

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE KOKU
PROBLEMİNİN GİDERİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eyüp Fatih AY

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Fatih KARADAĞLI

Nisan 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE KOKU
PROBLEMİNİN GİDERİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eyüp Fatih AY

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez .../.../2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

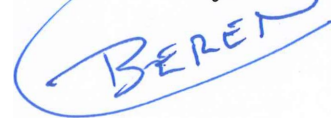
DOC. DR.
Fatih KARADAĞLI
Jüri Başkanı



PROF. DR.
Mehmet İŞLEYEN
Üye



DR. ÖĞR. Ü.
Beytullah EREN
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Eyüp Fatih AY

22.04.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Fatih KARADAĞLI' ya teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Karaman AAT Kapasite Bilgileri.....	2
1.2. Kaba Izgaralar	2
1.3. Giriş Terfi İstasyonu.....	3
1.4. AGİS Ünitesi	4
1.5. İnce Izgaralar	5
1.6. Havalandırmalı Kum Ve Yağ Tutucu	6
1.7. Havalandırma Havuzları	7
1.8. Son Çöktürme Havuzları	8
1.9. Geri Devir İstasyonu	9
1.10. Yoğunlaştırma Tankları.....	10
1.11. Mekanik Susuzlaştırma Ünitesi.....	10
1.12. Laboratuvar	11
1.13. Sürekli Atıksu İzleme Sistemi (SAİS) Kabini.....	12
1.14. SCADA Sistemi	12
1.15. Akım Şeması	13
1.16. Karaman AAT İşletme Verileri.....	14
1.16.1. Arıtılan atıksu miktarları.....	14

1.16.2. Enerji giderleri	14
1.16.3. Enerji sarfiyatları	14
1.16.4. Kullanılan polielektrolit miktarları	15
1.16.5. Çıkarılan çamur miktarları	15
1.16.6. Atıksu KOI analiz değerleri	15
1.16.7. Atıksu AKM analiz değerleri.....	16
1.16.8. Koku ile ilgili şikayetler	16
BÖLÜM 2.	
YÖNTEM.....	18
2.1. Birinci Arşimet Pompa İstasyonu	18
2.2. Izgara Kanalları Ve Çöp Konteynerleri.....	19
2.3. Havalandırılmalı Kum Ve Yağ Tutucu	20
2.4. Belt Pres Binası	20
2.5. Dekantör Binası.....	20
2.6. Çamur Yoğunlaştırma Havuzları	20
2.7. Giriş Rögar	21
2.8. Çıkış Rögar.....	21
2.9. Tahliye Bölgesi	22
2.10. Atık Hava Miktarları Türü Ve Proje Debi Hesapları	22
2.11. Atık Hava Debileri	23
2.12. Havalandırma Tasarım Esasları.....	23
2.13. Hava Emiş Noktaları	23
2.14. Hava Kanallarının Boyutlandırılması.....	26
2.15. Basınç Kaybı Hesapları	29
2.15.1. Kanal basınç kaybı hesap yöntemleri	29
2.15.2. Basınç kaybının veritabanı uygulaması ile hesaplanması.....	31
BÖLÜM 3.	
BULGULAR.....	35

BÖLÜM 4.	
FAN SEÇİMİ	40
4.1. Fan Seçilme Kriterleri	40
BÖLÜM 5.	
TARTIŞMA VE SONUÇ	42
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ	45

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AGİS	: Atıksu Giriş İzleme Sistemi
AKM	: Askıda Katı Madde
CD3-12	: Dirsek 90 ⁰
CD3-14	: Dirsek 45 ⁰
CD9-1	: Klape
CD-11-1	: Düz Boru
CH ₄	: Metan
CTP	: Cam Elyaf Takviyeli Plastik
ED1-6	: Konik Emiş
ED4-1	: Redüksiyon
ED5-2	: WYE
ED5-3	: TEE
ED5-11	: Cross
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
KAAT	: Karaman Atıksu Arıtma Tesisi
KOI	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
ppm	: Parts Per Million (Milyonda bir)
SAİS	: Sürekli Atıksu İzleme Sistemi
SASKİ	: Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi
SD4-2	: Genişleme
TOC	: Toplam Organik Karbon
TN	: Toplam Azot

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Karaman AAT Kaba Izgara Ünitesi.....	2
Şekil 1.2. Karaman AAT Giriş Terfi İstasyonu	3
Şekil 1.3. AGİS Ünitesi.....	4
Şekil 1.4. İnce Izgaralar	5
Şekil 1.5. Havalandırılmalı Kum ve Yağ Tutucu Ünitesi	6
Şekil 1.6. Havalandırma Havuzları	7
Şekil 1.7. Karaman AAT Son Çöktürme Havuzları.....	8
Şekil 1.8. Karaman AAT Geri Devir İstasyonu	9
Şekil 1.9. Karaman AAT Yoğunlaştırma Tankları	10
Şekil 1.10. Karaman AAT Mekanik Susuzlaştırma Ünitesi	11
Şekil 1.11. Karaman AAT Laboratuvar	11
Şekil 1.12. Karaman AAT SAİS Kabini	12
Şekil 1.13. Karaman AAT SCADA Sistemi	12
Şekil 1.14. Karaman AAT Akım Şeması.....	13
Şekil 1.15. Yıllara Göre Şikayet Sayıları	17
Şekil 2.1. Üzeri Kapatılan Ünitelerin Görünüşü	18
Şekil 2.2. Üzeri Kapatılan Giriş Yapısı Üniteleri	19
Şekil 2.3. Üzeri Kapatılan Arşimedyen Pompa Bölümü.....	19
Şekil 2.4. Üzeri Kapatılan Havalandırılmalı Kum ve Yağ Tutucu Ünitesi.....	20
Şekil 2.5. Üzeri Kapatılan Çamur Yoğunlaştırma Havuzları.....	21
Şekil 2.6. Cebri Havalandırmayı Sağlayan Fan ve Baca Sistemi	22
Şekil 2.7. Hava Emiş Noktaları - 1	24
Şekil 2.8. Hava Emiş Noktaları - 2	24
Şekil 2.9. Hava Emiş Noktaları - 3	25
Şekil 2.10. Program Girdileri	31
Şekil 2.11. Program Raporlaması.....	32
Şekil 2.12. Kritik Hattın Belirlenmesi.....	34

Şekil 4.1. Debi - Basınç Eğrisi	40
Şekil 4.2. Debi - Güç Sarfıyatı Eğrisi	41
Şekil 4.3. Debi - Verim Eğrisi.....	41
Şekil 4.4. Debi - Dinamik Basınç ve Giriş Hızı Eğrileri.....	41

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Karaman AAT Proje Debileri	2
Tablo 1.2. Karaman AAT Kaba Izgara Ünitesi Verileri	2
Tablo 1.3. Karaman AAT Giriş Terfi İstasyonu Verileri.....	3
Tablo 1.4. Karaman AAT İnce Izgara Verileri	5
Tablo 1.5. Karaman AAT Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu Ünitesi.	6
Tablo 1.6. Karaman AAT Havalandırma Havuzları	7
Tablo 1.7. Karaman AAT Son Çöktürme Havuzları Tasarım Bilgileri	8
Tablo 1.8. Karaman AAT Geri Devir İstasyonu Tasarım Bilgileri.....	9
Tablo 1.9. Karaman AAT Yoğunlaştırma Tankları Tasarım Değerleri	10
Tablo 1.10. Karaman AAT Arıtılan Atıksu Miktarları	14
Tablo 1.11. Karaman AAT Enerji Giderleri	14
Tablo 1.12. Karaman AAT Enerji Sarfiyatları.....	14
Tablo 1.13. Karaman AAT Kullanılan Polielektrolit Miktarları.....	15
Tablo 1.14. Karaman AAT Çıkarılan Çamur Miktarları.....	15
Tablo 1.15. Karaman AAT KOI Analiz Değerleri.....	15
Tablo 1.16. Karaman AAT AKM Analiz Değerleri	16
Tablo 1.17. Koku ile ilgili şikayetler	16
Tablo 1.18. Yıllara Göre Şikayet Sayıları	16
Tablo 2.1. Kapatılan Ünite Hacimleri	22
Tablo 2.2. Atık Hava Debileri.....	23
Tablo 2.3. Hava Emiş Noktaları.....	25
Tablo 2.4. Farklı ortamlardaki kanallar için önerilen hava hızları (Carrier).....	26
Tablo 2.5. Hava Kanalı Kesit Hızları.....	27
Tablo 2.6. Duct Roughness Factors	30
Tablo 2.7. Program Örnek Çıktıları - 1	32
Tablo 2.8. Program Örnek Çıktıları - 2	33
Tablo 2.9. Program Örnek Çıktıları - 3	33

Tablo 2.10. Program Örnek Çıktıları - 4.....	33
Tablo 3.1. Kanal Basınç Kayıpları Hesap Tablosu	36

ÖZET

Anahtar kelimeler: Atıksu, Gaz, Koku, Scrubber, Aktif Karbon, Hidrojen Sülfür, Amonyak

Evsel atıksu arıtma tesislerinde genellikle koku problemi yaşanmaktadır. Atıksu arıtma tesisleri seçiminde genellikle kentsel yaşamın olmadığı uzak bölgeler seçilmektedir. Ancak, zamanla nüfusun artması ve yerleşim yerlerinin genişlemesi ile atıksu arıtma tesisleri yerleşim yerlerinin içerisinde kalmıştır. Yerleşim yerlerinin atıksu arıtma tesislerinin yakınında olmasından dolayı da atıksu arıtma tesisinden çıkan kokular etrafta yaşayan halkı rahatsız etmeye başlamıştır. Bu sebeple kokuya sebebiyet veren bu tür ünitelerin kapalı olarak inşaa edilmesi veya daha sonrasında havuzların üzerlerinin kapatılması sağlanarak çoğul koku kaynaklarının tekil kaynağa indirgenerek, kokuya müdahale aşamasında büyük önem teşkil etmektedir.

REMOVAL OF ODOUR PROBLEM IN DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT PLANTS

SUMMARY

Keywords: Wastewater, Gas, Odour, Scrubber, Activated Carbon, Hydrogen Sulphure, Ammonia

Municipal wastewater treatment plants (WWTPs) usually have odor problems. WWTPs usually are placed in remote areas far from neighborhoods. However, as population increases and cities expand overtime, WWTPs can be surrounded by urban communities. As a result, unpleasant odors from WWTPs can be carried into surrounding neighborhoods. For this reason, critical units of a WWTP such as aeration basin must be covered to prevent potential release of volatile compounds from these units. This study presents design and application of coverage system for the WWTP of Sakarya city, Turkey.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanların kullanımı veya çeşitli faaliyetler sonucunda kirlenen sular atıksu olarak tanımlanmakta olup, konutlarda ve/veya kurumlarda suların kullanımı sonucunda evsel atıksular, üretim sektöründe kirlenen atıksular da endüstriyel atıksuları oluşturmaktadır. Bu kullanımlar sonucunda çevre ve insan sağlığını olumsuz olarak etkileyecek durumların ortadan kaldırılması veya en aza indirgenmesi amacıyla atıksu arıtma tesislerinin önemi zamanla daha da anlaşılır hale gelmiştir. Bu tezde Karaman AAT'nde meydana gelen koku problemi ve çevredeki yaşam alanlarındaki olumsuz durumların hangi şekilde bertaraf edildiği incelenecektir.

