Cologne, Germany.
- Chan A. A., Hanæus J., 2006. Odorous Wastewater Emissions, *VATTEN*, 2006, 62, 227–236.
- Chapela F. C., Bravo A. D., Souto J. A., Filippi G. R. 2014. Modeling the Odor Generation in WWTP: An Integrated Approach Review, *Water Air Soil Pollution*, 225,1932.

- Dalton P., 1997. Odor Annoyance and Health Symptoms in a Residential Community Exposed to Industrial Odor, South Camden Citizens in Action, TEFJ01, Philadelphia,, p. 4.
- De Feo G., De Gisi S., Williams I. D., 2013. Public Perception of Odour and Environmental Pollution Attributed to MSW Treatment and Disposal Facilities: A case study, *Waste Management*, 33, 974–987.
- Dincer F., Odabaşı M., Muezzinoglu A., 2006. Chemical Characterization of Odorous Gases at a Landfill Site by Gas Chromatography-Mass Spectrometry, *Journal of Chromotography*, 1122, 222-229.
- Dincer F., Muezzinoglu A., 2007. Odor Determination at Wastewater Collection Systems: Olfactometry versus H<sub>2</sub>S Analyses, *Clean*, 35(6), 565 – 570.
- Frechen F. B., 2001. Regulation and Policies, Editors: Stuetz R., Frechen F. B., *Odours in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control*, IWA, London, p. 29..
- Giungato P., Gennaro G., Barbieri P., Briguglio S., Amodio M., Gennaro L., Lasigna F., 2016. Improving Recognition of Odors in a Waste Management Plant by using Electronic Noses with Different Technologies, Gas Chromatography/Mass Spectrometry/Olfactometry And Dynamic Olfactometry, *Journal of Cleaner Production*, 133, 1395-1402.
- Kim H., Nochetto C., McConnell L. L., 2002. Gas-Phase Analysis of Trimethylamine, Propionic and Butyric Acids, and Sulfur Compounds Using Solid-Phase Microextraction, *Analytical Chemistry*, 74, 1054-1060.
- KOEKHY, 2013. Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik, 19 Temmuz 2013.
- Kubo A., Naddeo V., Zarra T., Uchida N., Higuchi T., Belgiorno V., 2015. Odour Measurement in Wastewater Treatment Plant Using Both European and Japanese Standardized Methods: Correlation and Comparison Study, *Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology*, 3-5 September 2015, Athens, Greece.
- Lebrero R., Bouchy L., Stuets R., Muñoz R., 2011. Odor Assessment and Management in Wastewater Treatment Plants: A Review, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41, 915-950.
- Lewkowska P., Cieślik B., Dymerski T., Konieczka P., Namieśnik J., 2016. Characteristics of Odors Emitted from Municipal Wastewater Treatment Plant and Methods for Their Identification and Deodorization Techniques, *Environmental Research*, 151, 573–586.

- Metcalf & Eddy, Inc., 2003. Wastewater Engineering: Treatment, and Reuse, 4th edition, McGraw Hill, Inc., New York, p. 1650..
- Nicell J. A., 2009. Assessment and regulation of odour impacts, *Atmospheric Environment*, 43, 196–206.
- Ölmez S. S., 2008. *Odour Control in Wastewater Treatment Plants Using Ozonation and Chemical Scrubbing*, Master Thesis, Marmara University Institute for Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, İstanbul, Türkiye.
- Öztürk Z. Z., Engin G. Ö., Taşaltın C., Gürek A. G., Atilla D., Ahsen V., İnce M., 2009. Evaluation of a Fast Wastewater Odour Characterisation Procedure Using a Chemical Sensory Array, *Environmental Monit Assas*, 151, 369-375.
- Pietarila H., Savunen T., 2004. The Waste Management Application of an Odour Dispersion Model, *Environmental Odour Management, International Conference*, 17-19 November 2004, Cologne, Germany.
- St. Croix Sensory, Inc., 2005. A Review of the Science and Technology of Odour Measurement. *Prepared for the Air Quality Bureau of the Iowa Department of Natural Resources*, MN 55042, Stillwater, p. 4.
- Su ve Çevre, 2012. <http://www.suvecevre.com/?pid=27227#.WZp702-LT3g>, Erişim Tarihi: 21.06.2017.
- Steinheider B., Both R., Winneke G., 1998. Field Studies on Environmental Odors Including Annoyance as well as Gastric and General Health-Related Symptoms, *Federaiton of European Psychophysiogy Societies*, 11, 1-17.
- Stuetz R. M., Gostelow P., Burgess J. E., 2001. Odour Perception Editors: Stuetz R., Frechen F. B., *Odours in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control*, IWA, London, p. 4.
- Thomas D. S., 2007. *Reducing Hydrogen Sulfide (H<sub>2</sub>S) Concentrations at Wastewater Collection Systems and Treatment Facilities Using Chemical Oxidation*, Master Thesis, The Florida State University, Department of Civil and Environmental Engineering, Florida, USA.
- Van Thriel C., Kiesswetter E., Schäper M., Juran S. A., Blaszkewicz M., Kleinbeck S., 2008. Odor Annoyance of Environmental Chemicals: Sensory and Cognitive Influences, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 71, 776–785.
- Topal M., Topal E. I. A., 2013. Koku Kontrol Yöntemleri ve Yasal Mevzuat, *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi / Karaelmas Science and Engineering Journal*, 3(1), 30-36.

- TS EN 12255-9, 2002. Atık Su Arıtım Tesisleri-Bölüm 9: Koku Kontrolü ve Havalandırma, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.
- UK Environment Agency, 2011. Additional Guidance for H4 Odour Management, [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/296737/geo0411btqm-e-e.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296737/geo0411btqm-e-e.pdf), Erişim Tarihi: 16 Aralık 2016.
- Vantarakis A., Paparrodopoulos S., Kokkinos P., Vantarakis G., Fragou K., Detorakis I., 2016. Impact on the Quality of Life When Living Close to a Municipal Wastewater Treatment Plant, *Hindawi Publishing Corporation, Journal of Environmental and Public Health*, DOI: 10.1155/2016/8467023.
- VDI 3883 part 1-2 1997. Effects and Assessment of Odours - Assessment of Odour Annoyance – Questionnaires, *Verein Deutscher Ingenieure*, Berlin.
- Winneke G., 2004. The Assessment of the Impact of Environmental Odours in the Community, *Environmental Odour Management, International Conference*, 17-19 November 2004, Cologne, Germany.
- Yuwono A. S., Lammers P. S., 2004. Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation, *Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development*, VI.
- Zarra T., Giuliani S., Naddeo V., Belgiorno V., 2011. Odour Impact Evaluation from Wastewater Treatment Plant, *Proceedings of the 12th International Conference on Environmental Science and Technology*, 8-10 September 2011, Rhodes, Greece.
- Zhou Y., Hallis S. A., Vitko T., Suffet I. H., 2016. Identification, Quantification and Treatment of Fecal Odors Released into the Air at Two Wastewater Treatment Plants, *Journal of Environmental Management*, 180, 257-263.