



**MERKEZİ HAVALANDIRMA SİSTEMİ İÇİN AKIŞ  
KONTROL VALFİ TASARIMI**

**TOLGA GÜVEN ÇEVİKSEVER**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**  
**DANIŞMAN: PROF. DR. AHMET FENERCİOĞLU**

**Temmuz – 2020**

**Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

MERKEZİ HAVALANDIRMA SİSTEMİ İÇİN AKIŞ KONTROL VALFİ TASARIMI

TOLGA GÜVEN ÇEVİKSEVER

TOKAT  
Temmuz - 2020

Her hakkı saklıdır



**Bu tez çalışması;**

**Silverline A.Ş bünyesinde 3190623 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında tamamlanmıştır.**

Tolga Güven Çeviksever tarafından hazırlanan “**Merkezi Havalandırma Sistemi İçin Akış Kontrol Valfi Tasarımı**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 16 TEMMUZ 2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / ~~Oy Çoğunluğu~~ ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ** Anabilim dalında da YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

**Prof. Dr. Ahmet FENERCİOĞLU**

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

**Dr. Öğr. Üyesi Mithat ŞİMŞEK**

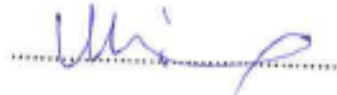
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet EKİCİ**

Amasya Üniversitesi

İmza



ONAY



Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü  
16.07/2020

## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Tolga Güven ÇEVİKSEVER**

**16 Temmuz 2020**



***Turgut Emre Çeviksever'e...***

## **ÖZET**

### **YÜKSEK LİSANS TEZİ**

#### **MERKEZİ HAVALANDIRMA SİSTEMİ İÇİN AKIŞ KONTROL VALFİ TASARIMI**

**TOLGA GÜVEN ÇEVİKSEVER**

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. AHMET FENERCİOĞLU)**

Temiz havanın insan hayatında önemi büyüktür. Yeteri kadar havalandırılmayan bir ortam birçok sağlık problemlerine neden olmaktadır. Doğal havalandırmanın yetersiz olduğu veya ısı izolasyonun önemli olduğu yapılarda merkezi havalandırma sistemleri kullanılmaktadır. Merkezi havalandırma sistemlerinde ortamdan uzaklaştırılacak hava miktarının doğru ayarlanması önem arz etmektedir. İstenilenden daha düşük debide havalandırma yapılması sağlık sorunlarını oluşturacağı gibi daha yüksek debide havalandırma yapılması enerji kaybına neden olacaktır. Debi miktarı hava akış kontrol valfleri ile ayarlanmaktadır. Bu tez kapsamında mutfak temel ve cebri havalandırmasını sağlayan merkezi havalandırma sistemine uygun davlumbazda kullanılmak üzere hava akış kontrol valf tasarımı yapılacaktır. Tasarlanan valf için analitik hesaplama, analiz, performans ve güvenlik deneyleri ile tasarım optimizasyonu yapılacaktır. Sisteme geri besleme elemanı ekleyerek geri beslemeli hava akış kontrol sistemi elde edilecektir. Geri beslemeli sistem ile değişen koşullarda havalandırma debi miktarı istenilen değerde sabit kalacaktır. Ayrıca ilk kurulumda gereken teknik alt yapı ve yetkinlik ihtiyacını ortadan kaldıracak ve ilk kurulum süresi kısaldığı için servis ücretini düşürecektir.

2020, 91 SAYFA

**ANAHTAR KELİMELER:** Merkezi havalandırma sistemi, Hava akış kontrol valfi, Davlumbaz

## **ABSTRACT**

### **MASTER THESIS**

#### **FLOW CONTROL VALVE DESIGN FOR CENTRAL VENTILATION SYSTEM**

**TOLGA GÜVEN ÇEVİKSEVER**

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF MECHATRONICS ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. AHMET FENERCİOĞLU)**

Clean air is of great importance for human life. An environment that is not adequately ventilated causes many health problems. Central ventilation systems are used in buildings where natural ventilation is insufficient or heat insulation is important. In central ventilation systems, it is important to set the amount of air to be removed from the environment correctly. Ventilation at a lower flow rate than desired will cause health problems and ventilation at a higher flow will cause energy loss. Flow rate is adjusted with air flow control valves. In the scope of this thesis, air flow control valve design will be made to be used in the range hood suitable for central ventilation system that provides kitchen ground and forced ventilation. For the designed valve, analytical calculation, analysis, performance and safety experiments and design optimization will be made. By adding a feedback element to the system, a feedback air flow control system will be designed. With the feedback system, the amount of ventilation flow will remain constant at the desired value under changing conditions. In addition, it will eliminate the need for technical infrastructure and competence required in the initial setup and will reduce the service fee as the initial setup time is shortened.

2020, 91 PAGE

**KEYWORDS:** Central ventilation system, Air flow control valve, Range hood

## ÖNSÖZ

Bu tez kapsamında mutfak temel ve cebri havalandırmasını sağlayan merkezi havalandırma sistemine uygun davlumbazda kullanılmak üzere geri beslemeli hava akış kontrol valf tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan valfe geri besleme elemanı olarak basınç sensörü eklenerek geri beslemeli hava akış kontrol valfi elde edilmiştir.

Yapmış olduğum tez çalışması boyunca benden desteğini esirgemeyen ve her konuda yardımcı olan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ahmet FENERCİOĞLU'na, saha çalışmaları ve pazar araştırmalarında desteklerini esirgemeyen Hakan YILMAZ'a ve Eren YILMAZ'a, projenin her aşamasında projeye destek veren Silverline A.Ş. çalışanlarına ve yönetimine teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her döneminde hiçbir zaman desteklerini benden esirgemeyen aileme ve eşim Sedef ÇEVİKSEVER'e sonsuz teşekkür ederim.

**Tolga Güven ÇEVİKSEVER**

**16 Temmuz 2020**

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| ÖZET .....                                               | i   |
| ABSTRACT.....                                            | ii  |
| ÖNSÖZ .....                                              | iii |
| İÇİNDEKİLER .....                                        | iv  |
| SİMGE ve KISALTMALAR .....                               | vi  |
| ŞEKİL LİSTESİ.....                                       | ix  |
| ÇİZELGE LİSTESİ.....                                     | xii |
| 1. GİRİŞ .....                                           | 1   |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ .....                                 | 6   |
| 2.1. Literatür İncelemesi .....                          | 6   |
| 2.2. İlgili Patentlerin İncelenmesi .....                | 8   |
| 2.3. İlgili Standartların İncelenmesi.....               | 10  |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....                               | 11  |
| 3.1. Benchmark Ürün İncelemesi .....                     | 11  |
| 3.1.1. Systemair F251-10-60 .....                        | 11  |
| 3.1.2. Exhausto ESL136 SER .....                         | 12  |
| 3.1.3. Thermex airgrip .....                             | 16  |
| 3.1.4. Glemgas.....                                      | 17  |
| 3.1.5. Cata .....                                        | 18  |
| 3.1.6. Benchmark değerlendirme.....                      | 18  |
| 3.2. Kapsamın Belirlenmesi.....                          | 20  |
| 3.3. Analitik Hesaplar .....                             | 21  |
| 3.4. Hava Akış Kontrol Valfi Tasarımı .....              | 22  |
| 3.4.1. Valf-1 katı model tasarımı .....                  | 22  |
| 3.4.2. Valf-1 SEY ile akış analizi.....                  | 26  |
| 3.4.3. Valf-1 prototipi .....                            | 28  |
| 3.4.4. Performans deneyleri .....                        | 29  |
| 3.4.5. Valf-1 hata türü ve etkileri analizi (FMEA) ..... | 36  |
| 3.4.6. Valf-2 katı model tasarımı .....                  | 38  |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.7. Valf-2 prototipi.....                                | 41 |
| 3.5. Güvenlik Deneyleri .....                               | 42 |
| 3.5.1. Kızaran tel deneyi .....                             | 42 |
| 3.5.2. İğne ucu alevi deneyi.....                           | 43 |
| 3.5.3. Bilye basınç deneyi.....                             | 45 |
| 3.6. Geri Beslemeli Hava Akış Kontrol Sistem Tasarımı ..... | 46 |
| 3.7. Genel Bilgiler .....                                   | 48 |
| 3.7.1. Servo motor .....                                    | 48 |
| 3.7.2. Fark basınç sensörü .....                            | 49 |
| 4. BULGULAR.....                                            | 51 |
| 4.1. Analitik Hesaplar .....                                | 51 |
| 4.2. Analiz Bulguları .....                                 | 53 |
| 4.3. Deney Bulguları.....                                   | 57 |
| 4.3.1. Debi – basınç performans deneyi .....                | 57 |
| 4.3.2. Akustik performans deneyi.....                       | 61 |
| 4.3.3. Performans grafikleri .....                          | 63 |
| 4.3.4. Koku çekme (odour) performans deneyi .....           | 68 |
| 4.4. Güvenlik Deneyleri .....                               | 70 |
| 4.4.1. Kızaran tel deneyi .....                             | 70 |
| 4.4.2. İğne ucu alevi deneyi.....                           | 71 |
| 4.4.3. Bilye basınç deneyi.....                             | 71 |
| 4.4.4 Ömür testi.....                                       | 72 |
| 4.5. Geri Beslemeli Hava Akış Kontrol Sistem Tasarımı ..... | 73 |
| 4.5.1. Devre çalışmaları .....                              | 73 |
| 4.6. Kıyaslama .....                                        | 75 |
| 5. SONUÇ .....                                              | 76 |
| 6. KAYNAKLAR .....                                          | 80 |
| EKLER .....                                                 | 83 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                              | 92 |

## SİMGELER ve KISALTMALAR

| Simgeler | Açıklama                                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------|
| $A$      | Odanın eşdeğer ses yutma alanı ( $m^2$ )                        |
| $A$      | Kesitsel alan ( $m/s$ )                                         |
| $C_1$    | Davlumbaz çalışmadan MEK konsantrasyonu                         |
| $C_2$    | Davlumbaz çalıştırıldıktan sonraki MEK konsantrasyonu           |
| $CO_2$   | Karbondiyoksit                                                  |
| cm       | Santimetre                                                      |
| $d$      | Kanal çapı (m)                                                  |
| dB       | Desibel                                                         |
| $g$      | Yer çekimi                                                      |
| $h$      | Yükseklik                                                       |
| Hz       | Hertz                                                           |
| $I$      | Besleme akımı (amper)                                           |
| $I_{O+}$ | Tam ölçekli çıkışta çıkış kaynağı akımı                         |
| $K_1$    | Desibel (dB) olarak ifade edilen arka plan gürültüsü düzeltmesi |
| $K_2$    | Çevresel düzeltme değeri                                        |
| kg       | Kilogram                                                        |
| kPa      | Basınç birimi (kilopascal)                                      |
| $l$      | Kanal boyu (m)                                                  |
| $L'_p$   | Test edilen kaynak çalışırken ölçülen ses basınç değeri         |
| $L'' p$  | Test edilen kaynak çalışmazken ölçülen ses basınç değeri        |
| $L_{pf}$ | Düzeltilmiş ses basınç değeri                                   |
| $L_w$    | Ses gücü seviyesi                                               |
| m        | metre                                                           |
| mA       | Miliamper                                                       |
| mAdc     | Miliamper (dc)                                                  |
| mm       | Milimetre                                                       |
| ms       | milisaniye                                                      |

|                  |                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------|
| N                | Newton                                                        |
| $O_f$            | Koku azaltma faktörü                                          |
| P                | Basınç                                                        |
| Pa               | Basınç birimi (pascal)                                        |
| $P_{OP}$         | Basınç aralığı (pa)                                           |
| R                | Birim basınç kaybı ( $Pa/m$ )                                 |
| S                | Ölçüm yüzeyinin alanı (m <sup>2</sup> )                       |
| s                | saniye                                                        |
| $S_0$            | 1 m <sup>2</sup>                                              |
| sn               | Saniye                                                        |
| $t_R$            | Tepki süresi                                                  |
| V                | Volt                                                          |
| V                | Havanın hızı ( $m/s$ )                                        |
| V <sub>dc</sub>  | Besleme gerilimi (V)                                          |
| V <sub>off</sub> | Basınç ofseti                                                 |
| V <sub>FSO</sub> | Maksimum yada nominal basınçtaki çıkış voltajı                |
| V <sub>FSS</sub> | Tam ve min. nominal basınçtaki çıkış gerilimi arasındaki fark |
| V <sub>S</sub>   | Giriş gerilimi (volt)                                         |
| Q                | Debi ( $m^3/s$ )                                              |
| $\Delta P$       | Uçlar arasındaki basınç farkı ( $Pa = N/m^2$ )                |
| $\Delta L$       | Test edilen kaynağın oluşturduğu ses basınç değeri            |
| $\lambda$        | Kanal (boru) direnç katsayısı                                 |
| $\rho$           | Havanın yoğunluğu ( $1,2 \text{ kg}/m^3$ )                    |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklama</b>                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------|
| ABS                | Akrilonitril Bütadien Stiren                          |
| ASHRAE             | Amerikan Isıtma Soğutma ve Klima Mühendisleri Derneği |
| DC                 | Direct Current                                        |
| EPA                | Environmental Protection Agency                       |
| FMEA               | Failure Mode Effect Analysis                          |
| HAD                | Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği                       |
| HAKS               | Hava Akış Kontrol Sistemi                             |
| HAKV               | Hava Akış Kontrol Valfi                               |
| MEK                | Metil etil keton                                      |
| PA6                | Poliamid 6                                            |
| PA46               | Poliamid 46                                           |
| PA66               | Poliamid 66                                           |
| PBT                | Polibütilen Tereftalat                                |
| PC                 | Polikarbonat                                          |
| PET                | Polietilen Tereftalat                                 |
| PP                 | Polipropilen                                          |
| PWM                | Pulse Width Modulation                                |
| SEY                | Sonlu Elemanlar Yöntemi                               |
| SP                 | SolidWorks Profesyonel                                |
| TURKAK             | Türk Akreditasyon Kurumu                              |
| Valf-1             | Valf ön tasarımı                                      |
| Valf-2             | Geliştirilmiş valf tasarımı                           |
| WHO                | Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)       |

## ŞEKİL LİSTESİ

| <b><u>Şekil</u></b>                                                               | <b><u>Sayfa</u></b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Şekil 1.1. Müstakil daireler için merkezi havalandırma sistem gösterimi .....     | 3                   |
| Şekil 1.2. Binalar için merkezi havalandırma .....                                | 4                   |
| Şekil 2.1. Valf teknik çizimi .....                                               | 8                   |
| Şekil 2.2. Damper teknik çizimi .....                                             | 8                   |
| Şekil 2.3. Kontrol cihazı teknik çizimi .....                                     | 9                   |
| Şekil 2.4. Kontrol cihazı teknik çizimi .....                                     | 9                   |
| Şekil 3.1. Systemair valf görselli .....                                          | 11                  |
| Şekil 3.2. Systemair performans grafiği .....                                     | 12                  |
| Şekil 3.3. Exhausto valf görselli .....                                           | 13                  |
| Şekil 3.4. Exhausto temel havalandırma performans grafiği (manuel basınç) .....   | 13                  |
| Şekil 3.5. Exhausto temel havalandırma performans grafiği (mutlak basınç).....    | 14                  |
| Şekil 3.6. Exhausto cebri havalandırma performans grafiği (manuel basınç) .....   | 14                  |
| Şekil 3.7. Exhausto cebri havalandırma performans grafiği (mutlak basınç).....    | 15                  |
| Şekil 3.8. Thermex airgrip valf görselleri .....                                  | 16                  |
| Şekil 3.9. Glemgas valf görselleri .....                                          | 17                  |
| Şekil 3.10. Cata valf görselleri .....                                            | 18                  |
| Şekil 3.11. Valf-1 tasarım görseli .....                                          | 23                  |
| Şekil 3.12. Valf-1 patlatılmış teknik resim .....                                 | 24                  |
| Şekil 3.13. Valf-1 temel havalandırma pozisyon görselleri.....                    | 25                  |
| Şekil 3.14. Valf-1 cebri havalandırma pozisyon görselleri.....                    | 25                  |
| Şekil 3.15. Hava akış kontrol valfli davlumbaz mesh görseli .....                 | 26                  |
| Şekil 3.16. Valfin oluşturduğu venturi etkisine göre basınç değişim analizi ..... | 27                  |
| Şekil 3.17. Valf-1 prototip görseli .....                                         | 28                  |
| Şekil 3.18. Silverline marka 1163 model davlumbaz görseli .....                   | 28                  |
| Şekil 3.19. Debi – basınç ölçüm deney düzeneği .....                              | 29                  |
| Şekil 3.20. Akustik deney düzeneği .....                                          | 30                  |
| Şekil 3.21. Mikrofon yerleşimi görseli .....                                      | 31                  |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.22. Koku çekme performans deney düzeneği .....                         | 29 |
| Şekil 3.23. Hareketli paravan gösterimi .....                                  | 35 |
| Şekil 3.25. Valf-2 tasarım görseli .....                                       | 39 |
| Şekil 3.26. Valf-2 patlatılmış teknik resim .....                              | 39 |
| Şekil 3.27. Valf-2 kesit görüntüsü .....                                       | 40 |
| Şekil 3.28. Valf-2 havalandırma pozisyon görselleri .....                      | 41 |
| Şekil 3.29. Valf-2 prototip görseli .....                                      | 42 |
| Şekil 3.30. Kızan tel deneyi sıcaklık seçim diyagramı .....                    | 43 |
| Şekil 3.31. Alev beki ve alev uzunluk teknik resmi .....                       | 44 |
| Şekil 3.32. İğne ucu alevi deney düzeneği .....                                | 44 |
| Şekil 3.33. Bilye basınç deney düzeneği .....                                  | 45 |
| Şekil 3.34. Geri beslemeli devre blok şeması .....                             | 46 |
| Şekil 3.35. Freescale MPXV7002DP fark basınç sensörü .....                     | 47 |
| Şekil 3.36. Basınç sensörü basınç – voltaj grafiği .....                       | 48 |
| Şekil 3.37. Servo motor iç yapısı.....                                         | 49 |
| Şekil 3.38. Fark basınç sensörünün çalışma prensibi .....                      | 50 |
| Şekil 3.39. Fark basınç sensör devre şeması .....                              | 50 |
| Şekil 4.1. Valf-1 SEY ile hava akış analizi (G2,100 pa mutlak basınç) .....    | 53 |
| Şekil 4.2. Valf-1 SEY ile hava akış analizi (F5,100 pa mutlak basınç) .....    | 54 |
| Şekil 4.3. Valf-2 SEY ile hava akış analizi (G2,100 pa mutlak basınç) .....    | 54 |
| Şekil 4.4. Valf-2 SEY ile hava akış analizi (F5,100 pa mutlak basınç) .....    | 54 |
| Şekil 4.5. SEY ile hava akış analizi ve türbülans gösterimi .....              | 55 |
| Şekil 4.6. Debi – basınç performans deney görseli .....                        | 57 |
| Şekil 4.7. Cebri hav. debi – mutlak basınç deney performans grafiği .....      | 60 |
| Şekil 4.8. Temel hav. debi – mutlak basınç deney performans grafiği .....      | 60 |
| Şekil 4.9. Akustik performans deney görseli .....                              | 61 |
| Şekil 4.10. Valf-1 cebri havalandırma performans grafiği (mutlak basınç) ..... | 63 |
| Şekil 4.11. Valf-1 temel havalandırma performans grafiği (mutlak basınç) ..... | 64 |
| Şekil 4.12. Valf-1 cebri havalandırma performans grafiği (manuel basınç).....  | 64 |
| Şekil 4.13. Valf-1 temel havalandırma performans grafiği (manuel basınç) ..... | 65 |
| Şekil 4.14. Valf-2 cebri havalandırma performans grafiği (mutlak basınç) ..... | 66 |
| Şekil 4.15. Valf-1 temel havalandırma performans grafiği (mutlak basınç) ..... | 66 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.16. Valf-1 cebri havalandırma performans grafiği (manuel basınç).....  | 67 |
| Şekil 4.17. Valf-1 temel havalandırma performans grafiği (manuel basınç) ..... | 67 |
| Şekil 4.18. Koku çekme performans deney düzeneği .....                         | 68 |
| Şekil 4.19. Ürün Koku Çekme Performans Grafiği .....                           | 69 |
| Şekil 4.20. Kızaran tel deney düzeneği ve görseli .....                        | 70 |
| Şekil 4.21. İğne ucu alevi deney düzeneği ve görseli .....                     | 71 |
| Şekil 4.22. Bilye basınç deney düzeneği ve görseli .....                       | 72 |
| Şekil 4.23. Ömür testi test düzeneği .....                                     | 72 |
| Şekil 4.24. Basınç düşüşüne bağlı olarak debi değişim grafiği .....            | 73 |
| Şekil 4.25. Geri beslemeli shava akış kontrol sistemi devre görseli .....      | 74 |

## ÇİZELGE LİSTESİ

| <b><u>Çizelge</u></b>                                                      | <b><u>Sayfa</u></b> |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Çizelge 2.1. İlgili standart çizelgesi .....                               | 10                  |
| Çizelge 3.1. Benchmark karşılaştırmalı ürün özellik çizelgesi .....        | 19                  |
| Çizelge 3.2. Valf-1 malzeme listesi .....                                  | 24                  |
| Çizelge 3.3. Valf-1 havalandırma kesit alan çizelgesi .....                | 25                  |
| Çizelge 3.4. Mikrofon konum çizelgesi .....                                | 31                  |
| Çizelge 3.5. Valf-1 hata türü ve etkileri analiz çizelgesi .....           | 37                  |
| Çizelge 3.6. Hata türü ve etkileri analiz derecelendirme çizelgesi .....   | 38                  |
| Çizelge 3.7. Valf-2 malzeme listesi .....                                  | 40                  |
| Çizelge 3.8. Valf-2 havalandırma kesit alan çizelgesi .....                | 41                  |
| Çizelge 3.9. Malzeme cinsine göre deney sıcaklık değer çizelgesi .....     | 45                  |
| Çizelge 3.10. K-Power DM1500 servo motor özellik çizelgesi .....           | 46                  |
| Çizelge 3.11. Freescale MPXV7002DP özellik çizelgesi .....                 | 47                  |
| Çizelge 4.1. Analitik hesaplama debi – basınç çizelgesi .....              | 52                  |
| Çizelge 4.2. Debi – basınç performans analiz çizelgesi .....               | 52                  |
| Çizelge 4.3. Valf-1 debi – basınç performans deney çizelgesi .....         | 58                  |
| Çizelge 4.4. Valf-1 debi – basınç performans deney çizelgesi .....         | 59                  |
| Çizelge 4.5. Valf-1 akustik performans deney sonuç çizelgesi .....         | 62                  |
| Çizelge 4.6. Valf-2 akustik performans deney sonuç çizelgesi .....         | 62                  |
| Çizelge 4.7. Yeni HAKS koku çekme performans deney sonuç çizelgesi .....   | 69                  |
| Çizelge 4.8. Valf-1 ve Valf-2 akustik performans kıyaslama çizelgesi ..... | 75                  |
| Çizelge 4.9. Benchmark kıyaslama çizelgesi .....                           | 75                  |

## 1. GİRİŞ

İnsan yaşamında önemli bir yer tutan temiz ve sağlıklı hava gereksinimi her geçen gün artmaktadır. Sanayinin gelişmesi, yüksek yapıların inşa edilmesi ve insanların toplu olarak bulunduğu mekânların artması sebebiyle havalandırmanın önemi ve gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu kapalı alanlarda kalabalık insan topluluklarından ya da endüstriyel ortamlarda oluşan kirli havanın sürekli yenilenmesi ve tazelenmesi gerekmektedir (Anonim,2015).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO-World Health Organization)’nın yapmış olduğu çalışmalar, insanlar tarafından hem yaşam hem diğer amaçlar için kullanılan binalardaki iç havanın, insan sağlığına zarar verebilecek şekilde çeşitli gazlarla ve partikül ölçekli kirleticilerle kirlendiğini göstermektedir.

Konutlarda kabul edilebilir iç hava kalitesi; ASHRAE 62–1989, 2001 Standartlarına göre; "İçinde, bilinen kirleticilerin, yetkili kuruluşlar tarafından belirlenmiş zararlı konsantrasyonlar seviyelerinde bulunmadığı ve bu hava içinde bulunan insanların %80 veya daha üzerindeki oranın havanın kalitesiyle ilgili herhangi bir memnuniyetsizlik hissetmediği havadır" olarak açıklanmaktadır (ASHRAE, 2001).

Yukarıda tanımlardan yola çıkarak öncelikle iç hava kalitesinin artırılması için havanın kirleticilerden arındırılması gerekmektedir. Konutlarda bulunan kirleticiler; toz, pamuk, saç ve elyaflar, küf, bakteri, virüs ve organizmalar, sigara dumanı, uçucu organik bileşikler, parfüm ve kozmetik ürünleri, ozon gazı, radon gazı gibi maddeler sayılabilir. Bu kirleticilerden ortama filtrelenmiş taze hava alınması, ortamda nem ve sıcaklık kontrolü yapılması ve ortamdan kirli havanın uzaklaştırılması yoluyla korunabilir.

İç hava sorunlarının belirtileri için şu şekilde özetlemek mümkündür. Burun kanamaları, öksürük, teneffüs zorlukları, göz sulanmaları ve kızarıklıkları, ateşlenme, titreme, hızlı kalp atışı, kas ağrıları, işitme kayıpları, ağız ve burun içi kuruluğu, baş ağrısı, mide bulantısı, kas seğirmesi, tanımlanamayan alerjik reaksiyonlar vb. rahatsızlıklarla karşı karşıya kalındığı tespit edilmiştir (Bulgurcu ve ark. 2005).

Doğal havalandırma yöntemlerinin yetersiz kalması ya da mekân içi ısının sabit tutularak havalandırmanın yapılmak istenmesiyle merkezi havalandırma sistemleri kullanılır (Anonim,2015).

