



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

**DAVLUMBAZLARDA GÜRÜLTÜ İYİLEŞTİRMEYE YÖNELİK  
SALYANGOZ TASARIMI VE OPTİMİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MUSTAFA TÜRKER YILMAZER**

**HAZİRAN**

**MUSTAFA TÜRKER  
YILMAZER**

**MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HAZİRAN 2023**

**DAVLUMBAZLARDA GÜRÜLTÜ İYİLEŞTİRMEYE YÖNELİK  
SALYANGOZ TASARIMI VE OPTİMİZASYONU**

**Mustafa Türker YILMAZER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ MAKİNA  
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Danışman**

**Prof. Dr. Mehmet Burak BİLGİN**

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2023**

## Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Mustafa Türker Yılmaz tarafından hazırlanan “Davlumbazlarda Gürültü İyileştirmeye Yönelik Salyangoz Tasarımı ve Optimizasyonu” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Mehmet Burak BİLGİN

Makine Mühendisliği, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Başkan:** Prof. Dr. İbrahim KELEŞ

Makine Mühendisliği, Samsun Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sami ATA

Makine Mühendisliği, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 09/06/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit YILDIRIM

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içerisinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mustafa Türker YILMAZER

09/06/2023

# DAVLUMBAZLARDA GÜRÜLTÜ İYİLEŞTİRMEYE YÖNELİK SALYANGOZ TASARIMI VE OPTİMİZASYONU

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa Türker YILMAZER

AMASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAZİRAN 2023

## ÖZET

Davlumbaz veya aspiratörler, mutfaklarda pişirme kaynaklı oluşan havayı emerek dışarıya tahliye etmek veya havayı temizlemek için kullanılan cihazlardır. Bu cihazlar, mutfakta oluşan buhar, duman, yağ buharı, kokular ve diğer kirleticileri emerek ortam havasını daha temiz hale getirmeyi amaçlar. Bu cihazların yüksek çekiş gücüne sahip olması, etkili bir şekilde ortamdaki havayı emebilmeleri ve havanın dışarıya tahliye edilmesini sağlamaları için önemlidir. Ancak yüksek emiş gücü artmasına bağlı olarak gürültü seviyesinde de artış oluşmaktadır. Bu nedenle, salyangoz tasarımı, yüksek performansın yanı sıra düşük gürültü seviyelerini sağlamak için de optimize edilmelidir. Salyangoz tasarımı, davlumbaz veya aspiratörlerin performansı ve gürültü seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan bir faktördür. Salyangoz, cihazın içindeki ve ortamdaki havayı emerek dışarıya tahliye ederken hava akışını yönlendiren bir bileşendir. Tasarım değişikliği ile hava akışı düzenlenerek gürültü seviyesi azaltılabilir. Optimize edilmiş bir tasarım, yüksek çekiş gücüyle birlikte daha düşük gürültü seviyeleri sağlayarak, kullanıcıların isteklerine yanıt verebilir.

Radyal salyangozlarda gürültü seviyesini etkileyen parametrelerden birisi kıvrımlı dil yapısıdır. Kıvrımlı dil parametresi, salyangozun iç yapısında yer alan ve hava akışını düzenleyen kıvrımlı bir yapıdır. Bu parametre, hava akışının yönlendirilmesi ve basınç oluşturulması için önemlidir. Çalışmada, kıvrımlı dil ile pervane arasındaki mesafe aynı kalacak şekilde 1 mm çap ölçüsünden başlanılarak 13 mm çap ölçüsüne kadar 2 mm artış olacak şekilde 7 farklı kıvrımlı dilin debi ve gürültü seviyesine etkisi incelenmiştir. Deneysel çalışmanın yapılabilmesi için radyal salyangozun dil kısmı kesilerek boşaltılmıştır. Üç boyutlu yazıcıdan çıkarılan parçalar bu salyangoz üzerine hava akışını bozmayacak şekilde monte edilerek 7 farklı test numunesi elde edilmiştir. Davlumbaz ve aspiratörde yağ tutuculuğu artırmak için farklı katmanlı filtre kullanımı bulunmaktadır. Katman sayısı arttıkça filtrenin yağ tutuculuğu artmaktadır. Yapılan 7 farklı numune için 3 katmanlı ve 5 katmanlı yağ filtresi kullanımı olacak şekilde testler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen test sonuçları incelendiğinde 9 mm çap ölçüsüne sahip kıvrımlı dil yapısında her iki filtrenin kullanımında da en yüksek çekiş gücü ve en düşük gürültü seviyesinin olduğu görülmüştür. 3 katmanlı yağ filtresi için dil çapı 1 mm'den 9 mm'ye değiştirildiğinde yaklaşık 15 m<sup>3</sup>'lük çekiş gücü artışı ve 1,5 dB'lik bir gürültü seviyesi azalması gerçekleştirilmiştir. 5 katmanlı yağ filtresi için dil çapı 1 mm'den 9 mm'ye değiştirildiğinde yaklaşık 18 m<sup>3</sup>'lük çekiş gücü artışı ve 1,9 dB'lik gürültü seviyesi azalması gerçekleştirilmiştir. Yapılan tasarım değişikliği ile radyal salyangoz optimizasyonu sağlanarak hem debi seviyesinde artış hem de gürültü seviyesinde azalma gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Davlumbaz, Ses, Debi, Gürültü, Motor Bloğu  
Sayfa Adedi : 71  
Danışman : Prof. Dr. Mehmet Burak BİLGİN

SNAIL DESIGN AND OPTIMIZATION FOR NOISE IMPROVEMENT IN HOODS  
(M. Sc. Thesis)

Mustafa Türker Yılmaz

AMASYA ÜNİVERSİTESİ  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
JUNE 2023

ABSTRACH

Hoods or extractor hoods are devices used in kitchens to absorb and evacuate the air from cooking sources or to clean the air. These devices aim to make the ambient air cleaner by absorbing the steam, smoke, oil mist, odors and other centers formed in the kitchen. It is important for these devices to have high traction, to effectively absorb the air in the environment and to provide the exhaust pipe of the air. However, due to the high suction power increase, the noise level also consists of the array. Therefore, the snail design must be optimized to provide low sound insulation as well as high performance. The snail design is a factor that has a significant impact on the performance and noise level of a hood or extractor hood. The snail is an influence that directs the air assessment while breathing inside the device and by absorbing the air in the environment. Review the noise level by arranging the air tank with the design change. An optimized design can better respond to users' expectations by providing lower sound levels with high traction.

One of the parameters affecting the noise level in radial snails is the curved tongue structure. The curved tongue parameter is a convoluted structure in the internal structure of the snail that regulates the air flow. This parameter is important for directing the air flow and creating pressure. In the study, the effect of 7 different curved tongues on the flow rate and noise level, starting from 1 mm diameter and increasing 2 mm up to 13 mm diameter, keeping the distance between the curved tongue and the propeller the same. In order to carry out the experimental study, the tongue part of the radial snail was cut and emptied. The parts removed from the 3D printer were mounted on this snail in a way that would not disrupt the air flow, and 7 different test samples were obtained. Different layered filters are used to increase oil retention in the hood and aspirator. As the number of layers increases, the oil retention of the filter increases. Tests were carried out using 3-layer and 5-layer oil filters for 7 different samples. When the test results obtained are examined, it is seen that the highest traction power and the lowest noise level occur in the use of both filters in the folded tongue structure with a diameter of 9 mm. For the 3-layer oil filter, changing the tongue diameter from 1 mm to 9 mm resulted in an increase in traction of about 15 m<sup>3</sup> and a noise level reduction of 1.5 dB. For the 5-layer oil filter, changing the tongue diameter from 1 mm to 9 mm resulted in an increase in traction of approximately 18 m<sup>3</sup> and a noise level reduction of 1.9 dB. With the design change, both an increase in the flow level and a decrease in the noise level were achieved by providing radial volute optimization.

Page Number : Hoods, Sound, Flow, Noisy, Engine Block  
Key Words : 71  
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mehmet Burak BİLGİN

## ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez konusunu bana veren, çalışmalarım boyunca destekleyen, yönlendiren ve yazımı sırasında bana zaman ayırarak yardımını esirgemeyen tez danışmanın Prof. Dr. Mehmet Burak BİLGİN'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tez dönemi boyunca benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevdiğim eşime, aileme ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca hazırlanan numune ürünlerden yapılan testlere kadar desteklerini esirgemeyen SILVERLINE ENDÜSTRİ ailesine teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACH .....	v
ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Literatür Araştırması .....	2
2. GENEL BİLGİLER .....	7
2.1. Davlumbazların Çalışma Sistemi.....	7
2.1.1. Hava tahliyesine göre .....	8
2.1.2. Kullanım yerlerine göre.....	11
2.2. Davlumbazlarda Kullanılan Motorlar .....	16
2.2.1. Alternatif akım (AC) elektrik motoru.....	17
2.2.2. Doğru akım (DC) elektrik motoru .....	20
2.3. Davlumbazlarda Kullanılan Filtreler .....	21
2.3.1. Yağ filtresi .....	21
2.4. Davlumbazlarda Kullanılan Fanlar .....	23
2.3.2. Karbon filtre .....	22
2.4.1. Radyal (merkezkaç) fanlar.....	24
3. METOT.....	27

	<b>Sayfa</b>
3.1. Davlumbazın Debi Ölçümü .....	27
3.1.1. Dâhili vantilatöre sahip emici davlumbaz .....	28
3.1.2. Dâhili vantilatöre sahip olmayan davlumbazlar .....	29
3.1.3. Bina içerisinde kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar .....	29
3.1.4. Bina dışında kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar .....	30
3.2. Sıvı Dinamiği Endeksinin (FDE <sub>hood</sub> ) Hesaplanması .....	32
3.3. Enerji Verimlilik Endeksinin (EEI <sub>hood</sub> ) Hesaplanması .....	34
3.4. Enerji Verimlilik Sınıfının Belirlenmesi .....	35
3.5. Davlumbazlarda Ses Ölçümü .....	36
3.5.1. Karşılaştırma yöntemi ile hesaplanması .....	41
3.5.2. Bir yansıma düzlemi üzerindeki serbest alan şartlarında hesaplanması .....	41
3.5.3. Özel çınlamalı deney odalarında doğrudan yöntem ile hesaplanması .....	42
3.6. Üç Boyutlu Yazıcı .....	42
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR .....	44
4.1. R1 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları .....	52
4.2. R3 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları .....	53
4.3. R5 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları .....	55
4.4. R7 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları .....	57
4.5. R9 Radyal Salyangoz Test Numunesi .....	59
4.6. R11 Radyal Salyangoz Test Numunesi .....	60
4.7. R13 Radyal Salyangoz Test Numunesi .....	62
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	67
KAYNAKLAR .....	69

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Davlumbaz için akışkan dinamik verimlilik sınıfları .....	33
Çizelge 3.2. Enerji verimlilik sınıfı.....	35
Çizelge 3.3. Yönetmeliğin uygulandığı tarihler.....	36
Çizelge 4.1. R1 ölçüm sonuçları .....	53
Çizelge 4.2. R3 ölçüm sonuçları .....	54
Çizelge 4.3. R5 ölçüm sonuçları .....	56
Çizelge 4.4. R7 ölçüm sonuçları .....	58
Çizelge 4.5. R9 ölçüm sonuçları .....	60
Çizelge 4.6. R11 ölçüm sonuçları .....	61
Çizelge 4.7. R13 ölçüm sonuçları .....	63
Çizelge 4.8. 3 katmanlı ve 5 katmanlı ölçüm sonuçları tablosu .....	64

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Salyangoz dilinin eğimli kesimi .....	2
Şekil 1.2. Radyal fan ve salyangoz parametreleri.....	3
Şekil 1.3. Radyal fanındaki pervane ile salyangoz dili mesafeleri .....	4
Şekil 2.1. Bacasız kullanım.....	9
Şekil 2.2. Bina merkezi havalandırmasının kullanımı .....	10
Şekil 2.3. Harici motor kullanımı .....	11
Şekil 2.4. Radyal fan tipleri .....	25
Şekil 3.1. Dâhili vantilatöre sahip emici davlumbazlar .....	28
Şekil 3.2. Dâhili vantilatöre sahip olmayan davlumbazlar .....	29
Şekil 3.3. Bina içerisinde kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar.....	29
Şekil 3.4. Bina dışında kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar.....	30
Şekil 3.5. Debi-basınç eğrisi .....	31
Şekil 3.6. En iyi verimlilik noktalarındaki BEP değerleri .....	33
Şekil 3.7. Mikrofon yerleşimi .....	38
Şekil 3.8. Özel çınlamalı test odası.....	39
Şekil 4.1. Test ürünü ölçüleri.....	45
Şekil 4.2. İleri eğimli kanatlı radyal fan .....	45
Şekil 4.3. Radyal Salyangoz .....	46
Şekil 4.4. Hava emiş alanı.....	48

**RESİMLER DİZİNİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.1. Bacalı kullanım.....	9
Resim 2.2. Sürgülü/Gömme tip ürünler.....	11
Resim 2.3. Duvar tipi piramit ürünler.....	12
Resim 2.4. Duvar tipi dekoratif ürünler.....	13
Resim 2.5. Duvar tipi t modeller.....	13
Resim 2.6. Ada tipi ürünler.....	14
Resim 2.7. Tavan tipi ürünler.....	14
Resim 2.8. Abajur tip ürünler.....	15
Resim 2.9. Tezgâhtan emişli ürünler.....	16
Resim 2.10. AC motor.....	17
Resim 2.11. Kare motor.....	19
Resim 2.12. Kapasitif motor.....	19
Resim 2.13. Fırçasız DC motor.....	21
Resim 2.14. Yağ filtresi.....	22
Resim 2.15. Karbon filtre.....	23
Resim 2.16. Radyal fan.....	24
Resim 2.17. İleri eğimli kanatlı radyal fan.....	25
Resim 3.1. Debi basınç test cihazı.....	31
Resim 3.2. Yalıtım Malzemesi.....	37
Resim 3.3. Yarı çınlamalı deney odası.....	38
Resim 3.4. Veri toplama cihazı.....	40
Resim 3.5. Ses gücü ekranı.....	40
Resim 3.6. Stratasys F770.....	42

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.7. 3B kıvrımlı dil numuneleri .....	43
Resim 4.1. Radyal salyangoz dil konumu.....	47
Resim 4.2. Salyangoz dil ölçüleri .....	47
Resim 4.3. Asenkron motor rpm değerleri.....	49
Resim 4.4. Asenkron motor montaj detayları .....	49
Resim 4.5. Alüminyum ve karbon filtre .....	50
Resim 4.6. Radyal salyangoz test numunesi.....	50
Resim 4.7. 3B parçaların salyangoza montajı.....	51
Resim 4.8. Davlumbaz test numunesi.....	51
Resim 4.9. R1 numunesine ait görseller .....	52
Resim 4.10. R1 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	53
Resim 4.11. R3 numunesine ait görseller .....	54
Resim 4.12. R3 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	55
Resim 4.13. R5 numunesine ait görseller .....	56
Resim 4.14. R5 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	57
Resim 4.15. R7 numunesine ait görseller .....	57
Resim 4.16. R7 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	58
Resim 4.17. R9 numunesine ait görseller .....	59
Resim 4.18. R9 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	60
Resim 4.19. R11 numunesine ait görseller .....	61
Resim 4.20. R11 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	62
Resim 4. 21. R13 numunesine ait görseller .....	62
Resim 4.22. R13 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği.....	63
Resim 4.23. Ses sonuçlarının kıyaslanması .....	65

**Resim****Sayfa**

Resim 4.24. Debi sonuçlarının kıyaslanması.....	65
---	----



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
Se	Pervane ile dil arasındaki mesafe
$\alpha$	Dil konum açısı
Rt	Dil yarıçapı
D <sub>2</sub>	Pervane dış çapı
Q <sub>BEP</sub>	Aspiratörün en verimli noktadaki hava akımı
W <sub>BEP</sub>	Aspiratörün en verimli noktadaki elektrik gücü
P <sub>BEP</sub>	Aspiratörün en verimli noktadaki statik basınç farkı
f	Zaman artış faktörü
W <sub>L</sub>	Aydınlatmanın nominal elektrik gücü
t <sub>L</sub>	Günlük ortalama aydınlatma süresi
t <sub>H</sub>	Günlük ortalama davlumbaz çalışma süresi
S	Ölçüm yüzey alanı
L <sub>pmc</sub>	Arka plan gürültüsü
LWA	Ses gücü
LPA	Ses basıncı
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
URANS	Reynolds ortalımalı Navier-Stokes denklemi
BEM	Sınırlı eleman yöntemi
AC	Alternatif akım

DC	Doğru akım
BLDC	Fırçasız doğru akım motoru
EN	Avrupa normu
FDE	Sıvı dinamiği endeksi
AEC	Yıllık enerji tüketimi
SAEC	Standart yıllık enerji tüketimi
EEl	Enerji verimliliği endeksi
RSS	Ses basıncı seviyesi
RPM	1 dakika içerisindeki donüş/devir sayısı

## 1. GİRİŞ

Davlumbazlar günümüzde her evin vazgeçilmez bir parçası olarak mutfaklarda yer almaktadır. Yemek pişirme sırasında oluşan kokunun en aza indirilebilmesi için birçok tipte davlumbaz üretimi yapılmaktadır. Asıl amaç yemek pişmesi sırasında oluşan kötü kokuların ev içerisine yayılmadan tahliye edilmesidir. Mutfaklarda dekoratif aydınlatma amaçlıda kullanılan bu cihazlar oldukça gürültülü olabilmektedir. Ürün tipine göre bu ses şiddeti azaltılabiliyor olmasına rağmen genel olarak davlumbazların çekiş gücü arttıkça ses seviyesinde ciddi artışlar olmaktadır.

Davlumbazlar mutfaktaki yaşamı iyileştirmek ve daha dekoratif bir görüntü sağlaması için önemi her geçen gün artan bir mutfak ürünüdür. Özellikle mutfakta uzun zaman geçiren kişiler için dış görünüşten ziyade performans parametresi daha çok önem kazanmaktadır. Günümüzde artan küresel ısınmaya karşı insanlar ve şirketler daha çevreye duyarlı ürünler kullanımına yönelmişlerdir. Bundan dolayı enerji tasarruflu ürünler üretilirken yüksek debi ve düşük ses gücü beklentisi sürekli artmaktadır (Ma, Andrews-Speed, Zhang, 2013).

Günümüzde kullanıcı ihtiyaçları ve talepleri sürekli olarak artmaktadır. Mutfaklara daha dekoratif bir görünüm kazandırmak amaçlı dizayn edilen davlumbazlarda aydınlatma, debi, enerji sınıfı ve gürültü seviyesi dikkat edilmesi gereken özelliklerdir. Mutfakların vazgeçilmez cihazı olan aspiratörler ve davlumbazların tek farkı görüntü ve hava çekiş gücüdür. Davlumbazlar genellikle mutfak dolapları arasına konumlandırılmaktadır. Davlumbazlar, aspiratörlere göre daha büyük hacimli cihazlardır. Daha büyük olması sebebi ile daha büyük motor blokları bu ürünler içerisine monte edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum daha güçlü motor kullanımlarına olanak sağlamaktadır. Kullanılan motor gücünün artması doğru orantılı olarak gürültü oluşumuna neden olmaktadır. Gürültü seviyesine etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Motor bloğunun tasarımı, kullanılan fan, yağ filtresi katman sayısı gibi parametreler gürültü oluşumunda farklılıklar oluşturmaktadır.

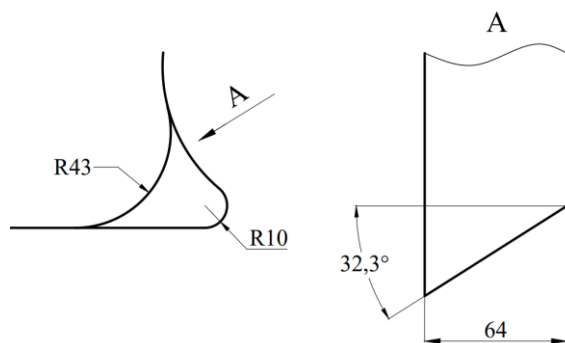
Kullanıcılar mutfaklarında dekoratif bir görüntü ile birlikte kokudan ve buhardan uzak tutacak bir aspiratör/davlumbaz istemektedir. Farklı ürün tiplerinde ses azaltmaya yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Genelde ses çalışmalarının ürünün üretime girmesinden önce tamamlanması gerekmektedir.

Bu çalışma sırasında salyangozun hem ses hem de debi ölçümleri ilgili standartlara göre kontrol edilecektir. Radyal fan salyangozunun dil olarak adlandırılan kısmı için 7 farklı numune yapılarak deneysel çalışma yapılmıştır. Elde edilen numune salyangozun dil kısmı boşaltılarak, üç boyutlu (3B) yazıcıdan alınan kıvrımlı dil parçaları salyangoz üzerine monte edilmiştir. Salyangoz dilinin debiye ve gürültüye olan etkisi ele alınarak en uygun değer in kıyaslaması gerçekleştirilmiştir.

### 1.1. Literatür Araştırması

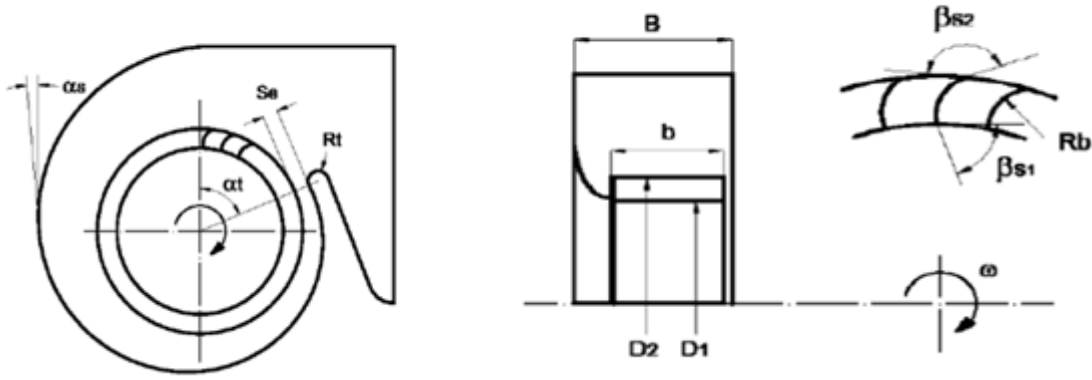
Sincap kafesli fan veya Sirocco fanı olarak da adlandırılan öne eğimli kanatlı radyal fanlarda gürültü incelemesi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Gürültü iyileştirme için farklı konu başlıklarında çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Radyal fanın basınç ve debi değerlerine başta rotor üzerindeki kanat sayısı, kanat geometrisi, kanat mesafesi vb. parametreler rol oynarken, salyangozda bulunan dil yarıçapı, dil konumu da oldukça önemlidir. Salyangozda bulunan dil yarıçapı ile ilgili çalışmalar aşağıdaki bölümde incelenerek sunulmuştur.

Cai ve arkadaşları, bir santrifüj fanın geçiş frekansı gürültüsünü azaltmak için eğimli kesme yöntemini test etmiştir. Orijinal sarmal dil ile değiştirilmiş kıvrımlı dil arasında oluşan gürültü farklılığı incelenmiştir. Yapılan bu çalışmada yuvarlatılmış dilin keskin haline kıyasla daha gürültüsüz olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada kanat sayısı, dönüş hızı ve boğaz boşluğu üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda en etkili kısmın boğaz boşluğu olduğu belirtilmiştir. Bu araştırmada debi ve basınç kaybında değişiklik olmazdan salyangozun dilinin geometrisinin değiştirilerek tonal gürültünün iyileştirilebileceği görülmüştür (Cai ve diğerleri, 2010).