Karaman AAT'nin temeli 1997 yılında Sakarya Sakarya İl'i Adapazarı İlçesi, Karaman Mahallesi'nde atılmıştır. Tesis, Adapazarı kentinin yaklaşık 10 km güneyinde yer almaktadır. Tesisin denizden yüksekliği yaklaşık 23-30 metredir. 1999 yılında devreye alınan tesis deprem nedeniyle 1 ay işletilebilmiştir. Deprem sonrası hasar gören şehir altyapı ve kanalizasyon sistemlerinin yenilenmesi ile birlikte tesis 2003 yılında yeniden faaliyete başlamıştır. 1. Kademe; 2015 yılına kadar 750.000 kişilik eşdeğer nüfusa hizmet verebilecek kapasiteye sahiptir. 2. Kademe; 2035 yılına kadar 1.625.767 kişilik bir nüfusa hizmet verebilecek kapasiteye sahiptir. Tesiste; Adapazarı, Erenler, Serdivan, Arifiye, Sapanca ilçelerinden gelen evsel nitelikli atıksular arıtılmaktadır. Karaman AAT, SASKİ Genel Müdürlüğü tarafından 11 personel ile üç vardiya olarak işletilmektedir.

1.1. Karaman AAT Kapasite Bilgileri

Tablo 1.1. Karaman AAT Proje Debileri

Parametre	Birim	2015	2035
Evsel nitelikli debi	m ³ /gün	146.279	327.856
Endüstriyel nitelikli debi	m ³ /gün	12.957	20.699
Saatlik ortalama debi	m ³ /sa	8.283	18.064

1.2. Kaba Izgaralar

Atıksuyun tesise ilk giriş yaptığı bölümdür. Bu bölüme kanalizasyon sistemi ile gelen atıksuyun yanısıra yoğunlaştırma havuzlarından savaklanan su ve mekanik sususlaştırma ünitesinden çıkan sentrat suları da gelmektedir. Tesis girişinde bulunan kaba ızgaralar, atıksudaki 5 cm'den büyük parçacıkların tutulmasını sağlayarak ince ızgaraya gelecek atık yükünü azaltmak amacıyla tasarlanmıştır.



Şekil 1.1. Karaman AAT Kaba Izgara Ünitesi

Tablo 1.2. Karaman AAT Kaba Izgara Ünitesi Verileri

Parametre	Birim	2015	2035
Kaba Elek Sayısı	Parça	3+1	7+1
Elek Başına Kapasite	m ³ /sa	5.400	5.400
Izgara Aralığı	mm	50	50
Elek Genişliği	m	2	2
Kanal Genişliği	m	6,50	6,50
Konteyner Hacmi	m ³	10	10

1.3. Giriş Terfi İstasyonu

Tesisin bu bölümünde yer alan kesintisiz sarmal pompalar ile atıksuyun kotu yükseltilerek kendi cazibesi ile prosesteki çevriminin tamamlaması sağlanmaktadır.



Şekil 1.2. Karaman AAT Giriş Terfi İstasyonu

Tablo 1.3. Karaman AAT Giriş Terfi İstasyonu Verileri

Parametre	Birim	2015	2035
Pompa Sayısı	Parça	3+1	7+1
Pompa Kapasitesi	m ³ /sa	5.400	5.400
Sarmal çap	mm	2.650/1.650	
Şanzıman Uzunluğu	m	21.27	

1.4. AGİS Ünitesi

Giriş terfi merkezine gelen atıksu karakteristiğini belirlemek ve pik yüklerin kontrollü olarak prosese girişini sağlamak amacıyla yönetim olarak TOC – TN analizörü alınma kararı verilmiştir. Bu sayede TOC – TN Analizörü 9 – 11 dakikada bir giriş suyundan numune alarak atıksudaki toplam organik karbon değerini ölçmektedir. Ayrıca sisteme entegre edilmiş ölçüm problemleriyle giriş suyu sıcaklık, iletkenlik ve pH değerleri sürekli takip edilmektedir. Analizörde okunan değerlere göre atıksu arıtma tesisi proseslerinde gerekli tedbirler alınmaktadır.



Şekil 1.3. AGİS Ünitesi

1.5. İnce Izgaralar

Bu ekipman ile birlikte atıksuda bulunabilecek 6 mm'den büyük katı parçacıkların tutulması sağlanır. Böylece arıtma birimleri arasındaki boru ve vanalarda oluşabilecek tıkanıklıklar önlenmiş olur. Bu ekipmandan geçen atıksu, havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitesine geçmektedir.



Şekil 1.4. İnce Izgaralar

Tablo 1.4. Karaman AAT İnce Izgara Verileri

Parametre	Birim	2015	2035
Elek Sayısı	Parça	3+1	7+1
Izgara Aralığı	mm	6	6
Genel Elek Genişliği	m	2,25	2,25
Kanal Genişliği	m	1,80	1,80
Su seviyesi	m	1,07	1,07
Konteyner Sayısı	parça	3	6
Konteyner Kul.Süresi	Sa	24	10,80
Doldurma Kapasitesi	G	3	2,70

1.6. Havalandırmalı Kum Ve Yağ Tutucu

Fiziksel arıtmanın son bölümünü oluşturan havalandırmalı kum ve yağ tutucu havuzu, atıksu içerisindeki kum, kil ve silt gibi kolay çökelebilen inorganik maddelerin ve yağların sistemden uzaklaştırılması amacı ile tasarlanmıştır.



Şekil 1.5. Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu Ünitesi

Tablo 1.5. Karaman AAT Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu Ünitesi.

Parametre	Birim	2015	2035
Tutucu sayısı	Parça	2*2	4*2
Tutucu kapasiteleri	m ³	535	535
Ayrışma derecesi	%	0.12-0.2=%97 0.2-0.25=%100	0.12-0.2=%95.6 0.2-0.25=%100
Uzunluk	m	43	43
Genişlik	m	3,30	3,30
Derinlik	m	4,15	4,15

1.7. Havalandırma Havuzları

Tesis 'Uzun Havalandırma Aktif Çamur Sistemi' ile işletilmektedir. Biyolojik arıtma işleminin gerçekleşebilmesi amacıyla mikroorganizmalara gerekli oksijen, blower ünitesinden gelen havanın havuz tabanında yer alan difüzörlere aktarılması ile sağlanır.



Şekil 1.6. Havalandırma Havuzları

Mikroorganizmalar atıksu içerisindeki kirleticileri yeni mikroorganizma sentezi ve yaşama faaliyetleri için kullanması sağlanır. Havuz içerisindeki karışım ve dolaşım işlemi havuz içerisinde yer alan mikserler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Havalandırma havuzlarında on-line olarak çözülmüş oksijen takibi yapılmaktadır. Çözülmüş oksijen değerleri literatür değeri olan 2-8 mg/L aralığında tutularak tesis işletilmesi yapılmaktadır.

Tablo 1.6. Karaman AAT Havalandırma Havuzları

Parametre	Birim	2015	2035
Tankların Hacmi	m ³	150.000	300.000
Tank Sayısı	Parça	4	8
Tankların Derinliği	m	6,30	6,30
Volumetrik Yük. Hızı	kgBOI ₅ /m	0,30	0,33
Çamur Yükleme Hızı	kgBOI ₅ /kgTS.d	0,07	0,08

1.8. Son Çöktürme Havuzları

Havalandırma havuzlarında biyolojik olarak arıtılan atıksu son çöktürme havuzlarına geçmektedir. Bu havuzlarda arıtılan atıksudaki aktif çamur dibe çökmekte, yüzeyde kalan arıtılmış atıksu ise savaklanarak Çark Deresi'ne deşarj edilmektedir. Dibe çöktürülen çamur, tam köprü sıyrıcılar ile sıyrılarak geri devir istasyonuna gönderilmektedir.



Şekil 1.7. Karaman AAT Son Çöktürme Havuzları

Tablo 1.7. Karaman AAT Son Çöktürme Havuzları Tasarım Bilgileri

Parametre	Birim	2015	2035
Su akışı	m ³ /sa	9.363	19.789
		12.411/16.068	26.619/34.816
Tank Sayısı	adet	8	16
Çap	m	48	48
Toplam Yükseklik	m	4,20	4,20
Su Yüksekliği	m	3,60	3,60
Savak Taşma Hızı max	m ³ /sa	7,22	7,22
Taban Eğimi	Derece	5,71	5,71
Tank Hacmi	m ³	7.806	7.806

1.9. Geri Devir İstasyonu

Atıksuyun geri devir çamuruyla karıştırıldığı ve havalandırma havuzlarına gönderildiği ünedir. Bu ünite de geri devir çamurunun bir kısmı fazla çamur pompaları ile sistemden uzaklaştırılmak üzere yoğunlaştırma tanklarına gönderilmektedir.



Şekil 1.8. Karaman AAT Geri Devir İstasyonu

Tablo 1.8. Karaman AAT Geri Devir İstasyonu Tasarım Bilgileri

Parametre	Birim	2015	2035
Geri Devir Çamuru Max. Hacim	m ³ /sa	13.500	27.000
Pompa Sayısı	adet	3+1	2*3+1
Pompa Kapasite	m ³ /sa	4.500	4.500
Min. Su Seviyesi	m	1,70	1,70
Pompalama Çukuru Su Seviyesi	m	2,40	2,40

1.10. Yoğunlaştırma Tankları

Fazla çamur pompaları ile sistemden uzaklaştırılan çamur, yoğunluğunun artırılması amacı ile bu tanklarına gönderilir. Bu tanklarda bekletilen çamur dibe çökmekte tank yüzeyinden savaklanan su arıtılmak üzere tesis girişine verilmektedir. Yoğunlaştırılan çamur susuzlaştırma ünitesine gönderilmek üzere bekletme tankına alınmaktadır.



Şekil 1.9. Karaman AAT Yoğunlaştırma Tankları

Tablo 1.9. Karaman AAT Yoğunlaştırma Tankları Tasarım Değerleri

Parametre	Birim	2015	2035
Tank Sayısı	ad	4	8
Tank Çapı	m	19	19
Tank Hacmi	m ³	1.337	1.337
Tank Yüzeyi	m ²	284	284
Tutma Süresi	G	2	1,78

1.11. Mekanik Susuzlaştırma Ünitesi

Mekanik susuzlaştırmanın amacı atık çamurun su muhtevasını en aza indirmektir. Susuzlaştırma işlemi için bekletme tankından alınan çamura %0,2 lik katyonik polielektrolit çözeltisi dozlanarak çamurun susuzlaştırılma işlemi için şartlandırılması sağlanmaktadır. Daha sonra dekantör ve/veya belt pres vasıtasıyla çamur susuzlaştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Susuzlaştırılma işlemi sonrası %22-25

oranında katı madde muhtevasına sahip susuzlaştırılmış çamur, düzenli depolama alanına gönderilmektedir.