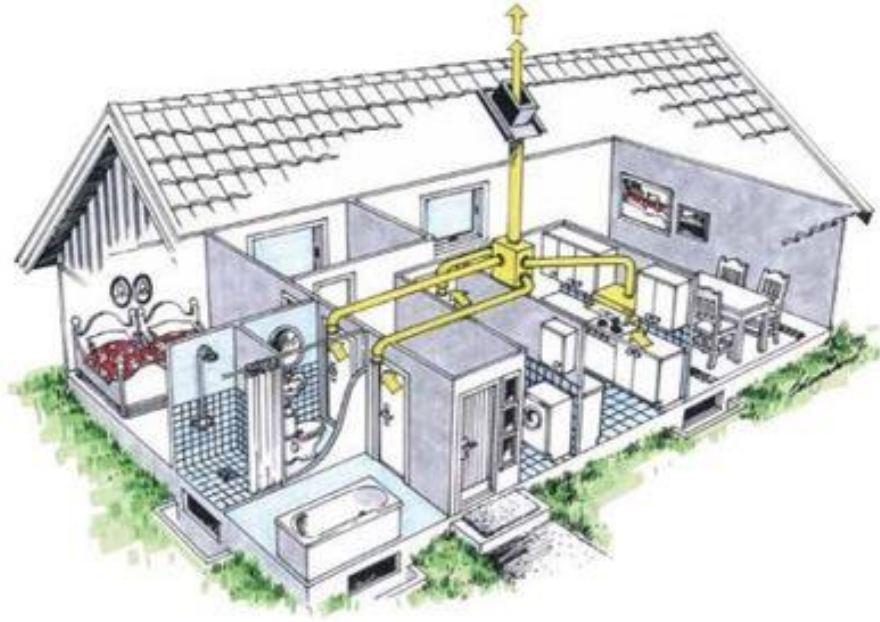
Merkezi bir havalandırma sistemi, genel havalandırma için evin içine ve dışına kontrollü, sürekli, düşük seviyeli hava hareketi sağlamak üzere özel olarak tasarlanmış merkezi konumlandırılmış bir vantilatör olarak tanımlanabilir. Evdeki herkes için sağlıklı iç mekân havasına katkıda bulunur ve evi küften korur (Anonim, 2018).

Merkezi havalandırma sistemlerinin genel faydaları;

- Devamlı taze hava sağlanması, ortam havasının sürekli yenilenmesi,
- Sıcaklık ve nemin konfor seviyesinde tutulması,
- Yangın ve patlama tehlikelerinin azaltılması,
- Kirleticilerin ortadan kaldırılması ya da seyreltilmesi,
- Ortamlarda istenmeyen hava akımlarının oluşmasını engellemek üzere, birçok durumda ortamlara veya dış havaya karşı ortamın negatif basınç (vakumlu havalandırma) veya pozitif basınç (basınçlı havalandırma) altında tutulmasının sağlanması hedeflenir (Eğri ve ark. 2011).

Merkezi havalandırma sistemi banyo, tuvalet, kurutma odaları, mutfak vb. odalardan sürekli olarak hava çekerek ortamdaki düşük kaliteli havanın ortamdan uzaklaşmasına ve daire havasının yenilenmesine olanak sağlamaktadır. Danimarka, Norveç, İsveç gibi İskandinav ülkelerinde merkezi havalandırma sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

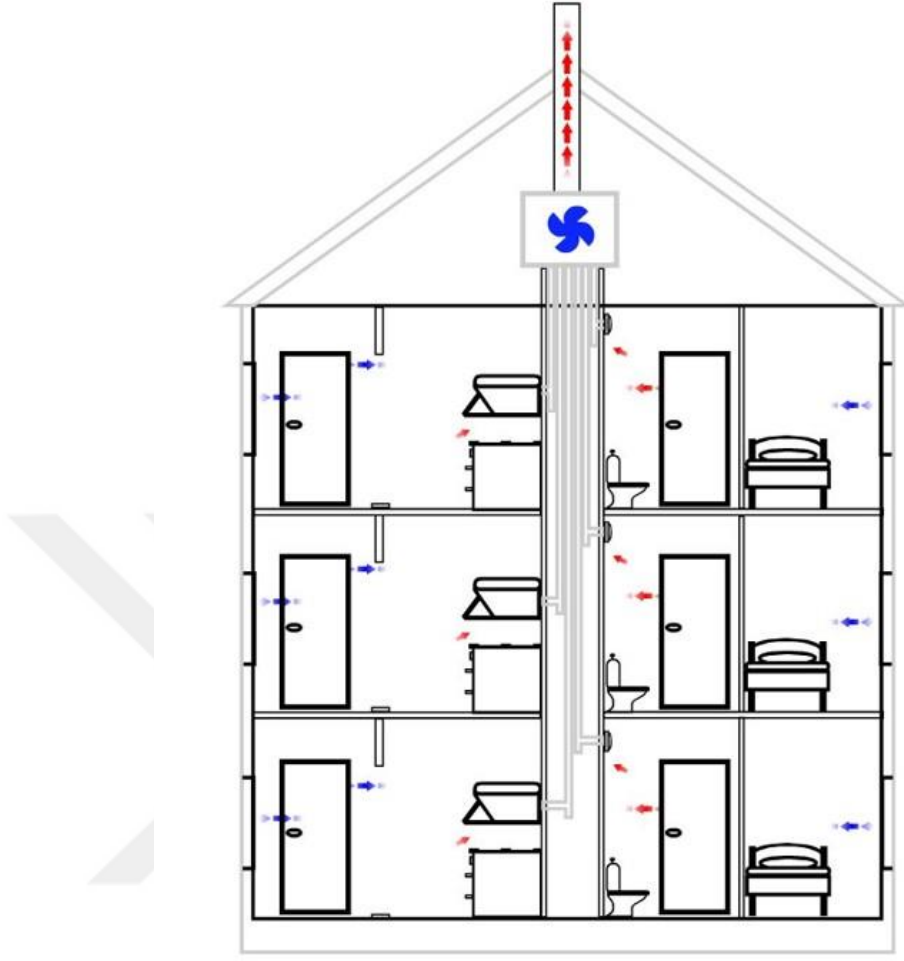
Merkezi havalandırma sisteminde havalandırma motoru borular yardımı ile havalandırılacak odada yer alan Hava Akış Kontrol Valfi (HAKV)'ne bağlıdır. HAKV, havalandırmak istenen odaya göre debi miktarını ayarlanabilecek özellikte olması gerekmektedir. Şekil 1.1'de müstakil daireler için merkezi havalandırma sistem modellemesi gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Müstakil daireler için merkezi havalandırma sistem gösterimi

Mutfak temel havalandırması yaygın olarak ocak üzerinde yer alan davlumbaz tarafından yapılmaktadır. Merkezi havalandırma sisteminde, bilinen yöntemlerdeki gibi davlumbaz içerisinde havalandırma motoruna ihtiyaç yoktur. Davlumbaz sürekli çalışan merkezi havalandırma motoruna boru yardımı ile bağlanmaktadır. Davlumbaz içerisinde de diğer odalardaki gibi debi miktarını ayarlayacak bir hava akış kontrol valfine ihtiyaç vardır. Ancak diğer odalarda kullanılan valfler sadece temel havalandırmayı yapabilecek sabit ayarlı valftir. Davlumbazda kullanılacak valfinin hem temel havalandırma hem de yemek pişirirken ortamda oluşan istenmeyen koku ve buharı ortamdan tahliye etmek için cebri ortam havalandırma ihtiyacını karşılayacak şekilde hava akış kesit alanı değiştirilebilir bir valf olması gerekmektedir.

Merkezi havalandırma sisteminde havalandırma motorunun oluşturduğu negatif basınç her oda için aynı değildir. Boru uzunluğu, boru çapı ve kullanılan dirsek miktarı valfler üzerinde farklı negatif basınç değerlerinin oluşmasını sağlamaktadır. Şekil 1.2' te binalar için merkezi havalandırma sistem modellemesi gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Binalar için merkezi havalandırma sistem modeli

Mevcut sistemlerde; bina mevzuatına göre her dairede havalandırma miktarının aynı olması için teknisyenler havalandıracak oda içerisinde yer alan HAKV üzerinden basınç ölçümü yapmakta ve ölçülen basınç değerine göre debi – basınç performans grafiklerini kullanarak debiyi istenilen değere ayarlamaktadır. Bu ayar sadece ilk kurulum esnasında yapılmaktadır. Kuruludan sonra değişen koşullar (motor performansının düşmesi, sisteme yeni havalandırma noktalarının eklenmesi vb.) için tekrar ayar yapılması gerekmektedir. İlk kurulumda teknik alt yapı ve yetkinliğe sahip teknisyene ihtiyaç duyulmaktadır. HAKV ayar süreleri uzun ve zahmetli olduğu için teknik servis ücretleri fazladır. Merkezi havalandırma sistemine uygun davlumbaz üretimi yapan yerli firmalar bu tip davlumbazlarda ithal hava akış kontrol valfleri kullanmaktadır.

Bu çalışmada; merkezi havalandırma sistemlerine uygun davlumbazlarda kullanılmak üzere geri beslemeli hava akış kontrol sistemi (HAKS) tasarlanacaktır. HAKS; hava akış kontrol valfi, basınç sensörü ve kontrol kartlarından oluşmaktadır. Basınç sensörü belirli örnekleme zamanı ile sistem içindeki basıncı ölçerek, debinin istenilen değere ayarlanabilmesi için hava akış kesit alan ayarını otomatik olarak yapacaktır. Geri beslemeli hava akış kontrol sistemi debi değerini sabit ayar tutacağı gibi mevcut sistemde ilk kurulumda gereken teknik alt yapı ve yetkinlik ihtiyacını ortadan kaldırarak servis ücretini düşürecektir.

Hazırlanan tez içeriği 5 bölümden oluşmaktadır. Tezin 2. bölümü kaynak özetleri bölümüdür. Bu bölümde kapsamlı araştırmalar yer almaktadır. Mevcut patentlere de yer verilmiştir. Ayrıca hava akış kontrol sistemi entegre edilmiş bir davlumbaz ile ilgili standartlar belirlenmiştir.

Tezin 3. bölümü materyal ve yöntem bölümüdür. Bu bölümde benchmark çalışmalarına, analitik hesaplama yöntemlerine, valf ön tasarımına, akış analiz yöntemine, valf prototiplerine, performans ve güvenlik deney yöntemlerine, performans ve prototip değerlendirme yöntemine, valf geliştirme çalışmalarına, geri beslemeli sistem tasarımına ve kullanılacak komponentler ile alakalı genel bilgilere yer verilmiştir.

Tezin 4. bölümü bulgular bölümüdür. Bu bölümde tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen hava akış kontrol valfleri için analitik hesaplamalar, analiz, performans ve güvenlik deney sonuçları yer almaktadır.

Tezin 5. bölümü sonuçlar bölümüdür. Bu bölümde tez sonuçları yer almaktadır. Ayrıca davlumbaz performans iyileştirme çalışmaları için önerilerde bulunulmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Literatür İncelemesi

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), iç ortamdaki kirliliklerin ortamda bulunan insanların yanı sıra yapı malzemelerinin, konut içindeki mobilyaların ve elektronik eşyaların etkisini ve önemini belirtmiştir. Binalarda üç çeşit emisyon kaynağı bulunmaktadır. Bunlar; İnsan emisyonları (CO<sub>2</sub>, nem, koku), insan faaliyetleri nedeniyle yaratılan emisyonlar (mutfaktaki su, banyo vb.) ve bina emisyonları (kirleticiler, çözücüler, kokular, vb.)’dır (Händel 2011).

İç hava kalitesinin dünya çapında standartlaştırılmış bir tanımı olmamakla birlikte, farklı ülkelerde çeşitli standartlar yayınlanmıştır. Örneğin, en yaygın kullanılan standartlardan biri olan EN 15251, termal konfor, hava kalitesi, aydınlatma ve akustik olmak üzere dört farklı iç ortam çevre faktörü için kriterler içeren ilk Avrupa standardıdır. Türkiye’ de ulusal bir havalandırma standardı olmayıp, Avrupa Birliğinde de geçerli olan standart TS EN 15251 olarak kullanılmaktadır (Anonim 2014).

Solunan havanın temiz olması, gerekli minimum havalandırma miktarının ilk tahmini, 1836 yılında Maden mühendisi olan Thomas Tredgold tarafından yayınlanmıştır. Tredgold, nefes almak ve mum yakmak için kişi başına düşen minimum hava debisinin 2 l/s olduğunu belirlemiştir (Janssen, 1999).

Gabriel Bekö ve ark. yapmış olduğu bir çalışmada 500 Danimarkalı çocuğun yatak odalarında havalandırma oranları incelenerek doğal havalandırma ile evin yeteri kadar havalandırılmadığı ve mekanik bir havalandırmaya ihtiyaç olduğunu ispatlanmıştır (Bekö ve ark. 2010).

Daha çok ofis çalışanlarında gözlemlenen ve Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA)’nın verilerine göre mücadele edilmesi gereken ilk 10 sağlık sorunu arasında 4. sıraya yerleştirilmiş olan ve çalışanlarda konsantrasyon düşüklüğü, baş ağrısı, burun akıntısı, halsizlik gibi sorunları beraberinde getiren “Hasta Bina Sendromu” olarak adlandırılan durum, çalışma süresi boyunca yetersiz havalandırma koşullarında mevcut kirleticilere

maruz kalınması durumunda ortaya çıkar. Hasta Bina Sendromunda kullanıcılar bina içerisinde bulundukları süre içerisinde sağlık problemleri yaşarken, binayı terk ettiklerinde bu rahatsızlıklar geçmektedir (Kavgic ve ark. 2008)

BR18 Danimarka Bina Yönetmeliği'ne göre sistem basıncın 50 Pa ile 250 Pa arasında olmalıdır. Merkezi motor basınç değerleri dikkate alınarak seçilmelidir. Eğer binada yangın söndürme sistemi mevcut değilse daireler üzerinde minimum 100 Pa basınç olması gerekmektedir. Eğer yangın söndürme sistemi mevcut ise minimum 50 Pa basınç olması gerekmektedir (Anonim, 2018).

BR18 Danimarka Bina Yönetmeliği'ne göre, yaşam alanlarının her m<sup>2</sup>'si için en az 0.30 l/s ortam havalandırması gerekmektedir. Mutfak havalandırması en az 20 l/s, banyo ve tuvaletin bir arada olduğu odalarda en az 15 l/s, banyosuz bir tuvalette en az 10 l/s ve kurutma odaları gibi yardımcı odalarda en az 10 l/s olmalıdır (Anonim, 2018).

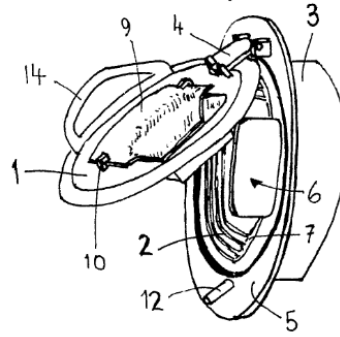
Aracı S. ve Kınacı Ö. yaptıkları çalışmada dirsek etrafında oluşan basınç kayıpları incelenmiş ve basınç kayıp katsayıları hesaplanmıştır. İlk olarak boru çapının ve akışkan hızının kayıp katsayısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sayısal analizler sonucunda, hız arttıkça kayıp katsayısının azaldığı, aynı Reynolds sayısında çap arttıkça kayıp katsayısının arttığı ve aynı debide hız azaldıkça dirsek nedeniyle oluşan kaybın daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra dirsek yarıçapının akışa etkisi incelenmiştir. Keskin dönüşlü dirsek yerine, yarıçaplı dirsek kullanarak akışın daha düzenli olduğu ve basınç düşüşünün önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Yarıçap miktarı arttıkça kayıp miktarındaki azalma oldukça azdır (Aracı ve ark. 2018).

K. S. H. Satyamurthy ve ark. yaptıkları çalışmada basınç sensörünün çalışma prensibini incelemiştir. Gösterge basınç sensörü ile mutlak basınç sensörü arasındaki farklar net bir şekilde ortaya konmuştur (Satyamurthy ve ark. 2011).

Kurihara ve ark. yaptıkları çalışmalarda basınç sensörü kullanarak oda içindeki basınç düşüşünü algılayan bir havalandırma sistemi tasarlamıştır. Bu sistem basıncın düştüğü durumlarda havalandırma motorunu çalıştırarak oda içine temiz hava akışını sağlamaktadır (Kurihara ve ark. 2015).

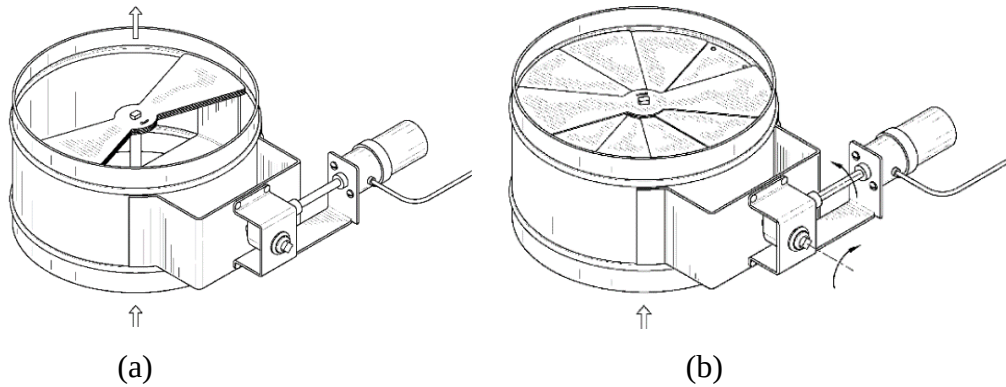
## 2.2. İlgili Patentlerin İncelenmesi

EP0422316A1 yayın numaralı 13 Kasım 1989 başvuru tarihli patent dokümanında Mutfak davlumbazından havalandırma akışını kontrol etmek için valf tarif edilmektedir. Tarifnamede; hava geçiş kesit alanı ayarlanabilen sabit parça üzerine ve hava geçiş kesit alanı ayarlanabilen hareketli bir parçadan oluşan valf tarif edilmektedir. Sabit parça üzerinde sistem basıncını ölçebilecek bir basınç ölçüm noktası da tarif edilmektedir. Valfe ait teknik çizim Şekil 2.1’de yer almaktadır.



Şekil 2.1. Valf teknik çizimi

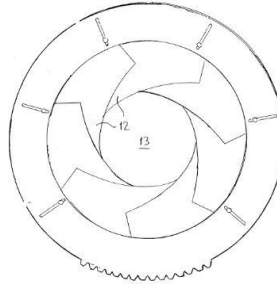
US2013068846A1 yayın numaralı 21 Eylül 2011 başvuru tarihli patent dokümanında kablosuz kontrollü damper tarif edilmektedir. Tarifnamede; merkezi şaft, merkezi şafta işlevsel olarak bağlı radyal kanatlar, kanatların radyal hareketi için motor içeren radyal damper tarif edilmektedir. Ayrıca sistem kablosuz kontrol edilebilecek bir devreye sahiptir. Şekil 2.2’de ilgili dampere ait çizimler yer almaktadır.



Şekil 2.2.Damper teknik çizimi

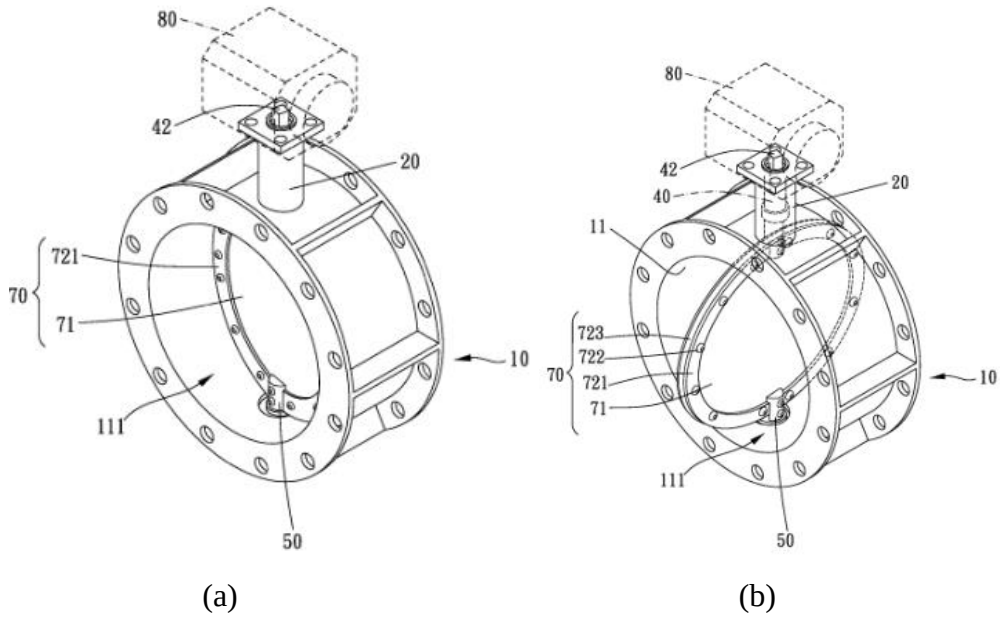
(a) Açık pozisyon, (b) Kapalı pozisyon

WO9947839A1 yayın numaralı 2 Mart 1998 başvuru tarihli patent dokümanında kanallar için akış kontrol cihazı tarif edilmektedir. Tarifnamede; akış kontrol cihazı iris-diyafram prensibine dayanarak çalışmakta ve buna göre dönebilir şekilde kontrol yapraklarına, dönebilen bir kontrol halkası ve yaprakların hareketini sağlayacak bir motor içermektedir. Şekil 2.3’de ilgili kontrol cihazına ait teknik çizim yer almaktadır.



Şekil 2.3. Kontrol cihazı teknik çizimi

US2015102250A1 yayın numaralı 14 Mart 2013 başvuru tarihli patent dokümanında akış kontrol cihazı tarif edilmektedir. Tarifnamede; gövde, gövde içinde hareketli bir eliptik valf, radyal hareketi sağlayan bir motor ve motorun hareketini valfe ulaştıran bir tahrik mili içermektedir. Şekil 2.4’te ilgili kontrol cihazına ait teknik çizim yer almaktadır.



Şekil 2.4. Kontrol cihazı teknik çizimi  
(a) Açık pozisyon, (b) Kapalı pozisyon

### 2.3. İlgili Standartların İncelenmesi

Davlumbaz güvenlik ve performans deney gereksinimlerini belirten birçok standart bulunmaktadır. Hava akış kontrol valfinin davlumbaz entegrasyonunda tabi olunan standartlar Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. İlgili standart çizelgesi

| Standart Kodu    | Standart Adı                                                                                                                |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TS EN 60335-1    | Güvenlik kuralları - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için                                             |
| TS EN 60335-2-31 | Güvenlik kuralları - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için - Ocak üstü davlumbazlar için özel kurallar |
| TS EN 13141-2    | Binalarda havalandırma - Konut havalandırması için bileşenlerin / mamullerin performans deneyleri                           |
| TS EN 13141-3    | Binalarda havalandırma - Konut havalandırması için bileşenlerin / mamullerin performans deneyleri                           |
| TS EN 61591      | Ev tipi mutfak aspiratörleri - Performans ölçme metotları                                                                   |
| TS EN 60704-1    | Akustik gürültü - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlardan hava ile yayılan gürültünün tayini               |
| TS EN ISO 3744   | Akustik - Gürültü kaynaklarının ses gücü seviyelerinin ve ses enerji seviyelerinin ses basıncı kullanılarak belirlenmesi    |
| TS EN 60704-2-13 | Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar – Hava ile yayılan akustik gürültünün belirlenmesi                    |
| TS EN 60695-2-10 | Yangın tehlikesi deneyi - Kızaran/sıcak telin esas alındığı deney yöntemleri                                                |
| TS EN 60695-11-5 | Yangın tehlikesi deneyi iğne alevi deney metodu                                                                             |
| TS EN 60695-10-2 | Yangın tehlikesi deneyi - aşırı ısı - bilye basınç deneyi                                                                   |

İlgili standartlar incelenerek merkezi havalandırma sistemine uygun, valf entegre edilen davlumbazlar için güvenlik ve performans deney gereksinimlerini belirlenerek deney standartlara göre yapılması ve deklare edilmesi gerekmektedir.

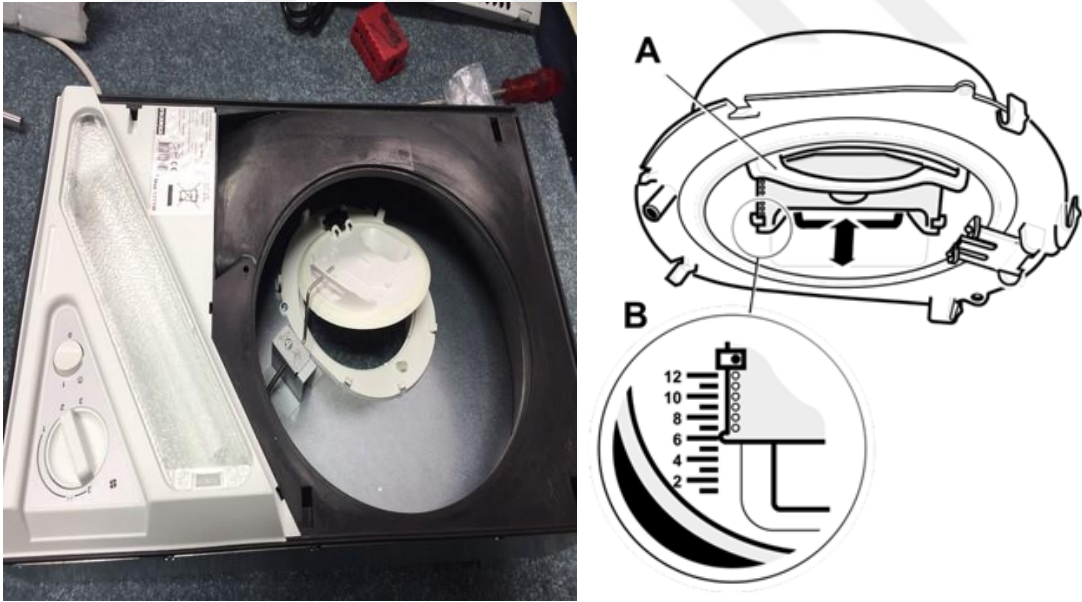
### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Benchmark Ürün İncelemesi

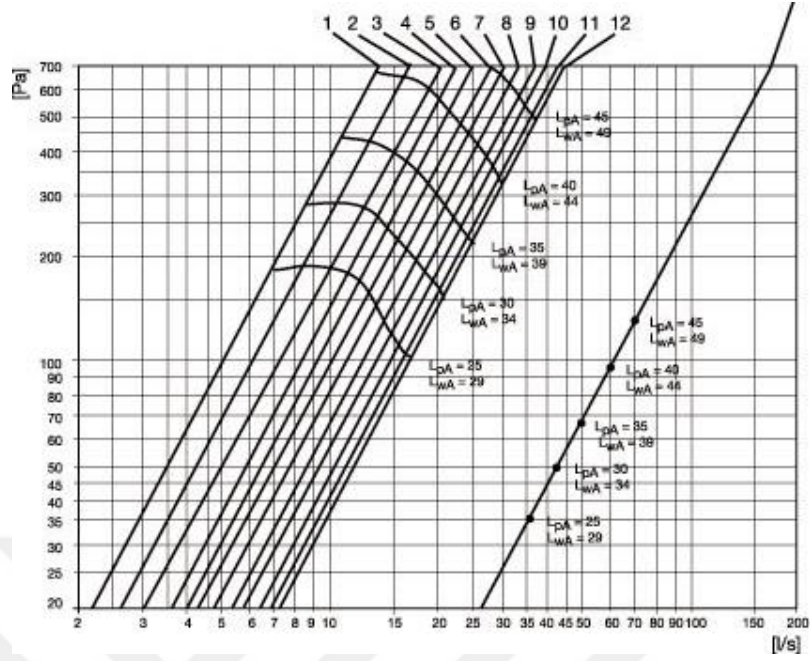
Akış kontrol valfi tasarlamadan önce hedef pazarda yaygın olarak satılan rakip ürünler tedarik edilerek, ürünlerde kullanılan hava akış kontrol valfleri incelenmiştir.