Şekil 1.1. Salyangoz dilinin eğimli kesimi

Roth, radyal bir fan ve fan salyangozunun parametrelerini şematik olarak göstermiştir. Çalışmada öne eğimli radyal kanatlı bir fan ve salyangozun parametreleri Şekil 1.2'deki verilmiştir. Yapılan doktora tezinde  $\alpha_t$  ile belirtilen dil konum açısı ile  $R_t$  ile belirtilen dil yarıçapının radyal fanlarda akışı etkileyen en önemli parametreler olduğu belirtilmiştir. Roth yapmış olduğu bu çalışmada  $S_e$  olarak belirtilen dil ile rotor arasındaki minimum mesafe için rotor çapının 0,08 katı olması gerektiğini belirtmiştir (Roth, 1979).



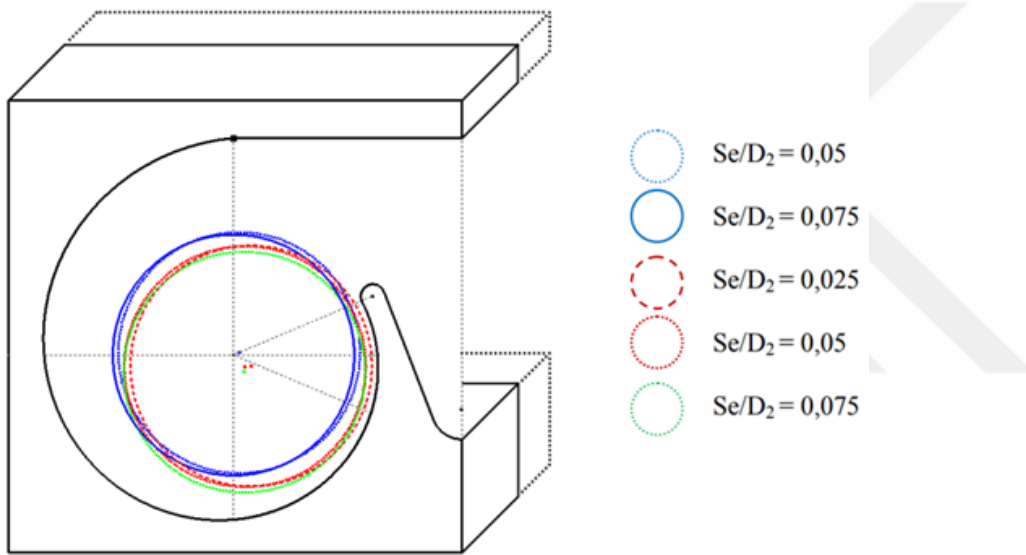
Şekil 1.2. Radyal fan ve salyangoz parametreleri

Güney, çamaşır kurutma makinasında kullanılan radyal fanın hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizlerini yapmıştır. Literatür araştırması sonucunda elde etmiş olduğu salyangoz parametrelerinden dil yarıçapı dil konumu açısı, dil sonrasında bulunan difüzör açısını ve emiş ağzı çapını farklı değerler kullanarak analiz gerçekleştirmiştir. Yapılan bu çalışmada dil yarıçapının basınç katsayısına ve debi katsayısına olan etkisini incelenmiştir. Salyangoz dili ile rotor arasındaki mesafe sabit tutularak dil yarıçapı değiştirilerek elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır (Güney, M. 2016).

Darvish, ileri eğimli radyal fanların gürültüsü de ton gürültü ve geniş bant gürültüsü olarak ikiye ayırmaktadır. Ana kaynak bölgesi, çarktan çıkan havanın salyangozun yüzeyi ile etkileşiminden oluşmaktadır. Darvish çalışmasında fanın gürültü seviyesini incelemek için kademeli diller gibi farklı salyangoz dilleri tasarlamıştır. Tasarıma uygun prototipleri yapılmıştır ve test edilmiştir. Yapılan çalışmada eğimli kesme modellerinin farklı yarıçaplarda oluşturulan prototiplerinin çalışması sırasındaki debi aralıklarında oluşturduğu gürültü seviyeleri ele alınmıştır. Özellikle büyük yarıçaplı dil kullanımını 350 – 450 m<sup>3</sup>/h

debi aralığındaki çalışmada gürültü seviyesini en aza indirmekte olduğunu tespit etmiştir (Darvish, 2015).

Duaso, radyal bir fan salyangozunda rotor ile dil arasındaki mesafenin debiye ve basınca olan etkisini incelemiştir. Belirtilen bu mesafenin azaltılması ve artırılması durumundaki debi basınç grafikleri çıkarılmıştır. Bu mesafe azaldıkça debide ve basınçta artış olduğu tespit edilmiştir. Mesafe arttırıldıkça debi ve basınç değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Şekil 1.3’de yapılan deneydeki mesafelere ait ölçüler belirtilmiştir.  $Se$  pervane ile dil arasındaki kısmı,  $D_2$  ise pervanenin çapını ifade etmektedir (Duaso, 2011).



Şekil 1.3. Radyal fanındaki pervane ile salyangoz dili mesafeleri

Velarde-Su'arez ve arkadaşları, pervane ile dil arasındaki mesafeyi artırmanın debi ve ses üzerindeki etkisini araştırmıştır. Mesafenin artırılması ses basıncını azalttığını ve akış hızının azaldığını göstermektedir. Bahsedilen performans düşüşünü telafi edebilmek için salyangozun kesme ucunu  $30^\circ$  bükerek kıvrımlı dilin hafif bükülmesi durumunda performansta bir değişim olmadan ton gürültüsünde bir azalmaya yol açtığı sonucuna varmışlardır (Velarde-Su'arez ve diğerleri, 2018).

Neise, santrifüj fanlarda gürültü azaltmaya yönelik literatür taraması bu konu hakkında en yaygın kabul gören çalışmadır. Bu çalışmada pervane ile dil arasındaki mesafenin

artırmanın, verimliliğin azalmasına neden olduğu ve fan performansına olumsuz etkileri ele alınmıştır (Neise, 1976).

Leist ve arkadaşları, radyal fanlarda gürültü azaltmaya yönelik yaptıkları çalışmada fan ile ilgili iki parametreyi test etmişler. Birincisi pervane dil arası açıklık, diğeri ise salyangozun hacmidir. Pervane ve dil arasındaki açıklığın artırılmasının tüm çalışma noktalarında ses gücünün azalmasına sebep olduğunu sonucuna varmışlardır (Leist, Roth, Zierep, 1979).

Jeon, radyal fan içerisindeki akış alanını ve tonal gürültüsünü hesaplamak için ayrı girdap yöntemini kullanmıştır. Yapılan bu çalışmada sayısal tonal gürültü tahminleri ile deneysel sonuçların tutarlı olduğundan bahsedilmiştir. Pervane ile dil arasındaki boşluğun fanın tonal gürültüsündeki en yüksek etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır (Jeon, 2003).

Petrov ve arkadaşları, radyal uçlu kanatlara sahip bir radyal fanın ön ve arka kenarlarında geçiş ağları kullanarak yeni bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada kanatların giriş kısmı önde ve arka kenarları ise radyal olarak sonlanmaktadır. Bu sayede akışın ayrılma kısmı kanadın arka kenarlarına yönlendirilerek pervane kanatlarındaki akışı ve türbülansı iyileştirmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, farklı frekans aralıklarında ses basıncında 4-9 dB azalmakta faydalı olmakla birlikte, fan veriminde %15'e varan düşüşler tespit edilmiştir (Pertrov, Khoroshev, Novoshilov, 1997).

Lyons ve arkadaşları, küçük pervane geometrisine sahip fandaki eğimli dilin etkilerini araştırmışlardır. Test edilen pervanenin dış çapı 101,6 mm ve iç çapı 63,5 mm'dir. Yapılan çalışmada maksimum ses azaltma, pervaneye yakın olan bir kesme dili ile elde edilmiştir. Yaklaşık 10 dB'lik bir iyileşme elde edilmiştir (Lyons ve Platter, 1963).

Datong ve arkadaşları, eğimli dillerin endüstriyel fanlar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmadaki fanda geriye eğimli kanat tasarımına benzer olacak biçimde giriş genişliğinin çıkış genişliğinden daha büyük olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlarda ses basıncı seviyesinde düşüş ve geniş bant gürültüsünde ihmal edilebilecek bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Datong ve diğerleri, 2009).

Heo ve arkadaşları, geriye eğimli radyal bir fanın yakın alan dalgalanmalarını elde etmek için kararsız reynolds ortalamalı Navier-Stokes denklemi(URANS) simülasyonları kullanmışlardır. Fanda oluşan gürültüyü tahmin etmek için ise sınır elemanı yöntemi(BEM) kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada sayısal sonuçlara dayanarak fanın ses seviyesine 2,2 dB'e kadar azaltan S biçimli kanatlar tasarlanmıştır (Heo, Cheong, Kim, 2011).

Lee ve arkadaşları, ev tipi bir buzdolabında kullanılan geriye eğimli bir radyal fanın ton gürültüsünü tahmin etmek ve azaltmak için BEM yöntemini kullanmıştır. Belirlenen tasarım parametrelerinin fanın tonal gürültüsündeki etkilerini niteliksel olarak incelemek için çalışmayı sürdürmüşlerdir. Fanın ton gürültüsünü dil boşluğunu artırarak %40 oranında 3 dB'ye kadar azaltmayı başarmışlardır (Lee, Heo, Cheong, 2010).

Karant ve Sharma, pervane ile dil arasındaki boşluğun üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Yapılan bu çalışmada dil ile pervane arasındaki mesafenin, fan çıkışındaki basınç dalgalanmalarına neden olduğu tespit edilmiştir. 6 farklı deneme yapılarak karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar kıyaslanarak en uygun mesafe belirlenmiştir. Dil ile pervane arasındaki mesafenin az veya çok olması durumunda statik basınç kaybında artış olduğu tespit edilmiştir (Karant ve Sharma, 2009).

Hançerli, radyal fanların kanat geometrisi ve kanat tiplerinin fan performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Aynı ayrı ele alınan parametreler ile performans sonuçlarındaki değişiklikler incelenmiştir. Yapılan çalışmada, kanat giriş açısı, kanat çıkış açısı, kanat uzunluğu ve kanat sayısının performansa olan etkileri incelenmiştir (Hançerli, 2019).

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Davlumbazların Çalışma Sistemi

Aspiratör, ortamda bulunan gaz halindeki kirli havanın bulunduğu yerden uzaklaştırılmasına yarayan cihazlardır. Mutfaklarda yemek yapılırken oluşan koku, yağ, is ve kirli havanın tahliye edilmesi için kullanılmaktadır. Hava tahliyesi aspiratörün gövdesi içerisinde yer alan motorlar sayesinde sağlanmaktadır. Motor gücüyle çalışan fan yardımıyla bulunduğu ortamdaki gaz halindeki kirli havayı alüminyum filtresinde toplamaktadır. Aspiratörler mutfaklarda genellikle dolap altlarına takıldıkları için yerden tasarruf sağlamaktadırlar.

Davlumbazlar temel olarak aspiratörlerle aynı görevi sağlayan cihazlardır. Kirilenmiş havayı içine çeken ve havalandırma sistemine aktaran havalandırma sistemi üniteleridir. Mutfakta oluşan dumanların, kirletici havanın, oluşan ısının ve nemin filtre edilerek atılmasına yarayan cihazlardır. Aspiratörlere göre daha büyük hacimli olduklarından mutfaklarda daha fazla yer kaplamaktadır.

Davlumbaz ve aspiratör arasındaki fark; görünüş farklılığı ve modeline bağlı değişiklik gösteren hava çekiş güçleridir. Davlumbazlar daha hacimli cihaz olduklarından daha güçlü ve büyük motorların kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu durum davlumbazların daha yüksek hava çekişine olanak sağlamaktadır.

Davlumbaz ve aspiratörün amacı ortamda oluşan buharı, yağı, dumanı ve pişirme sırasında çıkan kötü kokuyu bulunduğu ortamdan tahliye ederek ortamın hava kalitesini arttırmaktır.

Davlumbaz ürünü pişirme işlemi yapılan her ortamda kullanılmaktadır. Bu ortamlara örnek olarak aşağıdaki kullanım alanları verilebilir (Deha, 2019);

- Ev/Mutfak Alanı
- Restoranlar
- Endüstriyel Mutfaklar

- Açık Hava Barbeküler
- Oteller

Davlumbazların hem tasarım olarak hem de hava tahliyesi olarak birçok çeşidi bulunmaktadır. Bunlar;

### **2.1.1. Hava tahliyesine göre**

Kullanıcılar davlumbazları kullanacağı ev/bina yapısına göre farklı tipte ürünler seçebilmektedir. Dünya genelinde farklı yapı özellikleri bulunduğu için davlumbazların kullanım farklılıkları olabilmektedir. Binalarda bulunan havalandırma sistemleri veya baca delikleri farklı kullanım olanakları sağlamaktadır. Hava tahliyesine göre davlumbazlar başlıca 4 ana bölümden oluşmaktadır.

Bu kullanım şekilleri aşağıdaki gibidir;

- Bacalı kullanım
- Bacasız kullanım
- Bina merkezi havalandırmasının kullanımı
- Harici motor kullanımı

#### **Bacalı kullanım**

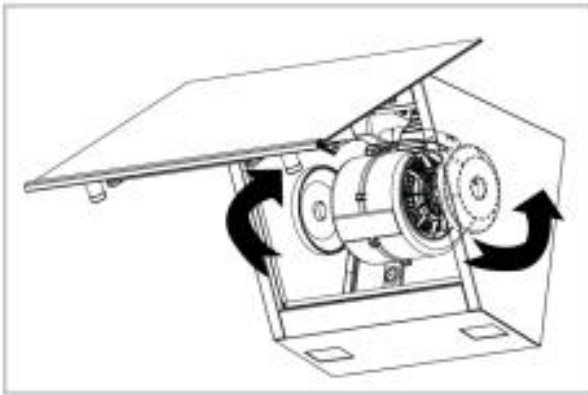
Evin yapısına bağlı olmakla birlikte en yaygın kullanılan türdür. Bu kullanım türü için kullanılacak yapının baca deliğinin olması gerekmektedir. Bir alüminyum spiral borunun bir ucu davlumbazın hava çıkış noktasına bağlanırken diğer ucu ise bina havalandırılmasına bağlanılmaktadır. Ortamdan emilen hava öncelikle yağ filtresinden geçtikten sonra bina havalandırma boşluğuna aktarılmaktadır. Bu sistem Resim 2.1’de görüldüğü gibi emilen havanın dışarıya tahliye edilmesi sistemiyle çalışmaktadır.



Resim 2.1. Bacalı kullanım

### Bacasız kullanım

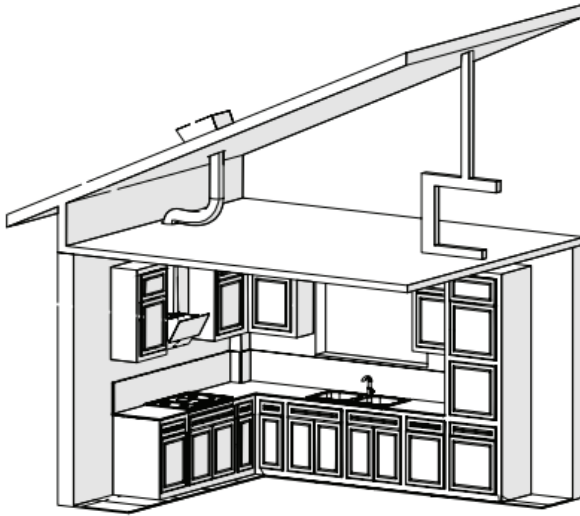
Genellikle yapıların baca çıkışı olmadığı alanlarda kullanılmaktadır. Binanın kendi havalandırması bulunmadığında davlumbazdan gelen havanın tahliye edilmesi mümkün değildir. Bu tarz durumlarda emilen hava önce yağ filtresinden geçer sonrasında karbon filtreden geçirilerek havanın temizlenmesini sağlar. Bu hava tekrardan aynı ortama yönlendirilir. Ayrıca egzoz edilen hava ortama verilmektedir. Bu kullanım tipinde hava iki filtreden geçirilmektedir. Karbon filtrenin genel kullanımını Şekil 2.1'deki gibidir.



Şekil 2.1. Bacasız kullanım

### Bina merkezi havalandırılmasının kullanımı

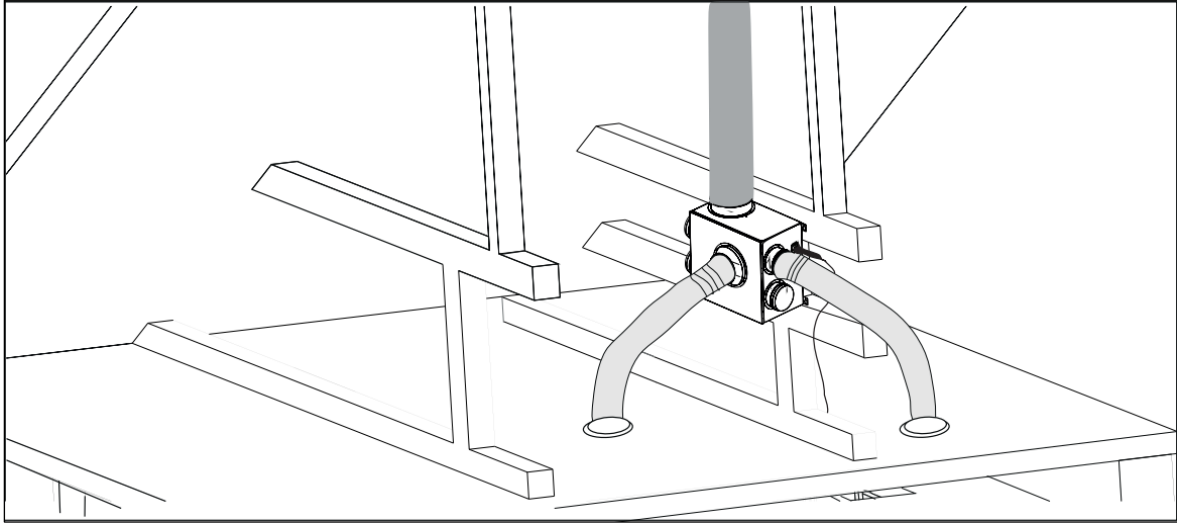
Bu tip havalandırma sistemlerinin ülkemizde kullanımı bulunmazken özellikle İskandinav ülkelerinde oldukça yaygın olan sistemlerdir. Genelde yapıların tavan kısmında hava tahliye sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemler sayesinde davlumbazda motor kullanımına ihtiyaç ortadan kalkmaktadır. Tavan kısmına yerleştirilen hava tahliye sistemleri tüm binanın doğal havalandırmasını sağlamaktadır.



Şekil 2.2. Bina merkezi havalandırılmasının kullanımı

### Harici motor kullanımı

Bu tipteki kullanım genellikle İskandinav ülkelerinde görülmektedir. Yapıların kendi hava tahliye sistemi olmadığı zaman harici motorlar kullanılarak davlumbazın hava tahliyesi sağlanmaktadır. Bu sistemler tek bir yerin veya daha fazlasının kullanımına uygun tasarımlardır. Harici motor kutuları 5 – 6 farklı ortamın havalandırmasına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır.



Şekil 2.3. Harici motor kullanımı

### 2.1.2. Kullanım yerlerine göre

#### Sürgülü/Gömme tip ürünler

Genellikle dolap içerisinde kalacak şekilde yerleştirilen bu ürünün sadece panel kısmı son kullanıcılar tarafından görülmektedir. Resim 2.2’de gözüktüğü gibi sadece panel kısmı kullanıcı tarafından hareket ettirilebilmektedir. Bu cihazlar dolap içerisine yerleştirildiklerinden hacimleri oldukça küçüktür. Bu durum performans bakımından oldukça düşük kalmasına neden olmaktadır.



Resim 2.2. Sürgülü/Gömme tip ürünler

### Duvar tipi piramit ürünler

Görseli piramitlere benzediği için ismini bundan alan bu ürünler genellikle gövdesi inox malzemeden üretilmektedir. Aspiratörlere göre daha büyük hacimli olan ürünler görsel olarak daha ön planda olan ürünlerdir. Ürün içerisinde kullanılan motora göre düşük veya yüksek performanslı olarak tercih edilebilmektedir. Resim 2.3’de piramit ürünlerin genel görünümü verilmiştir.



Resim 2.3. Duvar tipi piramit ürünler

### Duvar tipi dekoratif ürünler

Genellikle açılı davlumbazlar olarak adlandırılan bu ürünlerin ön yüzeyi cam olarak tasarlanmaktadır. Tek cam, çift cam veya üç camlı olarak da bu ürünleri görebiliriz. Büyük hacimli ürünler olduklarından yüksek veya düşük performanslı olarak tercih edilebilmektedir. Resim 2.4’de duvar tipi dekoratif ürünün en çok tercih edilen modellerinden birinin görseli verilmiştir.

Camın arka kısmında yer alan motor kutularının ön kısmı açılı olarak gelmektedir. Bu sayede ocakta oluşan buhar, duman ve kokunun emilimi sağlanmaktadır. Bu motor kutularının farklı açılarla tasarlanması ile daha performanslı ürünler elde edilmektedir. Bu ürünlerde en önemli kısım hava çekiş alanlarının ocağa olan mesafesidir. Genellikle mutfaklarda mobilyaları tamamlayan bir tasarıma sahip bu ürünler aydınlatması sayesinde de oldukça tercih edilen modellerin başında gelmektedir.



Resim 2.4. Duvar tipi dekoratif ürünler

#### Duvar tipi t modeller

Mutfaklarda genellikle iki dolap arasına konumlandırılan bu model ürün derinliğinin fazla olmasından kaynaklı oldukça performanslı ürünlerdir. Motor kutusu yardımıyla ürün duvara sabitlenmektedir. Alt kısmında yer alan filtreler ürünün tüm yüzeyini kaplamaktadır. Bu sayede pişirme sırasında oluşan kirli havanın daha iyi tahliye edilmesi sağlanmaktadır. Resim 2.5’de T tipi davlumbaz için bir örnek verilmiştir.



Resim 2.5. Duvar tipi t modeller

### Ada tipi ürünler

Resim 2.6’da görseli verilen ada davlumbaz ocağın üstüne yerleştirilmektedir ve ocağın neredeyse tüm alanını kaplamaktadır. Ada tezgahlar üzerine yerleştirilen bu ürünler hava tahliyesi açısından performansları oldukça yüksektir. Her iki uzun kenara da kontrol paneli yerleştirilebilen bu ürünler oldukça maliyetli yüksek performanslı ürünlerdir.



Resim 2.6. Ada tipi ürünler

### Tavan tipi ürünler

Genellikle ada tipi mutfaklarda bu ürünler tercih edilmektedir. Bu ürünlerin montajı tavana yapılmaktadır. Gövdenin yan kısımlarında yer alan RGB aydınlatmaları sayesinde mutfaklara dekoratif bir görünüm kazandırmaktadır.



Resim 2.7. Tavan tipi ürünler

### Abajur tip ürünler

Ada tipi mutfaklarda tercih edilen bu davlumbazlar pişirme alanının tam üstüne konumlandırılmaktadır. Baca tahliyesi olmadığından dolayı filtrelerden geçen hava egzoz edilerek tekrar ortama verilmektedir. Resim 2.8’de abajur davlumbaz için bir örnek verilmiştir.