Şekil 1.10. Karaman AAT Mekanik Susuzlaştırma Ünitesi

1.12. Laboratuvar

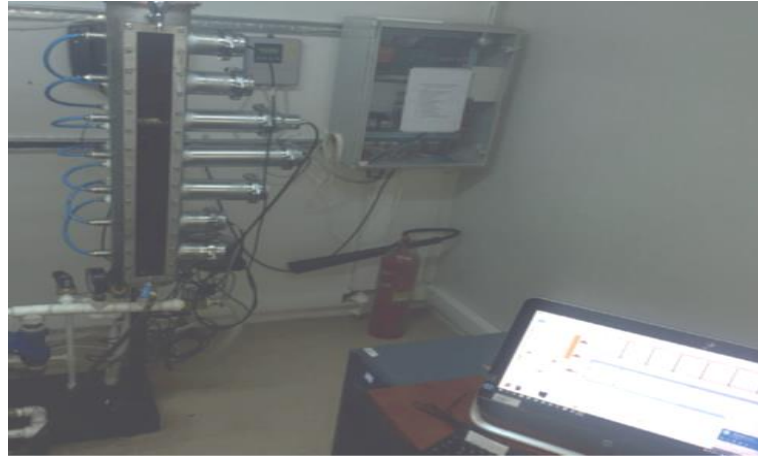
Laboratuvarında, tesis işleyişinin günlük kontrolünün yapılabilmesi için tesisin belirlenen bölgelerinden alınan numuneler analiz edilmektedir. Analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre tesis işleyişi kontrol edilebilmekte ve S.K.K.Y. Tablo 21.4: Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular (Sınıf 4: Kirlilik Yükü Ham BOİ Olarak 6000 kg/G'den büyük, Nüfus>100.000)'de belirtilmiş olan standart sınır değerlerin altında arıtılmış olan atıksu alıcı ortama deşarj edilmektedir. Alınan numuneler ayrıca belirli periyotlarda TÜRKAK akrediteli SASKİ Genel Müdürlüğü Su ve Atıksu Kontrol Laboratuvarı'nda analiz edilmektedir.



Şekil 1.11. Karaman AAT Laboratuvarı

1.13. Sürekli Atıksu İzleme Sistemi (SAİS) Kabini

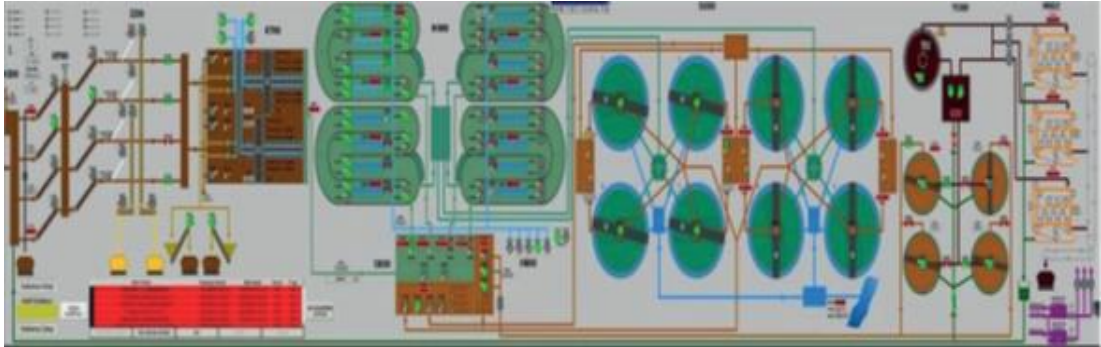
Sürekli Atıksu İzleme Sistemleri Tebliği ile atıksu arıtma tesislerine kurdurulmuş olan online kabinlerde yer alan ölçüm cihazları ile çıkış suyu kalitesi 24 saat analiz edilmektedir. Analiz sonuçları ve ölçüm değerleri (İletkenlik, pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, debi, akış hızı, KOI ve AKM) sürekli olarak izlenmekte ve 5 dakikalık periyotlarla Çevre ve Şehircilik Bakanlığına gönderilmektedir.



Şekil 1.12. Karaman AAT SAİS Kabini

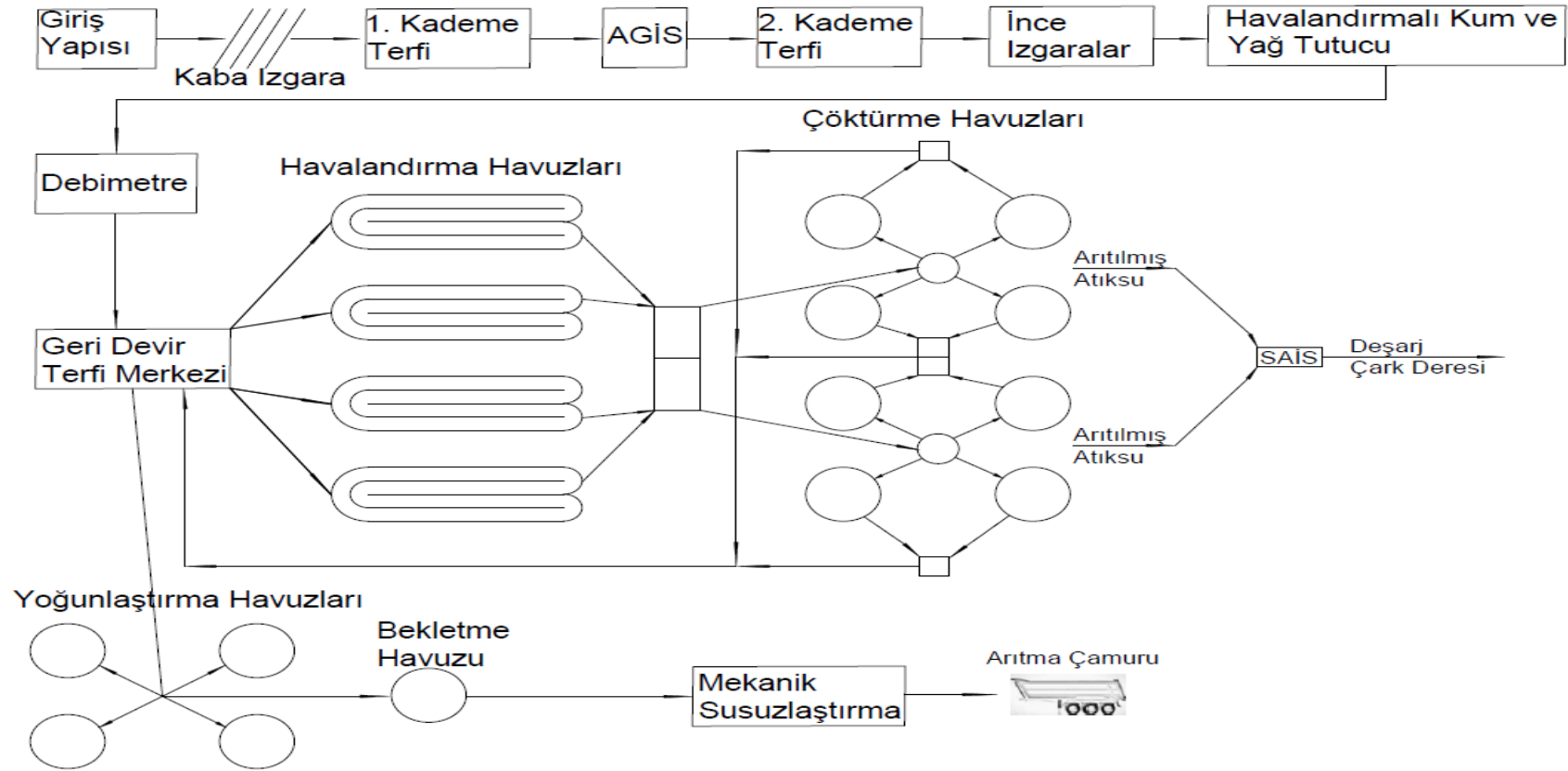
1.14. SCADA Sistemi

SCADA sistemi ile proses uzaktan kontrol edilebilmekte ve gerekli müdahaleler yapılabilmektedir. Bu sistem, tesisin personelden bağımsız olarak işletilmesine, anlık ve toplam olarak istenen verilerin geriye dönük olarak kaydedilmesine, oluşan arızalara anında müdahale edilebilmesine imkân sağlamaktadır.



Şekil 1.13. Karaman AAT SCADA Sistemi

1.15. Akım Şeması



Şekil 1.14. Karaman AAT Akım Şeması

1.16. Karaman AAT İşletme Verileri

1.16.1. Arıtılan atıksu miktarları

Tablo 1.10. Karaman AAT Arıtılan Atıksu Miktarları

Yıl	Arıtılan Atıksu Miktarları (m ³ /YIL)
2013	25.927.187
2014	25.729.696
2015	26.020.249
2016	29.078.994
2017	29.200.308
2018	30.351.538
TOPLAM	166.307.972

1.16.2. Enerji giderleri

Tablo 1.11. Karaman AAT Enerji Giderleri

Yıl	Enerji Giderleri (TL)
2013	1.993.381
2014	2.094.950
2015	2.250.121
2016	2.296.998
2017	2.653.139
2018	3.760.184
TOPLAM	15.048.774

1.16.3. Enerji sarfiyatları

Tablo 1.12. Karaman AAT Enerji Sarfiyatları

Yıl	Enerji Sarfiyatları (kW)
2013	7.076.704
2014	7.278.810
2015	7.454.232
2016	7.917.451
2017	9.069.003
2018	9.403.439
TOPLAM	48.199.639

1.16.4. Kullanılan polielektrolit miktarları

Tablo 1.13. Karaman AAT Kullanılan Polielektrolit Miktarları

Yıl	Kullanılan Polielektrolit Miktarı (kg)
2013	28.710
2014	16.378
2015	16.430
2016	29.405
2017	26.445
2018	33.350
TOPLAM	150.718

1.16.5. Çıkarılan çamur miktarları

Tablo 1.14. Karaman AAT Çıkarılan Çamur Miktarları

Yıl	Çıkarılan Çamur Miktarı (TON)
2013	26.632
2014	24.008
2015	19.454
2016	26.123
2017	28.700
2018	31.025
TOPLAM	155.942

1.16.6. Atıksu KOI analiz değerleri

Tablo 1.15. Karaman AAT KOI Analiz Değerleri

Yıl	Giriş (mg/L)	Çıkış (mg/L)
2013	363,86	15,54
2014	316,19	12,59
2015	277,40	15,50
2016	339,00	20,20
2017	285,20	21,90
2018	334,40	17,00

1.16.7. Atıksu AKM analiz değerleri

Tablo 1.16. Karaman AAT AKM Analiz Değerleri

Yıl	Giriş (mg/L)	Çıkış (mg/L)
2013	205,59	5,91
2014	173,23	4,71
2015	174,20	5,32
2016	229,00	9,10
2017	186,00	7,60
2018	250,20	6,30