##### 3.1.1. Systemair F251-10-60

Plastik valf kullanılmaktadır. Plastik kalıp yatırımına ihtiyaç duyulmaktadır. Valf açma/kapama ön panel üzerinde yer alan anahtar ile mekanik olarak yapılmaktadır. Temel havalandırma (72 m<sup>3</sup>/saat ) için en az 150 Pa bulunan sistemlerde kullanılması uygundur. Valf üzerinde yer alan 12 ayrı temel havalandırma seçeneği mekanik olarak ayarlanmaktadır. Cebri havalandırma ayarı mevcut değildir. Hava akış kontrol valf görseli Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Ürüne ait performans grafiği Şekil 3.2’deki gibidir.



Şekil 3.1. Systemair valf görselli



Şekil 3.2. Systemair valf performans grafiği

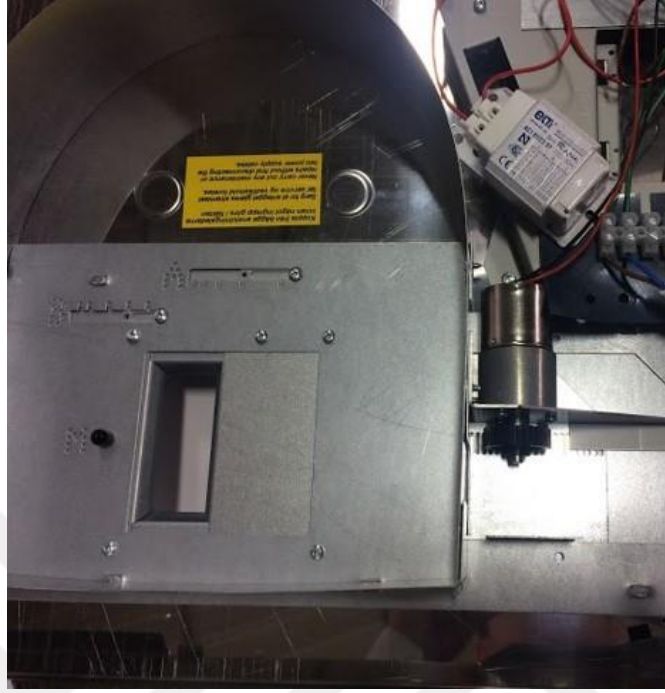
Ürün performansını gösteren bu grafiklere göre geliştirilmiş valf temel havalandırma (72 m<sup>3</sup>/saat) ihtiyaçlarını karşılamak için minimum 150 Pa manuel basınca sahip merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılabilir.

Sistem manuel basıncı 150 Pa iken temel havalandırma için valf üzerinden 12. Pozisyon seçilmelidir. Böyle bir sistemde ses basıncı ~30 dB olacaktır. Valfin cebri havalandırma için herhangi hava akış ayarı mevcut değildir.

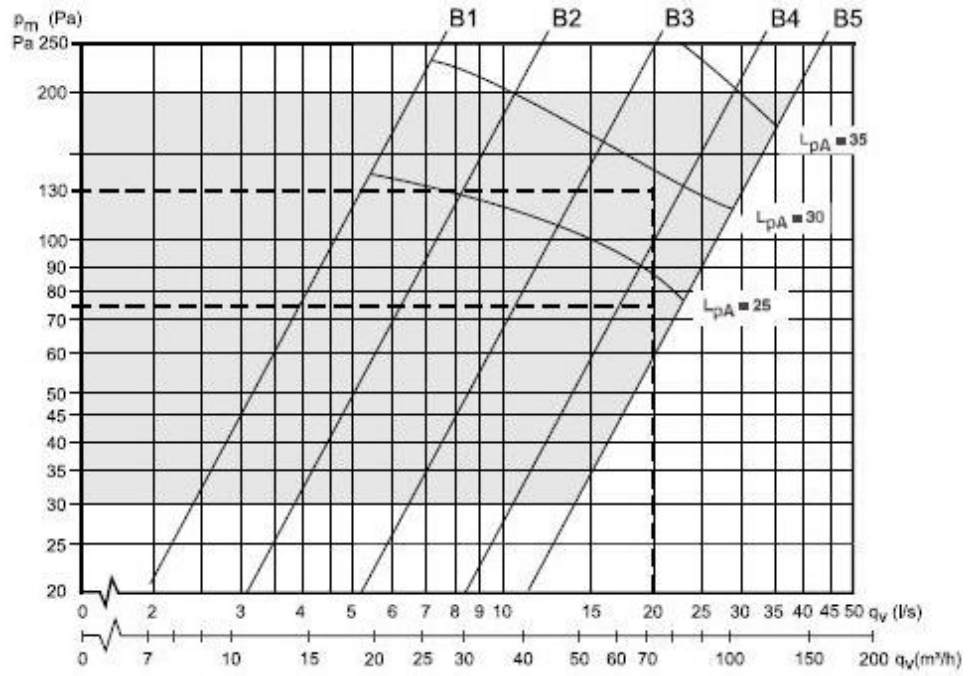
### 3.1.2. Exhausto ESL136 SER

Valf, hava akış kesit alanına sahip bir sabit metal parça üzerinde bu kesit alanı dc motor ile lineer hareket ile ayarlayan bir hareketli metal parça olacak şekilde tasarlanmıştır. Temel ve cebri havalandırma hareketli sacın minimum ve maksimum açıklığını belirleyerek yapılmaktadır. Valf üzerinde yer alan 5 ayrı temel havalandırma ve 5 ayrı şartlandırılmış havalandırma seçenekleri mekanik olarak ayarlanmaktadır.

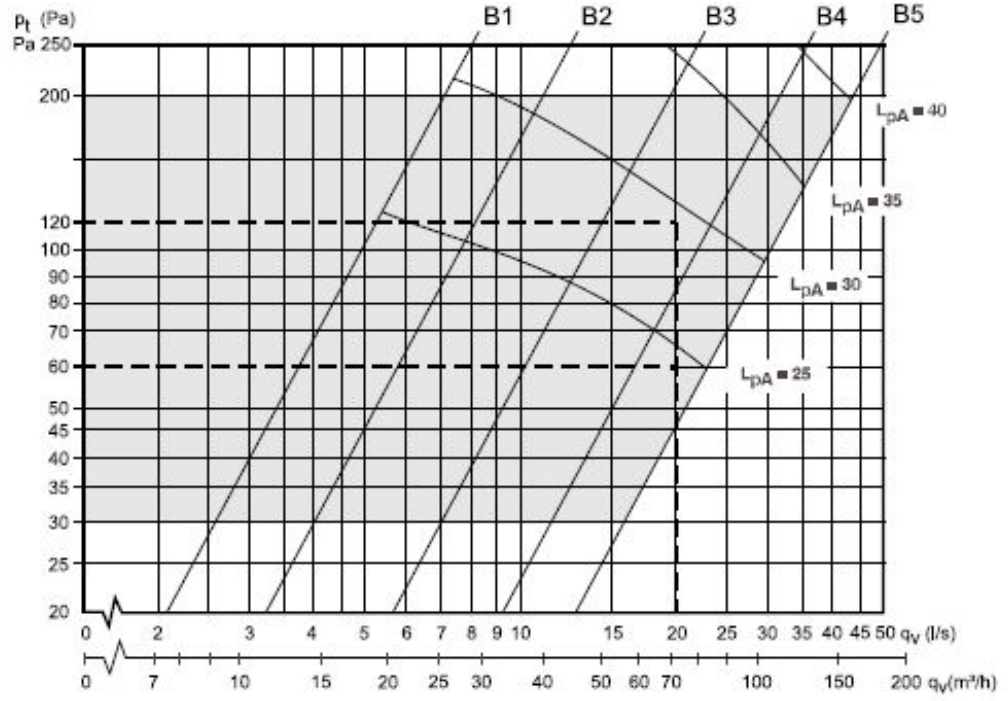
Valf açma/ kapama ön panel üzerinde yer alan anahtar ile dijital olarak yapılmaktadır. Hava akış kontrol valf görseli Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Ürüne ait performans grafiği Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, ve Şekil 3.7’de verilmiştir.



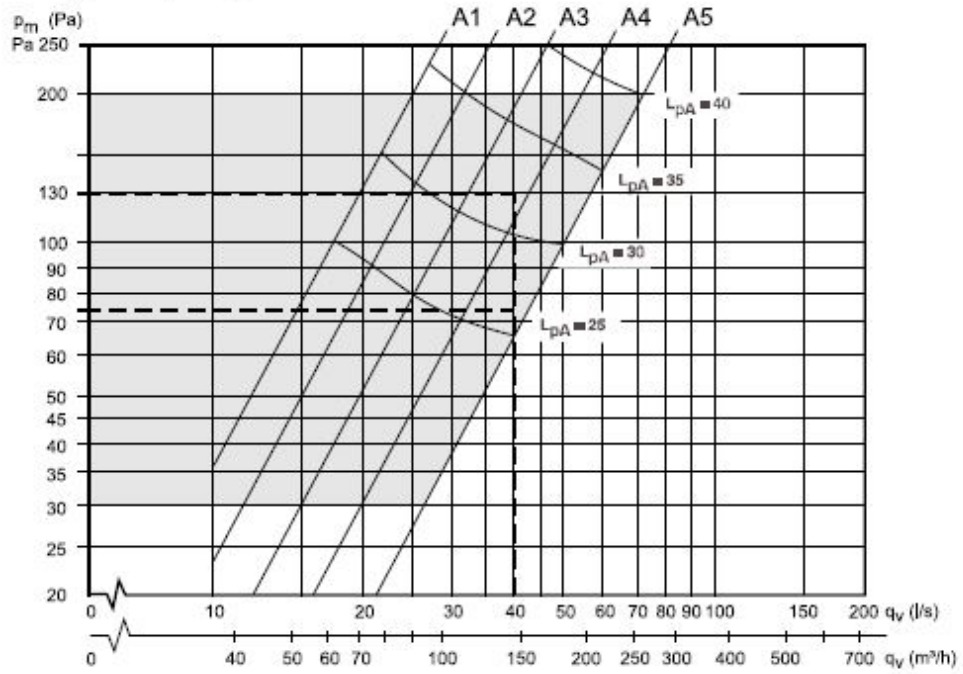
Şekil 3.3. Exhausto valf görselli



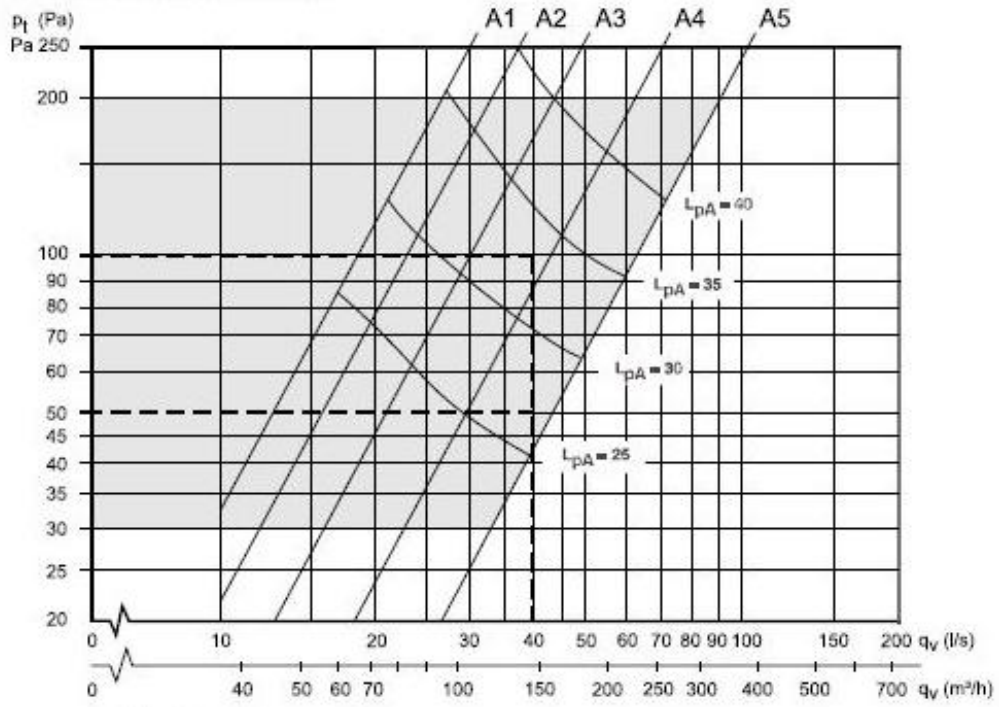
Şekil 3.4. Exhausto temel havalandırma performans grafiği (manuel basınç)



Şekil 3.5. Exhausto temel havalandırma performans grafiği (mutlak basınç)



Şekil 3.6. Exhausto cebri havalandırma performans grafiği (manuel basınç),



Şekil 3.7. Exhausto cebri havalandırma performans grafiği (mutlak basınç),

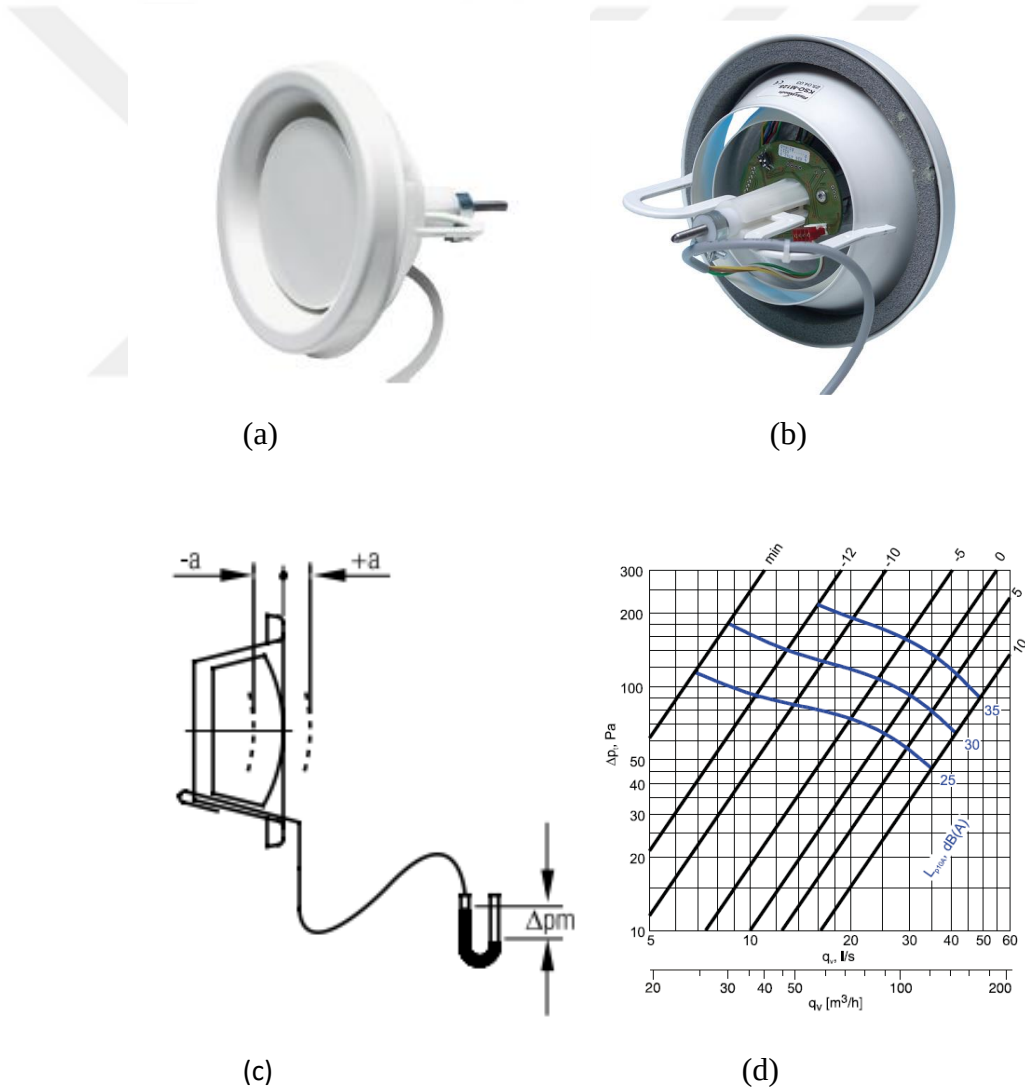
Ürün performansını gösteren bu grafiklere göre temel havalandırma ( $72 \text{ m}^3/\text{saat}$ ) için en az 60 Pa basınca ihtiyaç vardır. Cebri havalandırma ( $144 \text{ m}^3/\text{saat}$ ) için en az 65 Pa basınca ihtiyaç vardır. Bu durumda bu valf sistem içinde minimum 65 Pa olan sistemlerde kullanılması uygundur.

Sistem mutlak basıncı 50 Pa iken temel havalandırma için valf üzerinden B5 pozisyonu, cebri havalandırma için A5 pozisyonu seçilmelidir. Böyle bir sistemde temel havalandırma ses basıncı  $\sim 23 \text{ dB}$  olacaktır.

Sistem mutlak basıncı 100 Pa iken temel havalandırma için valf üzerinden B4 pozisyonu, cebri havalandırma için A4 pozisyonu seçilmelidir. Böyle bir sistemde temel havalandırma ses basıncı  $\sim 28 \text{ dB}$  olacaktır.

### 3.1.3. Thermex airgrip

Valf, hava akış kesit alanına sahip bir sabit metal parça üzerinde bu kesit alanı dc motor kullanarak lineer hareket ile kesit alan miktarını ayarlayan bir hareketli metal parça olacak şekilde tasarlanmıştır. Temel ve cebri havalandırma hareketli sacın minimum ve maksimum açıklığını belirleyerek yapılmaktadır. Debi ayarı, sabit parça ve hareketli parça arasındaki mesafe dikkate alınarak yapılmaktadır. Mesafe ölçümü için cetvel kullanılması gerekmektedir. Valf görseli ve performans grafiği Şekil 3.8’de gösterilmektedir.



Şekil 3.8. Thermex airgrip valf görselleri

(a) Üst görünüş, (b) Alt görünüş, (c) Pozisyon tayini, (d) Performans grafiği

Ürün performansını gösteren bu grafiklere göre, cebri ihtiyacını karşılamak için minimum 60 Pa manuel basınca ihtiyaç duymaktadır bu nedenle en az 60 Pa basınca sahip merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılması uygundur.

Sistem manuel basıncı 50 Pa iken temel havalandırma için valf valf açıklığı 0 pozisyonuna ayarlanmalıdır. Cebri havalandırma şartlarını sağlayacak bir pozisyon bulunmamaktadır. Böyle bir sistemde temel havalandırma ses basıncı ~24 dB olacaktır.

Sistem manuel basıncı 100 Pa iken temel havalandırma için valf valf açıklığı -5 cm ye, cebri havalandırma için valf valf açıklığı +5 cm ye, ayarlanmalıdır. Böyle bir sistemde temel havalandırma ses basıncı ~29 dB olacaktır.

#### 3.1.4. Glemgas

Valf, hava akış kesit alanına sahip bir sabit plastik gövde içinde bu kesit alanı termoactuator kullanarak radyal hareket ile ayarlayan bir hareketli plastik parça olacak şekilde tasarlanmıştır. Temel havalandırmada hareketli parça kesit alanı tamamen kapatmaktadır. Temel ve cebri havalandırma için debi ayarı yapılamamaktadır. Plastik kalıp yatırımına ihtiyaç duyulmaktadır. Valf görseli Şekil 3.9’da gösterilmektedir.

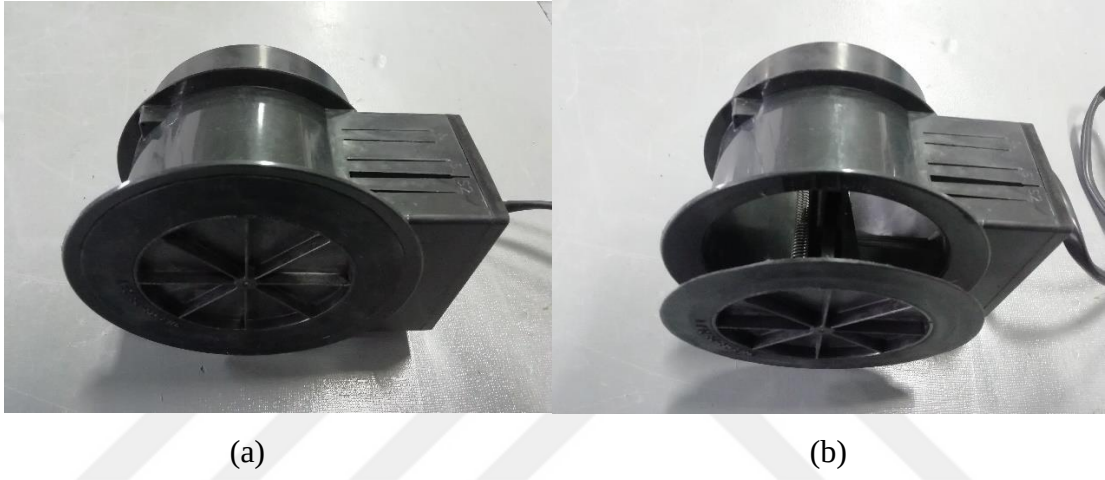


Şekil 3.9. Glemgas valf görselleri

(a) Valf kapalı pozisyon, (b) Valf açık pozisyon

### 3.1.5. Cata

Valf, hava akış kesit alanına sahip bir sabit plastik gövde içinde bu kesit alanı motor yardımı ile lineer hareket ile ayarlayan bir hareketli plastik parça olacak şekilde tasarlanmıştır. Temel havalandırmada hareketli parça kesit alanı tamamen kapatmaktadır. Temel ve cebri havalandırma için debi ayarı yapılamamaktadır. Plastik kalıp yatırımına ihtiyaç duyulmaktadır. Valf görseli Şekil 3.10'da gösterilmektedir



Şekil 3.10. Cata valf görselleri

(a) Valf kapalı pozisyon, (b) Valf açık pozisyon

### 3.1.6. Benchmark değerlendirme

Benchmark çalışması kapsamında 5 ayrı hava akış kontrol valfi incelenmiş olup bu valflere göre öngörülen proje çıktısı belirlenmiştir. Benchmark ürünlerine ve öngörülen proje çıktısına göre hazırlanan karşılaştırmalı ürün özellik tablosu Çizelge 3.1'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Benchmark karşılaştırmalı ürün özellik çizelgesi

|                                             | <b>Systemair<br/>F251-10-60</b> | <b>Exhausto<br/>ESL136</b> | <b>Thermex<br/>Airgrip</b> | <b>Glemgas</b> | <b>Cata</b> | <b>Öngörülen<br/>Proje Çıktısı</b> |
|---------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|-------------|------------------------------------|
| Kontrol Tipi                                | Mekanik                         | Dijital                    | Dijital                    | Dijital        | Dijital     | Dijital                            |
| Temel Havalandırma Ayarı                    | Var                             | Var                        | Var                        | Yok            | Yok         | Var                                |
| Cebri Havalandırma Ayarı                    | Yok                             | Var                        | Var                        | Yok            | Yok         | Var                                |
| Hava Akış Kontrol Sistem Tipi               | Plastik                         | Metal                      | Metal                      | Plastik        | Plastik     | Metal                              |
| Min. Hava Basınç (72 m <sup>3</sup> /saat)  | 150 Pa                          | 60 Pa                      | 15 Pa                      | -              | -           | 50 Pa                              |
| Min. Hava Basınç (144 m <sup>3</sup> /saat) | 45 Pa                           | 65 Pa                      | 60 Pa                      | -              | -           | 50 Pa                              |
| Min. Ses Basıncı (72 m <sup>3</sup> /saat)  | 30 dB                           | 25 dB                      | 24 dB                      | -              | -           | 23 dB                              |
| Min. Ses Basıncı (144 m <sup>3</sup> /saat) | 29 dB                           | 25 dB                      | 29 dB                      | -              | -           | 24 dB                              |
| Kalıp Yatırım İhtiyacı                      | Var                             | Yok                        | Var                        | Var            | Var         | Yok                                |
| Tamamen Kapanma                             | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Var            | Var         | Var                                |
| Hassas Debi Ayarı                           | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Yok            | Yok         | Var                                |
| Otomatik Temizleme                          | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Yok            | Yok         | Var                                |
| Geri Beslemeli Sistem Ayarı                 | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Yok            | Yok         | Var                                |

Systemair ürününde kullanılan hava akış kontrol sisteminin mekanik olarak kontrol edilmesi devre ihtiyacını ortadan kaldırarak maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Glemgas ve Cata ürünlerinde kullanılan sistemin temel ve cebri havalandırma ayarının olmaması dezavantaj oluştururken sadece bu firmalara ait ürünlerde kullanılan sistemin tamamen kapanabilmektedir. Systemair ürünün temel havalandırma için minimum 150 Pa sistem basıncına ihtiyaç duyması Exhausto ve Thermex ürünlerine göre dezavantaj oluşturacaktır. Temel havalandırmada en iyi ses basınç performansı Thermex ürününe aittir. Cebri havalandırmada en iyi ses basınç performansı Exhausto ürününe aittir. İncelen ürünler içinde sadece Exhausto firmasına ait hava akış kontrol sisteminin herhangi bir kalıp ihtiyacı olmadan üretilebileceği gözlemlenmiştir. İncelenen hava akış kontrol sistemlerinin hiçbirinde hassas debi ayarı, otomatik temizleme ve geri beslemeli sistem ayarı bulunmamaktadır.