Resim 2.8. Abajur tip ürünler

### Tezgâhtan emişli ürünler

Ocak ve davlumbazın birleşik kullanıldığı modellerdir. Ocakta pişen yemekten oluşan koku Resim 2.9’da gösterildiği gibi tam orta kısımdan tahliye edilmektedir. 4 gözlü induksiyon ocakların tam ortasına konumlandırılan hava tahliye boşluğu sayesinde koku yakalanmaktadır. Davlumbaz kısmı tezgâhın alt kısmına yerleştirilmektedir. Bu sayede ocak ve davlumbaz tek bir cihaz haline getirilerek oluşan kokuların daha iyi tahliye edilmesi sağlanmaktadır.



Resim 2.9. Tezgâhtan emişli ürünler

## 2.2. Davlumbazlarda Kullanılan Motorlar

Elektrik motoru spesifik olarak, elektrik enerjisini kullanarak içerisindeki manyetik alan etkileşimi sayesinde elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren aygıtlardır. Motorlara enerji dönüştürücülerde diyebiliriz. Elektrik motorları birisi sabit (stator) ve diğeri kendi çevresinde dönen (rotor) iki ana parçadan oluşmaktadır. Belirtilen ana parçalarda, manyetik akıyı ileten parçalar (saç bileşenleri), elektrik akımını ileten parçalar (sargılar, fırçalar) ve içyapıyı destekleyen parçalar (yataklar, vidalar) olmak üzere çeşitli kısımlara ayrılır.

Elektrik motorlarının kullanımı günümüzde oldukça yaygınlaşmıştır. Beyaz eşya, klima, elektrikli ev aletleri, robotik otomasyonlar, otomotiv, fabrika otomasyonu, ağır sanayinden çocuk oyuncaklarına kadar tüm alanlarda bu motorların kullanımı söz konusudur.

Davlumbazlarda kullanılan elektrik motorları ürün grubuna göre farklılıklar göstermektedir. Ürün boyutuna göre farklı paket kalınlıkları bulunan benzer tipte motorlar kullanılmaktadır. Paket kalınlığı arttıkça daha güçlü motorlar elde edilmektedir. Davlumbazlarda genellikle bir fazlı asenkron alternatif akımlı elektrik motorları kullanılmaktadır. Bunun haricinde enerji verimliliği yüksek olan fırçasız doğru akım motorlarının kullanımı da bulunmaktadır.

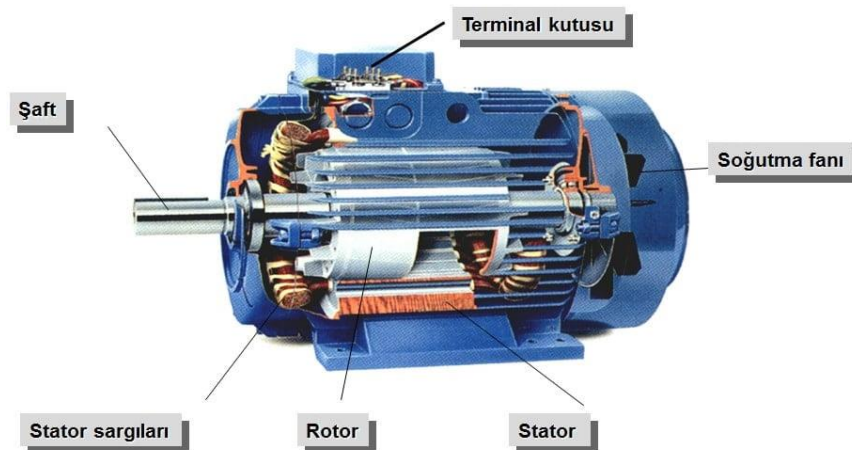
### 2.2.1. Alternatif akım (AC) elektrik motoru

AC motorlar, stator sargıları sayesinde almış olduğu elektrik enerjisini rot kısmındaki gerçekleştirmiş olduğu dönme hareketi sayesinde mekanik enerjiye çeviren elektrik motorlarıdır. Özellikle sanayide en çok tercih edilen motor türüdür.

AC motorların bazı avantajları aşağıda belirtilmiştir;

- Yük altındayken devir sayıları değişmez.
- Bakım gerektirmezler.
- Diğer elektrik motorlarına göre daha ucuzdur.
- Çalışma anında ark üretmezler.
- İstenilen güç seviyesinde üretimi yapılabilir.
- Hız kontrolü istenildiği gibi ayarlanabilir.

AC motorların yapısında rotor, stator, şaft, stator sargıları, terminal kutusu ve soğutma fanı gibi bölümler yer almaktadır. Resim 2.10'de AC motora ait kesit verilmiştir.



Resim 2.10. AC motor

Elektrik motorları içerisinde en çok kullanımı bulunan motorlar AC motorlardır. AC motorlar davlumbaz ve aspiratör üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

### Bir fazlı yardımcı sargılı asenkron motor

Genellikle üç fazın olmadığı yerlerde tek fazlı motorlar tercih edilmektedir. Bu motorlar 2kW'nın altında üretildiklerinden yaygın bir kullanıma sahiptirler. Bir fazlı motorlar tek fazlı bir şebekeden beslenmeleri ve yapısının dayanıklı olmasından dolayı küçük uygulamalar için tercih edilen elektrik motorlarıdır (Ayçiçek ve Ayçiçek, 2007).

Bir fazlı asenkron motorlar 4 başlık altında incelenmektedir;

- Yardımcı sargılı
- Kondansatör yol vermeli
- Gölge Kutuplu
- Sürekli Kondansatörlü

Bu motorlar genellikle küçük güçler için üretilmektedir. Yüksek güçlere ulaşması istenildiğinde boyutları büyür ve maliyetleri yükselir. Bir fazlı şebekede çalışabilmesi en büyük avantajıdır. Çoğunlukla elektrikli ev aletlerinde ve takım tezgâhlarında kullanılmaktadır (Erna, 1999).

### *Gölge kutuplu(kare) motor*

Kare motorlar hem aspiratör hem de davlumbaz modellerde kullanım olan bir motordur. Bu tip motorlarda zaman zaman ısınma problemi oluşmaktadır. Isınma problemine karşı 120 C°'lik termik kesiciler kullanılmaktadır.

Genel olarak verimsiz ve ucuz motorlardır. Ürün halinde enerji verimliliği oldukça düşük çıkmaktadır. Paket kalınlığı ve kullanılan sargılar motorun gücünü belirlemektedir. Kullanılan sargı arttıkça motorun gücünde aynı doğrultuda artmaktadır.

Resim 2.11'de kare motora ait görselde gözüktüğü gibi iki kısa kenarda bulunan bakır miktarı arttıkça motorun gücünde artmaktadır.



Resim 2.11. Kare motor

### *Kapasitif(Kondansatörlü) motor*

Kapasitif motorlar sessiz ve enerji verimliliği oldukça iyi olan motorlardır. Genellikle davlumbaz ürünlerinde kullanılmaktadır. Paket kalınlığı ve devir sargıları motorun gücünü belirler. Kare motorlara daha verimlidir ve ısınma bu motorlarda daha az görülür. Resim 2.12’da kapasitif motora ait görsel verilmiştir. Bu motorlar kondansatör yardımıyla çalıştırılmaktadır. Motor gücü arttıkça kullanılan kondansatöründe değeri artış göstermektedir.



Resim 2.12. Kapasitif motor

Deneysel çalışmada kullanılan motor, Resim 2.12’de sağ tarafta verilen kapasitif motordur. 220 V – 240 V çalışma aralığına sahip olan dıştan dönmeli kapasitif motor 72 W giriş gücü ile çalışmaktadır. Bu motor saat yönünde dönüş yapmaktadır ve 1,5 mikroyaradlık bir kondansatör ile ilk hareketini sağlamaktadır.

### 2.2.2. Doğru akım (DC) elektrik motoru

Doğru akım motoru elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmeye yarayan elektrik makineleridir. Bu makineler doğru akım jeneratörü ya da motoru olarak çalıştırılabilirler. Bu motorlar doğru akımın kullanıldığı durumlarda tercih edilirler. Alternatif akımın kullanımının tehlike yaratacağı durumlarda kullanılmaktadır.

DC motorlar içerisinde bakır sargılar vardır. Bu motorlar içerisindeki sargılara elektrik akımı geldiğinde içerisindeki sabit mıknatlara zıt yönde manyetik kuvvet oluşturmaktadır.

Davlumbazlarda genellikle fırçasız tip doğru akım motoru kullanılmaktadır.

#### Fırçasız doğru akım motoru (BLDC)

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmeye yarayan cihazlara BLDC motor denilmektedir. Bu motorlar yüksek verimlidirler ve mükemmel kontrol sağlama özelliğine sahiptirler. Fırçasız motorlar doğru akım kaynağıyla çalışan fırçalar yerine elektronik olarak değiştirilebilen bir elektrik motorudur.

Günümüzde otomotiv sanayinde, uzay sanayisinde, robotik uygulamalarda, ev aletlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu motorlar oldukça verimli olduklarından güç tüketiminde azalmaya katkı sağlamaktadır. Fırçasız BLDC motorlar daha az bakım gerektirmektedir. Bundan dolayı fırçalı BLDC motorlara göre daha uzun ömürlüdürler. Fırçasız BLDC motorlar fırçalı olanlara göre daha fazla çıkış gücü üretirler ve rotor ataletleri daha azdır (Yedamale, 2003).

Sürücüler sayesinde devir yönü ayarlanabilir, istenilen hız devirleri oluşturulabilir. BLDC motorlarda ısınma problemi daha azdır. Bu özellikleri yerine getirebilmesi için motor

üzerinde sensörler yer almaktadır. Bu durumda motorun maliyetinin artmasını sebep olmaktadır.



Resim 2.13. Fırçasız DC motor

## 2.3. Davlumbazlarda Kullanılan Filtreler

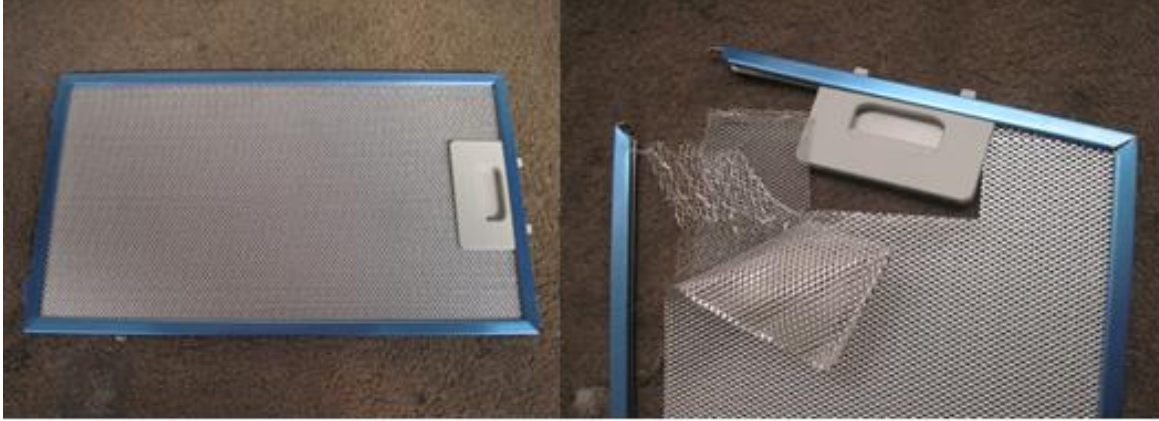
### 2.3.1. Yağ filtresi

Davlumbaz filtreleri pişen yemek kokusunu uzaklaştırmak ve mutfak içerisinde yer alan dolapların yağ, nem ve buhardan korunmasını sağlamaktadır. Davlumbazların görevini en iyi şekilde yerine getirebilmesi için bu yağ filtreleri oldukça önemlidir. Filtreler alüminyum katmanlardan oluşmaktadır. Pişirme sırasında oluşan nem, yağ ve koku ilk olarak yağ filtrelerinden geçmektedir. Kirli hava yağ filtresi içerisinden geçerken yağ tanecikleri filtre içerisinde kalarak hava tahliyesi sağlanmaktadır. Kullanılan yağ filtresinin katman sayısı arttıkça yağ tutuculuğu da artmaktadır. Genellikle 3, 4, 5 ve 12 katmanlı filtreler kullanılmaktadır. Bu filtrelerin kullanım durumuna göre 3 veya 6 ayda bir temizlenmesi önerilmektedir. Filtrenin gözeneklerinin dolması davlumbazın çekiş performansını düşüreceğinden belirtilen aralıklarda temizlenmesi gerekmektedir.

Yağ filtrelerinin hepsi aynı görevi sağlarken birçok farklı çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılan tipler aşağıda belirtilmiştir;

- Alüminyum roll-forming

- Alüminyum ekstrüzyon
- Paslanmaz çelik
- Baffle filtre



Resim 2.14. Yağ filtresi

### 2.3.2. Karbon filtre

Davlumbazın kullanılacağı alanda baca çıkışı olmaması durumlarda karbon filtre kullanılması gerekmektedir. Yemeklerden çıkan koku ve yağ birincil olarak yağ filtresinden geçmektedir. Bu geçiş sırasında yağ parçacıkları filtre edilmektedir. Karbon filtre ise yemeklerden çıkan kokuyu kendi içerisine emerek oluşan kokuyu hapseder ve bacasız davlumbaz kullanımı sağlar. Birincil olarak yağ filtresinden geçen hava sonrasında karbon filtreden geçmektedir. Çift filtreden geçen hava tekrardan mutfak içerisine aktarılmaktadır.

Karbon filtre içine bulunan aktif karbon granüller kötü kokuları üzerlerine bağlayarak havanın temizlenmesini sağlamaktadır. Kömürlü ve karbon emdirilmiş bez olmak üzere iki farklı karbon filtre çeşidi bulunmaktadır. Resim 2.15’de karbon filtrelere ait görseller verilmiştir.

Davlumbaz modeline göre kullanılan karbon filtre değişmektedir. Kimi üründe motor bloğunun sağına ve solunu takılmakta olup kiminde ise motor bloğunun alt kısmına ayrıca yerleştirilmektedir. Ürün tasarımına göre kullanım farklılıkları göstermektedir. Kullanıma bağlı olmakla birlikte 6 ayda bir değiştirilmesi veya yıkanması tavsiye edilmektedir.



Resim 2.15. Karbon filtre

#### 2.4. Davlumbazlarda Kullanılan Fanlar

Fanlar havayı basınçlandırarak belirli bir geometri içerisindeki akışı yolu içinde tahliye edilmesini sağlayan makinalardır. İyi bir fandan istenilen performansı yakalaması sırasında beklenen özellikler aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

- Az enerji tüketmesi (yüksek verimli)
- Olabildiğince gürültüsüz çalışması
- Düşük maliyetli olması
- Az yer kaplaması(Düşük hacim kaplaması)

Fanların çalışması genelde elektrik motoru ile sağlanmaktadır. Çeşitli tipteki fanların sanayide, konutlarda, ticari binalarda, tüneller, otoparklar vb. oldukça geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Oldukça geniş bir kullanıma sahip olan fanlar önemli ölçüde elektrik tüketmektedir. Bu nedenle enerji verimliliği açısından fanların verimliliklerinin artırılması günümüzde oldukça önemlidir. Bu verimlilikle birlikte gürültü seviyesinin de en aza indirilmesi beklenilmektedir.

Ev tipi davlumbazlar ve aspiratörlerde radyal tip fanlar kullanılmaktadır. Yüksek çekiş gücüne sahip ve enerji verimliliği yüksek motor tercih edilmektedir.

### 2.4.1. Radyal (merkezkaç) fanlar

Havanın fan çarkını, emiş ağzına göre 90° açı yaparak kanatlara teğet olarak terk ettiği fanlardır. Bu fanlarda hava rotorun eksenine paralel olacak şekilde emilmektedir. Radyal fanların avantajları aşağıda maddeler halinde verilmiştir;

- Geniş uygulama alanı bulunmaktadır.
- Seçilen malzemeye göre yüksek sıcaklık ve korozyona karşı dirençlidir.
- Aksiyal fanlara göre servis verilebilirliği daha kolaydır.
- Değişken akış direnci olan kullanımlarda daha sessiz ve verimlidir.
- Yüksek debi ve basınç altında çalışabilmektedir.

Radyal fana ait bir görsel Resim 2.16'da verilmiştir. Radyal fanlar 3 tip olarak incelenmektedir.



Resim 2.16. Radyal fan

#### Geriye eğimli kanatlı radyal fanlar

Geriye eğimli kanatlı radyal fanların kanat uçları dönme yönünün tersine olacak şekildedir. Bu durum havanın kanattan çıkışı anındaki hızının kanatların çevresel hızından daha düşük olmasına neden olmaktadır. Kanattan çıkan hava ve çevresel hızın birbirine ters olması

ileri eğimli radyal fanlara göre daha düşük debi verme sebebidir. Düşük debide çalıştıklarında yüksek statik basınca sahiptirler. Şekil 2.4'de geriye eğimli kanatlı radyal fana ait görsel verilmiştir.

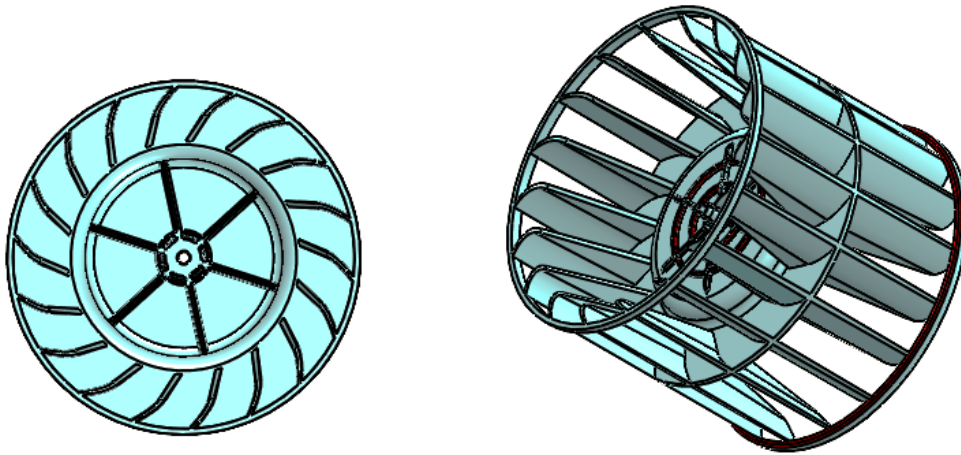


Şekil 2.4. Radyal fan tipleri

#### İleri eğimli kanatlı radyal fanlar

İleri eğimli kanatlı radyal fanların kanat uçları dönme yönü ile aynı olacak şekildedir. Bu durum havanın kanattan çıkışı anındaki hızının kanatların çevresel hızından daha büyük olmasına neden olmaktadır. Bu durum aynı rotor çapı kullanıldığında ileri eğimli kanatlı radyal fanlarda daha yüksek debi elde edilmesine sebep olmaktadır. Daha yüksek debi elde edilmesine bağlı olarak statik basınçları diğer tiplere göre daha düşük olmaktadır.

Davlumbazlarda kullandığımız motor blokları içerisinde en çok kullanım yeri olan fan tipidir. Blok büyüklüğüne bağlı olarak kanat sayısı ve açısında değişiklik olabilmektedir.



Resim 2.17. İleri eğimli kanatlı radyal fan

### Düz kanatlı radyal fanlar

Düz kanatlı radyal fanların kanatları birbirine yakındır ve kanat uzunlukları fazladır. Kanatların yapısı basittir ve yüksek hızlarda kullanımı uygun değildir. Diğer radyal fanlara göre verimliliği düşüktür. Bu tip radyal fanların en önemli özelliği üretiminin kolay olmasıdır. Tozlu ve kirli kullanıma uygun olması ve diğer fanlara göre fiyat avantajı olması en önemli avantajıdır. Genellikle endüstriyel tesislerde malzeme nakli için veya yüksek basınçlı klima tesislerinde kullanılmaktadır.



### 3. METOT

Davlumbazlar son zamanlarda mutfaklarda yer alan önemli cihazlardan biri haline gelmiş olup enerji tüketimleri de sorgulanır hale gelmiştir. Davlumbazlar şartlandırılmış hava egzozunu azaltabilme özelliği sayesinde mutfakta yapılan ısıtma, havalandırma, soğutma işlemlerinin ilk yatırım maliyetlerinde %50'ye varan enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Cansevdi, 2017).

Davlumbazlarda enerji verimliliğini etkileyen parametreler aşağıdaki gibidir;

- Basınç
- Debi
- Güç

Davlumbazların enerji sınıfının belirlenebilmesi için ilk olarak debi ölçümünün yapılması gerekmektedir. Dahili vantilatöre sahip emici bir davlumbazın debi ölçümü, standarda uygun olacak şekilde gerçekleştirilerek en verimli noktadaki basınç, debi ve güç değerleri elde edilir. Elde edilen basınç, debi ve güç değerleri ile sıvı dinamiği endeksi(FDE) değeri hesaplanmaktadır.

Enerji verimlilik endeksi(EEI), FDE hesabı yapıldıktan sonra gerçekleştirilmektedir.

Standartlarda göre ölçümlerin nasıl yapılması gerektiği metot kısmında sırasıyla konu başlıkları olarak ele alınmıştır. İlk olarak debi ölçümü gerçekleştirilir. En verimli noktada çıkan sonuçlara göre FDE hesaplanır ve EEI hesabına geçirilir. EEI kısmında yapılan hesaplamalar ile çıkan sonucun karşılığı olan enerji sınıfı belirlenir.

#### 3.1. Davlumbazın Debi Ölçümü

Davlumbazların performans ölçümleri yürürlükte olan TS EN IEC 61591 standardına göre gerçekleştirilmektedir.

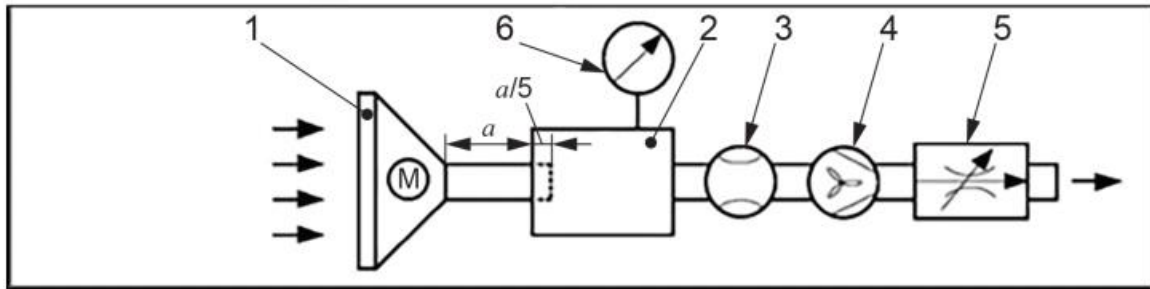
Bu standartta belirtildiği üzere test sırasında ideal şartlar aşağıdaki gibi olmalıdır;

- Davlumbazın en alt kısmının ocak pişirme alanı arasındaki mesafe en az  $(600 \pm 10)$  mm olmalıdır.
- Odanın ortam sıcaklığı  $(23 \pm 2)$  °C'de muhafaza edilir. Mutlak hava basıncı 913 hPa ile 1063 hPa arasında olmalıdır.
- Yapılan test sırasında otomatik çalışma seçeneğinin kapalı olması gerekmektedir.
- Cihazın nominal voltaj aralığı varsa, testler nominal voltajda gerçekleştirilir.
- Besleme frekansı, test boyunca  $\pm 1$  nominal frekansta olmalıdır.
- Tüm testler için tüm filtrelerin doğru konumlandırılması sağlanmalıdır. Birden fazla yağ filtresine sahip cihazlar için, filtreler boşluk bırakılmadan yerleştirilmelidir.