1.16.8. Koku ile ilgili şikayetler

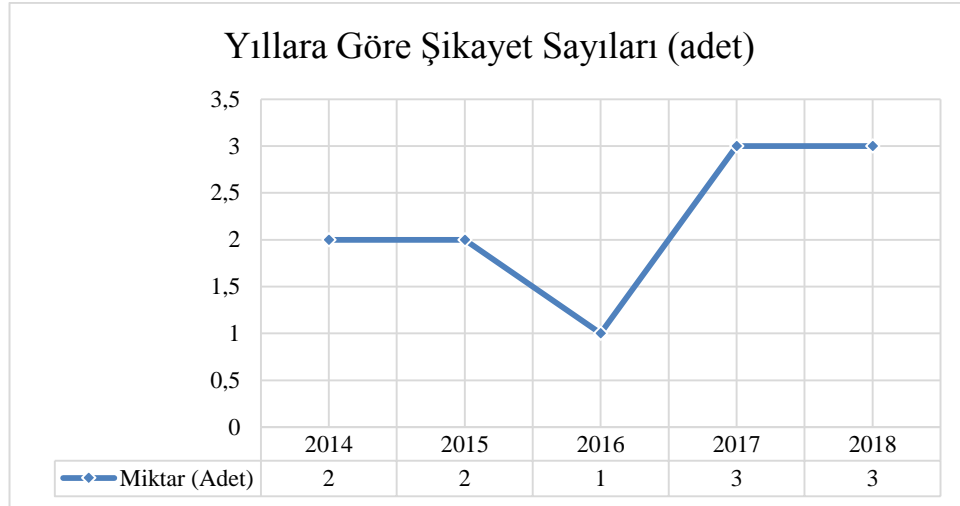
Koku ile ilgili şikayetler genel olarak, tesisin çok kötü koktuğu ve cam, kapı açılmadığı şeklindedir. Yıllara göre şikayetler aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 1.17. Koku ile ilgili şikayetler

Tarih	Şikayet Sahibi
20.08.2014	M**** Y*****
2.10.2014	H**** Y*****
6.01.2015	T**** U****
18.08.2015	S***** Y*****
16.08.2016	S**** S*****
13.07.2017	R***** A*****
6.09.2017	Z***** İ*****
25.10.2017	S**** S*****
23.07.2018	N***** S*****
1.08.2018	V*****
1.10.2018	R**** B*****

Tablo 1.18. Yıllara Göre Şikayet Sayıları

Yıl	Miktar (Adet)
2014	2
2015	2
2016	1
2017	3
2018	3



Şekil 1.15. Yıllara Göre Şikayet Sayıları

Atıksu arıtma tesislerinde meydana gelen kokunun ana kaynağı, kollektör hattında kapalı ortamda seyir eden atıksu ile beraber gelen kimyasallar ya da organik maddelerin ayrışması sonucu oluşan gazlardır. Atıksudan kaynaklanan koku sebebi olan gazların en önemlileri hidrojen sülfür, amonyak ve merkaptanlar gibi kimyasallardır. Atıksu arıtma tesislerinde kanalizasyon içinde mikrobiyolojik faaliyetlerle oluşan H_2S (Hidrojen Sülfür), merkaptan/disülfür gibi organik sülfür bileşikleri (her üçü de çok düşük konsantrasyonda yüksek koku etkisine sahiptir) ve protein parçalanmaları sonucu ortaya çıkan amonyak, kokunun baş nedenidir [1][2].

Bu tez çalışmasında, Sakarya İl'i, Adapazarı (Merkez) ilçesinde bulunan Karaman Atıksu Arıtma Tesisi genelinde atıksu kaynaklı emisyonların kontrol altına alınması amacı ile gaz toplama sistemi tasarlanmıştır. Bu çerçevede, tesiste kokuya sebebiyet verecek yerler belirlenmiştir. Ham atıksuyun giriş yaptığı fiziksel arıtma üniteleri ile çamur ünitelerinden kaynaklanan kötü kokulu gazlar toplanarak şikayetler önemli oranda azaltılarak kötü kokuların önüne geçilmiştir. Bu işlem sırasında hesaplanan hacimlerde hava, projelendirilen debi ve basınçlardaki vakum fanları ile emildikten sonra scrubber ünitesine giriş yapacak ve daha sonrasında da aktif karbon ünitesine giriş yaparak şikayetlere sebep olan kokunun giderimi sağlanmış olacaktır [3][4][5].

BÖLÜM 2. YÖNTEM

Atıksu arıtma tesisinde çoğul koku kaynakları belirlenmiş olup, ilk aşamada bu koku kaynaklarının üzerleri kapatılarak, borulamalar ile tek bir noktaya cebri fan sistemi ile taşındıktan sonra atmosfere verilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 2.1. Üzeri Kapatılan Ünitelerin Görünüşü

2.1. Birinci Arşimet Pompa İstasyonu

Pompa kanalları üzeri CTP malzemeden imal edilmiş eğri (tonoz) yüzeyle kaplamalar ile kapatılıp, kapatılan hacimden hava emişi yapılacaktır. Arşimet pompa binasından CTP saha borulaması ile hava emişi yapılacaktır.



Şekil 2.2. Üzeri Kapatılan Giriş Yapısı Üniteleri



Şekil 2.3. Üzeri Kapatılan Arşimedyen Pompa Bölümü

2.2. Izgara Kanalları Ve Çöp Konteynerleri

Izgara kanallarının üzeri CTP panel kaplama ile kapatılacak ve kapalı hacimden CTP saha borulaması ile hava emilecektir. Izgaralardan çıkan kaba atıkların çöp konteynerlerinde biriktiği kapalı bölümden de zemin seviyesinin 50 cm yakınına kadar hava emiş boruları aşağıya indirilerek, buranın da hava tahliyesi yapılacaktır.

2.3. Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu

Havalandırmalı kum ve yağ tutucu kanalları üzeri CTP panel kaplama ile kapatılacak ve oluşan kapalı hacimden CTP saha borulaması ile hava emilecektir.



Şekil 2.4. Üzeri Kapatılan Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu Ünitesi

2.4. Belt Pres Binası

Belt pres binası içerisinde arıtma çamurlarının mekanik susuzlaştırma işlemi yapılmakta olup, bu işlem esnasında çamurların meydana getirdiği kokulu gazların CTP saha borulaması ile hava emişi yapılacaktır.

2.5. Dekantör Binası

Dekantör binası içerisinde arıtma çamurlarının mekanik susuzlaştırma işlemi santrifüj kuvvet esasına bağlı olarak çalışan dekantörler ile yapılmakta olup, bu işlem esnasında çamurların meydana getirdiği kokulu gazların CTP saha borulaması ile hava emişi yapılacaktır.

2.6. Çamur Yoğunlaştırma Havuzları

Mekanik susuzlaştırma ünitesi öncesinde bulunan dört adet 20 m çapında yoğunlaştırma havuzu ve sonrasında bir adet yine 20 m çapında bekletme havuzu

üzerleri CTP malzemedan imal edilmiş tonozlar ile kapatılarak kapalı hacim oluşturulacak ve bu hacimden CTP saha borulaması ile emiş yapılacaktır.



Şekil 2.5. Üzeri Kapatılan Çamur Yoğunlaştırma Havuzları

2.7. Giriş Rögar

Rögarların açık yüzeyleri CTP panel kaplama ile kapatılarak kapalı hacim oluşturulacak ve bu hacimden CTP saha borulaması ile emiş yapılacaktır.

2.8. Çıkış Rögar

Rögarların açık yüzeyleri CTP panel kaplama ile kapatılarak kapalı hacim oluşturulacak ve bu hacimden CTP saha borulaması ile emiş yapılacaktır.

2.9. Tahliye Bölgesi

Bu alanda fanların konumlanacağı betonarme kaide üzerine vakum fanlarının montajı yapılarak devreye alınmıştır.



Şekil 2.6. Cebri Havalandırmayı Sağlayan Fan ve Baca Sistemi

2.10. Atık Hava Miktarları Türü Ve Proje Debi Hesapları

Atık hava debilerinin hesaplanması için ortam hacmi ve bu ortamda yapılacak saatlik sirkülasyon sayısı bilinmelidir. Ortamlara ait kapalı hacim değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.1. Kapatılan Ünite Hacimleri

İstasyon	Hacim (m ³)
1 Kademe Arşimet Pompa İstasyonu Binası	686
2 Kademe Arşimet Pompa İstasyonu Binası	686
1 Kademe Arşimet Pompa İstasyonu	1.820
2 Kademe Arşimet Pompa İstasyonu	735
İnce Izgara Kanalı	784
Havalandırılmalı Kum ve Yağ Tutucu	1.372
Izgara Çöp Konteynırı	686
Belt Pres Binası	1.092
Dekantör Binası	2.520
Yoğunlaştırma Havuzları	2.011
Giriş Rögar	225
Çıkış Rögar	225

2.11. Atık Hava Debileri

Ünitelerin önem derecesine göre çevrim sayıları belirlenmiş olup, toplam çekilecek olan atık hava debileri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 2.2. Atık Hava Debileri

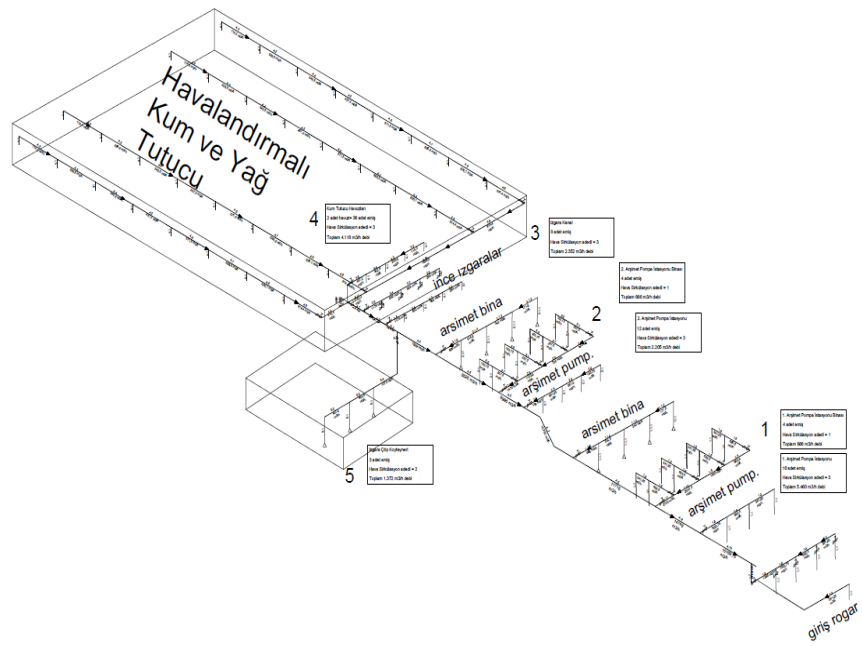
Atık Hava Debileri	Hacimler (m ³)	Çevrim Sayısı	Debi (m ³ /h)
1. Kademe Arşimet Pompa İstasyonu Binası	686	1	686
2. Kademe Arşimet Pompa İstasyonu Binası	686	1	686
1. Kademe Arşimet Pompa İstasyonu	1.820	3	5.460
2. Kademe Arşimet Pompa İstasyonu	735	3	2.205
Izgara Kanalı	784	3	2.352
Havalandırılmalı Kum Ve Yağ Tutucu	1.372	3	4.116
Izgara Çöp Konteyneri	686	2	1.372
Beltpres Binası	1.092	4	4.368
Dekantör Binası	2.520	3	7.560
Çöktürme Havuzları	2.011	2	4.022
Çıkış Rögar	225	4	900
TOPLAM	12.617	*	33.727