### 3.2. Kapsamın Belirlenmesi

Müşteri beklentileri, müşterinin ürün ya da ürün özelliklerine ilişkin isteklerdir ve bu isteklerin tüketicilerin kendi kelimeleri ile ifade edilmesi önemlidir. Çünkü daha sonra yapılacak tüm çalışmalar bu aşamada belirlenmiş unsurlar tarafından yönlendirilecektir. Müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesindeki kaynaklar şunlardır (Güllü ve ark. 2002).

- Odak grubu çalışmaları,
- İlgili kişilerin görüşlerinin alınması,
- Müşterilerle yapılan bire bir görüşmeler,
- Müşterilerden gelen şikâyetler,
- Pazar araştırmaları,
- Müşteri tatmin araştırmaları,
- Sergi ve fuarlardaki yorumlar,

Tüm bu çalışmalar dikkate alındığında yeni tasarlanacak hava akış kontrol sisteminin aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir.

- Temel ve cebri havalandırma pozisyonlarının olması ve her iki havalandırma için debi miktarının ayarlanabilir olması,
- Valf üzerinden sistemdeki basıncın ölçülebilir olması,
- Debi – basınç grafiklerinin oluşması ve bu grafiklere göre kolaylıkla ayarlanabilir olması,
- Debi ayarının  $\pm 5 \text{ m}^3/\text{saat}$  tolerans ile ayarlanabilir olması,
- 50 - 250 Pa basınç aralığında temel havalandırma için  $72 \text{ m}^3/\text{saat}$ , cebri havalandırma için  $144 \text{ m}^3/\text{saat}$  debiye sahip olması,
- Temel havalandırmada ses basıncının 24 dB'den düşük olması,
- Valf istenildiğinde hava akış izolasyonu sağlayacak şekilde tamamen kapanabilir olması,
- Merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılan havalandırma borularına uygun olabilmesi için valf çapının maksimum  $\text{Ø}160 \text{ mm}$  olması,
- Havalandırma debisinin istenilen değerde sabit kalması,
- Güvenlik standartlarına uygun olması,
- İlk kurulum süresinin rakip firma ürünlerine göre kısa olması

### 3.3. Analitik Hesaplar

Debi, bir akışkanın aktığı izleğin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen akışkan hacmidir (Anonim, 2020). Bernoulli denklemi ile ifade edecek olursak, akışkan hızı (V) basınca (P) ve özgül ağırlığa ( $\rho$ ) bağlıdır (Anonim, 2017).

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho gh_2 \quad (3.1)$$

Eş 3.1’de  $P_1$  ve  $P_2$  akışkanın sırasıyla hacim 1 ve 2’deki basıncını temsil eder. Birimi  $N/m^2$ ’dir.  $V_1$  ve  $V_2$  değişkenleri, akışkanın sırasıyla hacim 1 ve 2’deki hızını temsil eder. Birimi  $m/s$ ’dir.  $h_1$  ve  $h_2$  akışkanın sırasıyla hacim 1 ve 2’deki yüksekliğini ifade eder. Birim  $m$ ’dir.  $\rho$  havanın yoğunluğunu ifade etmektedir. Birimi  $kg/m^3$ ’tür.  $g$  yer çekimini ifade etmektedir. Birimi  $m/s^2$ ’dir.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho V_2^2 \quad (3.2)$$

Eş 3.2’de akışkanın yüksekliğinde herhangi bir değişiklik olmadığını varsayarsak, her iki taraftan çıkardığımızda  $\rho gh$  terimleri birbirini götürür.

$$P + \frac{1}{2}\rho V^2 = \text{sabit} \quad (3.3)$$

Eş 3.3’te verilen formül Bernoulli prensibini vurgular, çünkü eğer katmanlı akışta bir sıvının verilen bir bölgedeki sürati ( $V$ ) daha büyük ise, bu bölgede basınç ( $P$ ) daha küçük olmalıdır. Toplamın daima aynı sabit sayı olması için,  $V$  süratindeki bir artışa eşzamanlı olarak  $P$  basıncındaki azalma eşlik ediyor olmalıdır.

$$V = \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (3.4)$$

Debi (Q) ise kesit alanına (A) ve akışkan hızına (V) bağlıdır.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{Ad}{t} = A \frac{d}{t} \quad (3.5)$$

Eş 3.5'te debinin akışkan hacminin süreye bölümüne eşit olduğu gösterilmektedir.  $\frac{d}{t}$  terimi akışkanın hacminin uzunluğunun akışkanın bu uzunluğu gitmesi için gereken süreye bölümünü ifade eder. Dolayısıyla bu denklemde  $\frac{d}{t}$  yerine  $V$  koyabiliriz.

$$Q = A.V \quad (3.6)$$

Eş 3.6'da debinin alan ve hız ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Birimi  $m^3/s$ 'dir.

$$Q = 3600.A.V \quad (3.7)$$

Eş 3.7'de saatteki debi ifade edilmektedir. Birimi  $m^3/saat$ 'dir.

### 3.4. Hava Akış Kontrol Valfi Tasarımı

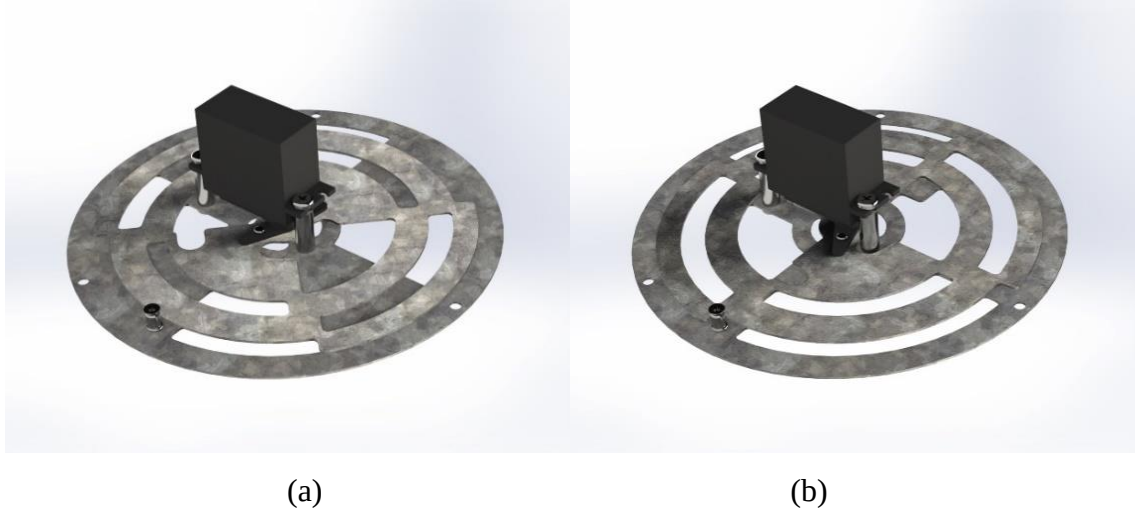
Hava akış kontrol valf tasarımı; valf ön tasarım ve geliştirilmiş valf tasarımı olacak şekilde 2 aşamada yapılacaktır. Valf ön tasarımı (Valf-1) üç boyutlu katı model tasarımı, analitik hesaplama, SEY ile akış analizi ve tasarım doğrulama, prototip oluşturma, performans testlerinin yapılması, hata türü ve etkileri analizi (FMEA) aşamalarından oluşmaktadır.

Valf-1 performans ve hata türü ve etkileri analizi sonuçlarına göre geliştirme çalışmaları yapılacaktır. Geliştirme çalışmaları sonucunda elde edilecek yeni valf geliştirilmiş valf tasarımı (Valf-2) olarak adlandırılacaktır.

#### 3.4.1. Valf-1 katı model tasarımı

Valf-1 katı model tasarımı, üç boyutlu tasarımı Dassault Systemes firmasına ait SolidWorks Profesyonel 2019 (SP 4.0) katı model tasarım programı kullanılarak yapılmıştır.

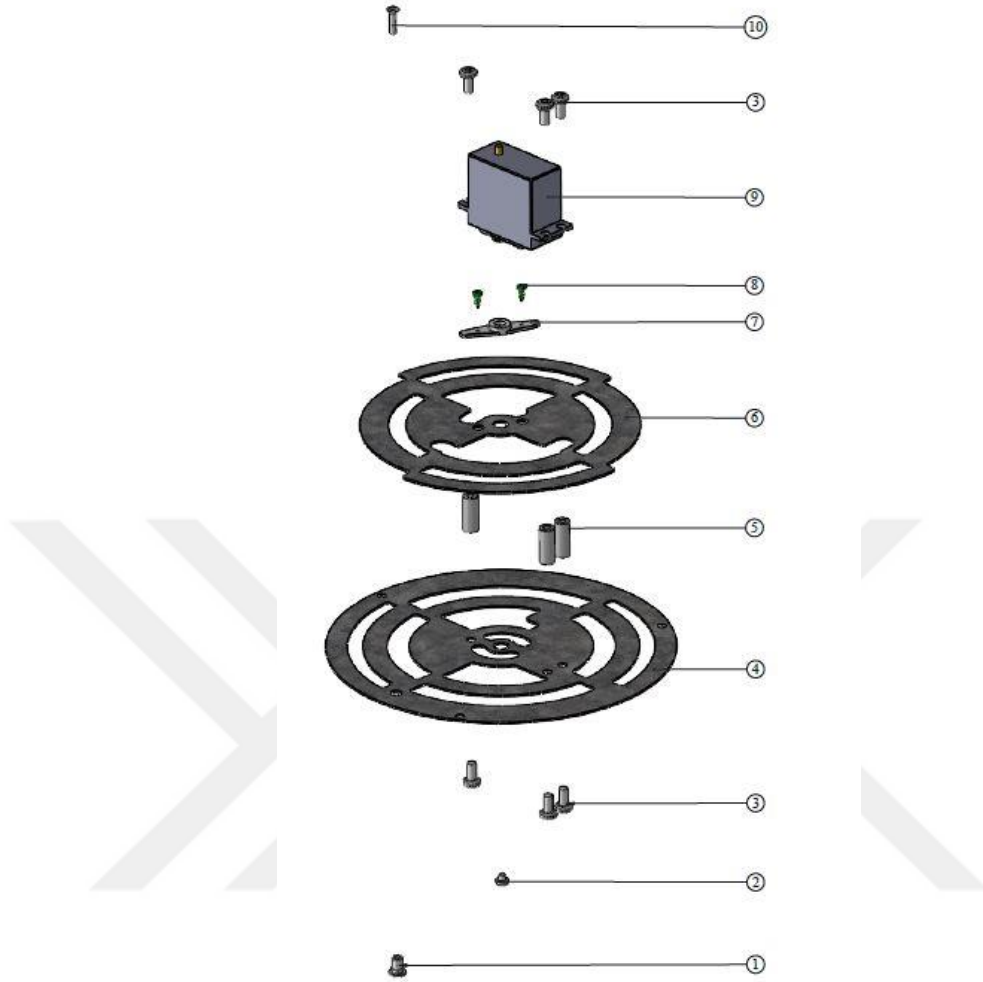
Valf-1, havalandırma kesit alanının sahip disk, bu havalandırma kesit alanları ile örtüşecek yapıya sahip hareketli disk, hareketli diskin ihtiyaç duyduğu radyal hareketi sağlaması için servo motor ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Hareketli disk servo motorun oluşturduğu radyal hareket ile sabit disk üzerindeki havalandırma kesit alanını tamamen ya da istenilen açıklığa sahip olacak şekilde kapatabilmektedir. Şekil 3.11’de tasarlanan valfin farklı havalandırma kesit alanlarına sahip görselleri gösterilmektedir. İlgili tasarım için 2017 yılında Avrupa Patent Ofisine EP20170182040 başvuru nolu patent başvurusu yapılmıştır (Çeviksever, 2019).



Şekil 3.11. Valf-1 tasarım görseli

(a) Yarı açık görünüş, (b) Tam açık görünüş

Tasarlanan valf için hazırlanan patlatılmış teknik resim Şekil 3.12’deki gibidir. Malzeme listesi çizelge 3.2’de verilmektedir.

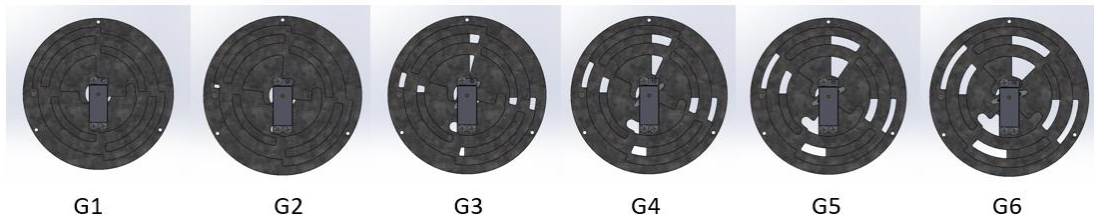


Şekil 3.12. Valf-1 patlatılmış teknik resim

Çizelge 3.2. Valf-1 malzeme listesi

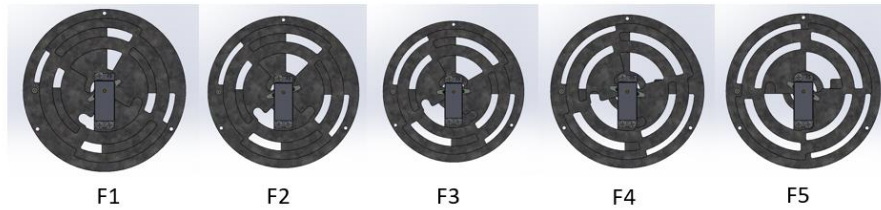
| PARÇA<br>NUMARASI | TANIM                        | MİKTAR |
|-------------------|------------------------------|--------|
| 1                 | M3 ÇAKMA SOMUN               | 1 adet |
| 2                 | M3x6 SERVO MOTOR CIVATASI    | 1 adet |
| 3                 | M4x8 YSB CIVATA              | 6 adet |
| 4                 | SABİT DİSK SACI              | 1 adet |
| 5                 | M4 MOTOR SABİTLEME SİLİNDİRİ | 3 adet |
| 6                 | HAREKETLİ DİSK SACI          | 1 adet |
| 7                 | SERVO MOTOR MONTAJ PLASTİĞİ  | 1 adet |
| 8                 | 2,2x6,5 YSB VİDA             | 2 adet |
| 9                 | SERVO MOTOR                  | 1 adet |
| 10                | M3x8 YHB CIVATA              | 1 adet |

Hedef pazar beklentileri ve benchmark ürünleri incelendiğinde temel ve cebri havalandırma için 5 ayrı ana pozisyon tercihi olmalıdır. Ek olarak mutfakta alternatif bir havalandırma var ise temel havalandırmada dairelumbaz içindeki valfin tamamen kapanması avantaj oluşturacaktır. Bu bilgiler ışığında tasarlanan valfin bir tanesi tam kapalı olmak üzere 6 adet temel havalandırma pozisyonu bulunmaktadır. Şekil. 3.13’de valfe ait temel havalandırma pozisyonları gösterilmektedir.



Şekil 3.13. Valf-1 temel havalandırma pozisyon görselleri

Tasarlanan valfin 5 adet cebri havalandırma pozisyonu bulunmaktadır. Şekil. 3.14’de valfe ait cebri havalandırma pozisyonları gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Valf-1 cebri havalandırma pozisyon görselleri

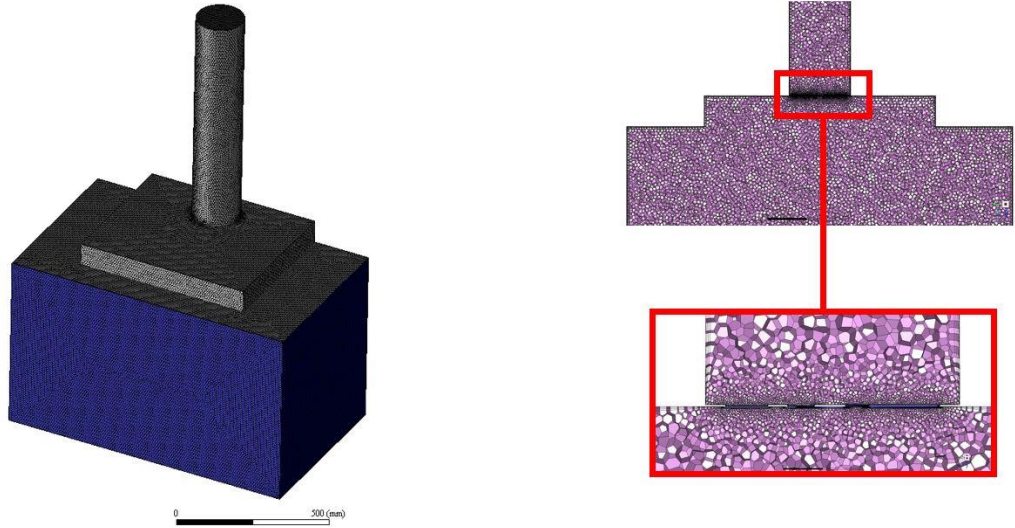
Valf; çapı 160 mm ve 5000 mm<sup>2</sup>’den daha fazla havalandırma kesit alanında sahip, servo motor 0° iken valf tamamen kapalı, 90° iken valf tamamen açık olacak şekilde tasarlanmıştır. Çizelge 3.3’de belirlenen motor açılı derecelerine göre havalandırma kesit alanı gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. Valf-1 havalandırma kesit alan çizelgesi

|                                     | Temel Havalandırma |     |     |      |      |      | Cebri Havalandırma |      |      |      |      |
|-------------------------------------|--------------------|-----|-----|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|
| Pozisyonlar                         | G1                 | G2  | G3  | G4   | G5   | G6   | F1                 | F2   | F3   | F4   | F5   |
| Açı                                 | 0°                 | 5°  | 15° | 25°  | 35°  | 45°  | 30°                | 45°  | 60°  | 75°  | 90°  |
| Açık Yüzey Alanı (mm <sup>2</sup> ) | 20                 | 117 | 603 | 1236 | 1896 | 2571 | 1562               | 2571 | 3574 | 4566 | 5238 |

### 3.4.2. Valf-1 SEY ile akış analizi

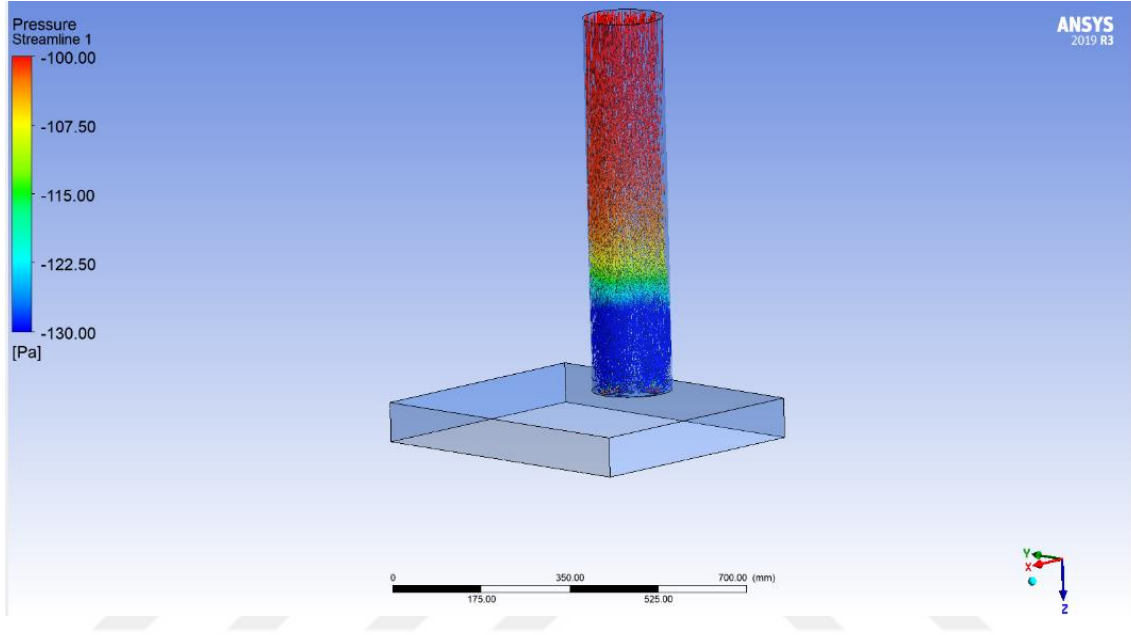
Sayısal çözüm için, verilen denklemler uygun sınır şartlarıyla, ANSYS FLUENT (V20.R1) HAD yazılımı kullanılarak çözülmüştür. Denklemlerin ayrıklaştırılmasında, yüksek çözünürlükte (high resolution scheme) sonlu hacimler metodu kullanılmıştır. Ayrıca, ANSYS FLUENT Meshing (V20.R1) yazılımı kullanılarak, akış hacimlerinde polihedral elamanlar tercih edilerek, ağ yapısı oluşturulmuştur. Ağ yapısı oluşturulurken, duvar yüzeylerindeki sürtünme kaynaklı hız geçişlerini görebilmek için sınır tabaka elemanları oluşturulmuştur. Sınır tabaka bölgelerinde daha küçük mesh elemanları kullanılmıştır. Toplam elaman sayısı 1121788 adettir. Hazırlanan mesh görseli Şekil 3.15’de verilmiştir.



Şekil 3.15. Hava akış kontrol valfli davlumbaz mesh görseli

Analiz şartları hava yoğunluğu sabit ( $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de  $1.225\text{ kg/cm}^3$ ) bağıl nem miktarının sıfır olduğu kabul edilerek yapılmıştır. Yer çekim etkisi ihmal edilmiştir. Oda içi hava basıncı  $101335\text{ Pa}$  olarak kabul edilmiştir. Başlangıç esnasında oda içindeki havanın durağan olduğu varsayılmıştır. Valfin her pozisyonu için  $250\text{ Pa}$  mutlak basınca kadar her  $25\text{ Pa}$  basınç artışı ile oluşan debi değeri analiz edilmiştir.

Kullanılan valf boru içinde hava akış kesit alanını daraltarak venturi etkisi oluşturmaktadır. Bu nedenle valf üzerinde türbülans oluşmakta ve bu bölgede basınç artmaktadır. Valfin oluşturduğu venturi etkisi analiz edilmiştir. Şekil 3.16’da yapılan analiz sonucu gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Valfin oluşturduğu venturi etkisine göre basınç değişim analizi

Yapılan analizde 100 Pa mutlak basıncına sahip havalandırma sistemi için valfin oluşturduğu venturi etkisiyle basıncının 130 Pa ya kadar arttığı gözlemlenmiştir.

TS\_EN\_61591 Standardına göre yapılan ürün performans ölçümlerinde mutlak basınç ölçümünün Ø160 mm boru kullanılan merkezi havalandırma sisteminde davlumbaz girişinden en az 800 mm uzaklıktan yapılması gerekmektedir (Anonim, 1999). Ancak merkezi havalandırma sistemlerinde davlumbaz debi ayarı için basınç ölçümü direkt olarak valf üzerindeki basınç ölçüm noktasından yapılmaktadır. Bu doğrultuda debi – basınç performans deneylerinde valf üzerinden de basınç ölçümü yapılması ve hava akış kesit alan ayarının bu basınç ölçümüne göre yapılması gerekmektedir. Valf üzerinden yapılan basınç ölçümüne “manuel basınç ölçümü” olarak tanımlanmıştır.

### 3.4.3. Valf-1 prototipi

Valf-1 sac parçalar lazer kesme yöntemi ile 0.9 mm DKP sac plakasından kesilerek hazırlanmıştır. Kesilen sac parçalar elektorostatik toz boya ile beyaz renge boyanmıştır. Servo motor olarak K Power marka MG996R model servo motor kullanılmıştır. Hazırlanan valf prototipine ait görsel Şekil 3.17’de gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Valf-1 prototip görseli

Valf-1 prototipi Silverline marka 1163 model 60 cm davlumbaz entegre edilerek merkezi havalandırma sistemine uygun davlumbaz prototipi hazırlanmıştır. Bu modele ait görsel Şekil 3.18’da yer almaktadır.



Şekil 3.18. Silverline marka 1163 model davlumbaz görseli

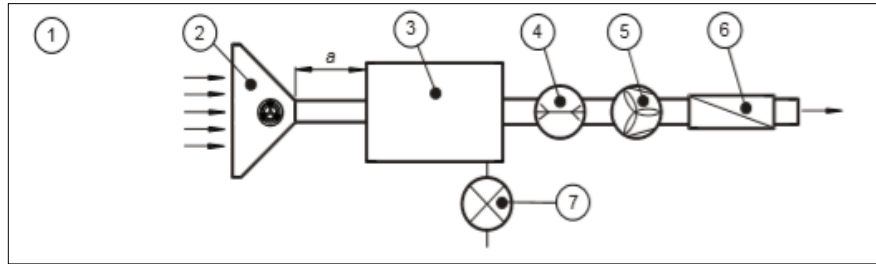
#### 3.4.4. Performans deneyleri

Merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılacak hava akış kontrol valfli davlumbazlar için aşağıdaki performans deneylerinin yapılması gerekmektedir.