Davlumbazların debi ölçümleri bu standartta belirtildiği gibi ölçülerek debi basınç grafikleri oluşturulmaktadır. Standartta 4 farklı debi ölçüm yöntemi belirlenmiştir.

### 3.1.1. Dâhili vantilatöre sahip emici davlumbaz

Bu tip ölçüm yöntemi baca tahliyesi olan davlumbazların debi ölçümü için kullanılmaktadır.



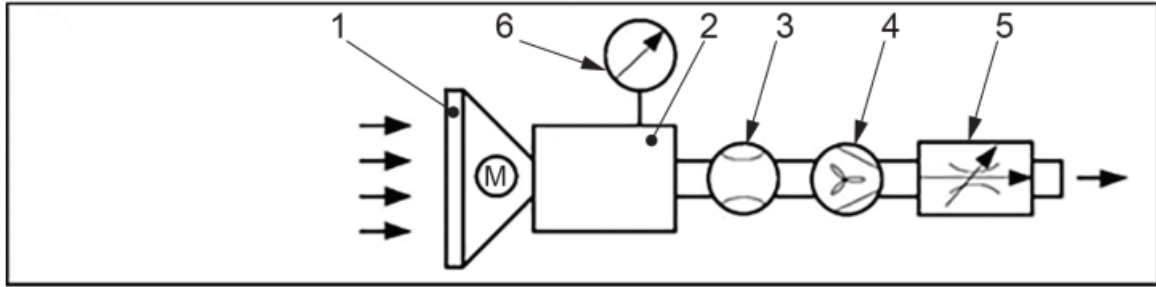
Şekil 3.1. Dâhili vantilatöre sahip emici davlumbazlar

Şekil 3.1'de  $\alpha$  işareti ile belirtilen ölçü boru çapının 5 katını ifade etmektedir.

Belirtilen düzenekte 1 numara dâhili vantilatöre sahip davlumbazı, 2 numara basınç dengeleme bölgesini, 3 numara delikli levhayı, 4 numara yardımcı vantilatörü, 5 numarayı yönlendiriciyi ve 6 numara statik basınç ölçeri ifade etmektedir.

### 3.1.2. Dâhili vantilatöre sahip olmayan davlumbazlar

Bu tip ölçüm yöntemi binaların kendi havalandırma sistemlerinin olduğu tipteki yapılar için kullanılmaktadır. Tahliye vantilatörünün bina içerisinde olması durumunda kullanılmaktadır.

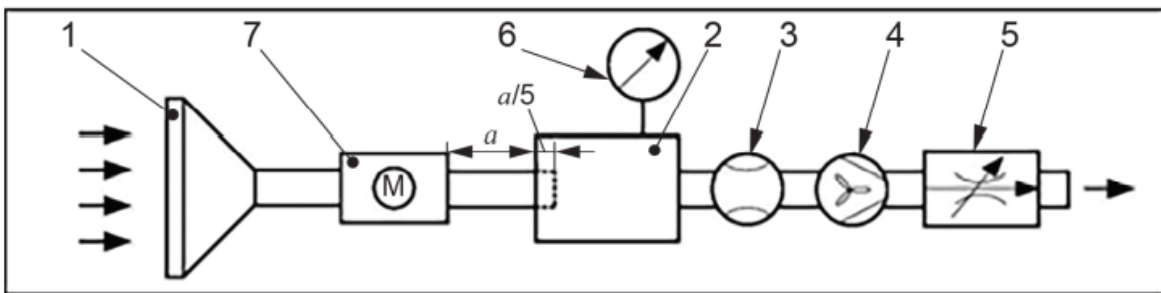


Şekil 3.2. Dâhili vantilatöre sahip olmayan davlumbazlar

1 numara dâhili vantilatöre sahip davlumbazı, 2 numara basınç dengeleme bölgesini, 3 numara delikli levhayı, 4 numara yardımcı vantilatörü, 5 numarayı yönlendiriciyi ve 6 numara statik basınç ölçeri ifade etmektedir.

### 3.1.3. Bina içerisinde kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar

Bu tip ölçüm yöntemi, binaların kendi havalandırma sistemleri olduğu durumlardaki debi ölçümleri için kullanılmaktadır.



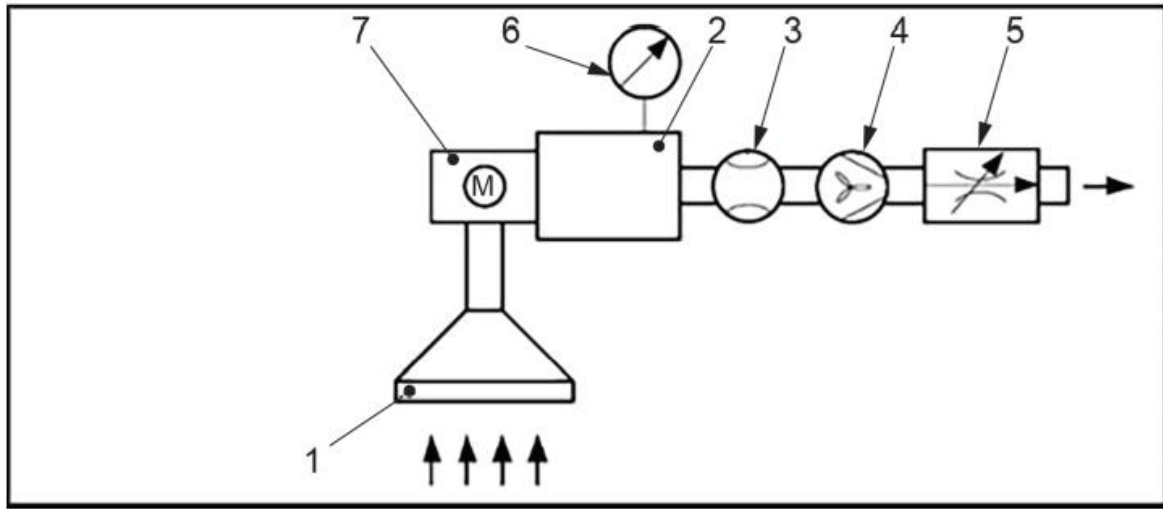
Şekil 3.3. Bina içerisinde kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar

Şekil 3.3'de  $\alpha$  işareti ile belirtilen ölçü boru çapının 5 katını ifade etmektedir.

Belirtilen düzenekte 1 numara dâhili vantilatöre sahip davlumbazı, 2 numara basınç dengeleme bölgesini, 3 numara delikli levhayı, 4 numara yardımcı vantilatörü, 5 numarayı yönlendiriciyi ve 6 numara statik basınçölçeri, 7 numara ise harici vantilatörü ifade etmektedir.

### 3.1.4. Bina dışında kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar

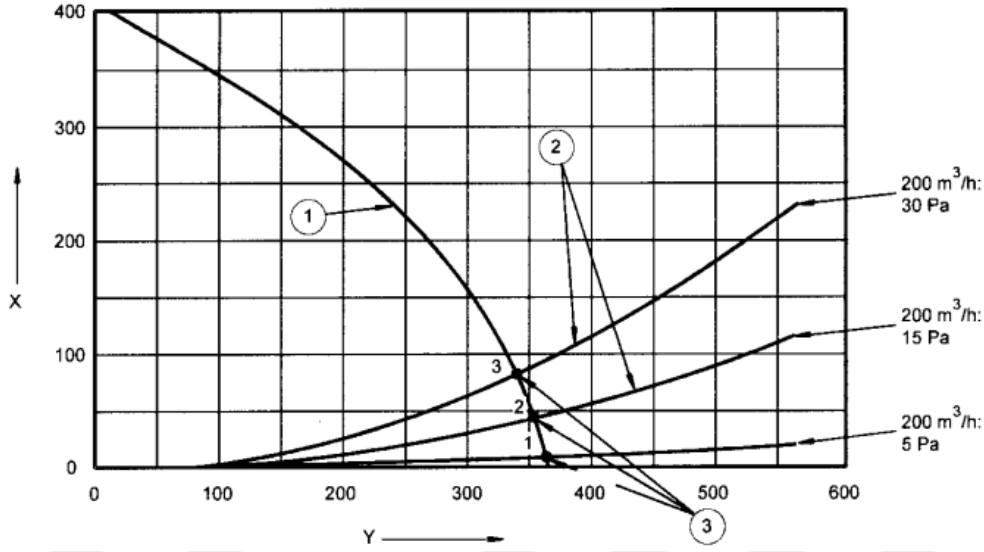
Bu tip ölçüm yöntemi binaların kendi havalandırma sistemlerinin olduğu tipteki yapılar için kullanılmaktadır. Tahliye vantilatörünün bina dışında olması durumunda kullanılmaktadır.



Şekil 3.4. Bina dışında kullanılan harici vantilatöre sahip davlumbazlar

Belirtilen düzenekte 1 numara dâhili vantilatöre sahip davlumbazı, 2 numara basınç dengeleme bölgesini, 3 numara delikli levhayı, 4 numara yardımcı vantilatörü, 5 numarayı yönlendiriciyi ve 6 numara statik basınç ölçeri, 7 numara ise harici vantilatörü ifade etmektedir.

Davlumbazların debi ölçümleri TS EN 51591 standardına uygun hava tüneli/debi basınç test cihazında gerçekleştirilmektedir. Davlumbazın yağ filtresi takılıyken farklı basınçlar altında debi değerleri ölçülerek debi basınç grafiği oluşturulmaktadır.



Şekil 3.5. Debi-basınç eğrisi

Debi ölçümü neredeyse hava akımı olmayan bir ortamda gerçekleştirilmektedir. Odanın ortam sıcaklığı  $23\pm 2$  °C'de olmalıdır. Debi basınç grafikleri oluşturulurken en verimli noktadaki debi ve güç değerleri alınmaktadır.

Davlumbazların ölçümü ürün tasarımı göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada ölçümü yapılacak davlumbaz 1 numaralı dâhili vantilatöre sahip davlumbaz grubunda yer almaktadır. Debi ölçümü standartlarda belirtilen oda koşullarına uygun bir şekilde hazırlanan ortamda yapılmaktadır. Ölçüm için kullanılan düzenek INK Dresden firması tarafından üretilmiştir. Bu cihaz  $35 \text{ m}^3$  ile  $2700 \text{ m}^3$  aralığındaki hava akışını ve  $-5 \text{ kPa}$  ile  $5 \text{ kPa}$  aralığındaki basınç değerlerini ölçebilmektedir.



Resim 3.1. Debi basınç test cihazı

### 3.2. Sıvı Dinamiği Endeksinin (FDEhood) Hesaplanması

Elektronik cihazların enerji verimliliği günümüzde her geçen gün artmaktadır. FDE sıvı dinamiği endeksidir. Ev tipi aspiratörlerin en verimli olduğu noktaların belirlenmesi için kullanılmaktadır. FDE sıvı dinamiği Formül 1'deki parametrelere göre hesaplanmaktadır.

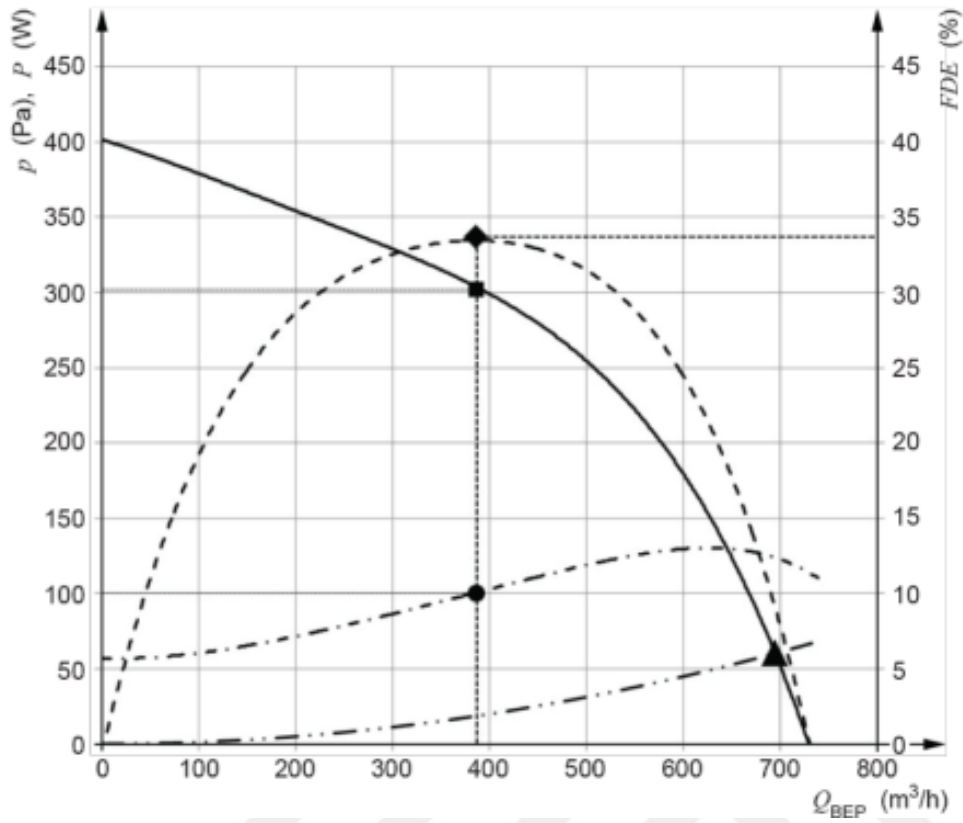
$$FDE_{hood} = \frac{Q_{BEP} \cdot \Delta P_{BEP}}{3600 \cdot P_{BEP}} \times 100 \quad (1)$$

QBEP en iyi verimlilik noktasındaki hava akımını ifade etmektedir ve birimi m<sup>3</sup>/s'dir. QBEP hesaplanırken en yakın tam sayıya yuvarlanılmaktadır. PBEP en iyi verimlilik noktasındaki statik basınç farkını ifade etmektedir ve birimi Pa'dır. PBEP hesaplanırken en yakın tam sayıya yuvarlanmaktadır. WBEP en iyi verimlilik noktasındaki elektrik gücünü ifade etmektedir ve birimi Watt'dır (Tekbaş, 2020).

FDEhood belirlemek için, bir basınç hava akımı eğrisi ve en az 25 ölçümle karşılık gelen elektrik gücü eğrisi tüm aralıktaki noktalar belirlenir.

FDE hesabı için yapılan ölçümler sırasında alınan basınç ve debi çarpım değerlerinin test başladıktan sonra belirli bir süre artış gösterdiği ve bir noktadan sonra düşüşe geçtiği görülmektedir. Bu düşüşe geçilen noktadaki basınç ve debi değerleri en verimli andaki basınç ve debi değerleri olmaktadır. Aynı şekilde bu anda ölçülen güç değeri ise en verimli güç değeridir. Dinamik akışkanlık verimi için basınç ve debinin çarpımının en yüksek olduğu noktada sınıflandırma bakımından en verimli olduğu yerdir.

FDE en verimli noktada alınan debi, basınç ve elektrik gücüne göre hesaplanmaktadır. FDE değeri ne kadar yüksek çıkarsa ürünün enerji verimliliği aynı oranda yüksek çıkmaktadır.



Şekil 3.6. En iyi verimlilik noktalarındaki BEP değerleri

Şekil 3.6'ya bakıldığı zaman ■ ile gösterilen eğri basınç/hava eğrisidir. - - - - FDE eğrisini göstermektedir. • ile gösterilen nokta en verimli noktadaki elektrik gücünü ifade etmektedir. ◆ işareti en verimli çalışma noktasını göstermektedir. - · - çizgisinde ise elektrik güç eğrisi gösterilmektedir. ▲ çalışma noktasındaki elektrik güç değerini göstermektedir.

Çizelge 3.1. Davlumbaz için akışkan dinamik verimlilik sınıfları

Davlumbaz için akışkan dinamik verimlilik sınıfları	
Akışkan dinamik enerji sınıfı	Akışkan Dinamik Verimliliği ( $FDE_{hood}$ )
A (en verimli)	$FDE_{hood} > 28$
B	$23 < FDE_{hood} \leq 28$
C	$18 < FDE_{hood} \leq 23$
D	$13 < FDE_{hood} \leq 18$
E	$8 < FDE_{hood} \leq 13$
F	$4 < FDE_{hood} \leq 8$
G (en az verimli)	$FDE_{hood} \leq 4$

### 3.3. Enerji Verimlilik Endeksinin ( $EEl_{hood}$ ) Hesaplanması

Enerji verimliliği endeksi Formül 2'ye göre hesaplanmaktadır. Bu formülde  $AEC_{hood}$  ev tipi aspiratörlerin yıllık enerji tüketimini göstermektedir ve kWh/a cinsinden hesaplanmaktadır.  $SAEC_{hood}$  ise ev tipi aspiratörün standart yıllık enerji tüketimini göstermektedir. Bu değerlerin birimi de aynı şekilde kWh/a'dır. Her iki değerde hesaplandıktan sonra ilk ondalık değere yuvarlanır.

$$EEl_{hood} = \frac{AEC_{hood}}{SAEC_{hood}} \times 100 \quad (2)$$

Ev tipi aspiratörün enerji tüketimi  $AEC_{hood}$  Formül 3'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$AEC_{hood} = \frac{(W_{BEP} \times (t_H \times f) + W_L \times t_L)}{60 \times 1000} \times 365 \quad (3)$$

Formül 3'de bulunan  $t_L$  değeri günlük ortalama aydınlatmayı ifade etmektedir ve yönetmelikte belirtildiği üzere 120 dakika (dk) olarak kabul edilmektedir. Ev tipi aspiratörün günlük çalışma süresi  $t_H$  olarak ifade edilmektedir ve yönetmelik gereği günlük 60 dk olarak belirtilmektedir. Yani yönetmelik gereği bir ev tipi aspiratör günlük 60 dk motoru çalışmaktadır ve 120 dk aydınlatması çalışmaktadır. Yönetmelikte belirtilen  $f$  zaman artış faktörünü belirtmektedir. Bu değer sıvı akışkan dinamiği değerine bağlı olarak Formül 4'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$f = 2 - (FDE_{hood} \times 3,6) / 100 \quad (4)$$

Ev tipi aspiratörlerin standart yıllık enerji tüketimi ( $SAEC_{hood}$ ) Formül 5'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$SAEC_{hood} = 0,55 \times (WBEP + WL) + 15,3 \quad (5)$$

WBEP en iyi verimlilik noktasındaki elektrik gücüdür ve Watt cinsinden hesaplanmaktadır. Aspiratörün pişirme alanını aydınlatan aydınlatma sisteminin elektrik gücü WL olarak belirtilmiştir ve birimi Watt'dır. Her iki değerde hesaplandıktan sonra ilk ondalık değere yuvarlanır.

### 3.4. Enerji Verimlilik Sınıfının Belirlenmesi

Ev tipi aspiratörlerin enerji verimlilik sınıfları yayınlanan yönetmeliklere göre belirlenmektedir. Enerji verimlilik sınıfının belirlenebilmesi için öncelikle enerji verimlilik endeksi ( $EEI_{hood}$ ) hesaplanması gerekmektedir. Belirlenen değer aralığı Çizelge 3.2’de enerji verimlilik sınıfında hangi kısma denk geldiği tespit edilir.

Çizelge 3.2. Enerji verimlilik sınıfı

Enerji verimlilik sınıfı	Enerji Verimliliği Endeksi ( $EEI_{hood}$ )			
	Etiket 1	Etiket 2	Etiket 3	Etiket 4
A+++ (en verimli)				$EEI_{hood} < 37$
A++			$EEI_{hood} < 37$	$30 \leq EEI_{hood} < 37$
A+		$EEI_{hood} < 45$	$37 \leq EEI_{hood} < 45$	$37 \leq EEI_{hood} < 45$
A	$EEI_{hood} < 55$	$45 \leq EEI_{hood} < 55$	$45 \leq EEI_{hood} < 55$	$45 \leq EEI_{hood} < 55$
B	$5 \leq EEI_{hood} < 70$	$55 \leq EEI_{hood} < 70$	$55 \leq EEI_{hood} < 70$	$55 \leq EEI_{hood} < 70$
C	$70 \leq EEI_{hood} < 85$	$70 \leq EEI_{hood} < 85$	$70 \leq EEI_{hood} < 85$	$70 \leq EEI_{hood} < 85$
D	$85 \leq EEI_{hood} < 100$	$85 \leq EEI_{hood} < 100$	$85 \leq EEI_{hood} < 100$	$EEI_{hood} \geq 85$
E	$100 \leq EEI_{hood} < 110$	$100 \leq EEI_{hood} < 110$	$EEI_{hood} \geq 100$	
F	$110 \leq EEI_{hood} < 120$	$EEI_{hood} \geq 110$		
G (en az verimli)	$EEI_{hood} \geq 120$			

Günümüzde enerji verimliliği için sürekli olarak iyileştirme yapılmasına yönelik yönetmelikler güncellenmektedir. Daha düşük enerji tüketimi sağlanarak enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Belirlenen yönetmelik Avrupa’da satılan ürünler için geçerlidir. EEI değerinin sürekli olarak azaltılması hedeflenmektedir ve yüksek değerlerin kullanımı gün geçtikçe azaltılmaktadır. Bunun için yönetmelikler sürekli güncellenmektedir.

Çizelge 3.3’de görüldüğü gibi ev tipi aspiratörlerin enerji verimlilikleri ve sıvı dinamiği endeksi için yönetmeliklerde bazı sınırlamalar getirilmiştir. 1 Temmuz 2015 tarihi itibarı ile  $EEI_{hood} < 120$  ürünlerin üretimi kısıtlanmıştır. 20 Şubat 2017 tarihi itibarı ile  $EEI_{hood} < 110$  ürünlerin üretimi kısıtlanmıştır. 2 Şubat 2019 tarihi itibarı ile  $EEI_{hood} < 100$  ürünlerin

üretimi kısıtlanmıştır. Şu anki yönetmelikler gereği Çizelge 3.2’de belirtilen sadece etiket 4 kısmındaki değerler için onay verilmektedir.

Çizelge 3.3. Yönetmeliğin uygulandığı tarihler

Tarih	EEI <sub>hood</sub>	FDE <sub>hood</sub>
1 Temmuz 2015	EEI <sub>hood</sub> < 120	FDE <sub>hood</sub> > 3
20 Şubat 2017	EEI <sub>hood</sub> < 110	FDE <sub>hood</sub> > 5
20 Şubat 2019	EEI <sub>hood</sub> < 100	FDE <sub>hood</sub> > 8

### 3.5. Davlumbazlarda Ses Ölçümü

Davlumbazların ses ölçümleri yürürlükte olan TS EN 60704-1 standardına göre gerçekleştirilmektedir. Makine veya teçhizatın çıkardığı gürültü bu makinanın ses gücü olarak tanımlanmaktadır. Makinanın ses gücü genellikle bulunduğu ortamdan bağımsızdır. Bundan dolayı ses gücü seviyesi ev ve benzeri yerlerde kullanılan cihazların çıkarmış olduğu gürültüyü ifade etmektedir.

Ölçme yapılacak ortamda kullanılacak mikrofona ters etki yaratmayacak uygun mikrofona ve konuma seçilmelidir. Her zaman mikrofona ses dalgasının geliş açısı kalibre edilmiş açı ile aynı olacak şekilde yerleştirilmelidir ve ölçüm bu şekilde yapılmalıdır. Tüm test düzeneklerinde ses ölçümü zeminden 1 metre (m) yüksekliğe cihaz yerleştirilerek gerçekleştirilmektedir.