2.12. Havalandırma Tasarım Esasları

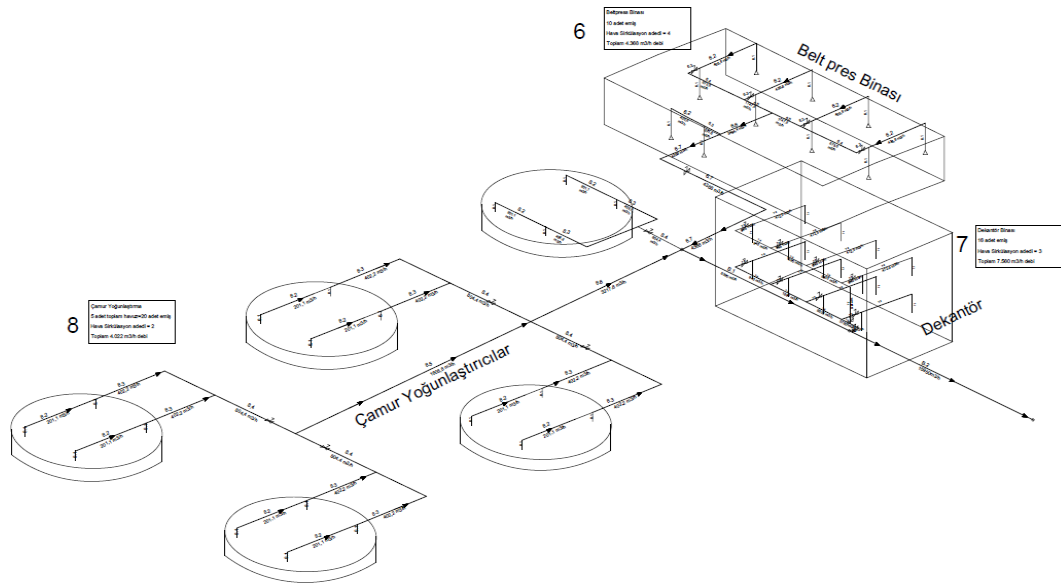
Tasarım kriteri olarak hava akış hızı dikkate alınmıştır. Kanallarda değişik ebatlarda kesitler mevcuttur. Bu kesitlerdeki hava akış hızları birbirine yakın tutulmaya çalışılmıştır. Fan debisi belli olduğundan ana hava kanalları üzerindeki hızlara göre ayarlanmıştır. Hava akış hızları, Carrier tarafından sektörlere göre tavsiye edilen hızlar kullanılmıştır. Koku kaynağına yakın yerlerden emiş yapılması esasına göre emiş noktaları mümkün olduğunca homojen olarak dağıtılmıştır [6][7][8].

2.13. Hava Emiş Noktaları

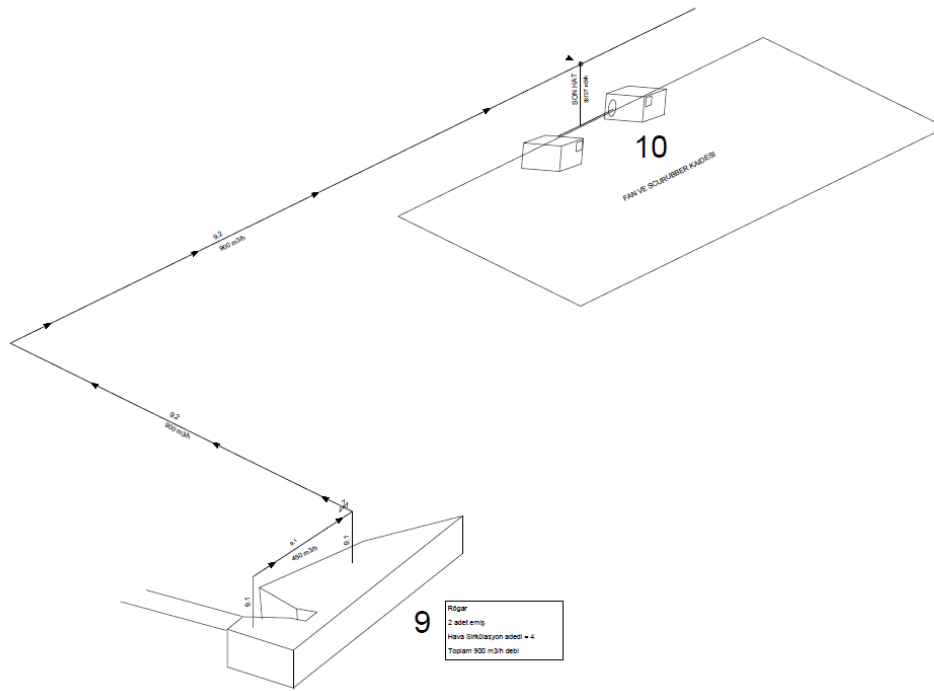
Hava emiş noktaları aşağıdaki görsellerde belirtilmektedir. Hava emiş noktaları liste halinde aşağıdaki tabloda belirtildiği gibidir. Koku ve gaz konsantrasyonlarının yüksek olabileceği lokasyonlarda emiş tekrarları tablodaki gibi yüksek seviyelerde seçilmiştir.



Şekil 2.7. Hava Emiş Noktaları - 1



Şekil 2.8. Hava Emiş Noktaları - 2



Şekil 2.9. Hava Emiş Noktaları - 3

Tablo 2.3. Hava Emiş Noktaları

İstasyon	Debi (m ³ /h)	Kanal Çapı (mm)	Hava Akış Hızı (m/s)	Emiş Tekrarı (adet)	Toplam Debi (m ³ /h)
1. Arşimet Pompa İstasyonu	341	150	5,4	16	5.460
1. Arşimet Bina	172	100	6,1	4	686
2. Arşimet Pompa İstasyonu	184	100	6,5	12	2.205
2. Arşimet Bina	172	100	6,1	4	686
Izgara Kanal	294	150	4,6	8	2.352
Havalandırılmalı Kum Ve Yağ Tutucu	114	100	4,1	36	4.115
Izgara Çöp Konteyneri	457	150	7,2	3	1.372
Beltpres Binası	437	200	3,9	10	4.368
Dekantör Binası	473	200	4,2	16	7.560
Çamur Yoğunlaştırma	201	150	3,2	20	4.022
Arşimet Pompa İstasyonu	450	200	4,0	2	900
				TOPLAM	33.727

2.14. Hava Kanallarının Boyutlandırılması

Hava kanalı hızlarının belirlenmesinde ortamların özelliklerine göre ses oluşum miktarları ve toplam basınç kaybı değerleri dikkate alınmalıdır. Tabloda değişik ortamlarda uygulanabilecek hava kanalı hızları bulunmaktadır. Tabloda bulunan ortamların dışında bir hacim söz konusu ise özelliklerini karşılaştırmak sureti ile benzer bir ortama ait değerler seçilebilir [9, 10].

Kanallardaki hava akış hızı; kanalın kullanım yeri yapının cinsi ile ses durumuna bağlıdır. Havanın kullanım amacına göre uygun hızı seçmek gerekmektedir. Gereğinden fazla hız seçilmesinde, kanallarda gürültü ve istenmeyen sesler oluşur. Ayrıca; hava akış hızı sistem fanının gücü ile ilgili olduğu için; hız artınca fanın debisi ve yükünü de artırmak gerekir. Hava akış hızının gereğinden düşük seçilmesinde de yeterli hava debisine ulaşılmadığından, istenilen şartlardaki havalandırma ya da iklimlendirme yapılamaz. Tablo 2.4'te Carrier tarafından tavsiye edilen hız değerleri verilmiştir [11].

Bu çalışmada fan debisi belli olduğundan öncelikli kıstas olarak enerji sarfiyatı ön planda tutulmuştur. Hava hızlarında 9 m/s'nin üzerine çıkılmamaya çalışılmıştır.

Tablo 2.4. Farklı ortamlardaki kanallar için önerilen hava hızları (Carrier)

Uygulama	Ses Kriteri	Ekonomik Kiritere Göre Hava akış hızı			
		Ana Kanal		Tali Kanal	
	m/s	Besleme	Dönüş	Besleme	Dönüş
Konutlar	3	5	4	3	3
Apart Otel, Hastane, Yatak Odası	5	7,5	6,5	6	5
Özel Ofis, Kütüphane, Yönetici Odası	6	10	7,5	8	6
Tiyatro, Konser Salonu	4	6,5	5,5	5	4
Genel Ofis, Lokantalar, Alışveriş, Bankalar	7,5	10	7,5	8	6
Ortalama Dükkan ve Kafeteryalar	9	10	7,5	8	6
Endüstri	12,5	15	9	11	7,5

Hava kanalı seçiminde kullanılan formül,

$$Q=V*A \quad (2.1)$$

Q= Hava kanalındaki debi m³/h

V= Hava kanalındaki hız m/s

A= Kanal kesit alanı m²

Örnekleme gerekirse;

Q=341 m³/h

V=9 m/s seçildiğinde;

D=120 mm bulunur. Ancak boru çapları standart üretim olduğundan ya bir üst çap yada bir alt çapta hız faktörü de dikkate alınarak boru çapları seçilmiştir.

D=100 mm olarak seçilirse;

V=12 m/s çıkmaktadır.

D=150 mm olarak seçildiğinde;

V=5,36~5,4 m/s bulunur.