- Debi – Basınç performans testi,
- Akustik performans deneyi,
- Koku çekme (odour) performans deneyi

Tüm performans deneyleri Silverline şirketindeki performans ve güvenlik laboratuvarında yapılmıştır. Şirket bünyesindeki debi – basınç ve koku çekme performans laboratuvarı Türk Akreditasyon Kurumu (TURKAK) tarafından akreditedir. (akreditasyon no: AB-1185-T)

Davlumbaz debi – basınç performans deneyi: Hava akış kontrol sistemi kullanılan davlumbazlarda basınç ve debi ölçümü TS\_EN\_61591 standardına uygun olacak şekilde yapılması gerekmektedir. İlgili standarda göre ölçüm düzeneği Şekil 3.19’da yer almaktadır.



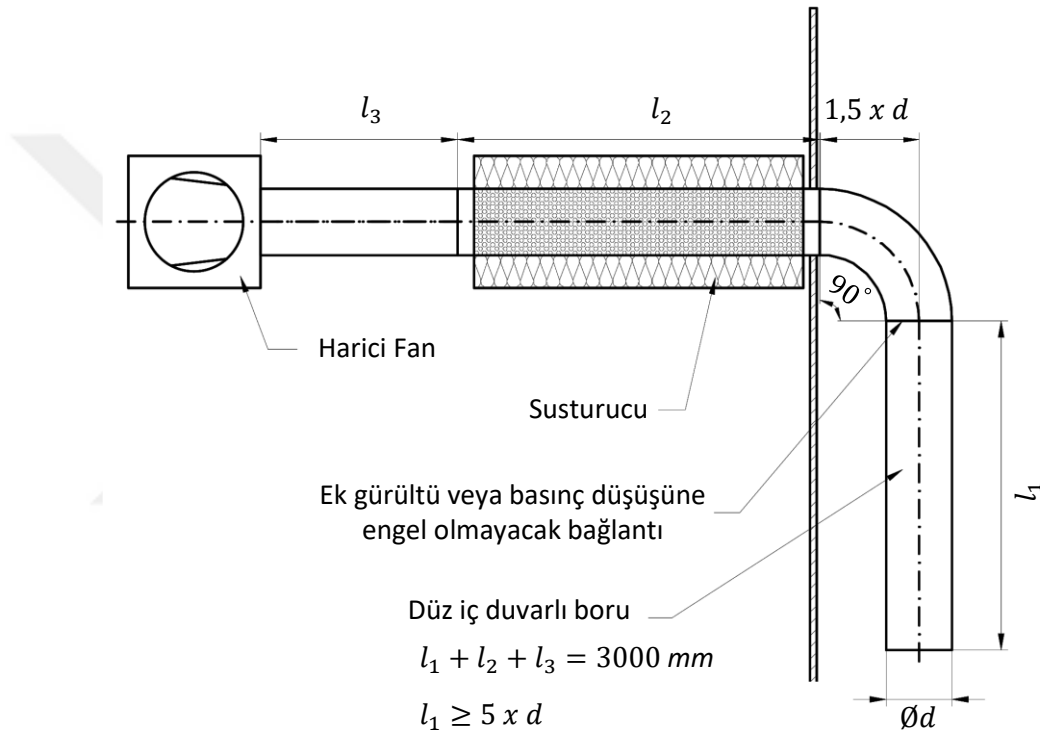
Şekil 3.19. Debi – basınç ölçüm deney düzeneği

(a) boru çapının 5 katı, (1) Deney odası, (2) Davlumbaz, (3) Basınç dengeleme haznesi, (4) Orifis, (5) Yardımcı fan, (6) Baffle, (7) Statik basınç göstergesi

HAKV içeren davlumbazın, basınç dengeleme bölümüne bağlanır. Hava akışının hesaplanması için, dinamik basıncı ölçmek üzere delikli plaka veya başka uygun bir düzen kullanılır. Dengeleme bölümündeki statik basıncı ölçmek için gerekli düzenler sağlanır. Hava akışı, m<sup>3</sup>/saat cinsinden basınç ise Pa cinsinden belirtilir.

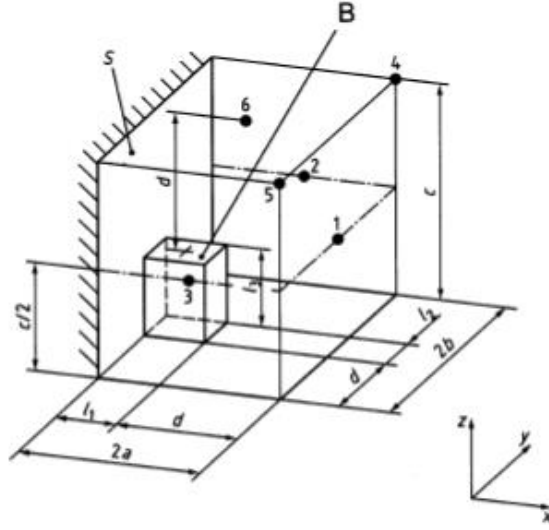
Davlumbaz akustik performans deneyi: Akustik performans deneyleri TS EN 60704 ve TS EN ISO 3744 standardına göre yapılmaktadır.

Harici fan, susturucu ve borular EN 60704-2-13 standardında belirtilen deney düzeneğine göre hazırlanmalıdır. Deney düzeneğine ait görsel Şekil 3.20’de yer almaktadır (Anonim, 2017).



Şekil 3.20. Akustik deney düzeneği

Mikrofonlar EN 60704 – 1 standardına göre yerleştirilmelidir. Mikrofon konumlarına ait görsel Şekil 3.21’de yer almaktadır. Mikrofon konumları Çizelge 3.4’e göre ayarlanması gerekmektedir (Anonim, 2010).



Şekil 3.21. Mikrofon yerleşimi görseli

(B) Ürün, (S) Ölçüm yüzeyi, ( $l_1$ ) Ürün uzunluğu, ( $l_2$ ) Ürün genişliği, ( $l_3$ ) Ürün yüksekliği, (d) Ölçüm mesafesi

Ölçüm yüzeyi Eşitlik 3.8'deki gibi hesaplanmalıdır. Birimi metredir.

$$S = 2(2ab + bc + ca) \quad (3.8)$$

Çizelge 3.4. Mikrofon konum çizelgesi

|   | 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    |

Ses basıncı seviyesinin ses basıncı seviyesinden belirlenmesi EN ISO 3741'e göre yapılacaktır. Frekans, üçte bir oktav bandı sunumunda 100 - 5.000 Hz aralığını kapsamalıdır.

Frekans bantlarında ölçülen ses basıncı seviyeleri, aşağıdaki denkleme göre her bant için hesaplanan bir  $K_1$  değeri çıkarılarak arka plan gürültüsünün etkisi için düzeltilmelidir (Anonim, 2011).

$$K_1 = -10 \lg(1 - 10^{-0,1\Delta L}) \text{ dB} \quad (3.9)$$

Eş 3.9’da arka plan gürültü düzeltmesi ifade edilmektedir. Birimi desibeldir.

$$\Delta L = L' p - L'' p \quad (3.10)$$

Eş 3.10’da test edilen kaynağın oluşturduğu ses basınç değeri ifade edilmektedir. Birimi desibeldir.

$\Delta L > 15$  dB olduğu durumlarda,  $K_1$  ’in sıfır olduğu kabul edilir ve arka plan gürültüsü ile ilgili bir düzeltme yapılmaz.

$6 \text{ dB} \leq \Delta L \leq 15 \text{ dB}$  olduğu durumlarda, düzeltme değerleri Eşitlik 3.9’a göre hesaplanır ve düzeltme uygulanır.

$\Delta L < 6$  dB olduğu durumlarda, sonuçların doğruluğu azalır, bu durumda kullanılacak  $K_1$  değeri 1,3 dB’dir (Anonim, 2011).

$$K_2 = 10 \lg \left[ 1 + 4 \frac{s}{A} \right] \text{ dB} \quad (3.11)$$

Eş 3.11’de çevresel düzeltme değeri ifade edilmektedir. Birimi desibeldir.

$$L_{pf} = L' p - K_1 - K_2 \quad (3.12)$$

Eş 3.12’de düzeltilmiş ses basınç değeri ifade edilmektedir. Test edilen kaynak çalışırken ölçülen ses basınç değerinden arka plan gürültüsü düzeltmesi ve çevresel düzeltme değeri çıkarılarak hesaplanmaktadır. Birimi desibeldir.

$$L_w = L_{pf} - 10 \lg \frac{s}{s_0} \text{ dB} \quad (3.13)$$

Eş 3.13’de düzeltilmiş ses gücü değerini ifade edilmektedir. Birimi desibeldir.

Koku çekme (odour) performans deneyi: Mutfaktaki su buharını ve pişirme dumanlarını ortadan kaldırmak son derece önemlidir. Koku çekme performansı davlumbaz – ocak arasındaki mesafe ve davlumbaz debisi ile doğrudan ilişkilidir. Koku çekme performansını artırmak için davlumbaz – ocak arasındaki mesafe azaltılabilir ancak bu mesafe standartlar gereği gazlı ocaklarda en az 65 cm, elektrikli ocaklarda en az 60 cm olması gerekmektedir (Anonim, 2004). Enerji verimliliği açısından debinin artırılmaması ortamdan mümkün olduğu kadar az hava atılması gerekmektedir.

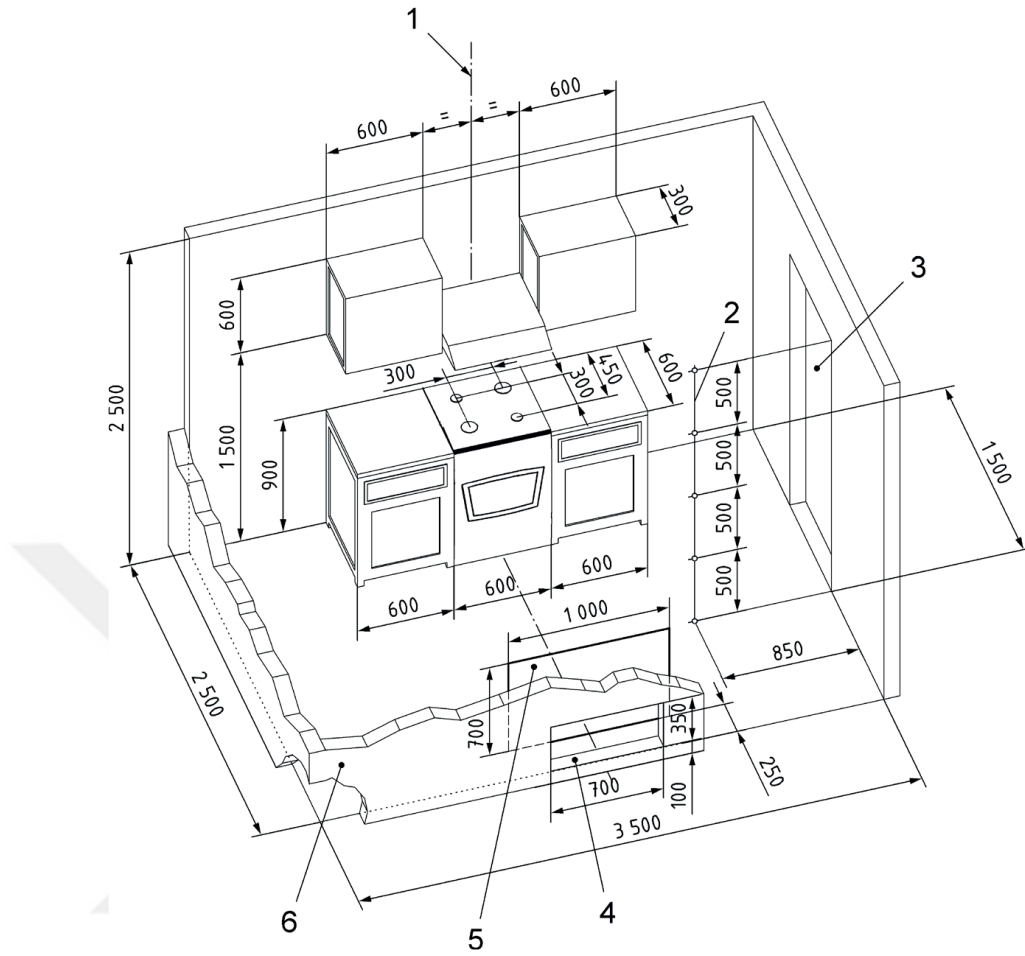
Danimarka BR18 Bina Yönetmeliklerinde, davlumbazın buharı etkili bir şekilde yakalaması gerekir. Davlumbazın buhar yakalama verimliliği %75 veya daha fazla ise yeterli verimlilik gereksinimini karşılar. Bu nedenle, bugün dolaylı olarak bir davlumbazın en az %75 kapasiteye sahip olmasına izin verilmiştir (Anonim, 2020). Düşük debide %75 koku yakalama performansı enerji verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Performans deneyi EN13141-3 standardına göre yapılmaktadır. Bu Avrupa Standardı, konutlarda kullanım için davlumbazların ana performans özelliklerini ölçmeye yönelik yöntemleri belirtir. Fansız hava tahliye davlumbazları için geçerlidir (Anonim, 2017).

Deney odası aşağıdaki karakteristiğe sahip olmalıdır;

- Oda hacmi  $22 \pm 2 \text{ m}^3$  olmalıdır.
- Duvarlar metil etil keton (MEK) geçirimsiz olmalıdır.

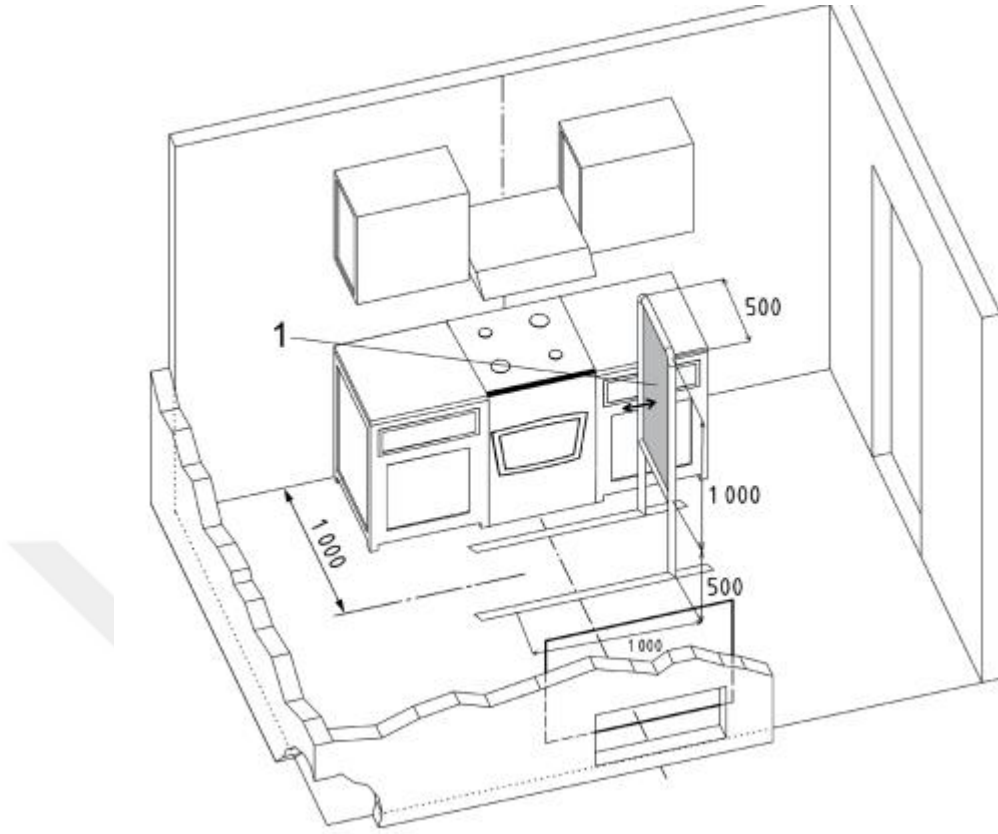
Deney odası, mutfak mobilyaları, havalandırma açıklığı, yerleşim ile birlikte Şekil 3.22’de gösterilmiştir. Davlumbaz test ederken, giriş havasının çıkış havasından metil etil keton (MEK) ile kirlenmesini önlemek için önlemler alınmalıdır.



Şekil 3.22. Koku çekme performans deney düzeneği

(1) Davlumbaz ve ocak ekseni, (2) Örnekleme noktası, (3) Kapı, (4) Havalandırma penceresi, (5) Hava dağıtıcı sabit paravan, (6) Yalıtılmış duvar

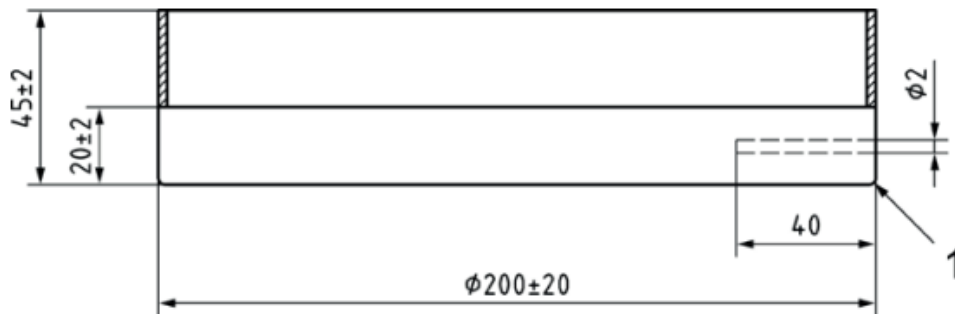
Mutfaktaki hava hareketleriyle gerçek bir durumu simüle etmek için aralıklı olarak çalışan hareketli bir paravan kullanılır. Hareketli paravana ait görsel Şekil 3.23'de gösterilmektedir. Paravan genişliği  $500 \pm 2$  mm ve yüksekliği  $1000 \pm 2$  mm olmalıdır. Paravanın orta noktası ile zemin arasındaki mesafe  $1000 \pm 2$  mm ve duvara olan mesafe  $1000 \pm 2$  mm olmalıdır. Paravan, her uç konumdan ilk 100 mm içerisindeki hızlanma ve yavaşlama haricinde, 0.5 m /s'lik sabit bir hız ile her 4 saniyede bir uçtan diğer uca hareket ettirilecektir.



Şekil 3.23. Hareketli paravan gösterimi

(1) Hareketli paravan

Bakır tabanlı çapı  $200 \pm 20$  mm ve yüksekliği  $45 \pm 2$  mm olan bir tava, taban ile aynı taban çapa sahip ön sol ocak gözüne yerleştirilir. Tava tabanındaki sıcaklık  $170 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmalıdır. Tava teknik resmi Şekil 3.24'de gösterilmektedir.



Şekil 3.24. Tava teknik resim

Metil etil ketonun (MEK) konsantrasyonu, Şekil 3.22'de gösterildiği gibi, her biri dikey olarak 500 mm ile ayrılmış dört örnekleme noktası kullanılarak saptanacaktır. Metil etil keton (MEK) konsantrasyonunu ölçmek için tespit ekipmanı, odanın dışında bulunacaktır. Örnekleme noktalarını ölçüm ekipmanına bağlamak için uygun tüplere 2,5 mm çapında, eşit uzunlukta ve birbirine bağlı olmalıdır.

300 ± 1 g damıtılmış su içinde 12 ± 0,1 g metil etil keton (MEK) içeren 100 g çözelti, tüm çözelti 10 dakikada bitecek şekilde sürekli olarak tavaya damlatılacaktır. Çözelti, bir fan vasıtasıyla odaya eşit olarak dağıtılmalıdır.

Deney odasındaki (C1) metil etil ketonun (MEK) konsantrasyonu, uygulama süresinin sonunda ölçülecektir. C1 konsantrasyonu, davlumbaz monte edilmeden ölçülebilir. Deney odasındaki metil etil keton (MEK) konsantrasyonu, çözelti dağıtıldıktan 1 saat sonra % 5'in altına düşerse deney odasının yeterince mühürlendiği kabul edilir. Deney odası metil etil keton (MEK) konsantrasyonu %1'den az C1 olana kadar havalandırılır.

Davlumbaz çalıştırılmalı ve metil etil keton (MEK) çözeltisi ısıtılmış tavaya damlatılarak 100 g çözelti 600 ± 5 s içinde buharlaşacaktır. Bu sürenin sonunda yardımcı fan kapatılmalı, havalandırma açıklığı kapatılmalı, kapama valfi kapatılmalı ve (70 ± 14) l / s hava akışına sahip bir fan oda zeminin merkezine yerleştirilmelidir. Odadaki (C2) metil etil ketonun (MEK) konsantrasyonu, değer stabilize olduğunda ölçülecektir.

Koku azaltma faktörü (Of), eşitlik 3.14 kullanılarak yüzde olarak hesaplanır (Anonim, 2017).

$$O_f = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100 \quad (3.14)$$

#### **3.4.5.Valf-1 hata türü ve etkileri analizi (FMEA)**

FMEA, hatanın mümkün olduğunca erken aşamada çözülmesi, hata oluşumunun engellenmesi amacı ile kullanılan bir kalite iyileştirme yöntemidir. Bir üründe oluşabilecek tüm hata türlerinin sistematik olarak incelendiği bir analiz yöntemidir. Her tür hatanın, müşteri üzerinde oluşturacağı olası etkilere göre analizler yapılır ve bu

analizlerin hepsi ürün daha pazara çıkmadan önce, hatta tasarım veya deneme üretimleri sırasında gerçekleştirilir. Böylece herhangi bir hatanın daha oluşmadan önlenmesi amaçlanır (Puente ve ark. 2002).

Valf-1 tasarımı, hazırlanan prototip ve yapılan performans deney sonuçları dikkate alınarak FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) hata türü ve etkileri analizi yapılmıştır. Hazırlanan FMEA tablosu Çizelge 3.5'te yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Valf-1 hata türü ve etkileri analiz çizelgesi

| Sıra No | Olası Hata                                        | Hatanın Olası Nedenleri                                                                                 | Hatanın Olası Etkisi                                                                                      | Mevcut Test/ Kontrol Yöntemleri | Şiddet (Önem) | Olasılık | Risk (ŞxO) | Keşfedilebilirlik | ŞOK | Önerilen Faaliyetler                                                                               |
|---------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|----------|------------|-------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Ses basınç değerinin hedeflenenden yüksek çıkması | Hava 8 ayrı akış kesit alanından geçmektedir.                                                           | Hava kesit alanlarının dar olması ve havanın daha fazla yüzeye sürtünmesi ses basıncını artırmaktadır.    | Akustik performans deneyi       | 7             | 10       | 70         | 10                | 700 | Valf üzerindeki hava akış kesit alanları büyütülmeli ve sadece 2 ayrı kesit alan oluşturulmalıdır. |
| 2       | Havalandırma esnasında titreşim / vuruntu sesi    | Hareketli parçanın negatif sistem basıncı altında titreşmeye başlaması                                  | Titreşim / vuruntu sesine neden olarak ses basıncı artmaktadır.                                           | Akustik performans deneyi       | 5             | 10       | 50         | 10                | 500 | Hareketli parçanın titreşmesini engellemek için ek parçalar eklenmelidir.                          |
| 3       | Havalandırma esnasında ıslık sesi                 | Sabit ve hareketli parçaların doğrusalılık toleranslarından kaynaklı iki parça arasında açıklık kalması | Islık sesine neden olarak ses basıncı artmaktadır. Tam kapalı pozisyonda hava izolasyonunun sağlanamaması | Akustik performans deneyi       | 5             | 10       | 50         | 10                | 500 | Sabit parça ve hareketli parçanın hava kaçaklarını azaltmak için ek parça eklenmelidir.            |
| 4       | Valf üzerinde çiziklerin oluşması                 | Valf aç kapa işlemi esnasında hareketli parçanın sabit parça üzerinde hareket etmesi                    | Sürtünme kaynaklı boyanın çizilmesi valfin paslanma riskini oluşturmaktadır.                              | Görsel Kontrol                  | 6             | 8        | 48         | 5                 | 240 | Boyalı DKP sac parça yerine paslanmaz çelik sac kullanılmalıdır.                                   |
| 5       | Motor radyal hareketinin kısıtlanması             | Valf üzerinde yağ tabakasının oluşması                                                                  | Valf çalışmaması                                                                                          | Görsel kontrol                  | 6             | 4        | 24         | 10                | 240 | Belirli periyotlarda valfin otomatik olarak aç kapa yaparak yağ tabaka oluşumunun engellenmesi     |

Belirlenen olası hataların hepsi için ŞOK değeri 128'ün üzerindedir. Seri üretim öncesi önerilen faaliyetler doğrultusunda aksiyonlar alınarak hataların giderilmesi gerekmektedir.

FMEA analizinde şiddet, olasılık ve keşfedilebilirlik değerleri Çizelge 3.6'da gösterilen durumlara göre belirlenmektedir.