Şehir şebekesinde çalışan cihazlar anma geriliminde hatta uygulanabiliyorsa anma frekansında çalıştırılmalıdır. Doğru akım ile çalışacak şekilde üretilen cihazlar sadece doğru akım ile beslenerek çalıştırılmalıdır. Frekans aralığı veya gerilim aralığı verilmiş ise; bu koşulda, kullanılan voltaj veya frekans, cihazın kullanılacağı ülkedeki sistem frekansı veya anma sistem gerilimi olması gerekmektedir. Test süresince tolerans aralığı gerilim için  $\pm 2\%$  ve frekans için  $\pm 1\%$  şeklinde olması gerekmektedir.

TS EN 60704-1 standardına göre ev tipi aspiratörlerinin ses ölçümü 3 farklı metot ile yapılabilmektedir. Bu ölçüm yöntemleri aşağıda belirtilmektedir;

- Sert duvarlı deney odaları
- Özel çinlamalı deney odaları
- Yansıtma düzlemi üzerindeki serbest alan deney odaları

Bu çalışmada yapılacak ses ölçümleri özel çinlamalı deney odaları kapsamında geliştirilmiş yarı çinlamalı deney odasında yapılacaktır. Bu oda 5 m genişliğinde, 7 m uzunluğunda ve 2,1 m yüksekliğinde olacak şekilde tasarlanmıştır. Odanın yapımı aşamasında taban ve tavan kısmına taş yünü döşenmiştir. Yan duvarlarını ise gaz beton kullanılarak örülmüştür. Resim 3.2’de yan duvarların ses izolasyonunun sağlanabilmesi için özel tasarlanmış yalıtım malzemesi gösterilmiştir. Bu malzeme odanın dört duvarına ve tavanına görseldeki gibi kaplanmıştır.



Resim 3.2. Yalıtım Malzemesi

Özel dizayn edilen yarı çinlamalı ses odasının tam merkez kısmında 1 metre yükseklikte ses ölçümleri alınmaktadır. Resim 3.3’de gösterilen ahşap ayak 1 metre yüksekliği temsil etmektedir ve ölçüm yapılacak cihazlar bu düzenek üzerine yerleştirilmektedir. Oda içerisine yerleştirilen mikrofonlar bu ahşap ayak 0 noktası kabul edilecek şekilde yerleştirilmektedir.



Resim 3.3. Yarı çınlamalı deney odası

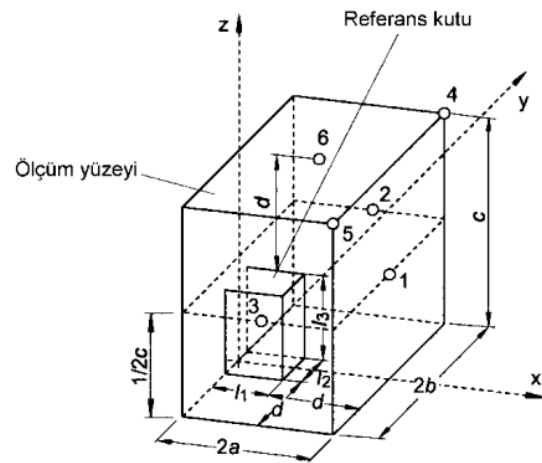
Oda içerisine yerleştirilmiş 6 adet mikrofon bulunmaktadır. Bu mikrofonların hepsi aynı tiptedir ve her test öncesinde kalibrasyonları kontrol edilmektedir. Mikrofonlar TS EN 60704-1 standardında belirtilen 6 mikrofon kullanımının belirtildiği şekilde kullanılmaktadır. Bu mikrofonlar kullanılarak cihazlar ses gücü ve ses basıncı ölçülmektedir. Test süreci yaklaşık 15 dakikada tamamlanmaktadır. Ölçülecek cihaz ahşap ayak üzerine monte edildikten sonra mikrofonlar Şekil 3.7’de belirtildiği gibi her bir mikrofon için farklı mesafeler ayarlanmaktadır.

Mikrofon konumlarının koordinatları:

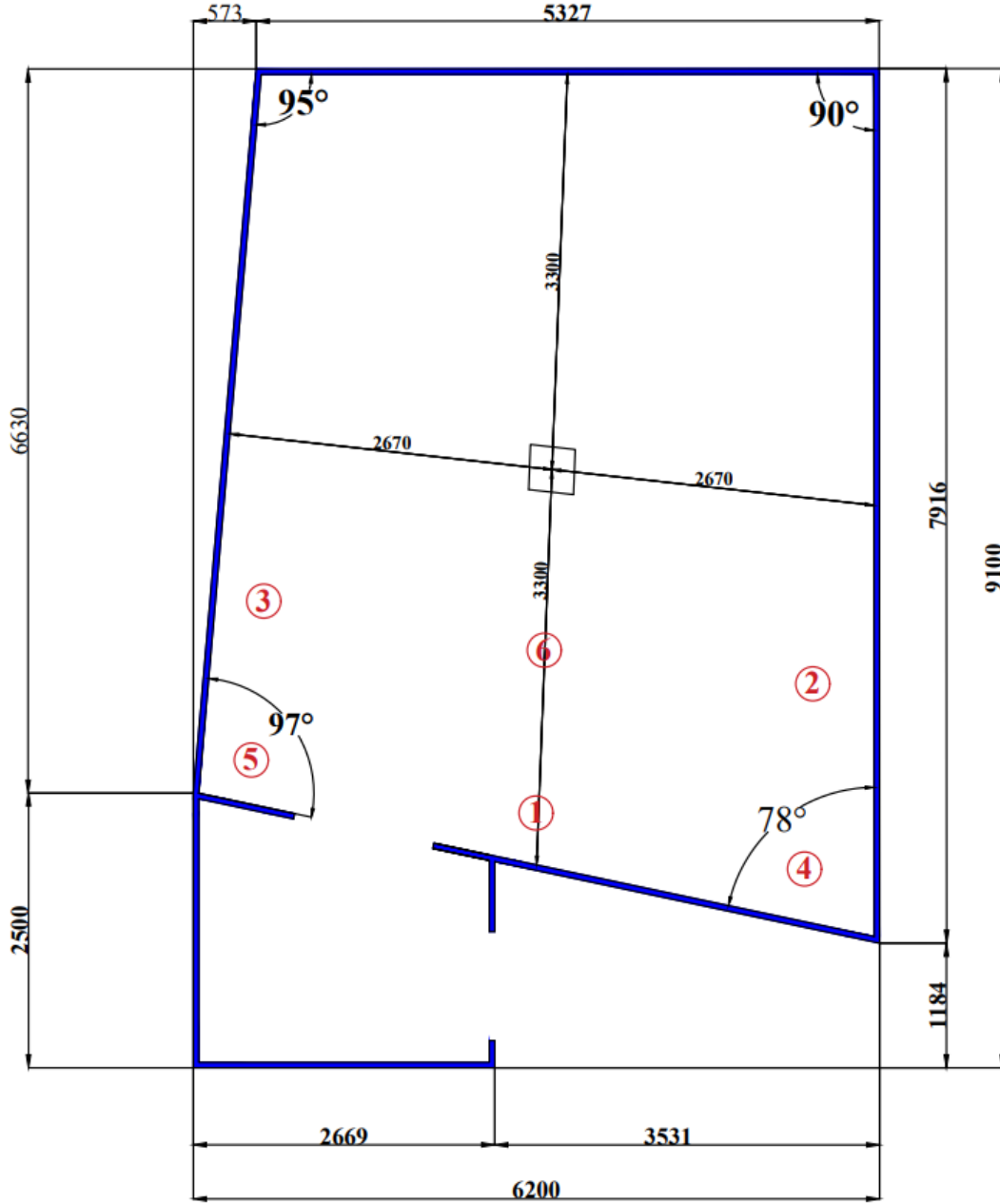
N°	x	y	z
1	2a	0	0,5c
2	a	b	0,5c
3	a	-b	0,5c
4	2a	b	c
5	2a	-b	c
6	a	0	c

Ölçüm yüzeyinin alanı:

$$S = 2(2ac + 2ab + bc)$$



Şekil 3.7. Mikrofon yerleşimi



Şekil 3.8. Özel çınlamalı test odası

Özel çınlamalı oda içerisindeki mikrofonların yerleşimi Şekil 3.8’de verilmiştir. Bu yerleşim Şekil 4.7’de standardın belirtmiş olduğu ölçülere göre düzenlenmiştir. Ses ölçümü sırasında 1, 2 ve 3 numaralı mikrofonlar odanın tavan yüksekliğinin yarısı kadar mesafeye ayarlanmaktadır. 4, 5 ve 6 numara ile gösterilen mikrofonlar ise tavan yüksekliği seviyesine ayarlanmaktadır.

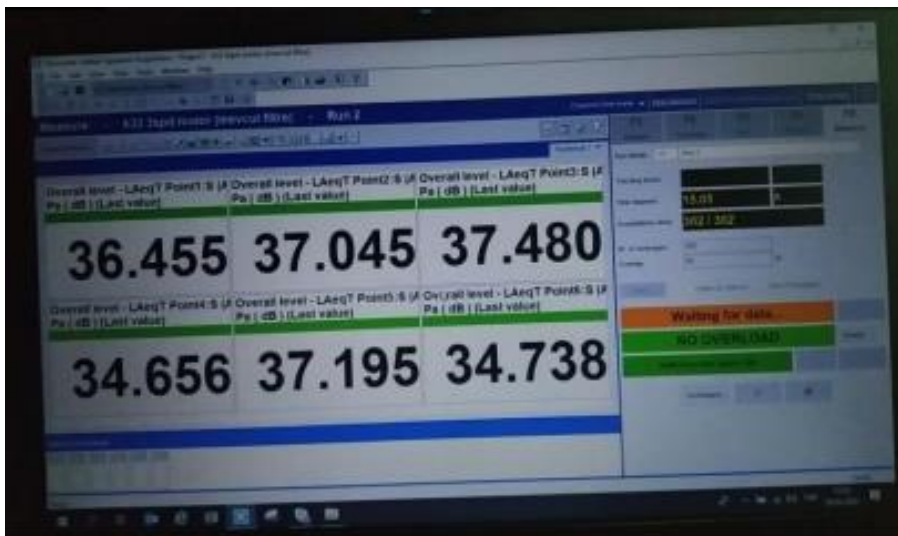
Standartta belirtilen mesafeler ayarlandıktan sonra mikrofonlar yardımı ile cihazın ses gücü ve ses basıncı veri toplama cihazı ile kayıt altına alınmaktadır. Her mikrofondan gelen

kablolar bu cihaz üzerinde toplanmaktadır ve yapılan test sonuçları bu cihaz sayesinde bilgisayar ortamına aktarılmaktadır.



Resim 3.4. Veri toplama cihazı

Ürün çalışır hale getirilir ve çalıştırılacağı hız seviyesinde stabil hale gelmesi için 5 dakika bekletilir. Sonrasında her bir hız seviyesi için 15 saniye ölçüm yapılarak basınç ve güç değerleri alınır. Alınan değerler bilgisayar ortamına aktarılır. Ölçüm yapılırken 15.'nci saniyede basınç değerinde oluşan ses gücü hesaplanmaktadır. Ses gücü hesaplanacak cihazın 6 farklı mikrofona alınan ölçümleri Resim 3.5'de gösterildiği gibi her devir için belirlenmektedir. Ses basıncı ve ses gücü cihaz çıktısı olarak alınmaktadır. Ekranda alınan 6 farklı değerlerin ortalaması alınarak basınç ve güç değerleri elde edilmektedir.



Resim 3.5. Ses gücü ekranı

Bu ölçüm sonuçları cihaz çıktısı olarak alınmayıp, cihazdan alınan değerler sayesinde manuel olarak da hesaplanabilir. Ses gücü 3 farklı yöntem ile hesaplanabilmektedir.

### 3.5.1. Karşılaştırma yöntemi ile hesaplanması

Özel çınlamalı veya sert duvarlı deney odalarında gerçekleştirilecek ölçümler için, deneyde kullanılan cihazın ses gücü seviyesi  $L_W$ , ilgili frekans aralığındaki her bir oktav band için Formül 6 kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu denklemde  $L_{W(RSS)}$  kalibre edilmiş RSS ses güç seviyesini,  $L_{P(RSS)}$  mikrofon konumları üzerinde veya mikrofon yolu üzerinde ortalaması alınmış RSS ses basınç seviyesini belirtmektedir.

$$L_W = L_{W(RSS)} - \overline{L_{P(RSS)}} + \overline{L_{P(AT)}} \text{ dB} \quad (6)$$

$L_{P(AT)}$  değeri aşağıdaki Formül 7 kullanılarak ağırlıklı ses gücü seviyesi hesaplanmaktadır. Bu denklemde  $L_{Wj}$  j bandındaki desibel olarak oktav band seviyesini,  $A_j$  j bandının orta band frekansının ağırlıklı değerini belirtmektedir.

$$L_{WA} = 10 \lg \left[ \sum_j 10^{0,1(L_{Wj} + A_j)} \right] \quad (7)$$

### 3.5.2. Bir yansıma düzlemi üzerindeki serbest alan şartlarında hesaplanması

Bu yöntem için öncelikle ölçümün yüzey alanı bulunmalıdır. Standarda göre belirlenen mikrofon konumları Formül 8 üzerine yerleştirilerek ölçüm yüzeyinin alanı belirlenmektedir. S metre kare cinsinden ölçme yüzey alanını göstermektedir.

$$S = 2(2ac + 2ab + bc) \quad (8)$$

Yüzey alanı hesaplandıktan sonra ses gücü ( $L_w$ ) Formül 9 ile hesaplanmaktadır.  $L_{pmc}$  arka plan gürültüsünü temsil etmektedir ve 20  $\mu\text{Pa}$  olarak alınmaktadır.  $S_0$  1 metre kare alanı temsil etmektedir.

$$L_w = L_{pmc} + 10 \lg \left( \frac{S}{S_0} \right) \text{ dB} \quad (9)$$

### 3.5.3. Özel ınlamalı deney odalarında doğrudan yöntem ile hesaplanması

Deney yapılan cihazın A ağırlıklı ses gücü seviyesini standarda uygun olarak yerleştirilmiş mikروفon konumları üzerindeki ortalama ses basınç seviyesi değeriinden ve çınlama deney odası özelliğine göre formül 10 ile hesaplanmaktadır.

$$L_{WA} = L_{p mA} - 10 \lg \frac{T_N}{T_0} + 10 \lg \frac{V}{V_0} - 13 \quad (10)$$

$L_{p mA}$  mikروفon konumları üzerindeki desibel cinsinden ortalaması alınmış A ağırlıklı ses basınç seviyesini,  $T_N$  deney odasının saniye cinsinden anma çınlama süresini,  $T_0$  1 saniyeyi,  $V$  deney odasının  $m^3$  cinsinden hacmini ve  $V_0$  1  $m^3$ 'ü ifade etmektedir.

### 3.6. Üç Boyutlu Yazıcı

Deneyisel çalışmada kullanılacak 3B parçalar, Stratasys marka F770 modeli ile elde edilmiştir. Bu cihaz 13 metreküpten fazla baskı hacmine sahiptir. ABS ve ASA malzeme kullanımına uygundur.



Resim 3.6. Stratasys F770

Numune ürünlerde kullanılacak 3B parçalar ASA malzeme ile elde edilmiştir. Akrilonitril stiren akrilat (ASA), çok popüler ve yaygın olarak kullanılan akrilonitril bütadien stiren (ABS)'e benzer bir moleküler yapıya sahip mühendislik termo plastiğidir. Yüksek aşınma ve darbe dayanımına sahiptir, sağlam ve dayanıklıdır.

Asa malzeme ile baskısı alınan kıvrım dil parçasının et kalınlığı 1,5 mm – 2 mm aralığındadır. Parçalar %100 doluluk oranı olacak şekilde yazdırılmıştır. Alınan kıvrımlı dil numuneleri Resim 3.7'de gösterilmektedir.



Resim 3.7. 3B kıvrımlı dil numuneleri

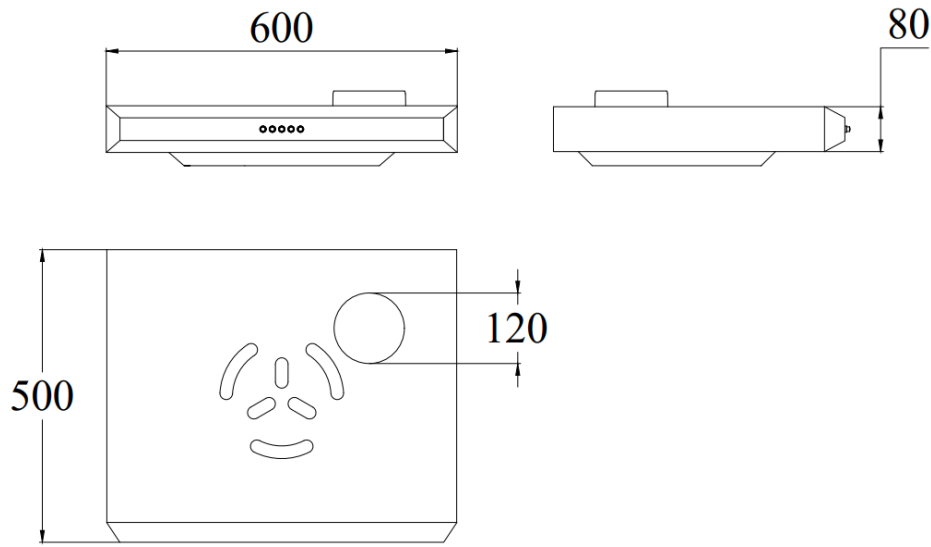
## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, davlumbazda kullanılan radyal fan salyangozunun dil kısmı ele alınmıştır. Çalışma esnasında ürün hava emiş alanında yer alan alüminyum filtrenin katman sayısı değiştirilerek de farklı ölçüm sonuçları elde edilmiştir. Bu kesme dilinin farklı değerler ile debi ve ses ölçümüne olan etkisi ele alınmaktadır. Yapılan ölçümler ile elde edilen sonuçların literatür araştırmasında elde edilen bilgiler ile kıyaslaması da gerçekleştirilmiştir.

Yapılan çalışmada aşağıda belirtilen parametreler her numunede aynı olacak şekilde hazırlanmıştır;

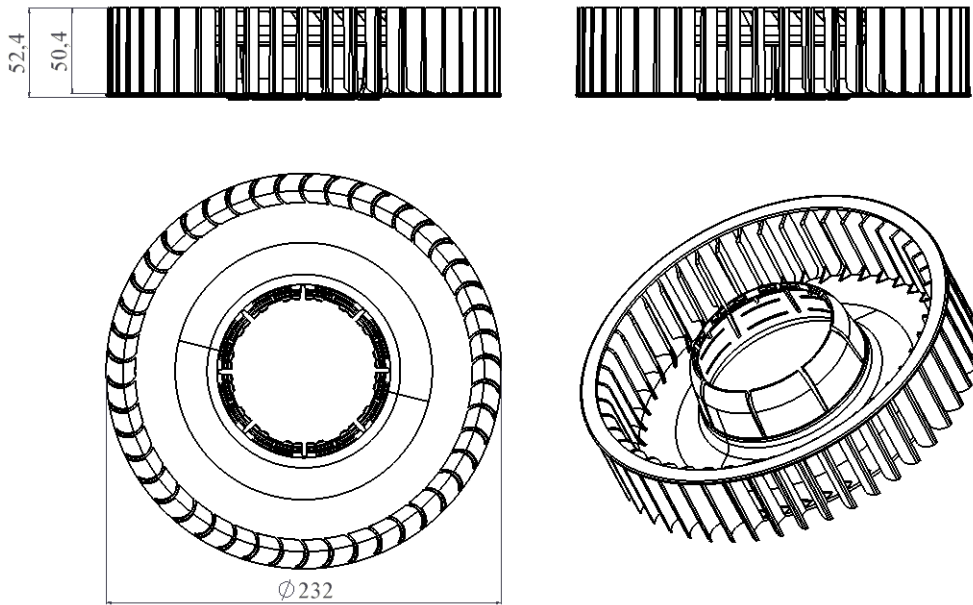
- İleri eğimli kanatlı radyal fan
- Radyal salyangoz
- Salyangoz baca çıkışı
- Hava emiş alanı
- Asenkron motor
- Anahtar ve lamba

Deneysel çalışmalarda Şekil 4.1’de gösterilen ürün ele alınmıştır. 600 mm genişliğinde, 500 mm derinliğinde ve 80 mm yüksekliğine sahip bu ürün dolap altına gömülü tip bir davlumbaz türüdür. Ürün tasarımı yükseklik ölçüsü ön planda olacak şekilde yapıldığı için filtre kısmı ürün gövdesinin alt kısmında kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Ürün gövdesinin mukavemetini artırmak için asenkron motorun yerleştirildiği kısımlara form uygulaması yapılarak sacda oluşacak titreşim giderilmiştir.



Şekil 4.1. Test ürünü ölçüleri

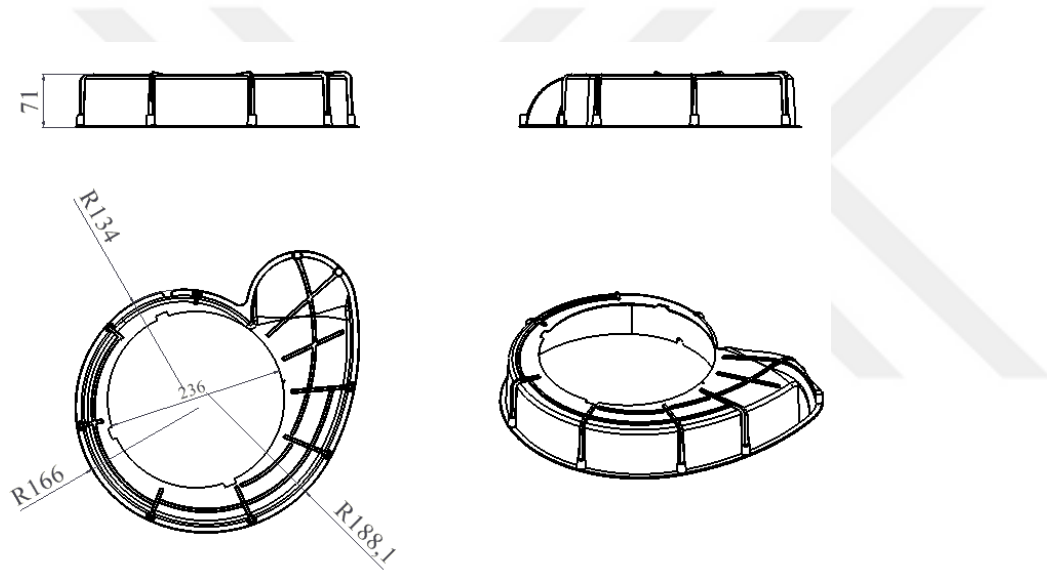
Davlumbazda çekiş gücüne en çok etki eden parametrelerden birisi fan performansıdır. Fan çapının artırılması genellikle çekiş gücüne olumlu etkilemektedir. Ürün yapısına göre farklı cinslerde fanlar tercih edilebilmektedir. Çalışmada kullanılan fan, 46 kanatlı ileri eğimli kanatlı tip radyal fanıdır. Fan genişliği ise 232mm olacak şekilde tasarlanmıştır. Radyal fanın geometrisi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. İleri eğimli kanatlı radyal fan

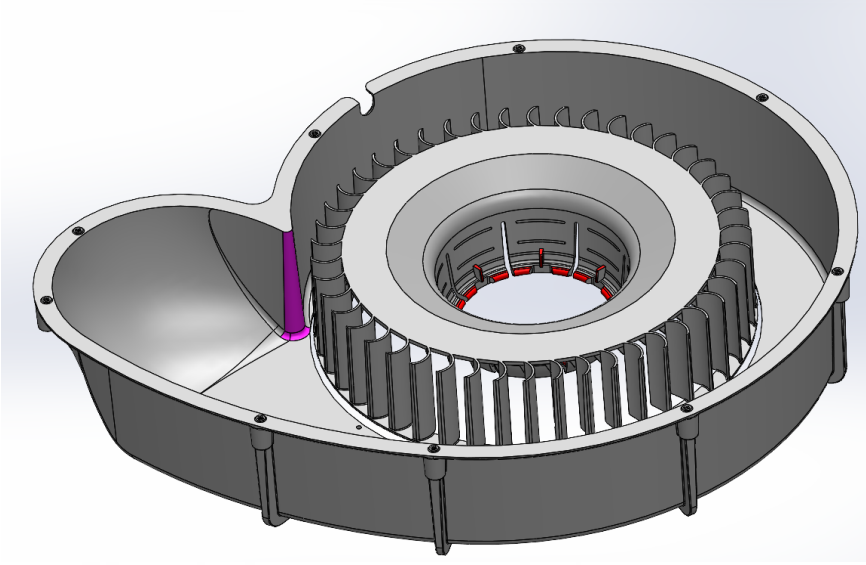
Deneysel çalışmada Şekil 4.3’de verilen radyal salyangoz kullanılmıştır. Bu tip salyangozlara sirocco tipi radyal salyangoz veya sincap kafes tipi radyal salyangoz denilmektedir. Literatürde bu salyangoz tasarımı ve ideal ölçüleri ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan salyangozun dil kısmının çapı 1 mm olarak tasarlanmıştır. 232 mm öne eğimli kanatlı radyal fana uygun olacak şekilde salyangoz tasarımı yapılmıştır.