Tablo 2.5. Hava Kanalı Kesit Hızları

Bölge	Debi (m ³ /h)	Boru Çap (mm)	Hız (m/s)
Giriş Rögar	341	150	5,4
	682	200	6,0
	1.024	250	5,8
	1.365	300	5,4
	1.706	400	3,8
1.Arşimet Pompa	2.047	300	8,1
	2.730	400	6,0
	172	100	6,1
1.Arşimet Bina	343	150	5,4
	515	200	4,6
	686	200	6,1
	184	100	6,5
2. Arşimet Pompa	366	150	5,8
	551	200	4,9
	735	200	6,5
	1.103	250	6,2
2. Arşimet Bina	1.470	300	5,8
	172	100	6,1
	343	150	5,4
	515	200	4,6
	686	200	6,1

Tablo 2.5. (Devamı)

	294	150	4,6
Izgaralar	588	200	5,2
	882	250	5,0
	1.176	300	4,6
	114	100	4,1
	229	150	3,6
	343	200	3,0
	457	200	4,1
Havalandırılmalı Kum Ve Yağ Tutucu Havuzları	572	200	5,1
	686	250	3,9
	800	250	4,5
	914	250	5,2
	1.829	400	4,1
	2.743	400	6,1
	3.658	500	5,2
	457	150	7,2
Izgara Çöp Konteyneri	915	200	8,1
	1.372	250	7,8
	436	200	3,9
	873	250	4,9
Beltpress Binası	1.747	300	6,9
	3.494	400	7,7
	4.368	500	6,2
	472	200	4,2
	944	250	5,4
Dekantör Binası	1.890	300	7,4
	2.835	400	6,3
	3.780	500	5,4
	7.560	600	7,4
	201	100	7,1
	402	150	6,3
Çamur Yoğunlaştırma	804	200	7,1
	1.608	300	6,3
	3.217	400	7,1
	450	200	3,9
Rögar	900	300	3,5
	4.115	500	5,8
	5.291	500	7,5
	6.467	600	6,4
	7.839	600	7,7
	8.525	800	4,7
Anahat	9.995	800	5,5
	10.730	800	5,9
	11.716	800	6,5
	14.146	800	7,8
	15.169	800	8,4
	16.876	800	9,3

2.15. Basınç Kaybı Hesapları

Seçilecek fanın, toplama sistemi ile çalışmasını görebilmek için hava kanalının toplam basınç kaybı hesabı çıkartılması gerekir. Bu hesap sonucuna göre fanın basıncı belirlenecektir.

Hattın toplam basınç kaybı kritik hattaki basınç kaybıdır. Kritik hat, fan emiş noktasından kritik hattın en uzak ucundaki emiş arasındaki hattır. Kritik hat basınç kaybının en yüksek olduğu hattır. Projede birden fazla emiş ve kol olduğundan bu hatlar arasından hangisinin kritik hat olduğu belirlenmelidir.

2.15.1. Kanal basınç kaybı hesap yöntemleri

Kanal sistem tasarımında öncelikle hava üfleme ve emme menfezlerinin yerleri ve her bir menfezin kapasitesi (debisi), tipi ve büyüklüğü belirlenmelidir. Bu hava verme ve emme menfezlerinin standart tipte ve biçimde olmasına dikkat edilmelidir. Daha sonraki adım, kanal sisteminin şematik olarak çizilmesidir. Bu şematik ön çizimde hesaplanan hava miktarları, çıkış yerleri ve en ekonomik ve uygun kanal güzergâhı gösterilir. Bundan sonra kanallar boyutlandırılarak her bir hattaki basınç kayıpları hesaplanır. Bulunan değerler şematik çizimlere işlenir. Kanal hesaplarında bulunan boyutlar yuvarlak kanallar içindir. Eğer dikdörtgen kanallar kullanılacak ise eşdeğer kanal çapından, dikdörtgen kanal boyutlarına geçilir. Kanal boyutlandırılmasında kullanılan yöntemler şunlardır;

- a. Statik basınç geri kazanım yöntemi
- b. Hız düşümü yöntemi
- c. Eşdeğer sürtünme kaybı yöntemi
- d. Uzatılmış plenumlar
- e. T- yöntemi
- f. Sabit hız yöntemi
- g. Toplam basınç yöntemi

Bu projede sabit hız yöntemi kullanılmıştır.

- Sabit hız yöntemi

Bu yöntem, özellikle endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Bu yöntemde belirlenen kanal hızı her bir hat boyunca sabit tutulur. Endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak dikişsiz (eksiz) yuvarlak kanallar tercih edilir.

- Sürtünme kayıpları

Sürtünme kayıpları, laminar ve türbülanslı akımlar arasında geçiş yapan moleküllerin bir sonucudur. Sürtünme kayıpları tüm boru boyunca devam eder.

Sürtünme kayıpları aşağıdaki formül ile hesaplanabilir,

Darcy eşitliği,

$$\Delta p_f = \frac{1000 f L \rho V^2}{D_h} \quad (2.2)$$

Tablo 2.6. Duct Roughness Factors

Duct material	Roughness Category	Absolute Roughness ϵ , mm
Uncoated carbon steel, clean (Moody 1944) (0.05 mm)		
PVC plastic pipe (Swim 1982) (0.01 to 0.05 mm)	Smooth	0.03
Aluminum (Hutchinson 1953) (0.04 to 0.06 mm)		
Galvanized steel, longitudinal seams, 1200 mm joints (Griggs et al. 1987) (0.05 to 0.10 mm)		
Galvanized steel, continuously rolled, spiral seams, 3000 mm joints (Jones 1979) (0.06 to 0.12 mm)	Medium Smooth	0.09
Galvanized steel, spiral seam with 1,2, and 3 ribs, 3600 mm joints (Griggs et al. 1987) (0.09 to 0.12 mm)		
Galvanized steel, longitudinal seams, 760 mm joints (Wright 1945) (0.15 mm)	Average	0.15
Fibrous glass duct, rigid		
Fibrous glass duct liner, air side with facing material (Swim 1978) (1.5 mm)	Medium rough	0.9
Fibrous glass duct liner, air side spray coated (Swim 1978) (4.5 mm)		
Flexible duct, metallic (1.2 to 2.1 mm when fully extended)		
Flexible duct, all types of fabric and wire (1.0 to 4.6 mm when fully extended)	Rough	3.0
Concrete (Moody 1944) (1.3 to 3.0 mm)		

Sürtünme faktörünün basit bir formülü aşağıdaki gibidir,

Altshul (Altshul et al. 1975)

$$f' = 0.11 \left(\frac{\varepsilon}{D_h} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25} \quad (2.3)$$

$$\text{If } f' \geq 0.018: f = f' \quad (2.4)$$

$$\text{If } f' < 0.018: f = 0.85f' + 0.0028 \quad (2.5)$$

- Pürüzlülük katsayısı

Bu değer tabloda belirtilen CTP borular için 0,9 alınır.

2.15.2. Basınç kaybının veritabanı uygulaması ile hesaplanması

Basınç kaybını bulmak için yukardaki tabloda bulunmayan ε değerleri ile çalışmak çok zor olduğunda basit bir program kullanarak C katsayı değerleri, düz boru ve fittings için basınç kayıpları bulunabilir.

Veri tabanında olan düz boru yada fittingslerden hangi noktanın basınç kaybı hesaplanmak isteniyor ise ilgili fitting için istenen değerler girişi yapılır.

The screenshot shows a software interface for calculating pressure loss in a pipe. The interface is titled "CD - Round CD11-1" and includes a settings icon. The "User Inputs - CD11-1" section contains four input fields with corresponding sliders:

- Diameter (D, mm): 1.200 (slider range: 51 to 2.540)
- Length (L, m): 6,0 (slider range: 0,3 to 304,8)
- Absolute Roughness (e, mm): 0,900 (slider range: 0,003 to 1,500)
- Flow Rate (Q, L/s): 12.097 (slider range: 5 to 47.170)

The "Summary Results - CD11-1" section shows the calculated Pressure Loss (Pa) as 10,6.

Şekil 2.10. Program Girdileri

İşlem sonuçları ileriki ekranda görülür.

All Results - CD11-1	
Velocity (V, m/s):	10,7
Vel Pres at Vo (Pv, Pa):	58
Friction Factor (f):	0,0367
Pressure Loss (Pa):	10,6

Reports ⓘ >

Şekil 2.11. Program Raporlaması

Bulunan bu değerler ve kullanılan formüller bir tablo halinde alınabilir.

Yukarıdaki örnekler için program çıktıları aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.7. Program Örnek Çıktıları - 1

ASHRAE DUCT FITTING DATABASE						
Fitting	CD11-1					
Title	Straight Duct, Round					
Inputs						
Parameter	VAR	SI UNIT	SI Decimal	SI MIN	SI MAX	SI Defined
Diameter	D	D, mm	0	51	2.540	150
Length	L	L, m	1	0,3	304,8	2
Absolute Roughness	ei	e, mm	3	0,003	1,5	0,9
Flow Rate	Q	Q, L/s	0	5	47.170	49
Outputs						
Parameter	VAR	SI UNIT	SI Decimal	SI MIN	SI MAX	SI Defined
Velocity	V	V, m/s	1			
Vel Pres at Vo	Pv	Pv, Pa	0			
Friction Factor	f	f	4			
Pressure Loss	Po	Pa	1			

Tablo 2.8. Program Örnek Çıktıları - 2

ASHRAE DUCT FITTING DATABASE (CD11-1) Straight Duct			
Inputs		Outputs	
Diameter (D, mm)	300	Velocity (V, m/s)	5,5
Length (L, m)	11	Vel Pres at Vo (Pv, Pa)	15
Absolute Roughness (e, mm)	0,9	Friction Factor (f)	0,062
Flow Rate (Q, L/s)	389	Pressure Loss (Pa)	34,6

Tablo 2.9. Program Örnek Çıktıları - 3

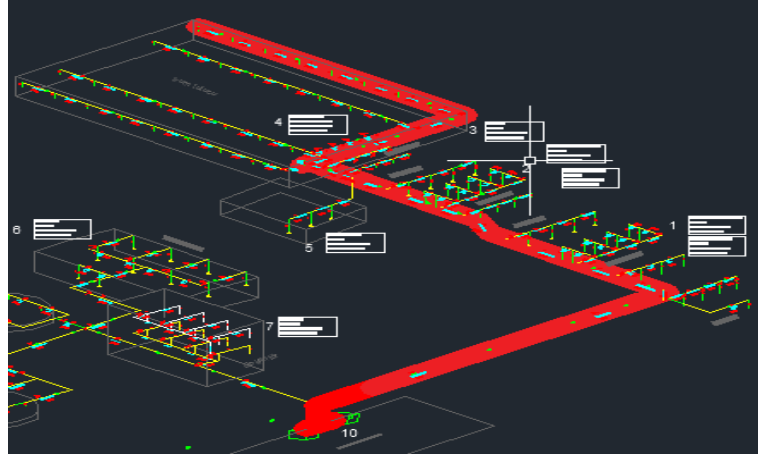
ASHRAE DUCT FITTING DATABASE						
Fitting	CD3-12					
Title	Elbow, 3 Gore, 90 Degree, r/D=0.75 to 2.0-					
Inputs						
PARAMETER	VAR	SI UNIT	SI Decimal	SI MIN	SI MAX	SI Defined
Diameter	Do	D, mm	0	51	2.540	150
Radius/Diameter Ratio	RDR	r/D	2	0,75	2	1,5
Flow Rate	Q	Q, L/s	0	5	47.170	49
Outputs						
PARAMETER	VAR	SI UNIT	SI Decimal	SI MIN	SI MAX	SI Defined
Velocity	Vo	1	Vo, m/s			
Vel Pres at Vo	Pv	0	Pv, Pa			
Loss Coefficient	Co	2	Co			
Pressure Loss	Po	0	Pa			

Tablo 2.10. Program Örnek Çıktıları - 4

ASHRAE DUCT FITTING DATABASE			
(CD3-12) 3-Gore, 90 deg., r/D=0.75 to 2.0			
Inputs		Outputs	
Diameter (D, mm)	700	Velocity (Vo, m/s)	6,1
Radius/Diameter Ratio (r/D)	1,5	Vel Pres at Vo (Pv, Pa)	18
Flow Rate (Q, L/s)	2.333	Loss Coefficient (Co)	0,34
		Pressure Loss (Pa)	6

- Karaman AAT hava kanalı basınç kaybının veritabanı programı ile hesaplanması

Koku problemine neden olan hidrojen sülfür gazı havadan ağır olduğundan en düşük kottaki noktada birikmektedir. Buna göre hava kanalları kapalı alanlardaki havayı alt seviyelerden çekecek şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 2.12. Kritik Hattın Belirlenmesi

Sistemde emişlerdeki hava debisinin kontrollü olacağı düşünülmüş ve her emişte ayarlı klapeler bulunmaktadır. Aksi halde vakumun en yüksek olduğu fan emişine yakın olan noktalarda fazla debi çekilecek ve ortamda homojen bir hava akışı sağlanamayacaktır. Uzak noktalarda emiş hissedilmeyecektir.