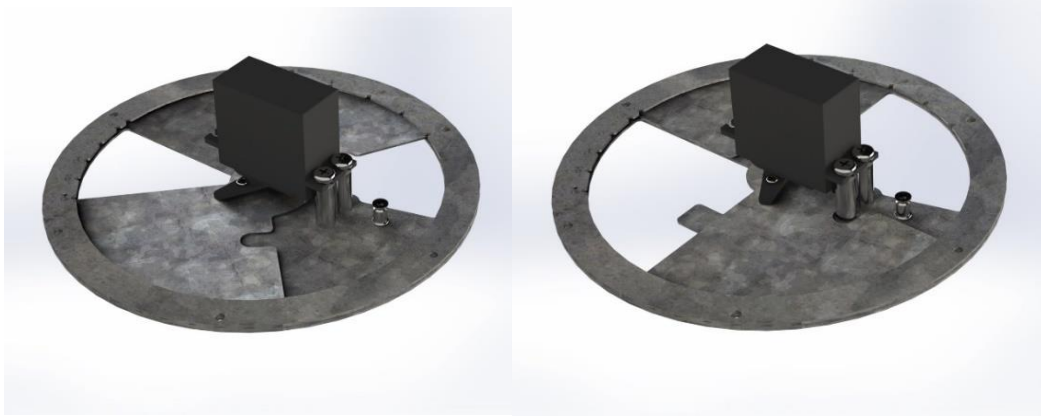
Çizelge 3.6. Hata türü ve etkileri analiz derecelendirme çizelgesi

| Derece | Şiddet (Önem) Skalası                                         | Ortaya Çıkma Sıklığı Skalası           | Olasılığı       | Keşfedilebilirlik Skalası                                                       |          |
|--------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 10     | Bir çalışanı veya müşteriyi yarayabilir                       | Çok Yüksek: Hata neredeyse kaçınılmaz  | 2'de 1 $\geq 1$ | Hatayı tespit edebilecek hiçbir bilinen kontrol mevcut değil                    | %82-%100 |
| 9      | Yasadışı olabilir                                             | Çok Yüksek: Hata neredeyse kaçınılmaz  | 3'de 1          | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>çok uzak bir ihtimal</b>       | %72-%82  |
| 8      | Ürünü/ hizmeti kullanıma uygunsuz kılabilir                   | Yüksek: Tekrarlayan hata               | 8'de 1          | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>uzak bir ihtimal</b>           | %62-%72  |
| 7      | Müşteriyi fazlasıyla hoşnutsuz kılabilir                      | Yüksek: Tekrarlayan hata               | 20'de 1         | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>çok düşük bir ihtimal</b>      | %52-%62  |
| 6      | Kısmi bozukluğa yol açabilir                                  | Orta: Zaman zaman ortaya çıkan hatalar | 80'de 1         | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>az bir ihtimal</b>             | %42-%52  |
| 5      | Şikâyeteye yol açacak bir performans kaybı yaratabilir        | Orta: Zaman zaman ortaya çıkan hatalar | 400'de 1        | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>ihтимaller dâhilindedir</b>    | %32-%42  |
| 4      | Düşük performans kaybı yaratabilir                            | Orta: Zaman zaman ortaya çıkan hatalar | 2000'de 1       | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>oldukça yüksek bir ihtimal</b> | %22-%32  |
| 3      | Ufak bir rahatsızlığa yol açabilir, kayıpsız atlatılabilir    | Düşük: Oldukça az oluşan hatalar       | 15000'de 1      | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>yüksek bir ihtimal</b>         | %12-%22  |
| 2      | Fark edilmiyor olabilir, ama performans düşüşüne yol açabilir | Düşük: Oldukça az oluşan hatalar       | 150000'de 1     | Geçerli kontrollerin hatayı tespit edebilmesi <b>çok yüksek bir ihtimal</b>     | %2-%12   |
| 1      | Fark edilmiyor olabilir ve performansı etkilemeyebilir        | Çok Düşük: Hatanın olması beklenmiyor  | 1500000'de 1    | Geçerli kontroller kesin olarak hatayı tespit edecektir                         | %0-%2    |

Hata türü ve etkileri analizi sonuçları doğrultusunda yapılacak iyileştirme çalışmaları sonucunda ortaya çıkan geliştirilmiş valf tasarımı Valf-2 olarak adlandırılmaktadır.

### 3.4.6. Valf-2 katı model tasarımı

Geliştirilmiş valf tasarımı (Valf-2), ön tasarım valf (Valf-1) için yapılan FMEA analizi dikkate alınarak tasarlanmıştır. Valf-2; havalandırma kesit alanının sahip disk, bu havalandırma kesit alanlar ile örtüşecek yapıya sahip hareketli disk, hareketli diskin ihtiyaç duyduğu radyal hareketi sağlaması için servo motor, kademe parçası, sabitleme parçası ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Hareketli disk servo motor radyal hareketi ile sabit disk üzerindeki havalandırma kesit alanını tamamen ya da istenilen açıklığa sahip olacak şekilde kapatabilmektedir. Şekil 3.25'de Valf-2 tasarımına ait farklı havalandırma pozisyon görselleri gösterilmektedir. İlgili tasarım için 2019 yılında Avrupa Patent Ofisine EP19211079.9 başvuru nolu patent başvurusu yapılmıştır.



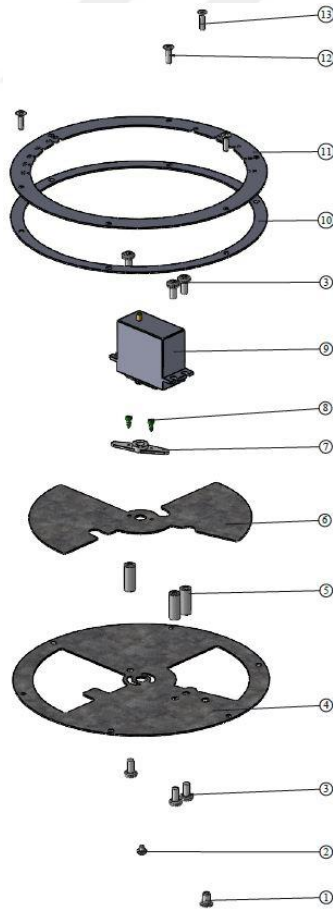
(a)

(b)

Şekil 3.25. Valf-2 tasarım görseli

(a) Yarı açık görünüş, (b) Tam açık görünüş

Valf-2'ye ait patlatılmış teknik resim Şekil 3.26'da gösterilmektedir. Malzeme listesi Çizelge 3.7'de verilmektedir.

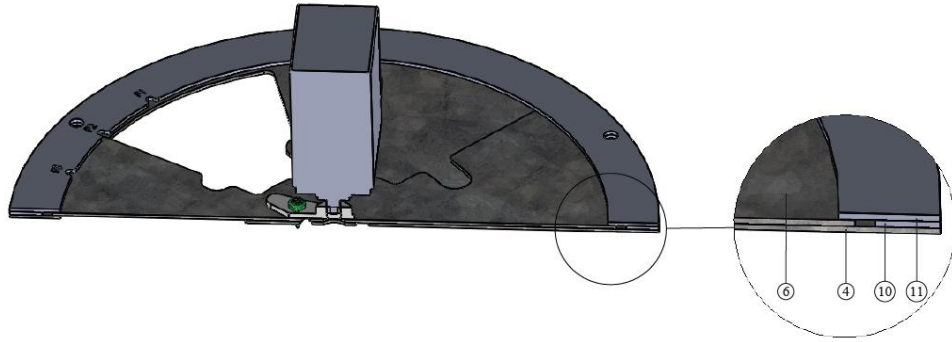


Şekil 3.26. Valf-2 patlatılmış teknik resim

Çizelge 3.7. Valf-2 malzeme listesi

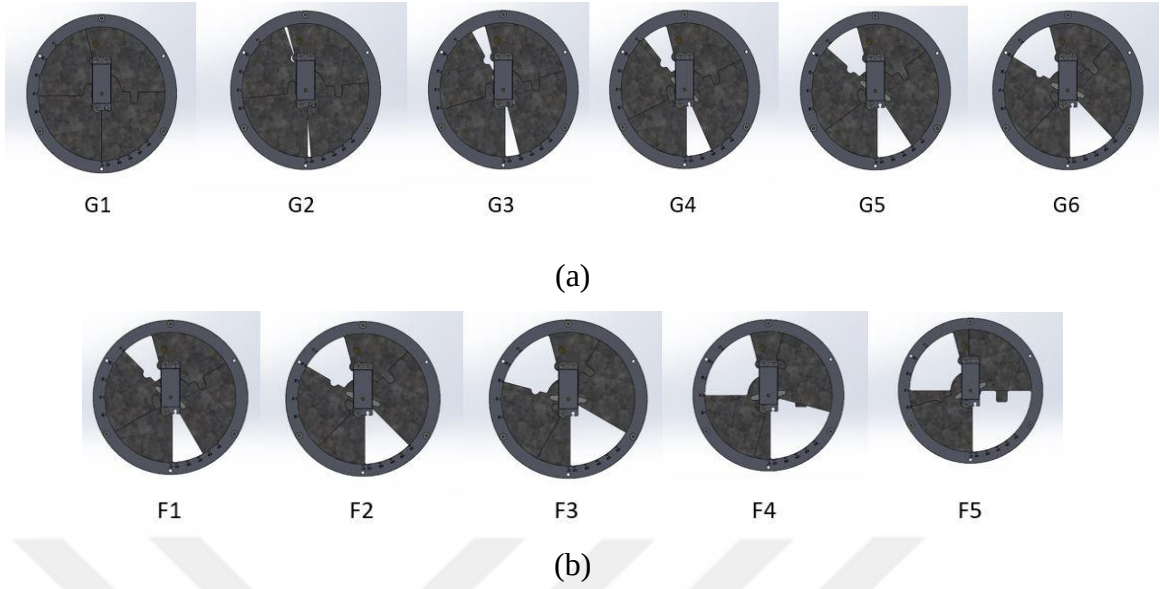
| PARÇA<br>NUMARASI | TANIM                                | MİKTAR |
|-------------------|--------------------------------------|--------|
| 1                 | M3 ÇAKMA SOMUN                       | 1 adet |
| 2                 | M3x6 SERVO MOTOR CIVATASI            | 1 adet |
| 3                 | M4x8 YSB CIVATA                      | 6 adet |
| 4                 | SABİT DİSK SACI (0.9 mm İnox)        | 1 adet |
| 5                 | M4 SİLİNDİR 17 mm                    | 3 adet |
| 6                 | HAREKETLİ DİSK SACI (0.9 mm İnox)    | 1 adet |
| 7                 | SERVO MOTOR MONTAJ PLASTİĞİ          | 1 adet |
| 8                 | 2,2x6,5 YSB VİDA                     | 2 adet |
| 9                 | SERVO MOTOR                          | 1 adet |
| 10                | KADEME SACI ( 1 mm Galvaniz )        | 1 adet |
| 11                | UST SABITLEME SACI ( 1 mm Galvaniz ) | 1 adet |
| 12                | 3x10 POP PERÇİN                      | 1 adet |
| 13                | M3x8 YHB CIVATA                      | 1 adet |

10 ve 11 nolu parçalar hareketli diskin titremesi ile ses oluşan ses basıncını engellemek ve hareketli disk ile sabit disk arasında hava izolasyonunu sağlamak amacı ile eklenmiştir. Şekil 3.27’de valf-2 kesit görüntüsü verilmektedir.



Şekil 3.27. Valf-2 kesit görüntüsü

Valf-2 tasarımında motor açıları Valf-1 tasarımı ile aynı tutularak sadece hava akış kesit alanı için yapısal değişik yapılmıştır. Şekil. 3.28’de Valf-2 temel ve cebri havalandırma pozisyonları gösterilmektedir.



Şekil 3.28. Valf-2 havalandırma pozisyon görselleri

(a) Temel havalandırma, (b) Cebri havalandırma

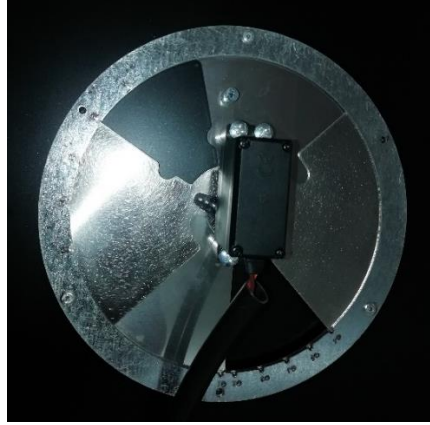
Çizelge 3.8’de belirlenen motor açı derecelerine göre havalandırma kesit alanı gösterilmektedir.

Çizelge 3.8. Valf-2 havalandırma kesit alan çizelgesi

|                                     | Temel Havalandırma |     |     |      |      |      | Cebri Havalandırma |      |      |      |      |
|-------------------------------------|--------------------|-----|-----|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|
| Pozisyonlar                         | G1                 | G2  | G3  | G4   | G5   | G6   | F1                 | F2   | F3   | F4   | F5   |
| Açı                                 | 0°                 | 5°  | 15° | 25°  | 35°  | 45°  | 30°                | 45°  | 60°  | 75°  | 90°  |
| Açık Yüzey Alanı (mm <sup>2</sup> ) | 0                  | 180 | 913 | 1655 | 2400 | 3140 | 2025               | 3140 | 4257 | 5300 | 5766 |

### 3.4.7. Valf-2 prototipi

Valf-2, sac parçalar lazer kesme yöntemi ile 430 kalite 0.9 mm paslanmaz çelik sac ve 1 mm galvaniz plakasından kesilerek hazırlanmıştır. Servo motor olarak K Power marka MG996R model servo motor kullanılmıştır. Hazırlanan valf prototipine ait görsel Şekil 3.29’da gösterilmektedir.



Şekil 3.29. Valf-2 prototip görseli

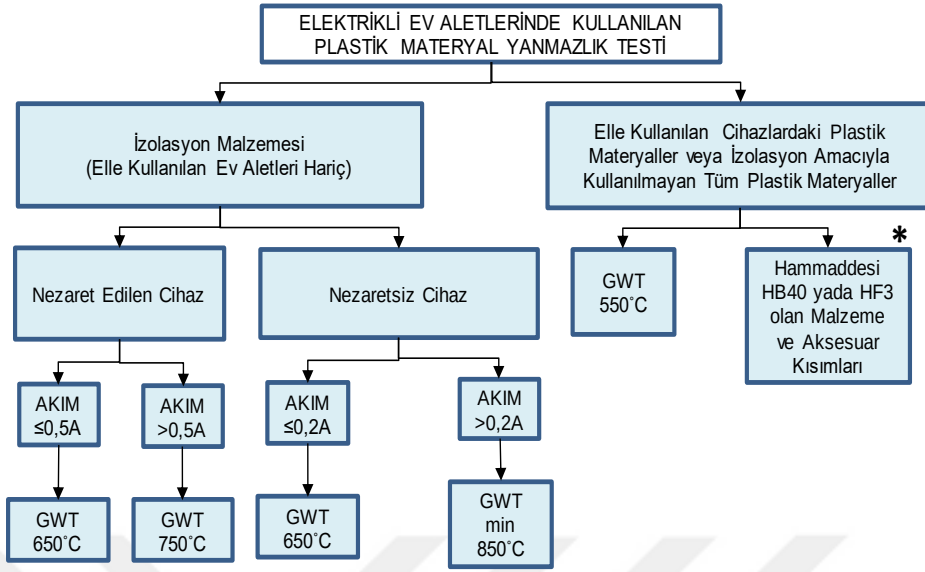
Valf-2 prototipi Silverline marka 1163 model 60 cm davlumbaz entegre edilerek merkezi havalandırma sistemine uygun davlumbaz prototipi hazırlanmıştır.

### 3.5. Güvenlik Deneyleri

Merkezi havalandırma sistemine uygun, geliştirilmiş valf entegre edilen davlumbaz EN 60335-1 “Ev ve Benzeri Yerlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar İçin Güvenlik Kuralları” standardına uygun olarak üretilmesi gerekmektedir. İlgili standardın 30. bölümünde “Isıya ve Yanmaya Dayanıklılık” gereksinimleri açıkça belirtilmektedir (Anonim, 2012).

#### 3.5.1. Kızaran tel deneyi

Kızaran tel deneyinin amacı plastik malzemelerin IEC/EN 60335-1 ve IEC/EN 60335-2-31 standartlarına uygun olarak tutuşmaya ve yangının yayılmasına karşı dayanıklılığının test edilmesidir. Deneyler EN 60695-2-10 standartlarına göre yapılmaktadır. Test edilecek malzemenin kullanım yeri ve özelliklerine göre Şekil 3.30’daki diyagrama uygun olarak test sıcaklığı belirlenir.



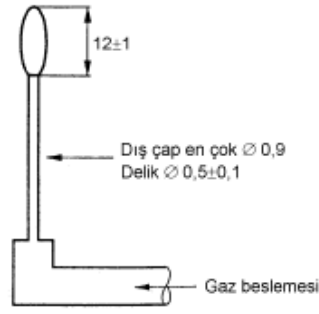
Şekil 3.30. Kızaran tel deneyi sıcaklık seçim diyagramı

İlgili standarda uygun olacak şekilde deney düzeneği belirlenen sıcaklığa ayarlanır ve uygulanır. Deneyin başlamasından itibaren 30 sn geçtikten sonra plastik malzemede alev olmaz ise ya da plastik malzemede 30 sn içinde alevlenme olursa plastik malzeme rezistanstan uzaklaştıktan sonraki 30 sn içinde alev söner ise kabul edilir. Bu süre içerisinde numune altındaki ipek kâğıda plastik parçalar damladığında tutuşturmamalıdır.

Deneyin başlamasından itibaren 30 sn geçtikten sonra alev devam eder ve sonraki 30 sn içinde alev sönmez ise veya bu süre içinde altındaki ipek kâğıdı, damlayan plastik tutuşturur ise reddedilir.

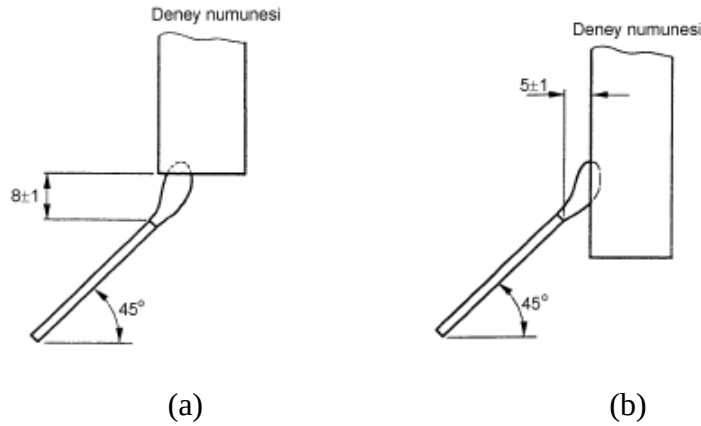
### 3.5.2. İğne ucu alevi deneyi

İğne ucu alevi deneyinin amacı plastik malzemelerin IEC/EN 60335-1 ve IEC/EN 60335-2-31 standartlarına uygun olarak tutuşmaya ve yangının yayılmasına karşı dayanıklılığının test edilmesidir. Deneyler EN 60695-11-5 standartlarına göre yapılmaktadır. Deneyde kullanılacak alev beki ve alev uzunluğu Şekil 3.31’de gösterilmektedir.



Şekil 3.31. Alev beki ve alev uzunluk teknik resmi

Deney alevi; deney numunesi yüzeyinin, normal kullanımdan veya arıza şartlarından kaynaklanan alevlerden etkilenmesi yüksek olan kısmına uygulanır. Alev Şekil 3.32’de gösterilen deney konumlarından bir tanesi seçilerek deney numunesi üzerine uygulanmalıdır.



Şekil 3.32. İğne ucu alevi deney düzeneği

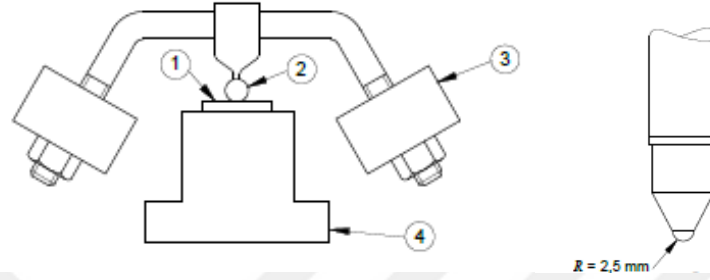
(a) Deney konumu (örnek), (b) Deney konumu (örnek)

Deneyin başlamasından itibaren 30 sn geçtikten sonra plastik malzemede alev olmaz ise ya da plastik malzemede 30 sn içinde alevlenme olursa plastik malzeme iğne alevi uzaklaştıktan sonraki 30 sn içinde alev söner ise kabul edilir. Bu süre içerisinde numune altındaki ipek kâğıda plastik parçalar damladığında tutuşturmamalıdır.

Deneyin başlamasından itibaren 30 sn geçtikten sonra alev devam eder ve sonraki 30 sn içinde alev sönmez ise veya bu süre içinde altındaki ipek kâğıdı, damlayan plastik tutuşturur ise reddedilir.

### 3.5.3. Bilye basınç deneyi

Deneyler EN 60695-10-2 standartlarına göre yapılmaktadır. Deney düzeneği Şekil 3.33’de gösterilmektedir.



Şekil 3.33. Bilye basınç deney düzeneği

(1) Deney örneği, (2) Basınç topu, (3) Ağırlık, (3) Deney örneği desteği

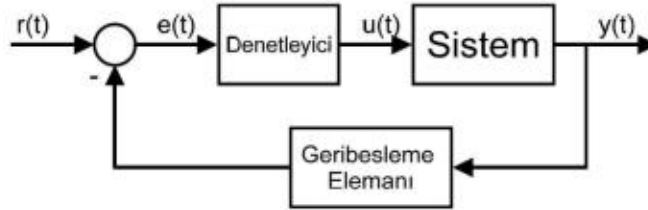
Etüv, test edilecek numuneye uygun sıcaklık değerine ayarlanır. Sıcaklık değer seçimi için Çizelge 3.9’dan yararlanılır. Test edilecek numune etüvün içerisindeki bilye basınç aparatının bilyesinin altına yerleştirilir. Aparatın ağırlıkları zemine değmemelidir ve dengede olmalıdır. Test edilecek numune etüvün içerisindeki bilye basınç aparatının bilyesinin altına yerleştirilir. Aparatın ağırlıkları zemine değmemelidir ve dengede olmalıdır. 1 saatin sonunda test numunesi alınır, bilye basınç aparatının oluşturduğu delik çapı ölçülür. Delik çapı maksimum 2 mm altında ise kabul edilir. Eğer delik çapı 2 mm büyük ise reddedilir.

Çizelge 3.9. Malzeme cinsine göre deney sıcaklık değer çizelgesi

| Malzeme | Test Sıcaklığı (°C) |
|---------|---------------------|
| PA6     | 200                 |
| PA66    | 240                 |
| PA46    | 280                 |
| PBT     | 200                 |
| PET     | 240                 |
| PC      | 140                 |
| PC+ABS  | 90                  |
| PP      | 120                 |

### 3.6. Geri Beslemeli Hava Akış Kontrol Sistem Tasarımı

Merkezi havalandırma sistemine uygun, geliştirilmiş valf (valf-2) entegre edilen davlumbaz için tüm havalandırma pozisyonlarında performans deneyleri yapılmıştır. Bu deney sonuçları ile valfin farklı havalandırma pozisyonlarda valf üzerinden ölçülen manuel basınç değerine karşılık gelen debi değeri bilinmektedir. Sisteme geri besleme elamanı olarak fark basınç sensörü eklenerek sistem üzerinden belirli örneklem zaman ile manuel basınç ölçümleri yapılabilmektedir. Fark basınç sensörünün bir girişi hava akış kontrol valfi üzerindeki basıncı ölçecek diğer ucu ise hava akışından etkilenmeyecek şekilde davlumbaz üzerinden atmosfer basıncını ölçecek şekilde konumlandırılmıştır. Ölçülen bu manuel basınç değerine göre debinin istenilen değerde sabit kalması için daha önce yapılan deney sonuçlarına göre olması gereken hava akış kesit alanı tayin edilebilmektedir. Sistem otomatik olarak servo motor açısı kontrolü ile hava akış kesit alanı ayarlamaktadır. Geri beslemeli hava akış kontrol sistemi için 2019 yılında Avrupa Patent Ofisine EP19211080.7 başvuru nolu patent başvurusu yapılmıştır. Şekil 3.34’de sisteme ait geri besleme blok şeması gösterilmektedir.



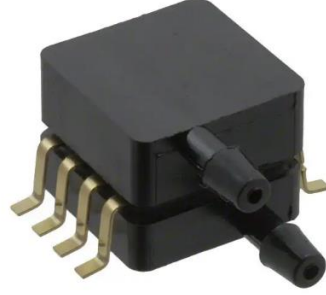
Şekil 3.34. Geri beslemeli devre blok şeması

Kullanılan K-Power marka DM1500 model servo motora ait teknik özellikleri Çizelge 3.10’da yer almaktadır.

Çizelge 3.10. K-Power DM1500 servo motor özellik çizelgesi

|                            | 4.8 V                  | 6.0 V                  |
|----------------------------|------------------------|------------------------|
| Çalışma hızı (yüksüz)      | $0.15 \pm 0.04$ sn/60° | $0.13 \pm 0.04$ sn/60° |
| Çalışma akımı (yüksüz)     | $400 \pm 30$ mA        | $600 \pm 30$ mA        |
| Sıkışma torku (kilitli)    | $15 \pm 0.20$ kg·cm    | $16.3 \pm 0.20$ kg·cm  |
| Durma akımı (kilitli iken) | $2100 \pm 40$ mA       | $2500 \pm 50$ mA       |
| Boşta akım                 | $6 \pm 1$ mA           | $6 \pm 1$ mA           |
| Çalışma ömrü (yüksüz)      | >300000 çevrim         | >250000 çevrim         |

Geri beslemeli hava akış kontrol sistemi için geri besleme elamanı olarak Freescale marka MPXV7002DP kodlu fark basınç sensörü kullanılmıştır. Sensöre ait görsel Şekil 3.35’de yer almaktadır. Sensör özelliklerine Çizelge 3.11’de yer verilmiştir.