Literatür araştırmasında da bu dil kısmının tasarım parametrelerine değinilmiştir. Dil çapı değiştirilerek davlumbaz üzerindeki etkileri incelemek adına 3B parçalar hazırlanarak bu salyangoz üzerine monte edilerek deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir.



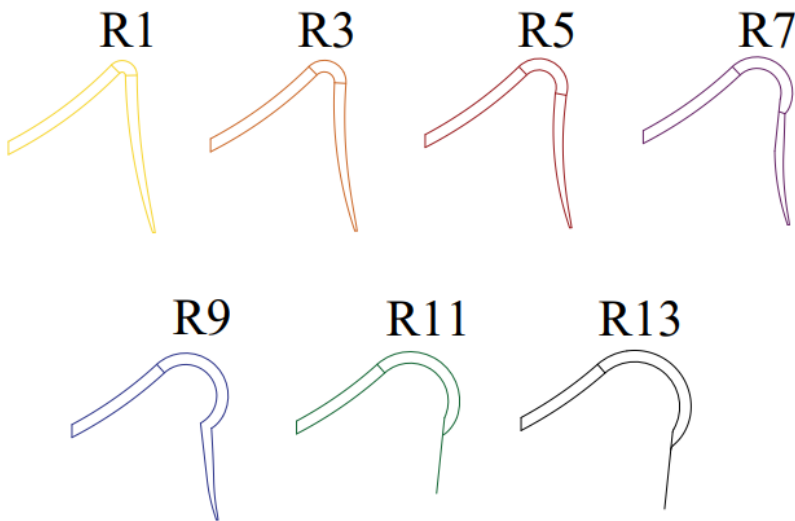
Şekil 4.3. Radyal Salyangoz

Davlumbazlarda çekiş performansına etkileyen parametrelerden birisi Resim 4.1’de gösterilen dil ölçüsüdür. Deneysel çalışmada salyangozun dil kısmı ile pervane arasında kısmın ölçüsü aynı kalacak şekilde dil çapının değişimine bağlı olarak gürültü ve debiye olan etkisi ele alınmıştır.



Resim 4.1. Radyal salyangoz dil konumu

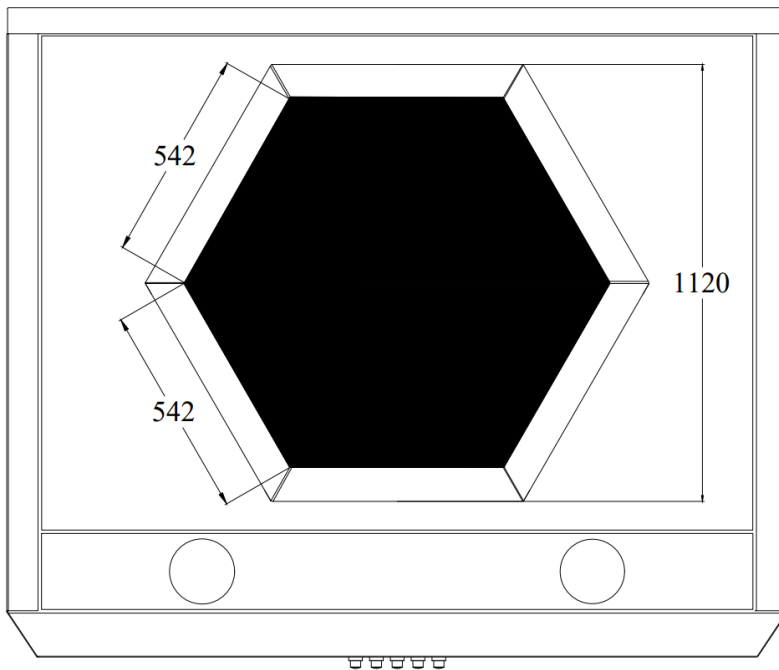
Deneysel çalışmada salyangozun dil ölçüsü için 7 farklı ölçü belirlenerek bunun ürünün debi ve ses üzerine olan etkileri incelenmiştir. Şekil 4.3’de verilen radyal salyangozun dil kısmı için 7 farklı ölçüde 3B baskı alınarak prototipler oluşturulmuştur. Bu çalışma salyangoz dili ile pervane arasındaki en yakın mesafe hep aynı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu mesafenin azaltılması ıslık sesine neden olurken, mesafenin artırılması durumunda gürültü seviyesinde iyileştirme görülürken debide seviyesinde düşüş oluşturmaktadır. Yapılan çalışmada bu mesafe aynı tutularak salyangoz dil çapının ölçüsünün gürültü ve debi üzerine etkisi incelenmiştir.



Resim 4.2. Salyangoz dil ölçüleri

Salyangoz baca çıkışının da kullanılan motora uygun olarak tasarlanması gürültü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Deneysel çalışma yapılan üründe Şekil 4.1’de belirtildiği gibi 120 mm baca çıkışı bulunmaktadır. Özellikle hava çekişinin artması sırasında baca çıkışında artırılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada ele alınan motorun  $300 \text{ m}^3 - 400 \text{ m}^3$  arasında bir performansla sahip olması 120 mm’lik baca çıkışını uygun hale getirmektedir. Daha büyük bir baca çıkışı da ürünün tasarımı gereği uygulanamamaktadır.

Emiş alanının debi üzerinde etkisi oldukça önemlidir. Debinin artış veya azalışı da gürültü seviyesi ile doğru orantılı olarak artış veya azalış göstermektedir. Bu deneysel çalışmada ele alınan ürünün hava emiş alanı Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Öncelikli olarak alüminyum filtreden geçen hava motor salyangozu içerisinde tahliye edilmektedir. Yapılan tüm çalışmalarda  $67.626 \text{ mm}^2$  filtre alanından geçen havanın etkisi incelenmiştir. Ayrıca filtre katman sayısı 3 katman ve 5 katman olacak şekilde de ölçüm sonuçları alınarak ideal dil çapının belirlenmesindeki etkisi ele alınacaktır. Davlumbazlarda baca tahliyesi olmaması durumunda koku tutuculuğu sağlayabilmek için karbon filtre kullanımı da bulunmaktadır. Yapılan bu ölçümler her iki filtrede de karbon filtre kullanılması durumu da göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Elde edilen farklı dil çapındaki numune ürünler için 4 farklı filtre ölçüm sonucu kıyaslaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.4. Hava emiş alanı

Deneysel çalışmada kullanılan motor tipi asenkron motordur. Yapılan tüm denemeler sırasında aynı motor kullanılmıştır. Sabit eksen üzerinde 1 dakika içerisindeki dönüş/devir sayısına rpm denilmektedir. Motor üzerine monte edilen pervane ile alınan rpm değerleri Resim 4.3’de gösterilmiştir. Pervanenin motor üzerine uyguladığı yük, tüm koşullarda aynıdır. Bu rpm değerleri, hız kademelerinde istenilen yaklaşık debi değeri aralığı belirlenerek oluşturulmuştur.



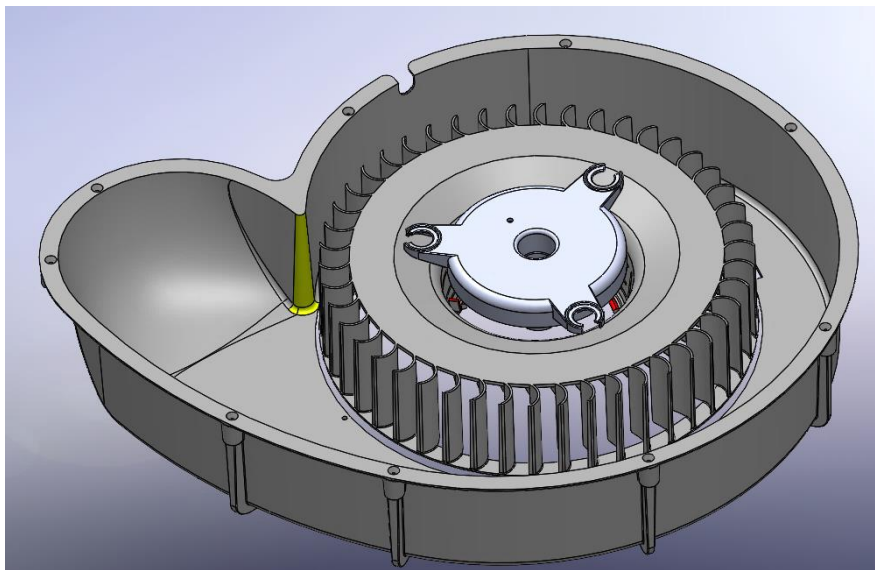
1.Hız – 612 RPM

2.Hız – 1068 RPM

3.Hız – 1196 RPM

Resim 4.3. Asenkron motor rpm değerleri

Asenkron motor 3 adet viya yardımıyla davlumbaz gövdesine sabitlenmektedir. Motor montajından sonra öne eğimli kanatlı radyal fan motor üzerine yerleştirilmektedir. Pervanenin orta kısmında tırnaklı bir yapı bulunmaktadır. Bu sayede istenildiği zaman sökölüp takılabildiğini olanak sağlamaktadır. Asenkron motor ve pervanenin ürün üzerine yerleşimi Resim 4.4’de belirtilmiştir.



Resim 4.4. Asenkron motor montaj detayları

Radyal tip salyangozun dil parametresi için 7 farklı çaptaki hazırlanan numunelerin hepsi aynı anahtar ve lamba kullanılarak testler yapılmıştır. Lambanın enerji verimliliğinin belirlenmesinde etkisi olduğu için tüm çalışma boyunca aynı tip lamba kullanımı sağlanmıştır.

Davlumbazda kullanılan filtrelere ait görseller Resim 4.5’de verilmiştir. Karbon filtre üzerinde yer alan tırnaklar alüminyum filtrenin arka yüzeyinde yer alan armut şeklindeki geçme deliklerine takılmaktadır. Karbon filtre kullanımı müşteri talebine göre tercih edilmektedir.



Resim 4.5. Alüminyum ve karbon filtre

Deneysel çalışmada kullanılan radyal salyangozun farklı dil çaplarını denemek için oluşturulan numune Resim 4.6’da verilmiştir. Her ölçü için salyangozun Şekil 4.3’de verilen ölçüleri sabit tutularak sadece dil kısımları 3B baskılardan alınan parçaların monte edilmesi ile test numuneleri hazırlanmıştır.



Resim 4.6. Radyal salyangoz test numunesi

Radyal salyangozun önceden hazırlanan dil kısmı boşaltılmış test numunesine 3B baskılardan alınan parçalar çift komponent yapıştırıcı ile monte edilmiştir. Olası hava sızıntılarını engellemek içinse birleşim hatlarına alüminyum bant çekilmiştir. Salyangozun 3B ile birleşim hattının hem dış hem de iç kısmında alüminyum bant uygulaması yapılmıştır. Bu sayede ses ve debi ölçümü sırasında hava sızıntıları engellenmiştir. Hazırlanan bir test numunesine ait görsel Resim 4.7’de verilmiştir. Hazırlanan bütün test numuneleri aynı şartları sağlayacak şekilde oluşturulmuştur.



Resim 4.7. 3B parçaların salyangoza montajı

Radyal salyangoz hava tahliye kısmından 8 adet vida ile sac malzeme ile birlikte vidalanmaktadır. Sac gövde üzerinde bulunan form uygulamaları sayesinde motorun çalışması sırasında oluşan titreşim giderilmiştir. Hazırlanan radyal salyangoz numunesinin tamamlanma sürecine ait görseller Resim 4.8’de verilmiştir. Gerçekleştirilen tüm çalışmalar aynı test düzeneğinde yapılmıştır.



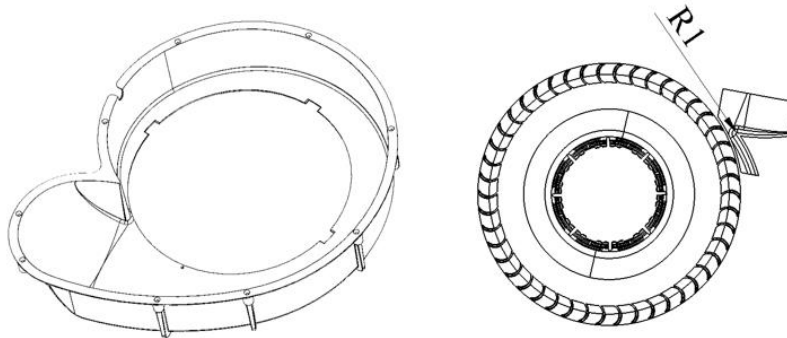
Resim 4.8. Davlumbaz test numunesi

Yapılan ölçümlerde en yüksek hız seviyesinde gürültü miktarı en fazla olduğundan 3.'ncü devir ölçümleri baz alınarak kıyaslama yapılacaktır. 7 farklı prototip için elde edilen ses ve debi sonuçları kıyaslanarak dil parametresinin salyangoz tasarımına etkisinden bahsedilecektir. Yapılan test sonuçlarında 1.'nci ve 2.'nci devirlerde elde edilen sonuçlarda tabloda yer almaktadır.

Ayrıca davlumbazlar ve aspiratörlerde karbon filtre kullanım için bu değerler deklare edilmemektedir. Müşteri isteğine göre kullanımı bulunmaktadır. Karbon filtreli ölçümlerde gerçekleştirilmiş olduğundan tablolarda sunulmuştur. Karbon filtre kullanımını sırasında davlumbaz içerisinde oluşan basınç farklarından dolayı tutarlı sonuçlar vermeyeceği ön görülmüştür. Çıkan sonuçlar incelenerek dil parametresinin etkisi değerlendirilecektir.

#### 4.1. R1 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları

Radyal fanın dil bölgesine R1 ölçüsü için hazırlanan 3B parça monte edilerek test numunesi hazırlanmıştır. Yapılan debi ve ses ölçümüne ait sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. Salyangozun dil kısmında keskin bir yüzey olması motor çalıştığı zaman bu yüzeyden havanın daha gürültülü olarak tahliye olduğu tespit edilmiştir.

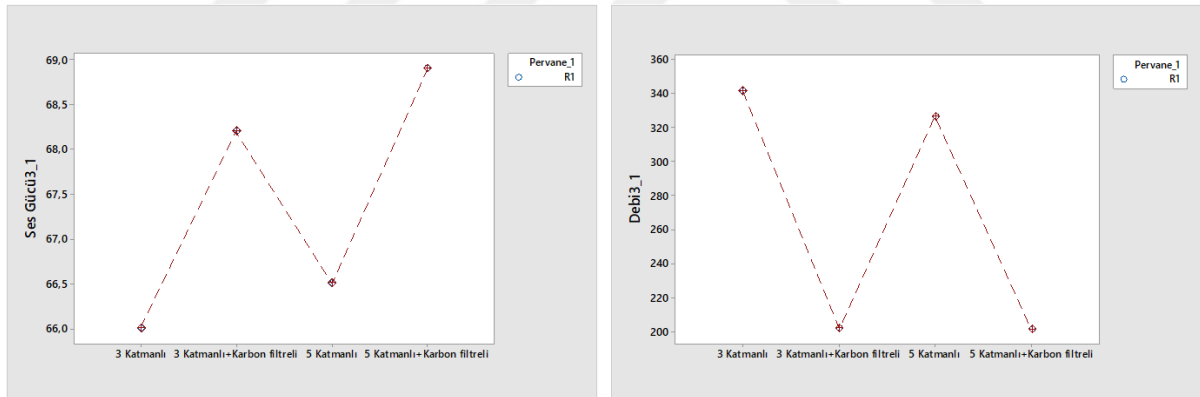


Resim 4.9. R1 numunesine ait görseller

Çizelge 4.1. R1 ölçüm sonuçları

		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	E EI	E EI CLASS
R1	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	115,1	138	46	44,1	55,4	6,8	83,8	C
		2	184,9	202	57	55,4	66,7			
		3	201,9	217	65	56,8	68,2			
	3 Katmanlı	1	166,2	141	50	40	51,3	12,9	71,6	C
		2	297,8	217	66	51,8	63,2			
		3	331,6	232	74	54,7	66			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	115,2	139	47	44,1	55,5	7	79,5	C
		2	184,9	204	57	56	67,4			
		3	201,3	218	65	57,6	68,9			
	5 Katmanlı	1	161,4	128	50	41	52,3	12	72,1	C
		2	286,9	212	65	51,7	63,1			
		3	326,7	228	73	55,2	66,5			

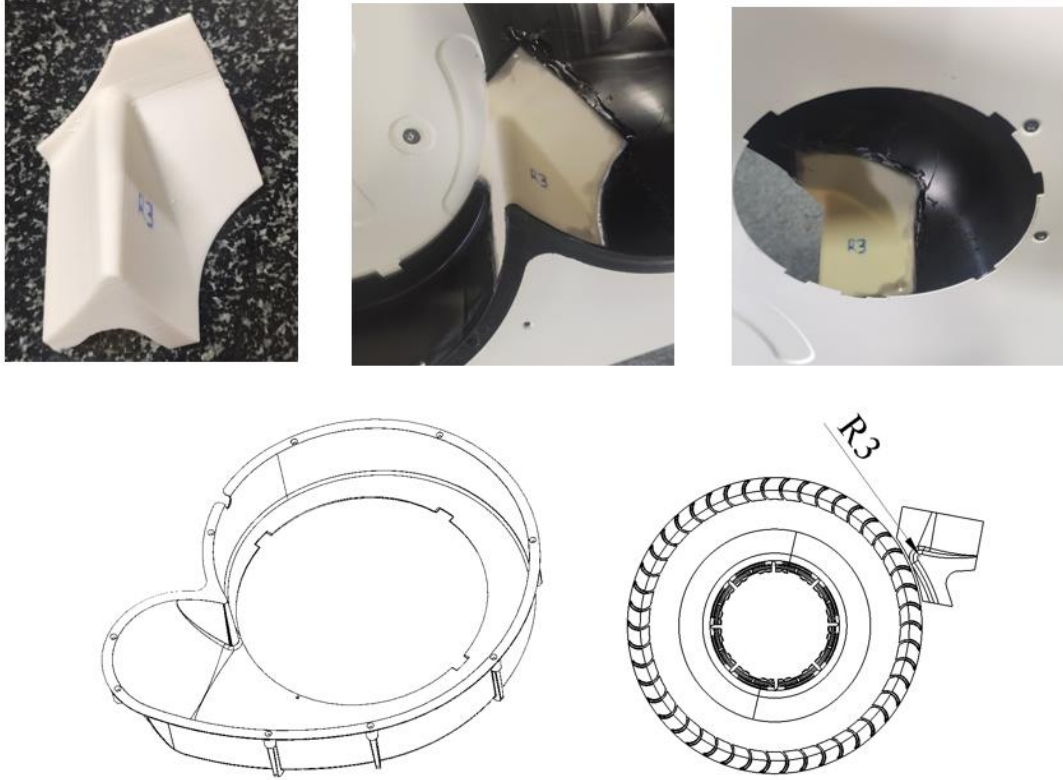
Teste tabi tutulan 1 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.10'da belirtilmiştir.



Resim 4.10. R1 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

## 4.2. R3 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları

Radyal fanın dil bölgesine R3 ölçüsü için hazırlanan 3B parça monte edilerek test numunesi hazırlanmıştır. Deneysel çalışma için hazırlanan numuneye ait görseller Resim 4.11'de verilmiştir.



Resim 4.11. R3 numunesine ait görseller

Hazırlanan numune ürün ile yapılan debi ve ses ölçümüne ait sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir. R3 numunesi ile elde edilen sonuçlar R1’e göre hem daha az gürültüdür hem de debi olarak daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Salyangoz dilindeki çap artışı daha az gürültülü ve daha yüksek çekişe olumlu yönde etki etmiştir.

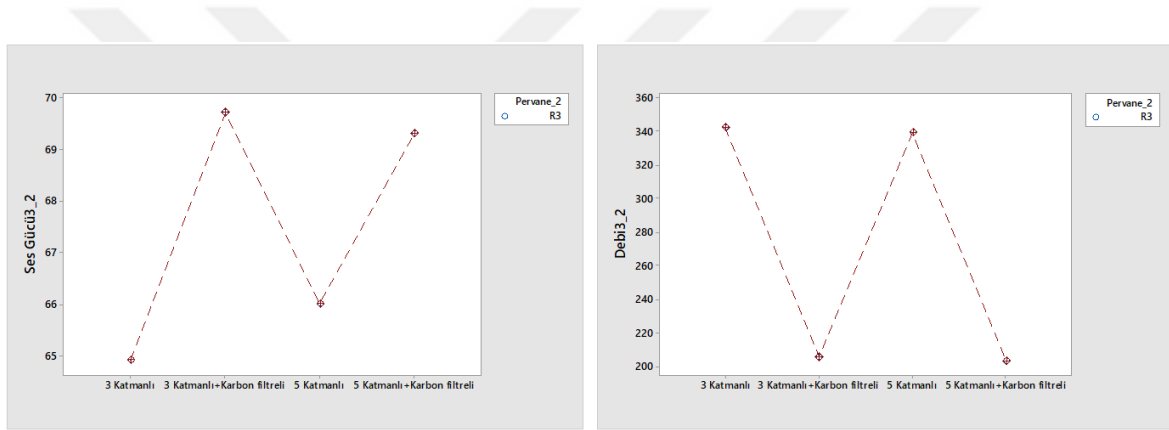
Çizelge 4.2. R3 ölçüm sonuçları

		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	EEI	EEI CLASS
R3	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	120,7	145	46	44,9	56,3	7,3	79	C
		2	189,2	205	56	56,5	67,9			
		3	205,5	220	64	58,4	69,7			
	3 Katmanlı	1	167,6	146	50	39,5	50,8	13	71,3	C
		2	298,4	217	66	51,8	63,2			
		3	342,5	232	73	53,6	64,9			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	120,8	147	46	44,5	55,8	7,3	79	C
		2	188,5	206	56	56,7	68,1			
		3	202,8	219	64	57,9	69,3			
	5 Katmanlı	1	165,4	146	50	40,2	51,6	13,1	71,2	C
		2	295,7	217	66	52,1	63,4			
		3	339,4	236	74	54,7	66			

R1 ve R3 için yapılan testlerde elde edilen FDE ve EEI değerleri incelendiğinde enerji sınıfında bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. İki numune üzerindeki sonuçlar kıyaslandığı zaman dil çapının gürültü seviyesini azaltmada önemli bir parametre olduğu görülmüştür.