Hesaplamaya başlarken en uzak nokta olan havalandırmalı kum ve yağ tutucu ünitesinden başlanmış olup fan çıkışına kadar tüm hatlar üzerindeki sürekli sürtünme kayıpları, düz borular ve lokal kayıplar, dirsek, katılım ve genişleme gibi noktasal basınç kayıpları hesaplanır. Hesaplanan bu kayıplar toplanır. Sistemin toplam basınç kaybı bulunur.

BÖLÜM 3. BULGULAR

Karaman atıksu arıtma tesisinde kokuya sebebiyet veren üniteler giriş yapısından başlamak üzere arşimedyen pompa bölümü, ince ızgara üniteleri, havalandırmalı kum ve yağ tutucu üniteleri ile çamur yoğunlaştırma üniteleri CTP malzemeler ile kapatılarak çoğul koku kaynaklarının tekil kaynağa indirgenmesi sağlanmıştır.

Üzeri kapatılan havuzlar ve ünitelerin içerisinde iş sağlığı ve güvenliğinin riske atılmaması amacıyla bu ünitelerin içerisinden boru hatları ile biriken kokulu gazların taşınması sağlanmıştır. Cebri havlandırma fanları ile de toplanan bu gazlar atmosfere verilmektedir. Yukarıda belirlenen sabit hız yöntemine göre yapılan hesaplamaların özeti Tablo 3.1.'de sunulmaktadır.

Tablo 3.1. Kanal Basınç Kayıpları Hesap Tablosu

KANAL BASINÇ KAYIPLARI HESAP TABLOSU												
KARAMAN ATIKSU ARITMA TESİSİ		Hava Kanal Hesabı				Sürtünme Kayıpları			Dinamik Kayıplar			TOPLAM KAYIP
		Debi	Debi	Hız	Eşdeğer çap	Boy	Sürtünme Katsayısı	Sür Kaybı	Kayıp Katsayısı	Hız Basıncı	Din. Kayıp	
KISIM		Q	Q	V	DN	L	R	C	-	ΔP		
		m ³ /h	L/s	m/s	mm	m	Pa/m	$\Delta P = LR$	-	Pa	Pa	Pa
1	Konik Emiş	114	32	4,0	100	0					11	11
2	Düz Boru	114	32	4,0	100	1	0,107	10,70				11
3	Dirsek 90 ⁰	114	32	4,0	100				0,34	10	3	3
4	Düz Boru	114	32	4,0	100	6	0,107	64,40				64
5	TEE	229	64	3,6	150				1,39	5	6	6
6	Düz Boru	229	64	3,6	150	6	0,086	27,32				27
7	TEE	343	95	3,0	200				0,02	5	0	0
8	Düz Boru	343	95	3,0	200	6	0,075	12,40				12
9	TEE	457	127	4,0	200				0,53	10	5	5
10	Düz Boru	457	127	4,0	200	6	0,075	22,20				22
11	TEE	572	159	5,1	200				-0,72	10	-7	-7
12	Düz Boru	572	159	3,2	250	6	0,067	10,30				10
13	TEE	685	190	3,9	250				-0,90	10	-9	-9
14	Düz Boru	685	190	3,9	250	6	0,067	14,70				15

Tablo 3.1. (Devamı)

15	TEE	800	222	4,5	250				-0,11	10	-1	-1
16	Düz Boru	800	222	4,5	250	6	0,067	20,00				20
17	TEE	914	254	5,2	250				-0,32	10	-3	-3
18	Düz Boru	914	254	5,2	250	1	0,067	4,40				4
19	Dirsek 90 ⁰	914	254	5,2	250				0,34	16	6	6
20	Düz Boru	914	254	5,2	250	6	0,067	26,20				26
21	TEE	1.828	508	4,0	400				-0,96	16	-16	-16
22	Düz Boru	1.828	508	4,0	400	13	0,055	17,70				18
23	TEE	2.743	762	6,1	400				0,16	16	3	3
24	Düz Boru	2.743	762	6,1	400	4	0,055	12,20				12
25	Bullhead	4.115	1.143	5,8	500				1,57	21	35	35
26	Düz Boru	4.115	1.143	5,8	500	6	0,050	12,40				12
27	WYE	5.291	1.470	7,5	500				-0,16	34	-23	-23
28	Düz Boru	5.291	1.470	7,5	500	6	0,050	20,50				21
29	WYE	6.467	1.796	6,4	600				0,07	51	3	3
30	Düz Boru	6.467	1.796	6,4	600	6	0,047	11,50				12
31	WYE	7.839	2.178	7,7	600				-0,35	36	-13	-13
32	Düz Boru	7.839	2.178	7,7	600	2	0,047	5,60				6
33	Dirsek 45 ⁰	7.839	2.178	7,7	600				0,01	36	3	3
34	Düz Boru	7.839	2.178	7,7	600	7	0,047	19,70				20
35	Dirsek 45 ⁰	7.839	2.178	7,7	600				0,01	36	3	3
36	Düz Boru	7.839	2.178	7,7	600	9	0,047	25,30				25

Tablo 3.1. (Devamı)

37	WYE	8.525	2.368	4,7	800				0,04	43	2	2
38	Düz Boru	8.525	2.368	4,7	800	9	0,042	6,40				6
39	WYE	9.995	2.776	5,5	800				-0,37	18	-7	-7
40	Düz Boru	9.995	2.776	5,5	800	9	0,042	8,80				9
41	WYE	10.730	2.981	5,9	800				-0,34	21	-7	-7
42	Düz Boru	10.730	2.981	5,9	800	14	0,042	15,80				16
43	Dirsek 45 ⁰	10.730	2.981	5,9	800				0,07	21	1	1
44	WYE	11.716	3.254	6,5	800				-0,27	25	-7	-7
45	Düz Boru	11.716	3.254	6,5	800	5	0,042	6,70				7
46	WYE	14.146	3.929	7,8	800				-0,25	37	-9	-9
47	Düz Boru	14.146	3.929	7,8	800	7	0,042	13,70				14
48	WYE	15.196	4.221	8,4	800				-0,28	43	-12	-12
49	Düz Boru	15.196	4.221	8,4	800	3	0,042	6,80				7
50	WYE	16.876	4.688	9,3	800				-0,28	53	-15	-15
51	Düz Boru	16.876	4.688	9,3	800	3	0,042	8,30				8
52	Dirsek 90 ⁰	16.876	4.688	9,3	800				0,34	53	18	18
53	Düz Boru	16.876	4.688	9,3	800	62	0,042	170,80				171
54	Cross	33.727	9.369	8,3	1.200				1,92	53	101	101
55	Dirsek 90 ⁰	33.727	9.369	8,3	1.200				0,34	42	14	14
56	Düz Boru	33.727	9.369	8,3	1.200	4	0,037	5,10				5
57	Dirsek 90 ⁰	33.727	9.369	8,3	1.200				0,34	42	14	14
58	Redüksiyon	33.727	9.369	8,3	1.200				0,41	42	17	17

Tablo 3.1. (Devamı)

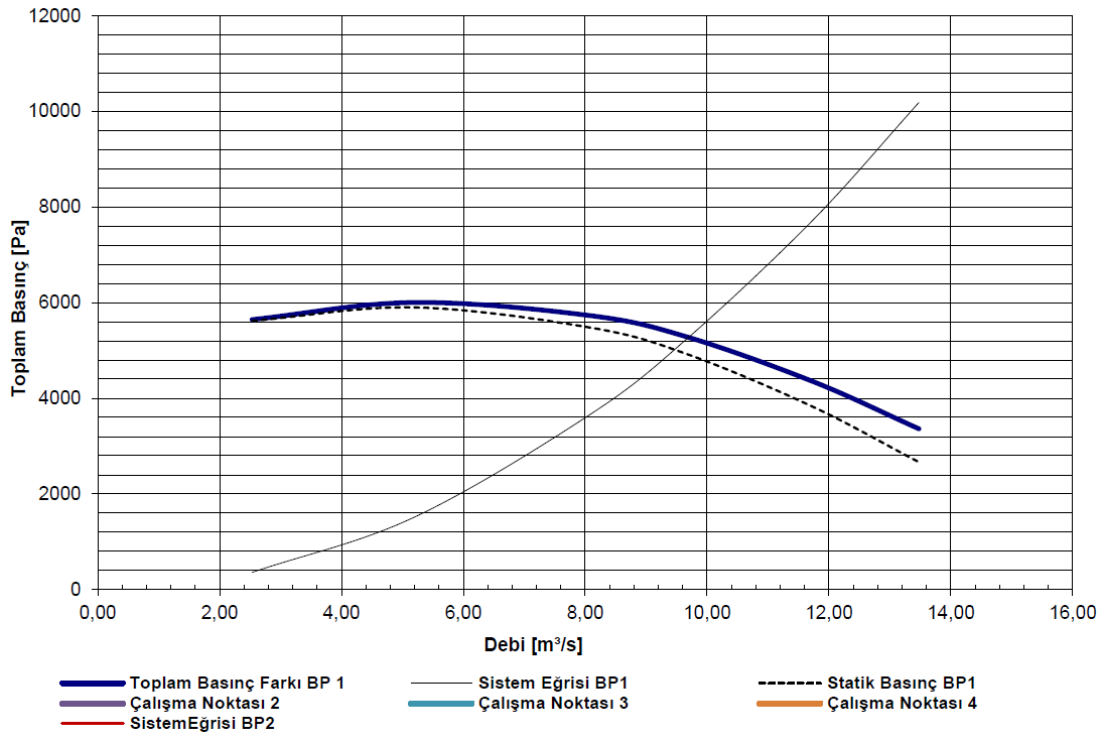
59	Damper	33.727	9.369	8,3	1.200	0,02	42	5	5	
60	Fan Dinamik Kaybı	33.727			1.200				700	
61	Genişleme	33.727	9.369	8,3	1.200	2,34	42	97	97	
62	Damper	33.727	9.369	8,3	1.200	0,02	42	5	5	
63	Diğer Kayıplar	Fan seçiminde koku giderim ünitesi için 2.000 Pa kayıp eklenmiştir.								2.000
									TOPLAM (Pa)	3.503
									Emniyet Faktörü (%30)	1.051
									GENEL TOPLAM (Pa)	4.554