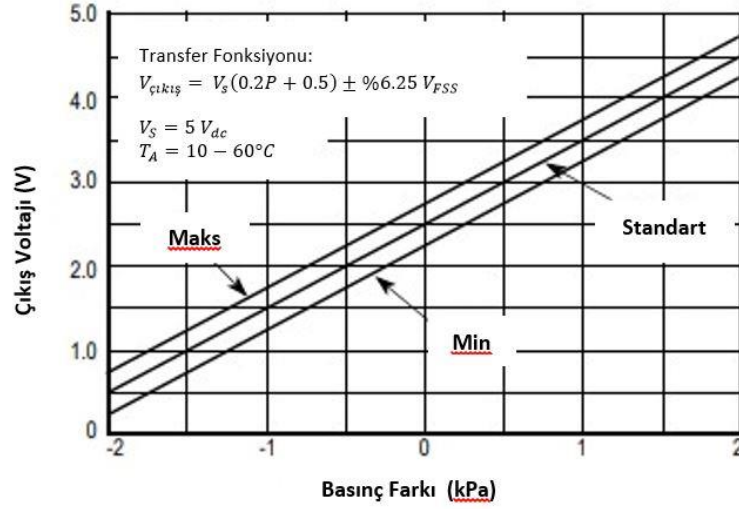


Şekil 3.35. Freescale MPXV7002DP fark basınç sensörü

Çizelge 3.11. Freescale MPXV7002DP özellik çizelgesi

|                                                     | Sembol    | Min. | Typ  | Mak.  | Birim       |
|-----------------------------------------------------|-----------|------|------|-------|-------------|
| Basınç Aralığı                                      | $P_{OP}$  | -2.0 | —    | 2.0   | kPa         |
| Besleme Gerilimi                                    | $V_S$     | 4,75 | 5.0  | 5,25  | Vdc         |
| Besleme Akımı                                       | $I$       | —    | —    | 10    | mAdc        |
| Basınç Ofseti<br>$V_S = 5.0$ Volts (10 - 60°C)      | $V_{off}$ | 0.25 | 0.5  | 0.75  | Vdc         |
| Tam Ölçekli Çıktı<br>$V_S = 5.0$ Volts (10 - 60°C)  | $V_{FSO}$ | 4,25 | 4,50 | 4,75  | Vdc         |
| Tam Ölçek Açıklığı<br>$V_S = 5.0$ Volts (10 - 60°C) | $V_{FSS}$ | 3,50 | 4.0  | 4.5 V | Vdc         |
| Doğruluk (10 - 60°C)                                | —         | —    | ±2.5 | ±6.25 | % $V_{FSS}$ |
| Duyarlılık                                          | V/P       | —    | 1.0  | —     | V/kPa       |
| Tepki Süresi                                        | $t_R$     | —    | 1.0  | —     | ms          |
| Tam Ölçekli Çıkışta Çıkış Kaynağı Akımı             | $I_{O+}$  | —    | 0.1  | —     | mAdc        |
| Isınma Süresi                                       | —         | —    | 20   | —     | ms          |

Basınç değerine karşılık oluşan çıkış gerilim grafiği şekil 3.36’deki gibidir.



Şekil 3.36. Basınç sensörü basınç – voltaj grafiği

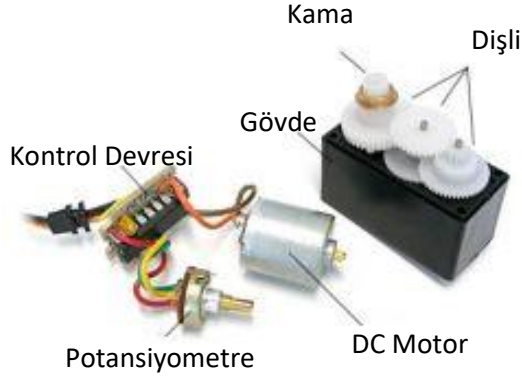
Bu grafiğe göre kullanılan basınç sensörü sistem basıncı 0 Pa iken 2.5 V çıkış voltajı üretmektedir. -2 kPa sistem basıncında 0.5 V, 2 kPa sistem basıncında 4.5 V çıkış gerilimi üretmektedir. Ölçüm toleransı  $\pm 0.25$  voltur.

### 3.7. Genel Bilgiler

#### 3.7.1. Servo motor

Servo, mekanizmalardaki açısal-doğrusal pozisyon, hız ve ivme kontrolünü hatasız bir şekilde yapan tahrik sistemi olarak tanımlanır. Yani hareket kontrolü yapılan bir düzendir.

Servo motorların içerisinde motorun hareketini sağlayan bir DC motor bulunmaktadır. Bu motorun dışında bir dişli mekanizması, potansiyometre ve bir motor sürücü devresi bulunmaktadır. Potansiyometre, motor milinin dönüş miktarını ölçmektedir. Servo içerisindeki DC motor hareket ettikçe potansiyometre döner ve kontrol devresi motorun bulunduğu pozisyon ile istenilen pozisyonu karşılaştırarak motor sürme işlemi yapar. Yani, servolar diğer motorlar gibi harici bir motor sürücüsüne ihtiyaç duymadan çalışmaktadırlar. Servo motor iç yapısı Şekil 3.37’de gösterilmektedir. Genellikle çalışma açıları 180 derece ile sınırlıdır fakat 360 derece çalışma açısına sahip özel amaçlı servo motorlar da vardır. Servolar genellikle 4.8-6 V gerilim ile çalışmaktadırlar.



Şekil 3.37. Servo motor iç yapısı

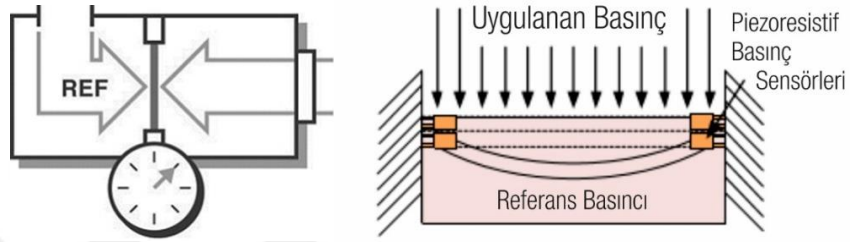
Servo motorlar PWM (D Genişlik Modülasyonu) sinyal ile çalışmaktadırlar. Bu PWM sinyaller bir mikrokontrolcünden veya uzaktan kumandadan sağlanabilmektedir. Servo, her 20 ms içerisinde bir pals değeri okumaktadır. Pals uzunluğu motorun dönüşünü belirlemektedir. Örnek olarak 1.5 ms'lik bir pals, motorun 90 derece pozisyonunu almasını sağlayacaktır (Nötr Pozisyon). Servolar hareket etmeleri için bir komut aldıklarında önce istenilen pozisyona hareket ederler, sonrasında ise o pozisyonda kalırlar. Servolar bulundukları pozisyonu korurken kendilerine dışarıdan bir güç uygulandığında bu güce direnirler. Bulundukları konumu sonsuza kadar koruyamazlar, pozisyonlarını koruyabilmeleri için palsin tekrar edilmesi gerekebilir. Hareket etmeleri için gereken pals genişliklerinin minimumları ve maksimumları vardır ve bu değerler değişkendir. Fakat genellikle minimum pals genişliği 1 ms, maksimum pals genişliği ise 2 ms'dir (Anonim, 2015).

### 3.7.2. Fark basınç sensörü

Basınç sensörü, gaz veya sıvıların basıncını ölçer. Basınç, birim alana uygulanan kuvvetin büyüklüğüdür. Basınç sensörü genellikle bir transduser gibi çalışır. Bir basınç sensörü genellikle bir dönüştürücü olarak işlev görür. Uygulanan basıncın bir fonksiyonu olarak elektrik sinyali üretir.

Basınç sensörleri günlük uygulamada kontrol ve izleme için kullanılır. Gaz akışı, hız, su seviyesi ve yükseklik gibi diğer değişkenleri dolaylı olarak ölçmek için de kullanılabilir. Basınç sensörleri alternatif olarak basınç transdüserleri, basınç transmitterleri, basınç göndericileri, basınç göstergeleri, piezometreler ve manometreler olarak adlandırılabilir (Anonim, 2020).

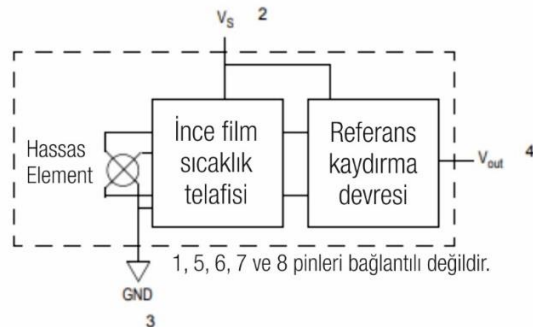
Fark basınç sensörü her iki tarafına bağlı olan iki basınç arasındaki farkı ölçer. Birinci girişe uygulanan basınç değerini referans alarak ikinci girişe uygulanan basıncın farkını ölçer. Sensörün içyapısı, iki girişi olan bir odacığın ortasına yerleştirilmiş esnek diyafram bulundurulur. Diyafram üzerine uygulanan basınçtan dolayı esner bu sayede basınç değeri elde edilir. Çalışma prensibi Şekil 3.38'deki gibidir.



Şekil 3.38. Fark basınç sensörünün çalışma prensibi

Basınç ölçüm hassasiyetini etkileyen parametre öncelikle diyaframın malzemesidir. Bu malzeme silikon, metal ve son çalışmalardan sonra yüksek hassasiyet veren termoplastik grubu malzemeler olabilmektedir (Satyamurthy ve ark. 2011). Daha küçük ve esnek diyaframlar ölçüm hassasiyetini arttırdığı gibi ölçüm süreleri de kısaltmaktadır. Bu süreler hali hazırda milisaniye mertebelerindedir.

Sensör devre şeması incelendiğinde sensörün içyapısındaki basınç algılama elamanından çıkan ve birinci adımda veri sıcaklık kompanzasyonu yapılmış ince film tabakası şeklindeki bölüme ulaşır. Daha sonra ikinci bölüme geçerek referans değeri karşılaştırma devresine girer. Basınç farkına göre elektrik sinyali oluşturur. Sensör devre şeması Şekil 3.39'da yer almaktadır.



Şekil 3.39. Fark basınç sensör devre şeması

## 4. BULGULAR

Bu bölümde tasarımı ve imalatı gerçekleştirilen hava akış kontrol valfleri için analitik hesaplamalar, analiz, performans ve güvenlik deney sonuçları yer almaktadır.

### 4.1. Analitik Hesaplar

HAKS 50 Pa basınca sahip sistemlerde temel havalandırmada 72 m<sup>3</sup>/saat, cebri havalandırmada 144 m<sup>3</sup>/saat debiyi sağlayacak açıklığa sahip olması gerekliliği bilinmektedir. Bu bilgiler ışığında ihtiyaç duyulan havalandırma kesit alanı aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir.

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 50}{1,2}} \quad (4.1)$$

Eş. 4.1'de hava akış hızını eş. 3.4'teki formül kullanılarak 50 Pa mutlak basınca sahip sistem için 9,13 m/s olarak hesaplanmıştır.

$$72 = 3600 \cdot A \cdot 9,13 \quad (4.2)$$

Eş. 4.2'da temel havalandırma için hesaplanan akış hızına göre Eş. 3.7 kullanılarak kesit alanı 2190 mm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır.

$$144 = 3600 \cdot A \cdot 9,13 \quad (4.3)$$

Eş. 4.3'da cebri havalandırma için hesaplanan akış hızına göre Eş. 3.7 kullanılarak kesit alanı 4381 mm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplama göre 50 Pa ya sahip bir sistemde; temel havalandırma (72 m<sup>3</sup>/saat) için minimum havalandırma kesit alanı 2190 mm<sup>2</sup>, cebri havalandırma (144 m<sup>3</sup>/saat) için minimum havalandırma kesit alanının 4381 mm<sup>2</sup> olması gerekmektedir.

Valf ön tasarımı (Valf-1) ve geliştirilmiş valf tasarımı (Valf-2) için her havalandırma pozisyonunda farklı mutlak basınç değerleri için debi hesabı yapılmıştır. Yapılan analitik debi hesabı Çizelge 4.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Analitik hesaplama debi – basınç çizelgesi

| Valf Pozisyon | Mutlak Basınç (Pa) | Valf-1 Debi (m³/saat) | Valf-2 Debi (m³/saat) | Valf Pozisyon | Mutlak Basınç (Pa) | Valf-1 Debi (m³/saat) | Valf-2 Debi (m³/saat) |
|---------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| G2            | 25                 | 2,72                  | 4,18                  | F1            | 25                 | 36,3                  | 47,06                 |
|               | 50                 | 3,85                  | 5,92                  |               | 50                 | 51,33                 | 66,55                 |
|               | 75                 | 4,71                  | 7,24                  |               | 75                 | 62,87                 | 81,50                 |
|               | 100                | 5,44                  | 8,37                  |               | 100                | 72,6                  | 94,11                 |
|               | 125                | 6,08                  | 9,35                  |               | 125                | 81,16                 | 105,22                |
|               | 150                | 6,66                  | 10,25                 |               | 150                | 88,91                 | 115,27                |
|               | 175                | 7,19                  | 11,07                 |               | 175                | 96,03                 | 124,50                |
|               | 200                | 7,69                  | 11,83                 |               | 200                | 102,67                | 133,10                |
|               | 225                | 8,16                  | 12,55                 |               | 225                | 108,89                | 141,17                |
|               | 250                | 8,6                   | 13,23                 |               | 250                | 114,78                | 148,81                |
| G3            | 25                 | 14,01                 | 21,22                 | F2            | 25                 | 59,74                 | 72,97                 |
|               | 50                 | 19,82                 | 30,00                 |               | 50                 | 84,49                 | 103,19                |
|               | 75                 | 24,27                 | 36,75                 |               | 75                 | 103,48                | 126,38                |
|               | 100                | 28,02                 | 42,43                 |               | 100                | 119,49                | 145,93                |
|               | 125                | 31,33                 | 47,44                 |               | 125                | 133,59                | 163,16                |
|               | 150                | 34,32                 | 51,97                 |               | 150                | 146,34                | 178,73                |
|               | 175                | 37,07                 | 56,13                 |               | 175                | 158,07                | 193,05                |
|               | 200                | 39,63                 | 60,01                 |               | 200                | 168,98                | 206,38                |
|               | 225                | 42,04                 | 63,65                 |               | 225                | 179,23                | 218,90                |
|               | 250                | 44,31                 | 67,09                 |               | 250                | 188,93                | 230,74                |
| G4            | 25                 | 28,72                 | 38,46                 | F3            | 25                 | 83,05                 | 98,92                 |
|               | 50                 | 40,62                 | 54,39                 |               | 50                 | 117,45                | 139,90                |
|               | 75                 | 49,75                 | 66,61                 |               | 75                 | 143,85                | 171,34                |
|               | 100                | 57,44                 | 76,92                 |               | 100                | 166,1                 | 197,85                |
|               | 125                | 64,22                 | 86,00                 |               | 125                | 185,71                | 221,20                |
|               | 150                | 70,35                 | 94,20                 |               | 150                | 203,44                | 242,31                |
|               | 175                | 75,99                 | 101,75                |               | 175                | 219,74                | 261,73                |
|               | 200                | 81,24                 | 108,78                |               | 200                | 234,91                | 279,80                |
|               | 225                | 86,17                 | 115,38                |               | 225                | 249,16                | 296,77                |
|               | 250                | 90,83                 | 121,62                |               | 250                | 262,63                | 312,82                |
| G5            | 25                 | 44,06                 | 55,77                 | F4            | 25                 | 106,1                 | 123,16                |
|               | 50                 | 62,31                 | 78,87                 |               | 50                 | 150,05                | 174,18                |
|               | 75                 | 76,31                 | 96,60                 |               | 75                 | 183,78                | 213,32                |
|               | 100                | 88,12                 | 111,54                |               | 100                | 212,21                | 246,32                |
|               | 125                | 98,52                 | 124,71                |               | 125                | 237,26                | 275,40                |
|               | 150                | 107,92                | 136,61                |               | 150                | 259,9                 | 301,68                |
|               | 175                | 116,57                | 147,56                |               | 175                | 280,73                | 325,85                |
|               | 200                | 124,62                | 157,74                |               | 200                | 300,11                | 348,35                |
|               | 225                | 132,18                | 167,31                |               | 225                | 318,31                | 369,48                |
|               | 250                | 139,33                | 176,36                |               | 250                | 335,53                | 389,47                |
| G6            | 25                 | 59,74                 | 72,97                 | F5            | 25                 | 121,72                | 133,99                |
|               | 50                 | 84,49                 | 103,19                |               | 50                 | 172,14                | 189,49                |
|               | 75                 | 103,48                | 126,38                |               | 75                 | 210,83                | 232,08                |
|               | 100                | 119,49                | 145,93                |               | 100                | 243,44                | 267,98                |
|               | 125                | 133,59                | 163,16                |               | 125                | 272,17                | 299,61                |
|               | 150                | 146,34                | 178,73                |               | 150                | 298,15                | 328,21                |
|               | 175                | 158,07                | 193,05                |               | 175                | 322,04                | 354,50                |
|               | 200                | 168,98                | 206,38                |               | 200                | 344,28                | 378,98                |
|               | 225                | 179,23                | 218,90                |               | 225                | 365,16                | 401,97                |
|               | 250                | 188,93                | 230,74                |               | 250                | 384,91                | 423,71                |

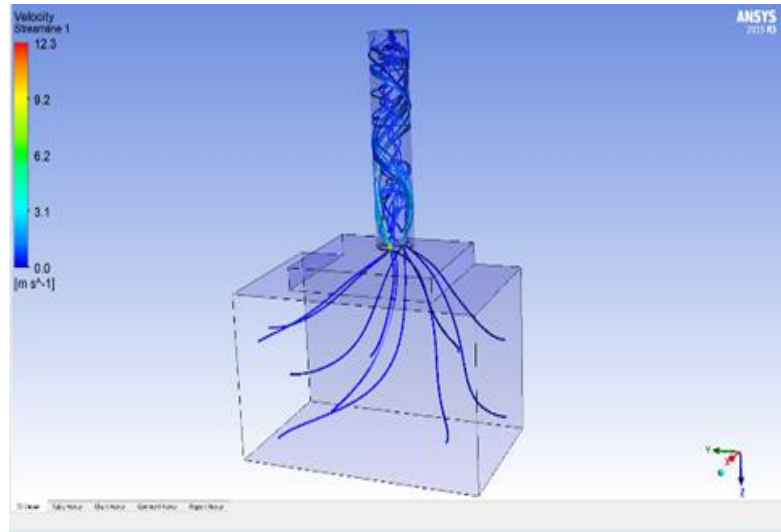
Karşılaştırmalı analitik hesaplama çizelgesine göre valf-2 her havalandırma pozisyonunda valf-1'e göre daha fazla hava akış kesit alanına sahip olduğu için daha yüksek debi performansı beklenmektedir.

Yapılan analitik hesaplama sonucunda her iki valfte 50 Pa mutlak basınçta temel havalandırma için 72 m<sup>3</sup>/saat, cebri havalandırma için 144 m<sup>3</sup>/saat debi performansına sahip olacak havalandırma pozisyonuna sahip olduğu için tasarımlara onay verilmiştir.

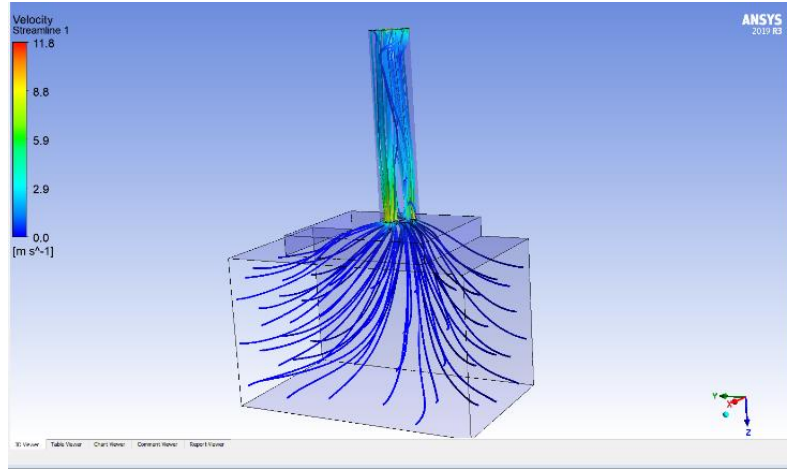
#### 4.2. Analiz Bulguları

Her iki valf içinde (Valf-1, Valf-2) Ansys Fluent (V20.R1) HAD yazılımı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi (SEY) ile akış analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda her havalandırma pozisyonu için farklı basınçlarda debi performansı hesaplanmıştır.

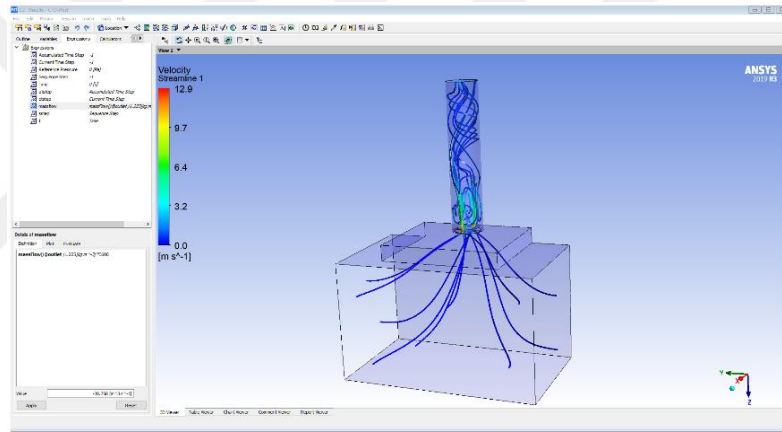
Valfin oluşturduğu ventüri etkisini hesaplamak için hem valf üzerindeki basınç ölçüm noktasında oluşan manuel basınç hem de valften sonra türbülansın olmadığı 80 cm uzaklıktaki noktadan Ayrı ayrı basınç ölçümü yapılmıştır. Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, ve Şekil 4.4'de farklı havalandırma pozisyonlarına göre hava akış analiz görselleri gösterilmektedir. Analiz sonuçlarına Çizelge 4.2'de yer verilmiştir.



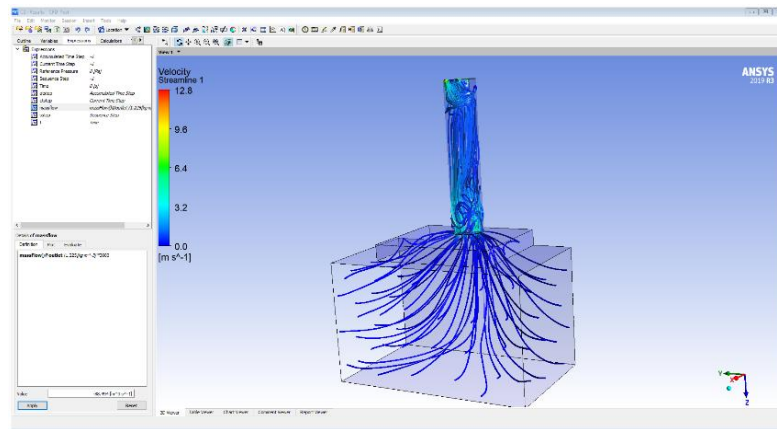
Şekil 4.1. Valf-1 SEY ile hava akış analizi (G2,100 pa mutlak basınç)



Şekil 4.2. Valf-1 SEY ile hava akış analizi (F5,100 pa mutlak basınç)

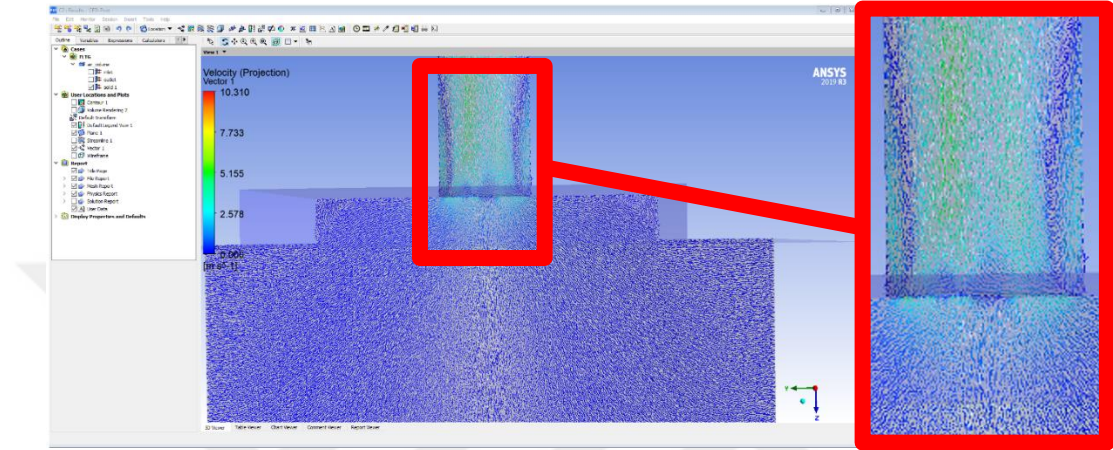


Şekil 4.3. Valf-2 SEY ile hava akış analizi (G2,100 pa mutlak basınç)

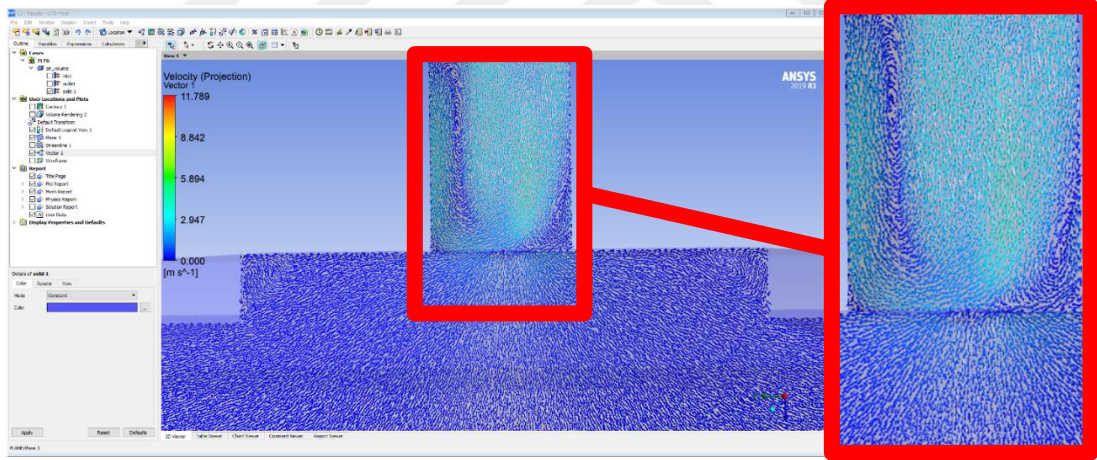


Şekil 4.4. Valf-2 SEY ile hava akış analizi (F5,100 pa mutlak basınç)

Valf-1 hava akış kesit alanının simetrik yapıda olması Valf-2'ye göre valf üzerinde daha az hava türbülans bölgeleri oluşumunu sağlamaktadır. Şekil 4.5'de her iki valf içinde hava akış analizi ile valf üzerinde oluşan türbülans bölgelerini ve boru içindeki hava akışı gösterilmektedir.