3 katmanlı ve 5 katmanlı filtrelerde 1.'nci, 2.'nci ve 3.'ncü kademe için tüm değerlerde iyileşme olduğu yapılan ölçüm sonuçlarında tespit edilmiştir.

Teste tabi tutulan 3 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.12'de belirtilmiştir.

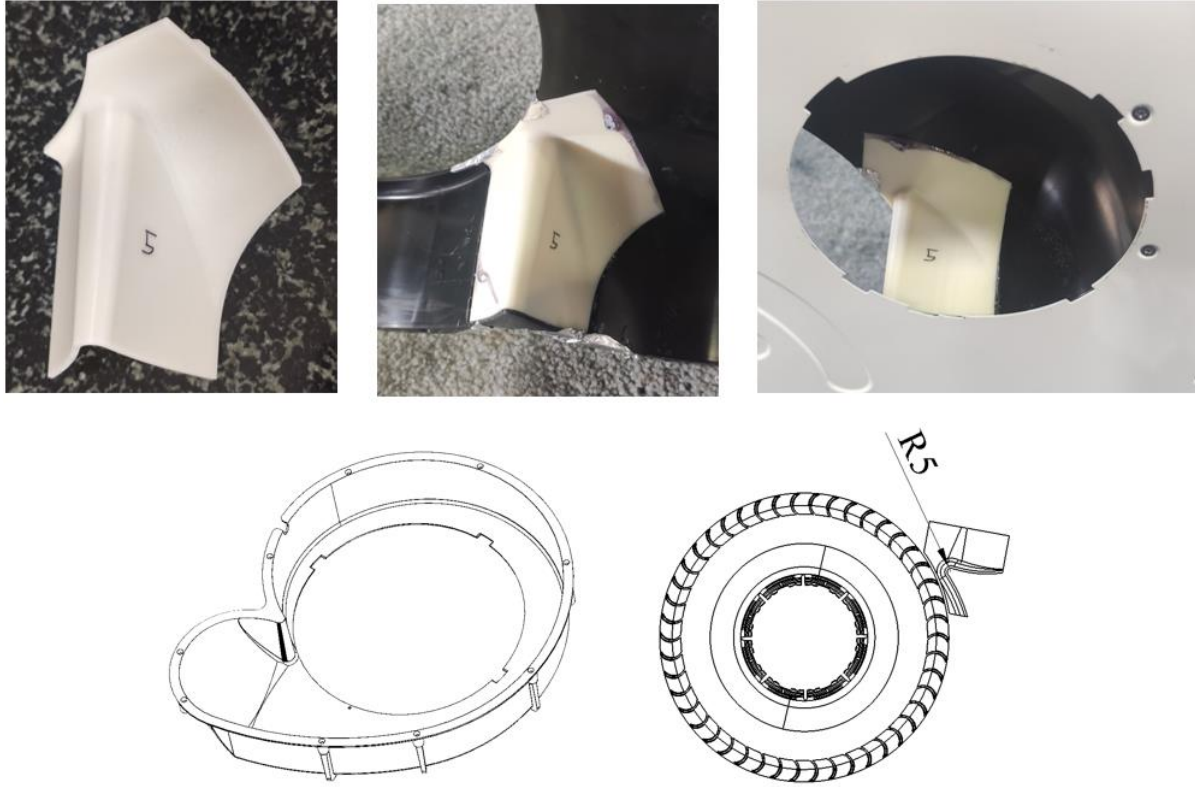


Resim 4.12. R3 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

### 4.3. R5 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları

Radyal fanın dil bölgesine R5 ölçüsü için hazırlanan 3B parça monte edilerek test numunesi hazırlanmıştır. Teste tabi tutulacak numune ürüne ait görseller Resim 4.13'de verilmiştir.

Hazırlanan test numunesi sonuçların aynı koşullarda değerlendirilebilmesi için hiçbir değişiklik yapılmadan gerçekleştirilmektedir. Test numunesine ait görseller Resim 4.13'de gösterildiği gibi diğer test numuneleri ile aynı şartlar altında hazırlanmıştır. Performans ve gürültü testi aynı şartlar altında gerçekleştirilmiştir.



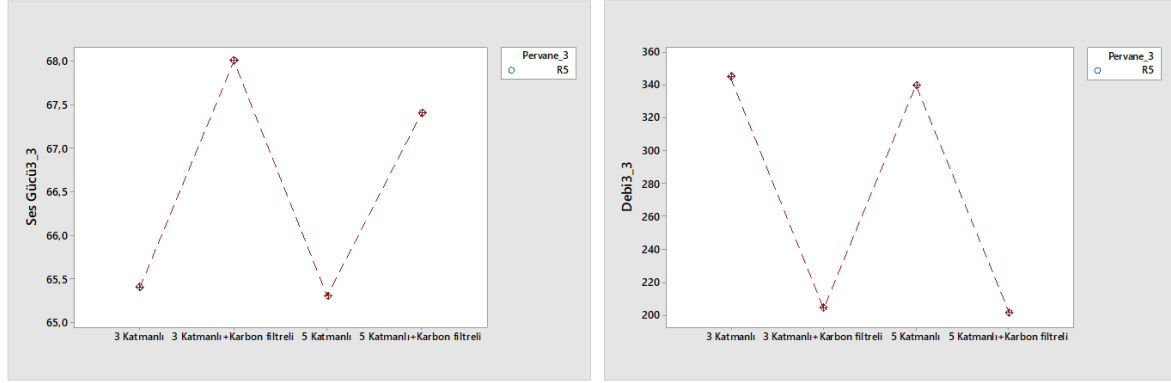
Resim 4.13. R5 numunesine ait görseller

R5 numunesine ait debi ve gürültü ölçüm sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. R3’e göre kıyaslandığında debi seviyesinde değişiklik olmazken gürültü seviyesinde iyileşme olmuştur. R1, R3 ve R5 sonuçları enerji sınıfı değişikliğine etki etmemektedir. Çap büyüdükçe gürültü seviyesinde iyileşme görülmeye devam edilmektedir.

Çizelge 4.3. R5 ölçüm sonuçları

		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	E EI	E EI CLASS
<b>R5</b>	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	122,6	146	46	43,7	55	7,2	78,9	C
		2	189,2	204	56	54,4	65,7			
		3	204	217	64	46,7	68			
	3 Katmanlı	1	169,1	147	50	38	49,3	13,2	71,2	C
		2	300,7	215	66	51,5	62,8			
		3	344,6	230	74	54,1	65,4			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	122,4	146	46	43,6	54,9	7,2	78,9	C
		2	187,3	203	56	54,9	66,3			
		3	201,2	216	63	56,1	67,4			
	5 Katmanlı	1	167,2	148	50	39,4	50,7	12,9	71,6	C
		2	297,2	215	65	51	62,4			
		3	339,5	229	73	54	65,3			

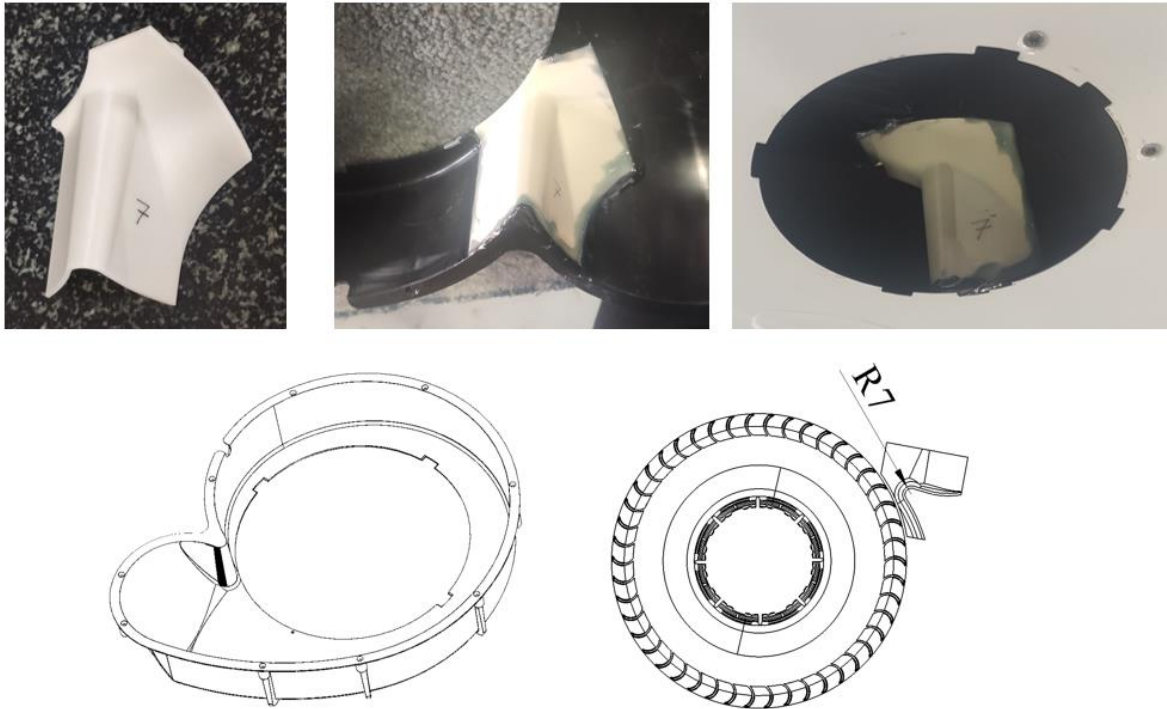
Teste tabi tutulan 5 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.14’de belirtilmiştir.



Resim 4.14. R5 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

#### 4.4. R7 Radyal Salyangoz Numunesi Sonuçları

R7 ölçüsü için hazırlanan 3B parça radyal fanın dil bölgesine monte edilerek test numunesi hazırlanmıştır. Dil bölgesine yapıştırılan 3B parça ve test numunesine ait görseller Resim 4.15’de verilmiştir.



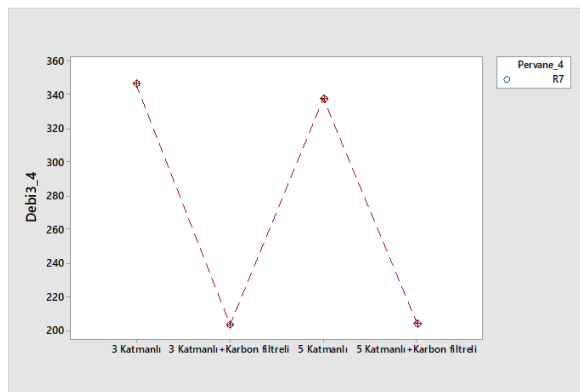
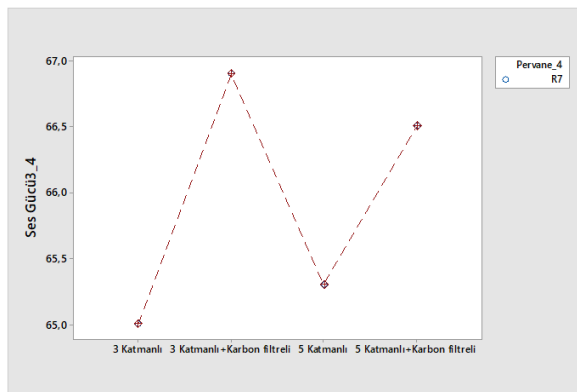
Resim 4.15. R7 numunesine ait görseller

Gerçekleştirilen testlere ait sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir. Elde edilen test sonuçlarına göre 3.’ncü devirde R5 ve R7 değerleri arasında hem debi hem de ses seviyesinde ciddi bir farklılık tespit edilmemiştir. 1.’nci ve 2.’nci devir için ses seviyesinde iyileşme bulunmaktadır.

Yapılan tüm testlerde debi aralığında enerji sınıfını değiştirecek kadar bir değişiklik olmamıştır. 4 farklı ölçümde debi artışı ve ses seviyesi azalışı görülürken enerji sınıfları aynı kalmıştır. En verimli noktadaki alınan ölçüm sonuçları incelendiği rakamların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Dil parametresindeki değişiklik enerji sınıfında farklılık oluşturmamaktadır. Teste tabi tutulan 7 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.16’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. R7 ölçüm sonuçları

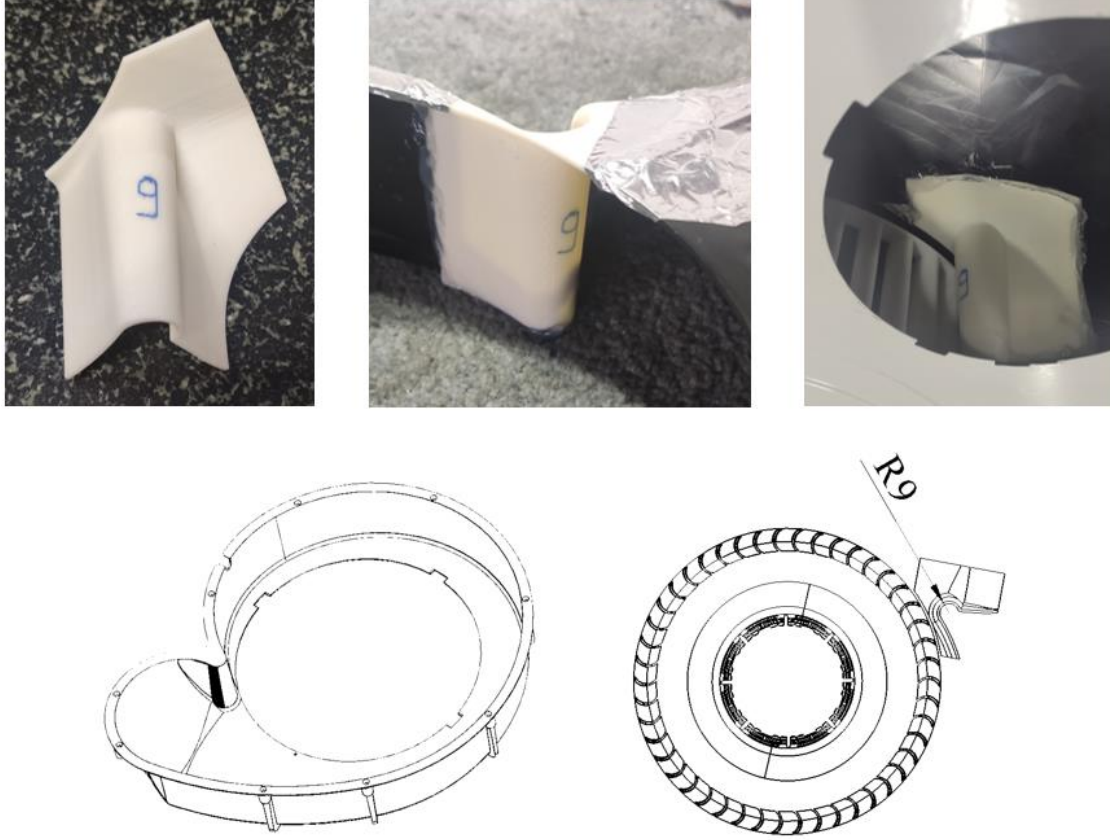
		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	EEI	EEI CLASS
R7	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	123,9	149	45	43,4	54,7	7,5	78,7	C
		2	188,2	205	55	55,3	66,7			
		3	203	217	63	55,5	66,9			
	3 Katmanlı	1	169,7	150	49	39,4	50,8	13,7	70,9	C
		2	301,4	215	65	51,6	63			
		3	346,4	231	73	53,7	65			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	123,3	150	45	43,5	54,8	7,4	78,6	C
		2	188,6	208	55	54,8	66,1			
		3	203,3	220	63	55,1	66,5			
	5 Katmanlı	1	166,5	150	49	39,4	50,8	13,3	70,8	C
		2	295	217	65	51,4	62,8			
		3	337,3	231	72	53,9	65,3			



Resim 4.16. R7 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

#### 4.5. R9 Radyal Salyangoz Test Numunesi

Test numunesi için R9 ölçüsüne göre alınan 3B parça radyal fanın dil bölgesine monte edilerek ürün hazırlanmıştır. R9 test numunesine ait görseller Resim 4.17’de verilmiştir.



Resim 4.17. R9 numunesine ait görseller

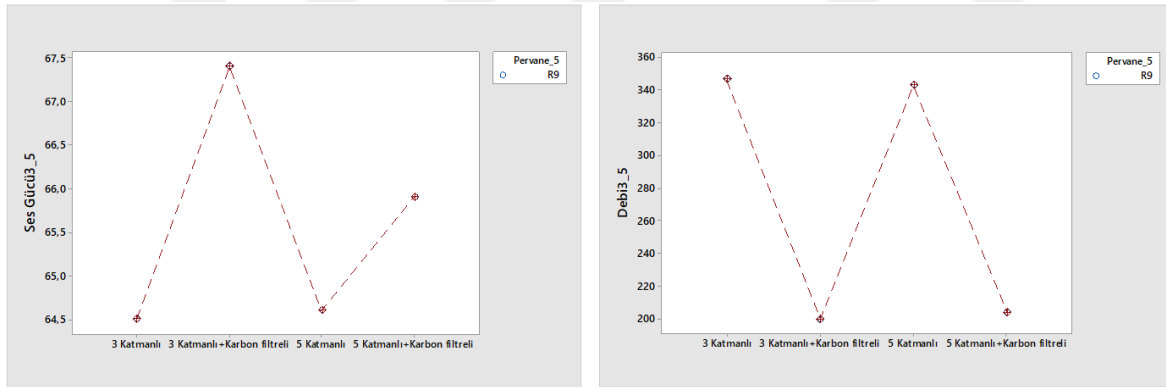
Yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 4.5’de belirtilmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde 1.’nci, 2.’nci ve 3.’ncü devirde hem 3 katmanlı hem de 5 katmanlı filtrede gürültü seviyesinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bununla birlikte debi değerlerinde de artış bulunmaktadır.

Yapılan tüm ölçümler içerisinde R9 dil parçasına ait ölçüm sonuçları hem ses seviyesinde daha yüksektir hem de gürültü seviyesi daha düşüktür. R9 ölçüsüne kadar, dil parçasına ait ölçü artışına bağlı olarak debi seviyesinde düzgün bir artış gözlemlenmiştir. Bununla birlikte ses seviyesinde kısmen yatay veya azalış gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5. R9 ölçüm sonuçları

		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	EEI	EEI CLASS
R9	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	124,22	155	45	45,4	56,8	7	78,5	C
		2	185,9	206	55	55,4	66,7			
		3	199,5	218	63	56	67,4			
	3 Katmanlı	1	172	156	50	37,4	48,7	13,4	71	C
		2	303,4	218	65	51,2	62,5			
		3	346,4	231	73	53,2	64,5			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	126	158	45	43,3	54,6	7,5	78,7	C
		2	189,5	208	55	54,4	65,7			
		3	203,6	220	63	54,6	65,9			
	5 Katmanlı	1	170,4	159	50	38,8	50,1	13,4	71	C
		2	300,2	219	65	51	62,3			
		3	342,7	233	73	53,3	64,6			

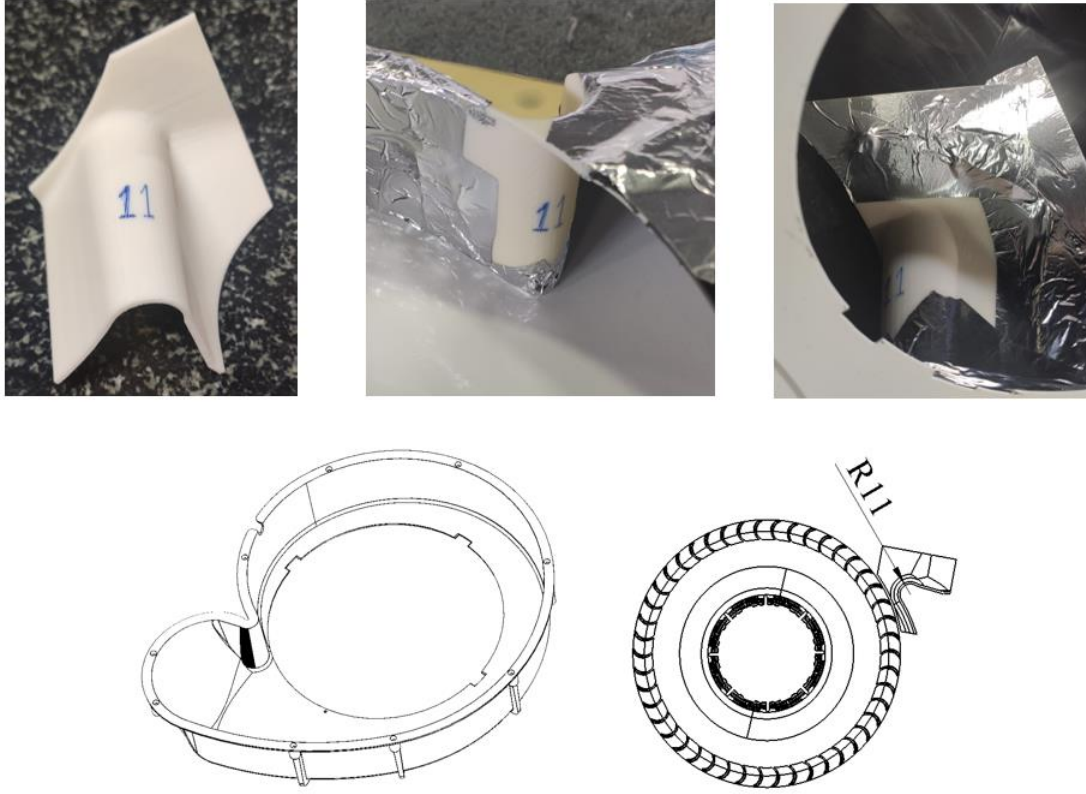
Teste tabi tutulan 9 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.18’de belirtilmiştir.