BÖLÜM 4. FAN SEÇİMİ

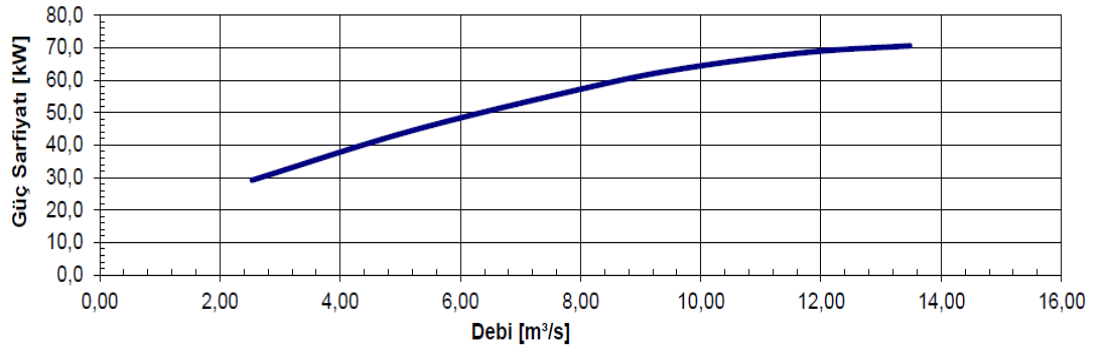
4.1. Fan Seçilme Kriterleri

Hesaplamalar sonucunda toplam basınç kaybı 3.503 Pa bulunmuştur. %30 emniyet faktörü ile 4.554 Pa değeri bulunur. Sistemde kullanılacak fanların basınç sınıfı seçilirken yaklaşık 4.500 Pa ve üzerindeki basınçlar seçilmiştir.

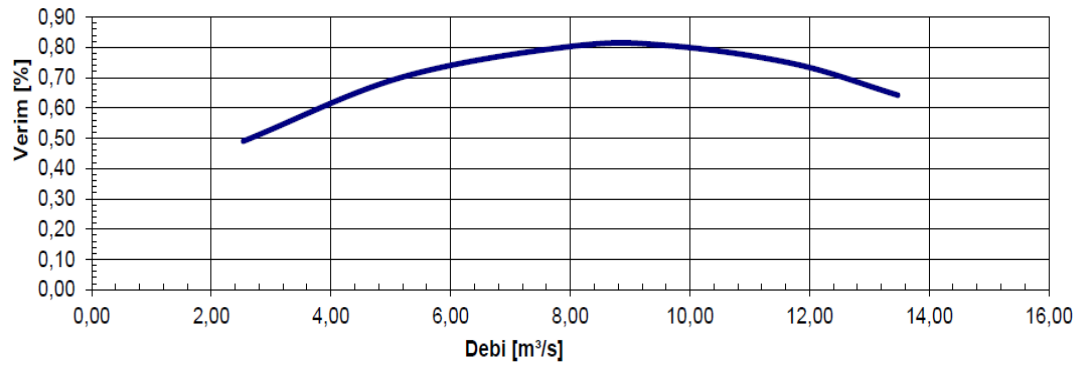
Hesaplar sonucunda seçilen fanın özellikleri aşağıdaki gibidir.



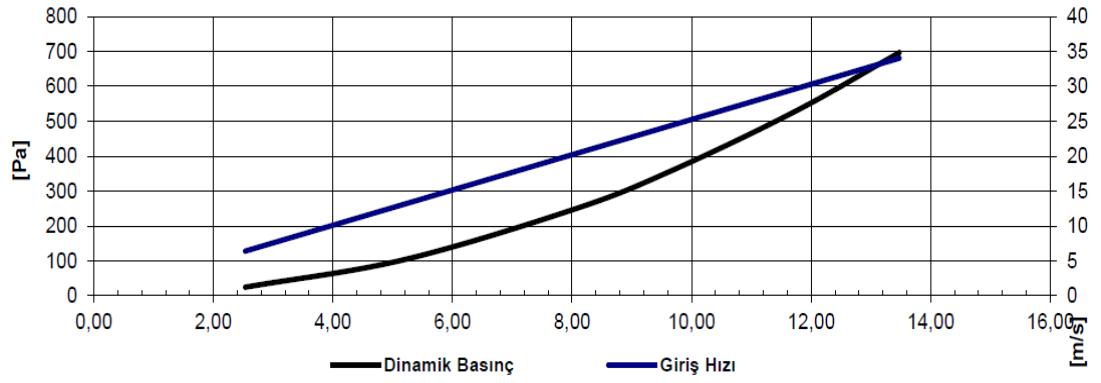
Şekil 4.1. Debi - Basınç Eğrisi



Şekil 4.2. Debi - Güç Sarfıyatı Eğrisi



Şekil 4.3. Debi - Verim Eğrisi



Şekil 4.4. Debi - Dinamik Basınç ve Giriş Hızı Eğrileri

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Karaman atıksu arıtma tesisi giriş yapısı, fiziksel (mekanik) arıtma üniteleri ve çamur yoğunlaştırma ünitelerinden kaynaklanan kokulu gazlar çevre halkı rahatsız etmesi sonucunda çeşitli giderim yöntemleri uygulanmış ve halkın memnuniyeti tam anlamıyla sağlanamamıştır.

Köklü ve kesin çözüm olarak kokuya sebebiyet veren havuzların üzerlerinin kapatılarak, kapatılan bölgede iş sağlığı ve güvenliği riski olabileceğinden dolayı kapatılan bölgeler havalandırma boruları ile donatılmış olup, kötü kokulu gazlar boru hattı ile toplanarak çoğul koku kaynakları tekil kaynağa indirgenmiştir. Boru hatlarından geçen hava sıcak/soğuk farkından dolayı yoğunlaşarak boruların içleri su ile dolarak borular sehim yapmıştır. Sistemdeki boru hatlarına kondens alma noktaları eklenerek hat içerisinde bulunan suyun tahliyesi sağlanarak sehim yapan boruların eski haline dönmesi sağlanmıştır. Boru emişleri kapalı alanlarda zeminden 50 cm yukarıdan başlatılmıştır. Boru emiş kısımlarından kaba partikül vs gibi malzemelerin ortamdaki çekilip hava hattına girmesini önlemek amacıyla emiş ağızlarına ızgaralar yerleştirilmiştir.

Kötü kokulu gazlar fanlardan geçtikten sonra baca sisteminden atmosfere verilmektedir. Bu bacadan atılan atık gazın değerleri anlık olarak ölçülmektedir. Kokunun en fazla olduğu yaz aylarında hidrojen sülfür değeri maksimum 50 ppm ve ortalama 30 ppm olarak ölçülmüştür. Amonyak değeri ise maksimum 30 ppm ve ortalama 15 ppm olarak ölçülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Koh, Sock-Hoon; Shaw, Andrew R. Gaseous Emissions from Wastewater Facilities. *WATER ENVIRONMENT RESEARCH*, 2017, vol. 89, issue 10, pages 1268 – 1280, DOI: 10.2175/106143017X15023776270296.
- [2] Jiang, Guangming; Melder, Denham; Keller, Jurg; Yuan, Zhiguo. 2017. Odor emissions from domestic wastewater: A review. *CRITICAL REVIEWS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, vol.47, issue 17, pages 1581 – 1611, DOI: 10.1080/10643389.2017.1386952.
- [3] Giungato, Pasquale de Gennaro; Gianluigi Barbieri; Pierluigi Briguglio; Sara Amodio; Martino de Gennaro Lucrezia; Lasigna, Francesco. 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*, VL 133, pages 1395-1402. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.05.148.
- [4] Zhou, Yubin; Hallis, Samantha A. Vitko; Tadeo Suffet; Irwin H. (Mel). 2016. Identification, quantification and treatment of fecal odors released into the air at two wastewater treatment plants. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, vol 180, pages 257 – 263. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.05.046.
- [5] Talaiekhosani, Amirreza; Bagheri, Marzieh; Goli, Amin; Khoozani, Mohammad Reza Talaei. 2016. An overview of principles of odor production, emission, and control methods in wastewater collection and treatment systems. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, Vol 170, pages 186 – 206. DOI 10.1016/j.jenvman.2016.01.021.
- [6] Zhang, Chunhui; Wang, Liangliang; Wang, Xiaochan; Lu, Jing; Zhang, Xin; An, Wei; Xiao, Yanting; Li, Lei; Shen, Hangyin; Jing, Weidong; Jiang, Shan. 2016. Odor emission impact assessment of Zhengwangfen wastewater treatment plant in Beijing. *DESALINATION AND WATER TREATMENT*, Vol 57, issue 38, pages 17901 – 17910. DOI: 10.1080/19443994.2015.1086891.

- [7] Giuliani, S.; Zarra, T.; Naddeo, V.; Belgiorno, V. 2015. A novel tool for odor emission assessment in wastewater treatment plant. *DESALINATION AND WATER TREATMENT*, VoL. 55, issue 3, 712 – 717. DOI: 10.1080/19443994.2014.942383.
- [8] Rajbansi, Baisali; Sarkar, Ujjaini; Hobbs, Stephen E. 2014. Hazardous odor markers from sewage wastewater: A step towards simultaneous assessment, dearomatization and removal. *JOURNAL OF THE TAIWAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS*, VoL 45, Issue 4, pages 1549 – 1557. DOI: 10.1016/j.jtice.2013.10.004.
- [9] Chen, Dong; Szostak, Paul. 2013. Factor analysis of H₂S emission at a wastewater lift station: a case study. 2013. *ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT*, VoL 185, issue 4, pages 3551 – 3560. DOI: 10.1007/s10661-012-2809-4.
- [10] Estrada, Jose M.; Kraakman, N. J. R. Bart; Munoz, Raul; Lebrero, Raquel. 2011. A Comparative Analysis of Odour Treatment Technologies in Wastewater Treatment Plants. *ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY*, VoL 45, issue 3, pages 1100 – 1106. DOI 10.1021/es103478j.
- [11] Lebrero, Raquel; Bouchy, Lynne; Stuetz, Richard; Munoz, Raul. 2011. Odor Assessment and Management in Wastewater Treatment Plants: A Review. *CRITICAL REVIEWS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, VoL 41, issue 10, pages 915 – 950. DOI: 10.1080/10643380903300000.

ÖZGEÇMİŞ

Eyüp Fatih AY, 30.07.1986'da Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2004 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü okurken aynı üniversitede İnşaat Mühendisliği bölümünü de ÇAP(Çift Anadal Programı) öğrencisi olarak kazanmıştır. 2009 yılında Çevre Mühendisliğini bölüm üçüncüsü olarak, 2010 yılında ise İnşaat Mühendisliğini tamamlamıştır. 2009 yılında yüksek lisans eğitimine başlamış olup, ders aşamasını tamamladıktan sonra 2010 yılında askerlik vazifesine yedek subay olarak başlamıştır. 2012 yılında Sakarya Büyükşehir Belediyesi SASKİ Genel Müdürlüğü, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Atıksu Arıtmalar Şube Müdürlüğü' nde çalışmaya başlamıştır. Aynı şube müdürlüğünde çalışmaya devam etmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.