Resim 4.18. R9 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

#### 4.6. R11 Radyal Salyangoz Test Numunesi

R11 ölçüsü için hazırlanan 3B parça radyal fanın dil bölgesine monte edilerek test numunesi hazırlanmıştır. Dil bölgesine yapıştırılan 3B parça ve test numunesine ait görseller Resim 4.19’da verilmiştir. R11 test numunesi için yapılan deneysel çalışmaya ait ölçüm sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

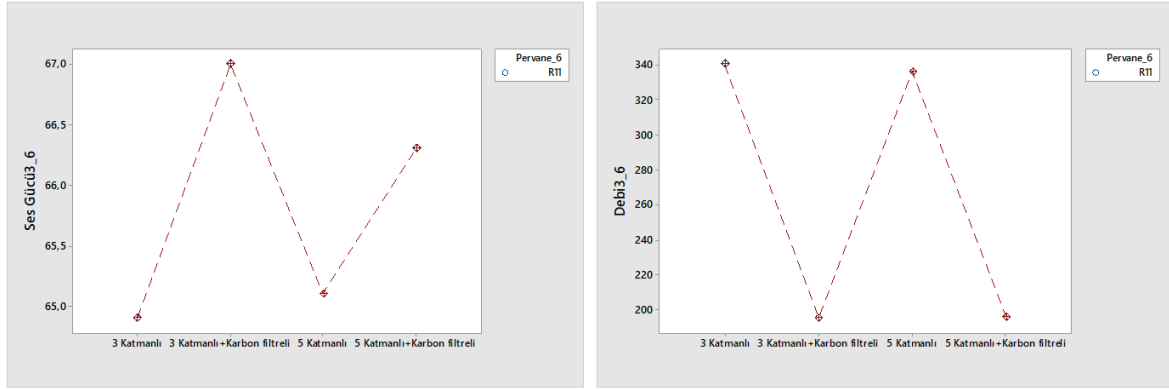


Resim 4.19. R11 numunesine ait görseller

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde R9 ölçüsüne göre ses seviyesi benzerlik gösterirken debi seviyesinde düşüş tespit edilmiştir. Teste tabi tutulan 11 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.20’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.6. R11 ölçüm sonuçları

		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	EEI	EEI CLASS
<b>R11</b>	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	120,8	150	45	36,7	48,1	6,8	83,3	C
		2	181,9	204	55	50,5	61,8			
		3	195,1	215	63	53,1	64,4			
	3 Katmanlı	1	169,5	153	49	43,3	52,3	12,8	71	C
		2	299,3	217	65	54,4	63,1			
		3	340,5	231	73	55,4	65,1			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	121,1	150	45	42,9	54,2	6,9	83,2	C
		2	182,7	205	55	54,4	65,7			
		3	195,4	217	63	55	66,3			
	5 Katmanlı	1	167,1	154	50	39,1	50	12,6	71	C
		2	296,2	217	65	50,6	62,5			
		3	336	230	72	53,8	65,1			



Resim 4.20. R11 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

#### 4.7. R13 Radyal Salyangoz Test Numunesi

R13 ölçüsüne göre hazırlanan 3B parça radyal salyangozun dil bölgesine monte edilerek test numunesi oluşturulmuştur. Numune ürüne ait görseller ve dil bölgesine ait hazırlanan parçanın görselleri Resim 4.21’de verilmiştir.



Resim 4. 21. R13 numunesine ait görseller

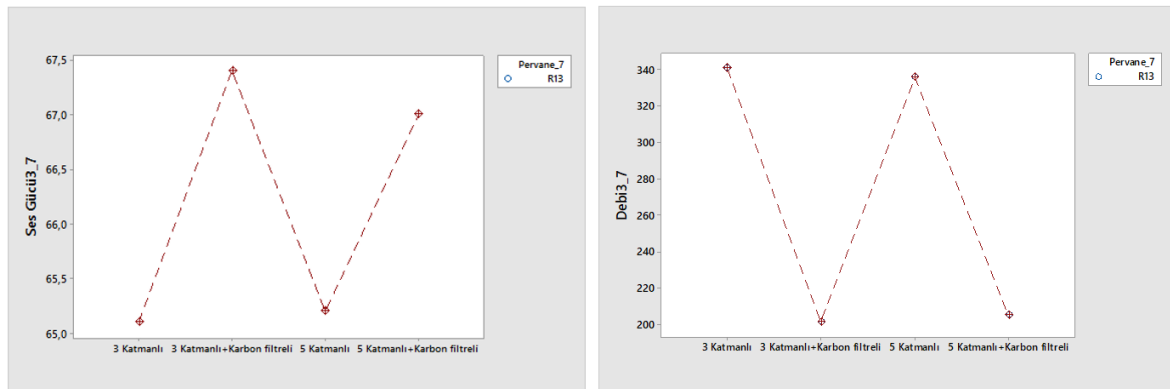
R13 numunesine ait debi ve gürültü ölçüm sonuçları Çizelge 4.7’de verilmektedir. R11 ölçüsü ile kıyaslandığında ses seviyesi yaklaşık olarak aynı kalmaktadır. Debi tarafında ise R9 ölçüsünden sonra sürekli olarak azalma görülmektedir.

Dil bölgesine ait parçadaki ölçü büyümesinin R9’dan sonra ses seviyesini bir miktar artırırken debi kaybına neden olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. R13 ölçüm sonuçları

		DEVİR	DEBİ (m <sup>3</sup> /h)	BASINÇ (Pa)	GÜÇ (W)	SES BASINCI (LPA)	SES GÜCÜ (LWA)	FDE	EEI	EEI CLASS
R13	3 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	123,7	153	45	43	54	7,5	78,5	C
		2	190,9	205	55	51,5	63,4			
		3	205,2	218	63	53,5	65,2			
	3 Katmanlı	1	169,2	156	49	38,1	49,4	13,6	70,9	C
		2	299,7	219	65	51,2	62,9			
		3	340,7	232	73	53,8	65,4			
	5 Katmanlı + Karbon Filtreli	1	125,6	155	46	43	54	78,4	7,5	C
		2	190,4	204	55	51,3	63			
		3	204,9	217	63	53,2	65,2			
	5 Katmanlı	1	167,3	156	49	39,4	50,8	13,3	70,9	C
		2	297,1	216	230	51,2	62,7			
		3	335,7	229	72	54,1	65,2			

Teste tabi tutulan 13 mm çaplı dil numunesi için elde edilen gürültü ve debi değerleri kullanılan filtreye göre değişimi Resim 4.22’de belirtilmiştir.



Resim 4.22. R13 numunesine ait gürültü ve debi değişim grafiği

Yapılan literatür araştırmasında radyal salyangozun dil bölgesi ile ilgili farklı çalışmalar incelenmiştir. Bu incelemelerde dil bölgesinin yuvarlatılmış olması durumunda en yüksek debi elde edileceği tespit edilmiştir. Literatür araştırması kısmında farklı makalelerde bu konular detaylı ele alınmıştır.

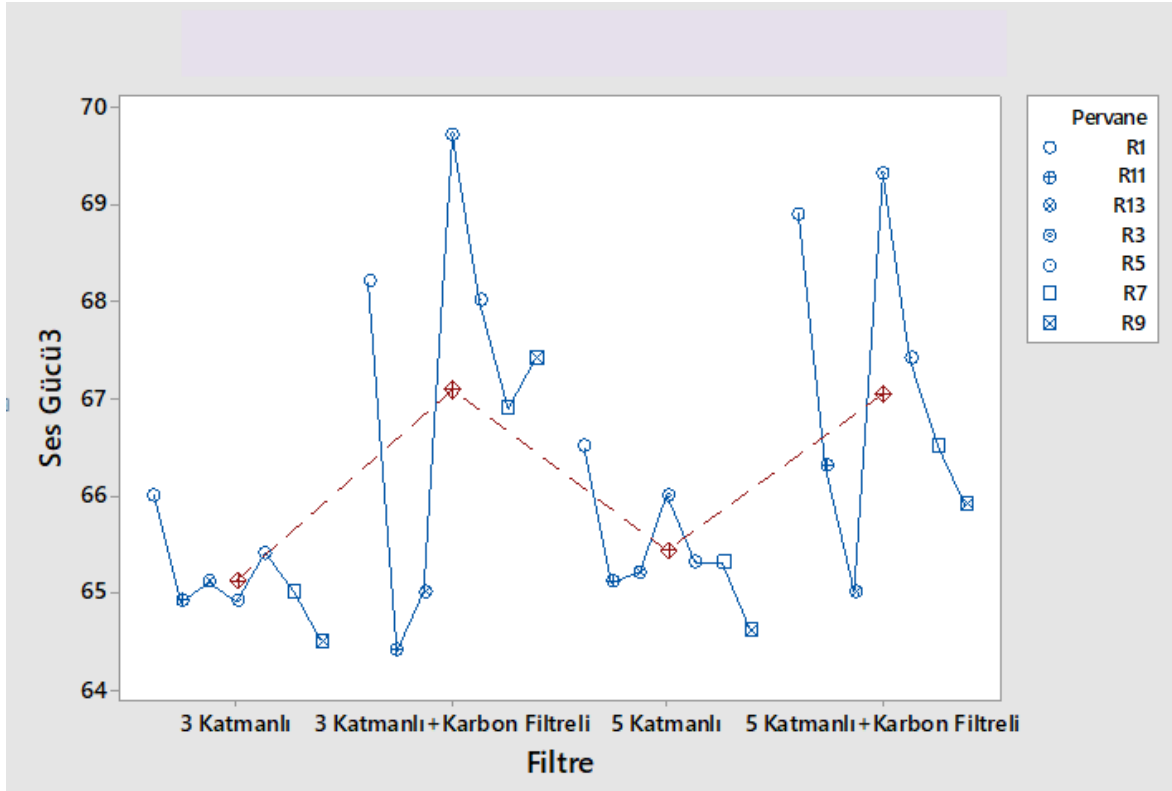
Yapılan deneysel çalışmada farklı katmanlı filtreler ile alınan sonuçlar Çizelge 4.8’de özetlenmiştir. Tablodaki en yüksek devirdeki ölçüm sonuçları incelendiğinde 1’den 9 a doğru ses seviyesinde düşüş olduğu görülmektedir. Dil ölçüsü 9’dan sonraki test numunelerinde ses değerinde bir miktar artış gözlemlenirken debi tarafında düşüşe geçtiği belirlenmiştir. Yapılan ölçüm sonuçlarında 9 çapında yuvarlatılmış dilin kullanımı en yüksek debi seviyesini ve en düşük gürültü seviyesini oluşturduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8. 3 katmanlı ve 5 katmanlı ölçüm sonuçları tablosu

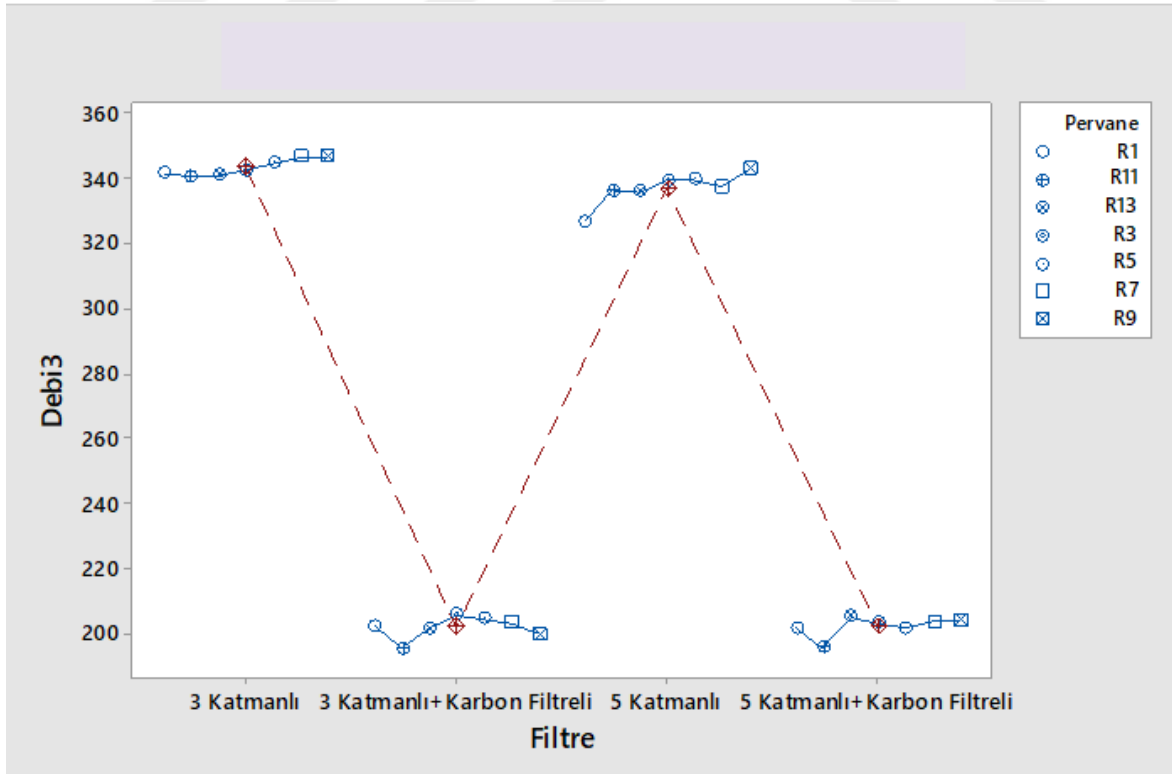
		Debi			Ses Gücü		
		1. Hız	2. Hız	3. Hız	1. Hız	2. Hız	3. Hız
R1	3 Katmanlı	166,2	297,8	331,6	51,3	63,2	66
R3		167,6	298,4	342,5	50,8	63,2	64,9
R5		169,1	300,7	344,6	49,3	62,8	65,4
R7		169,7	301,4	346,4	50,8	63	65
R9		172	303,4	346,4	48,7	62,5	64,5
R11		169,5	299,3	340,5	52,3	63,1	64,9
R13		169,2	299,7	340,7	49,4	62,9	65,1

R1	5 Katmanlı	161,4	286,9	326,7	52,3	63,1	66,5
R3		165,4	298,7	339,4	51,6	63,4	66
R5		167,2	297,2	339,5	50,7	62,4	65,3
R7		166,5	295	337,3	50,8	62,8	65,3
R9		170,4	300,2	342,7	50,1	62,3	64,6
R11		167,1	296,2	336	50	62,5	65,1
R13		167,3	297,1	335,7	50,8	62,7	65,2

Deneysel çalışmada elde edilen ses gücü değerleri Resim 4.23’de toplu olarak gösterilmektedir. Bu grafikte, 4 farklı filtre kullanıma göre ölçülen ses değerleri tek bir grafiğe işlenmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere 3 katmanlı filtre ve 5 katmanlı filtrenin en düşük ses düzeyi R9 değerinde çıkmaktadır. Ayrıca diğer dil çapı değerlerinin nasıl bir çizgi oluşturduğu da grafikte detaylı olarak belirtilmiştir.



Resim 4.23. Ses sonuçlarının kıyaslanması



Resim 4.24. Debi sonuçlarının kıyaslanması

Çalışma sırasında elde edilen debi değerleri Resim 4.24’de toplu olarak verilmiştir. Bu grafik üzerinde 4 farklı filtre kullanımı sırasında elde edilen debi seviyeleri tek bir grafik haline getirilmiştir. Radyal salyangozdaki kıvrımlı dil parametresinin debi üzerindeki değişkenliği bu grafik üzerinde belirtilmiştir.

Resim 4.23 ve Resim 4.24’de verilen grafiklerde yer alan kırmızı kutu, her bir filtre kullanımında 7 farklı dil ile elde edilen sonuçların aritmetik ortalamasını göstermektedir.



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, radyal salyangozların dil kısmının yuvarlatılmış olması durumundaki, davlumbaz veya aspiratördeki debi ve gürültü seviyesine etkisi incelenmiştir. Aynı numune ürün üzerinde 7 farklı kıvrımlı dilli test numuneleri hazırlanarak deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada 3 katmanlı ve 5 katmanlı filtre sonuçları incelenmiştir. Filtre katman sayısının artmasının hava çekişini olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklı debi seviyesinin daha düşük olmasına neden olmaktadır. Filtre katman sayısının artırılması yağ tutuculuğunun daha iyi olması amacıyla yapılmaktadır. Bu çalışmada 3 ve 5 katmanlı filtre olacak şekilde ölçüm sonuçları incelenmiştir.

Deneysel çalışmada ayrıca karbon filtre kullanımı sırasında çıkan sonuçlara da yer verilmiştir. Karbon filtre kullanımı sırasında oluşan basınç farkından dolayı sonuçların tutarsız olduğu görülmüştür. Bundan dolayı deneysel çalışmaya ait sonuçların farklı çalışmalara örnek olabilmesi amacıyla paylaşılmış olup değerlendirmeye tabi tutulmamıştır.

Radyal salyangoz dil kısmındaki yuvarlatma miktarının artırılmasının belirli bir noktaya kadar olumlu etki ettiği yapılan deneysel çalışmada görülmüştür. Kıvrımlı dil ile ilgili literatür araştırmasında da farklı çalışmalar incelenmiş ve çap 10 mm değerinin en verimli sonuçların görüldüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmada da elde edilen bulgular ile literatür araştırmasında bahsedilen bulgular kıyaslanmıştır.

R1 dil ölçüsüne ait numuneden R9 dil ölçüsüne ait numuneye kadar yapılan ölçümlerde debi kısmında 5 katmanlı filtrede yaklaşık 15 m<sup>3</sup>'lük bir artış görülmüştür. Genel olarak çıkan sonuçlar incelendiğinde dil parametresinin debi üzerinde çok büyük değişkenliğe neden olmadığı görülmektedir.

Davlumbaz çalıştığı anda havanın tahliye edilmesi sırasında son olarak dil kısmına temas etmektedir. Kıvrımlı dilin çapının değiştirilmesi havanın yönlendirilerek daha yumuşak bir çıkışına neden olduğundan gürültü seviyesine olumlu etkisinden söz etmek mümkündür. Özellikle 9 mm çapa kadar alınan sonuçlarda yaklaşık 2 dB'lik bir iyileşme olduğu

gözükmektedir. R9 ölçüsünden sonra bir miktar ses seviyesinde artış olduğu görülmekle birlikte debi seviyesinde düşüş olmaya başladığı tespit edilmiştir.

Radyal salyangozlarda kıvrımlı dil kullanımının ses seviyesine olumlu etkilediği yapılan bu çalışma sonucunda belirtilebilir. 5 katmanlı filtre kullanımında yaklaşık 2 dB'lik bir azalış, 3 katmanlı filtrede ise 1,5 dB'lik bir azalış söz konusudur.

Ses gücü seviyesi düşürülürken olası bir enerji sınıfı değişikliği de istenilmediğinden çıkan sonuçlarda enerji sınıfı da değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçların ürünün enerji sınıfını değiştirmedeği tespit edilmiştir.

Hem ses gücü hem de debi sonuçları incelendiğinde en yüksek debi seviyesinde en düşük ses gücünü R9 ölçüsü vermektedir. Radyal bir salyangoz tasarımı yapılacağına bu ölçü değerlerinin en verimli sonuçları çıkaracağı bu çalışma sayesinde tespit edilmiştir.

Bu çalışmada radyal fanların hava çıkış noktasında bulunan dil kısmı ele alınmıştır. Farklı dil çaplarında elde edilen sonuçların debi ve gürültü seviyesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Dil parametresinin literatürde de belirtildiği gibi gürültü seviyesine etkisinin olduğu yapılan çalışma sonucunda ortaya konulmuştur.

## KAYNAKLAR

- Ayçiçek, N. ve Ayçiçek, E. (2007). *Bir Fazlı Asenkron Motorların Karakteristiklerinin İncelenmesi, Karşılaştırılması ve Uygun Yol verme Mekanizmasının Seçimi*. Elektrik Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi, 431-436.
- Cai J., Qi D., Lua F. and Wen, X. (2010). *Study of tonal fan noise reduction by modification of the volute cutoff*. ACTA Acustica united with Acustica, 96(6), 1115-1124.
- Cansevdi, B. (2017). *Doğal Soğutmanın Önemi ve Daha Etkin Kullanımı İçin Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar*. XI. Uluslararası Tesisat Teknolojileri Sempozyumu, İstanbul, 08-10.
- Darvish, M. (2015). *Numerical And Experimental Investigations of The Noise And Performance Characteristics of A Radial Fan With Forward-Curved Blades*. Doctoral dissertaiton, Berlin Technical University.
- Datong Q., Yijun M., Xiaoliang L. and Minjian Y. (2009). *Experimental study on the noise reduction of an industrial forward-curved blades centrifugal fan*. Applied Acoustics, (70), 1041–1050.
- Deha, G. (2016). *Davlumbazda Enerji Veriminin Arttırılması*. Doktora Tezi, Enerji Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Duaso R. T. (2011). *Expreamental Investigation on The İnfluence of The Scroll Housing on The Performance of Sirocco Type Fan*. Master Thesis, Berlin University of Technology and Economics.
- Erna, H. (1999). *“Pratik Elektrik ve Uygulamalarıyla Modern Elektronik”*, İnkılap Yayınevi, Ankara, 72-76.
- Güney, M. (2016). *Radyal Fan Salyangozunun Fan Performansına Etkilerinin HAD Yardımı ile İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Hançerli, O. (2019). *Radyal Fan Performansına Etki Eden Parametrelerin Sayısal Olarak İncelenmesi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Hitit Üniversitesi.
- Heo S., Cheong C. and Kim T. H. (2011). Development of low-noise centrifugal fans for a refrigerator using inclined S-shaped trailing edge. *International Journal of Refrigeration*, (34), 2076–2091.
- Jeon W. H. (2003). A numerical study on the effects of design parameters on the performance and noise of a centrifugal fan. *Journal of Sound and Vibration*, (265), 221–230.

- Karanth, K.V., Sharma, N.Y., (2009). CFD Analysis on the Effect of Radial Gap on Impeller-Diffuser Flow Interaction as well as on the Flow Characteristics of a Centrifugal Fan. *International Journal of Rotating Machinery*. 1-8.
- Lee S., Heo S. and Cheong C. (2010). Prediction and reduction of internal blade-passing frequency noise of the centrifugal fan in a refrigerator. *International Journal of Refrigeration*, (33), 1129–1141
- Lyons L. A. and Platter S. (1963). Effect of cutoff configuration on pure tones generated by small centrifugal blowers. *Journal of the Acoustical Society of America*, (35), 1455–1456.
- Ma, G., Andrews-Speed, P., and Zhang, J. (2013). *Chinese consumer attitudes towards energy saving: The case of household electrical appliances in Chongqing*. *Energy Policy*, (56), 591-602.
- Neise W. (1976). Noise reduction in centrifugal fans: A literature survey. *Journal of Sound and Vibration*, 45(3), 375–403.
- Petrov Y. I., Khoroshev G. A., and Novoshilov S. Y. (1997). *Reduction of the noise level in centrifugal fans by means of transition meshes*. *Sudostroenie*, (5), 22–25.
- Roth H. W., Leist H. and Zierep J. (1979). *Investigations on drum rotor fans*. Technical report, Institute for Fluid Mechanics and Fluid Machines, Technical University of Karlsruhe.
- Roth, H. W. (1980). *Improvement of sirocco fan (in German: Optimierung von Trommelläufer Ventilatoren)*. Ph.D. Thesis, TH Karlsruhe.
- Tekbaş, H. (2020). *Davlumbaz Motorlarında İstatiksel Enerji Verimliliği Analizi ve Fuzzy Topsis Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Velarde-Suárez S., Ballesteros-Tajadura R., Santolaria-Morros C. and Pereiras-Garcia Br. (2008) *Reduction of the aerodynamic tonal noise of a forward-curved centrifugal fan by modification of the volute tongue geometry*. *Applied Acoustics*, (69), 225–232.
- Yedamale, P. (2003). *Brushless DC (BLDC) motor fundamentals*. Microchip Technology Inc, (20), 3-15.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Mustafa Türker YILMAZER

Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
-----------------	--------------	----------------

Lisans	Bozok Üniversitesi	2014
--------	--------------------	------

Lisans	Anadolu Üniversitesi	2022
--------	----------------------	------

Yüksek Lisans	Amasya Üniversitesi	2023
---------------	---------------------	------

İş Deneyimi/Yıl	Çalıştığı Yer	Görevi
-----------------	---------------	--------

2016-2018	Artibel Belgelendirme	Kontrol Mühendisi
-----------	-----------------------	-------------------

2018-	Silverline Endüstri	Ar-Ge Tasarım Uzmanı
-------	---------------------	----------------------

### Yabancı Dili

İngilizce

### Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)

1-) Yilmazer, M.T., Bilgin, M.B. "Investigation of surface energy in bonding plastic materials". 8th International Congress of Innovative Scientific Approaches on May 19, pp:337-338, 23-24 November 2022, Samsun, Turkey.