(a)



(a)

Şekil 4.5. SEY ile hava akış analizi ve türbülans gösterimi

(a) Valf-1 F5 havalandırma pozisyonu, (b) Valf-2 F5 havalandırma pozisyonu

Yapılan analiz sonucunda Valf-2 üzerinde daha fazla türbülans bölgeleri oluşmuştur. Bu nedenle aynı basınç altında Valf-2 debi kaybının Valf-1 debi kaybına göre daha fazla olması öngörülmektedir.

Çizelge 4.2. Debi – basınç performans analiz çizelgesi

| Valf Poz. | Mutlak Basınç (Pa) | Valf-1             |                | Valf-2             |                | Valf Poz. | Mutlak Basınç (Pa) | Valf-1             |                | Valf-2             |                |
|-----------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|           |                    | Manuel Basınç (Pa) | Debi (m³/saat) | Manuel Basınç (Pa) | Debi (m³/saat) |           |                    | Manuel Basınç (Pa) | Debi (m³/saat) | Manuel Basınç (Pa) | Debi (m³/saat) |
| G2        | 25                 | 25,96              | 7              | 25,24              | 3,2            | F1        | 25                 | 29,51              | 28,2           | 28,82              | 31,6           |
|           | 50                 | 52,62              | 10,5           | 50,47              | 4,5            |           | 50                 | 60,81              | 46,2           | 54,99              | 44,8           |
|           | 75                 | 76,59              | 12,3           | 75,71              | 5,5            |           | 75                 | 85,91              | 60,1           | 82,62              | 54,9           |
|           | 100                | 103,93             | 14,1           | 100,9              | 6,4            |           | 100                | 116,72             | 71,2           | 113,52             | 63,2           |
|           | 125                | 135                | 17,6           | 126,17             | 7,1            |           | 125                | 155,41             | 81,2           | 143,04             | 70,4           |
|           | 150                | 166,43             | 19,2           | 151,3              | 7,8            |           | 150                | 186,04             | 90,2           | 167,21             | 77,5           |
|           | 175                | 192,7              | 20,8           | 176,79             | 8,4            |           | 175                | 222,65             | 102,1          | 196,26             | 83,8           |
|           | 200                | 203,96             | 21,7           | 201,94             | 9              |           | 200                | 231,95             | 109,2          | 228,1              | 89,2           |
|           | 225                | 229,49             | 23,4           | 227,22             | 9,5            |           | 225                | 264,21             | 118,3          | 255,86             | 94,8           |
|           | 250                | 260,04             | 24             | 252,46             | 10,1           |           | 250                | 292,64             | 127,6          | 277,33             | 100,1          |
| G3        | 25                 | 26,92              | 16,9           | 26,39              | 14,6           | F2        | 25                 | 30,25              | 45,5           | 29,66              | 50             |
|           | 50                 | 54,29              | 24,5           | 52,2               | 20,6           |           | 50                 | 62,23              | 68,9           | 59,84              | 70,6           |
|           | 75                 | 78,32              | 30,4           | 77,54              | 25,2           |           | 75                 | 89,61              | 91,2           | 88,72              | 86,9           |
|           | 100                | 107,21             | 34,7           | 104,09             | 29             |           | 100                | 119,81             | 102,8          | 116,32             | 100,2          |
|           | 125                | 141,59             | 38,5           | 132,32             | 32,4           |           | 125                | 162,92             | 115,2          | 152,26             | 111,3          |
|           | 150                | 170,21             | 43,1           | 154,74             | 35,8           |           | 150                | 193,78             | 127,4          | 176,17             | 121,8          |
|           | 175                | 200,24             | 47,9           | 183,7              | 38,4           |           | 175                | 227,78             | 136,9          | 208,97             | 132,4          |
|           | 200                | 210,31             | 52,8           | 208,23             | 41,1           |           | 200                | 240,94             | 148,2          | 238,56             | 141,1          |
|           | 225                | 240,36             | 54,7           | 237,98             | 43,4           |           | 225                | 268,33             | 162,8          | 265,68             | 149,6          |
|           | 250                | 269,6              | 58,9           | 261,74             | 45,9           |           | 250                | 315,63             | 181,2          | 306,44             | 157,5          |
| G4        | 25                 | 27,84              | 20,9           | 27,29              | 25,8           | F3        | 25                 | 31,59              | 70             | 30,97              | 69,5           |
|           | 50                 | 56,82              | 40,8           | 54,63              | 36,5           |           | 50                 | 66,31              | 90,3           | 63,76              | 98,3           |
|           | 75                 | 82,9               | 49,2           | 82,08              | 44,7           |           | 75                 | 92,88              | 115,2          | 91,96              | 120,2          |
|           | 100                | 115,81             | 58,9           | 112,44             | 51,3           |           | 100                | 132,68             | 135,2          | 128,82             | 138,5          |
|           | 125                | 145,98             | 69,3           | 136,43             | 57,8           |           | 125                | 173,82             | 158,6          | 162,45             | 155,1          |
|           | 150                | 180,42             | 75,4           | 164,02             | 63,3           |           | 150                | 216,81             | 185,6          | 197,1              | 169,6          |
|           | 175                | 211,33             | 84,8           | 193,88             | 68             |           | 175                | 235,52             | 195            | 216,07             | 184,8          |
|           | 200                | 226,5              | 88,7           | 224,25             | 72,7           |           | 200                | 257,06             | 200,2          | 254,52             | 195,3          |
|           | 225                | 250,64             | 92,4           | 248,16             | 77,3           |           | 225                | 286,81             | 215,6          | 283,97             | 207,9          |
|           | 250                | 287                | 96,5           | 278,64             | 81,4           |           | 250                | 326,4              | 240,2          | 316,9              | 218,7          |
| G5        | 25                 | 29,51              | 36,3           | 28,93              | 37,5           | F4        | 25                 | 33,37              | 80,6           | 32,72              | 89,2           |
|           | 50                 | 60,81              | 54             | 58,47              | 53             |           | 50                 | 68,94              | 115,6          | 66,29              | 126,2          |
|           | 75                 | 85,91              | 68,9           | 85,06              | 65,4           |           | 75                 | 101,2              | 148,5          | 100,2              | 154,5          |
|           | 100                | 116,72             | 84,2           | 113,32             | 75,1           |           | 100                | 135,37             | 182,3          | 131,43             | 178,8          |
|           | 125                | 155,41             | 92,4           | 145,25             | 83,9           |           | 125                | 176,49             | 200,5          | 164,95             | 199,4          |
|           | 150                | 186,04             | 103,2          | 169,13             | 92,4           |           | 150                | 221,65             | 221,9          | 201,5              | 218,2          |
|           | 175                | 222,65             | 110,9          | 204,27             | 99,1           |           | 175                | 256,24             | 248,2          | 235,08             | 235,2          |
|           | 200                | 231,95             | 119,3          | 229,65             | 106,5          |           | 200                | 285,31             | 265,3          | 282,49             | 251,8          |
|           | 225                | 264,21             | 130,1          | 261,59             | 112,6          |           | 225                | 316,47             | 284,3          | 313,33             | 266,6          |
|           | 250                | 292,64             | 136,4          | 284,12             | 118,8          |           | 250                | 346,58             | 300,2          | 336,49             | 281,7          |
| G6        | 25                 | 30,25              | 45,5           | 29,66              | 50             | F5        | 25                 | 34,11              | 95             | 33,44              | 98,6           |
|           | 50                 | 62,23              | 72,1           | 59,84              | 73,4           |           | 50                 | 70,68              | 152,8          | 67,96              | 144,5          |
|           | 75                 | 89,61              | 91,2           | 88,72              | 86,9           |           | 75                 | 102,6              | 170,2          | 101,58             | 170,4          |
|           | 100                | 119,81             | 102,8          | 116,32             | 100,2          |           | 100                | 132,35             | 198,5          | 128,5              | 198,4          |
|           | 125                | 162,92             | 115,2          | 152,26             | 111,3          |           | 125                | 180,17             | 220,3          | 168,39             | 219,6          |
|           | 150                | 193,78             | 127,4          | 176,17             | 121,8          |           | 150                | 221,61             | 242,3          | 201,46             | 241,2          |
|           | 175                | 227,78             | 136,9          | 208,97             | 132,4          |           | 175                | 268,05             | 268,9          | 245,92             | 260,8          |
|           | 200                | 240,94             | 148,2          | 238,56             | 141,1          |           | 200                | 281,16             | 289,2          | 278,38             | 279,4          |
|           | 225                | 268,33             | 162,8          | 265,68             | 149,6          |           | 225                | 318,43             | 331,2          | 315,28             | 296,3          |
|           | 250                | 315,63             | 181,2          | 306,44             | 157,5          |           | 250                | 371,39             | 370,4          | 360,57             | 311,5          |

Valf-2 daha fazla hava akış kesit alanına sahip olmasına rağmen oluşan türbülans bölgeleri nedeni ile Valf-1'e kıyasla aynı basınç altında daha düşük debiye sahiptir.

Yapılan analiz sonucunda her iki valfte 50 Pa mutlak basınçta temel havalandırma için  $72\text{m}^3/\text{saat}$ , cebri havalandırma için  $144\text{ m}^3/\text{saat}$  debi performansına sahip olacak havalandırma pozisyonuna sahip olduğu için tasarımlara onay verilmiştir.

### 4.3. Deney Bulguları

Her iki valf içinde (Valf-1, Valf-2) Silverline 1163 model davlumbaz kullanılarak debi – basınç performans deneyi ve akustik performans deneyi yapılmıştır.

#### 4.3.1. Debi – Basınç performans deneyi

Debi – basınç performans deneyi TS EN 61591 Standardına uygun olacak şekilde yapılmıştır. Deney düzeneğini gösteren görsel Şekil 4.6'da yer almaktadır. Performans sonuçları Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.6. Debi – basınç performans deney görseli

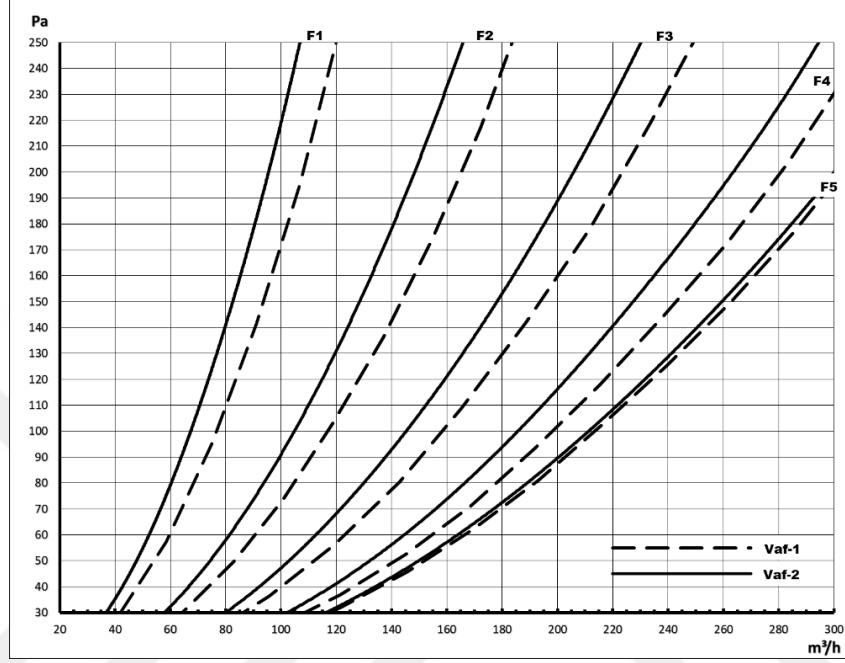
Çizelge 4.3. Valf-1 debi – basınç performans deney çizelgesi

| Valf Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınç (Pa) | Manuel Basınç (Pa) | Valf Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınç (Pa) | Manuel Basınç (Pa) |
|---------------|----------------|--------------------|--------------------|---------------|----------------|--------------------|--------------------|
| G1            | 0,0            | 30,0               | 30                 | F1            | 25,4           | 11,3               | 11                 |
|               | 0,0            | 55,1               | 55                 |               | 42,2           | 30,3               | 33                 |
|               | 0,0            | 55,0               | 88                 |               | 58,5           | 57,3               | 66                 |
|               | 9,4            | 87,2               | 125                |               | 75,0           | 95,2               | 110                |
|               | 11,1           | 123,6              | 169                |               | 91,0           | 141,1              | 163                |
|               | 12,7           | 166,2              | 220                |               | 106,8          | 195,2              | 225                |
|               | 13,9           | 216,1              | 278                |               | 123,2          | 263,4              | 303                |
|               | 14,6           | 274,6              | 345                | F2            | 28,3           | 6,0                | 5                  |
| G2            | 8,7            | 29,9               | 29                 |               | 46,9           | 16,1               | 18                 |
|               | 11,9           | 52,6               | 53                 |               | 64,7           | 30,4               | 36                 |
|               | 14,9           | 81,4               | 84                 |               | 83,0           | 49,8               | 61                 |
|               | 18,1           | 117,4              | 120                |               | 100,9          | 73,8               | 92                 |
|               | 20,6           | 158,0              | 162                |               | 118,7          | 102,9              | 127                |
|               | 23,1           | 205,3              | 211                |               | 137,1          | 136,4              | 169                |
|               | 25,5           | 262,6              | 268                |               | 154,9          | 174,6              | 216                |
|               | 27,3           | 324,7              | 333                |               | 172,2          | 217,1              | 271                |
| G3            | 18,0           | 21,8               | 21                 |               | 189,8          | 268,1              | 330                |
|               | 24,1           | 38,0               | 40                 | F3            | 24,8           | 2,6                | 2                  |
|               | 30,3           | 59,0               | 62                 |               | 48,8           | 9,5                | 10                 |
|               | 36,1           | 84,7               | 89                 |               | 72,0           | 20,5               | 25                 |
|               | 42,0           | 114,0              | 121                |               | 95,7           | 36,2               | 46                 |
|               | 47,9           | 148,2              | 158                |               | 119,1          | 56,0               | 74                 |
|               | 53,8           | 188,2              | 201                |               | 142,8          | 80,3               | 105                |
|               | 59,4           | 235,3              | 249                |               | 165,4          | 109,0              | 144                |
|               | 64,6           | 284,7              | 303                |               | 188,6          | 141,9              | 184                |
| G4            | 23,6           | 14,1               | 13                 |               | 211,7          | 178,3              | 230                |
|               | 35,2           | 30,6               | 32                 |               | 233,7          | 219,2              | 290                |
|               | 47,0           | 53,6               | 61                 |               | 256,8          | 265,4              | 341                |
|               | 58,5           | 82,3               | 94                 | F4            | 25,3           | 1,7                | 0                  |
|               | 70,0           | 118,8              | 135                |               | 49,7           | 6,3                | 6                  |
|               | 81,6           | 161,6              | 188                |               | 73,4           | 13,6               | 16                 |
|               | 92,5           | 210,5              | 244                |               | 97,4           | 24,0               | 31                 |
|               | 103,5          | 267,5              | 308                |               | 121,4          | 36,8               | 48                 |
| G5            | 26,7           | 9,0                | 8                  |               | 145,3          | 52,5               | 71                 |
|               | 39,8           | 19,5               | 20                 |               | 168,5          | 71,1               | 98                 |
|               | 53,0           | 33,8               | 38                 |               | 191,9          | 93,5               | 127                |
|               | 65,6           | 51,8               | 61                 |               | 215,3          | 117,9              | 159                |
|               | 78,8           | 74,0               | 86                 |               | 238,3          | 144,4              | 198                |
|               | 91,5           | 101,4              | 121                |               | 261,5          | 172,8              | 236                |
|               | 104,1          | 131,6              | 156                |               | 283,6          | 204,1              | 279                |
|               | 116,8          | 164,9              | 196                |               | 305,9          | 239,9              | 323                |
|               | 129,9          | 205,3              | 246                | F5            | 25,3           | 1,6                | 0                  |
| G6            | 142,5          | 249,6              | 303                |               | 49,8           | 5,4                | 5                  |
|               | 28,3           | 6,2                | 5                  |               | 73,7           | 11,7               | 14                 |
|               | 46,8           | 16,1               | 18                 |               | 97,7           | 20,8               | 27                 |
|               | 64,7           | 30,7               | 35                 |               | 121,8          | 32,1               | 44                 |
|               | 82,7           | 49,8               | 60                 |               | 145,8          | 45,9               | 64                 |
|               | 100,8          | 74,3               | 91                 |               | 169,4          | 62,1               | 88                 |
|               | 118,8          | 103,3              | 128                |               | 193,0          | 81,0               | 115                |
|               | 137,1          | 137,7              | 169                |               | 216,3          | 102,7              | 143                |
|               | 154,9          | 176,0              | 218                |               | 239,5          | 125,2              | 177                |
|               | 172,2          | 218,2              | 268                |               | 262,8          | 150,1              | 212                |
|               | 190,1          | 269,0              | 328                |               | 285,1          | 176,4              | 252                |
|               |                |                    |                    |               | 307,3          | 206,1              | 291                |

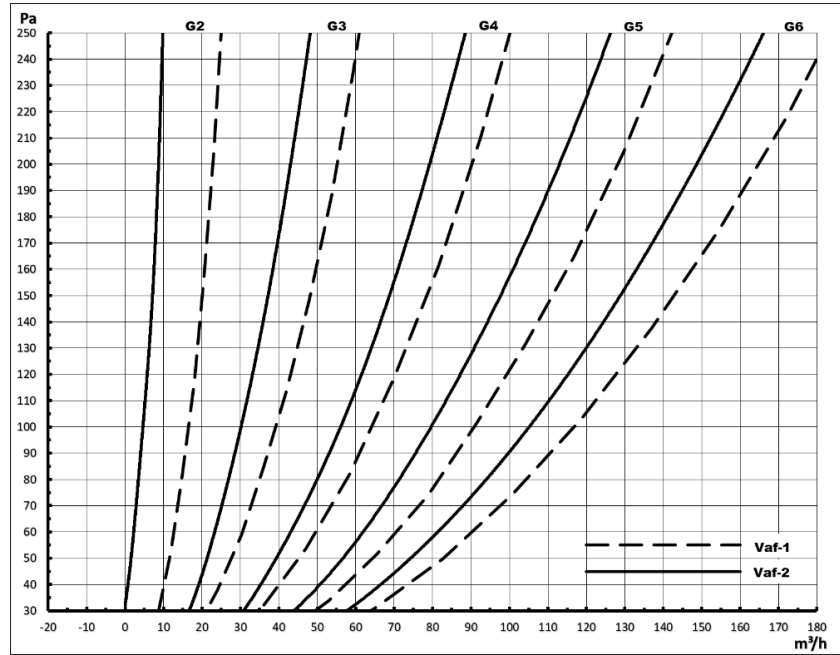
Çizelge 4.4. Valf-2 debi – basınç performans deney sonuçları

| Valf Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınç (Pa) | Manuel Basınç (Pa) | Valf Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınç (Pa) | Manuel Basınç (Pa) |
|---------------|----------------|--------------------|--------------------|---------------|----------------|--------------------|--------------------|
| G1            | 0              | 56,2               | 56                 | F1            | 24,3           | 12,8               | 15                 |
|               | 0              | 88,8               | 88                 |               | 40,1           | 35,5               | 39                 |
|               | 0              | 126                | 125                |               | 55,6           | 67,7               | 76                 |
|               | 0              | 169,6              | 169                |               | 71,1           | 111,7              | 126                |
|               | 0              | 220,6              | 219                |               | 86,8           | 165,3              | 185                |
|               | 0              | 280,9              | 278                |               | 102            | 227,9              | 256                |
|               | 0              | 346,7              | 344                |               | 117,9          | 304,5              | 342                |
|               |                |                    |                    |               |                |                    |                    |
| G2            | 0              | 32                 | 32                 | F2            | 27,7           | 6,8                | 8                  |
|               | 2              | 56,4               | 57                 |               | 45,9           | 18,8               | 23                 |
|               | 4              | 88,3               | 88                 |               | 63,2           | 36                 | 44                 |
|               | 6              | 125,7              | 126                |               | 81,1           | 59,2               | 71                 |
|               | 7,9            | 168,9              | 169                |               | 98,6           | 88,9               | 107                |
|               | 9,1            | 218,3              | 218                |               | 116,1          | 122,5              | 147                |
|               | 10,4           | 278,5              | 277                |               | 133,8          | 163                | 196                |
|               | 11,8           | 344,1              | 343                |               | 151,4          | 207,5              | 249                |
| G3            | 15             | 24,9               | 26                 | F3            | 168,4          | 259,1              | 311                |
|               | 20,1           | 44,4               | 46                 |               | 24,7           | 2,7                | 4                  |
|               | 25             | 68,8               | 72                 |               | 48,3           | 10,9               | 14                 |
|               | 29,9           | 98,2               | 102                |               | 71,2           | 23,8               | 31                 |
|               | 34,7           | 132                | 137                |               | 94,6           | 42,2               | 54                 |
|               | 39,8           | 170,3              | 177                |               | 117,7          | 65,3               | 84                 |
|               | 44,8           | 216,8              | 226                |               | 141,1          | 94,5               | 121                |
|               | 49,9           | 268,3              | 278                |               | 163,7          | 127,3              | 162                |
| G4            | 54,9           | 322,7              | 335                | F4            | 186,8          | 164,5              | 209                |
|               | 22,4           | 16                 | 18                 |               | 209,2          | 206,1              | 264                |
|               | 33,4           | 35,9               | 39                 |               | 231,7          | 254,2              | 323                |
|               | 44,1           | 62,2               | 68                 |               | 25,2           | 1,7                | 3                  |
|               | 54,8           | 96,2               | 105                |               | 49,4           | 6,9                | 10                 |
|               | 66             | 138,2              | 151                |               | 72,8           | 15,1               | 21                 |
|               | 76,8           | 187,1              | 205                |               | 96,8           | 27                 | 36                 |
|               | 87,2           | 243,5              | 265                |               | 120,5          | 41,6               | 56                 |
| G5            | 98             | 304,8              | 333                | F5            | 144,5          | 59,9               | 81                 |
|               | 25,9           | 10,4               | 12                 |               | 167,4          | 80,9               | 109                |
|               | 38,7           | 23,4               | 27                 |               | 190,9          | 105,9              | 142                |
|               | 50,8           | 40,3               | 47                 |               | 213,9          | 132,9              | 178                |
|               | 63             | 62,2               | 71                 |               | 236,9          | 162,8              | 217                |
|               | 75,8           | 90,4               | 104                |               | 260,3          | 195                | 262                |
|               | 87,9           | 121,9              | 140                |               | 281,9          | 228,7              | 306                |
|               | 100            | 157,5              | 181                |               | 304,1          | 268,3              | 356                |
| G6            | 112,2          | 197,1              | 227                | F5            | 25,4           | 1,3                | 2                  |
|               | 125,1          | 245,3              | 280                |               | 49,8           | 5,4                | 8                  |
|               | 137,2          | 295,6              | 340                |               | 73,4           | 11,8               | 16                 |
|               | 27,8           | 6,9                | 9                  |               | 97,7           | 21,3               | 29                 |
|               | 45,9           | 18,9               | 23                 |               | 121,3          | 32,7               | 45                 |
|               | 63,4           | 36,2               | 44                 |               | 145,5          | 47                 | 66                 |
|               | 81,1           | 59,3               | 72                 |               | 168,6          | 63,7               | 88                 |
|               | 98,7           | 88,7               | 105                |               | 192,7          | 82,9               | 115                |
|               | 116,1          | 122                | 146                |               | 215,8          | 104,8              | 144                |
|               | 133,9          | 162                | 195                |               | 239,1          | 127,6              | 177                |
|               | 151,6          | 207,2              | 249                |               | 262,2          | 153                | 213                |
|               | 168,2          | 257,7              | 307                |               | 284,5          | 180                | 249                |
|               |                |                    |                    |               | 306,8          | 209,1              | 292                |

Yapılan deney sonuçlarına göre karşılaştırmalı olarak debi – basınç deney performans grafikleri hazırlanmıştır. Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de iki valf için karşılaştırmalı debi – basınç deney performans grafiği yer almaktadır.



Şekil 4.7. Cebri havalandırma debi – mutlak basınç deney performans grafiği



Şekil 4.8. Temel havalandırma debi – mutlak basınç deney performans grafiği

Bu karşılaştırmalı performans grafiklerine göre Valf-1 aynı havalandırma pozisyonu ve basınç değerinde Valf-2'ye göre daha yüksek debi değerine sahiptir. Her iki sistemde 50 Pa mutlak basınçlı sistemlerde temel havalandırma için minimum 72 m<sup>3</sup>/saat, cebri havalandırmada minimum 144 m<sup>3</sup>/saat debi performansına sahip olduğu için tasarıma onay verilmiştir.

#### 4.3.2. Akustik performans deneyi

Akustik performans deneyi TS EN 60704 ve TS EN ISO 3744 standartlarına uygun olacak şekilde yarı çınlamalı akustik odada ses basınç ölçümleri yapılmıştır. Her bir havalandırma pozisyonu için farklı debilerde oluşan ses basıncı ölçülmektedir. Debi ayarı harici motorun hızını artırıp azaltarak ayarlanmaktadır. Davlumbaz üzerinden ölçülen manuel basıncı kullanılarak sistemin debi ve mutlak basınç miktarı tayin edilmektedir. Deney düzeneğini gösteren görsel Şekil 4.9'da yer almaktadır. Performans deney sonuçları Çizelge 4.5'de ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Akustik performans deney görseli

Çizelge 4.5. Valf-1 akustik performans deney sonuç çizelgesi

| HAKS Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınc (Pa) | Manuel Basınc (Pa) | Düzeltilmiş Ses Basıncı (Lpf) | HAKS Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınc (Pa) | Manuel Basınc (Pa) | Düzeltilmiş Ses Basıncı (Lpf) |
|---------------|----------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|
| G2            | 13,3           | 65,6               | 67,0               | 25 dB                         | F1            | 62,5           | 66,5               | 76,7               | 25 dB                         |
|               | 14,5           | 77,2               | 79,5               | 30 dB                         |               | 73,2           | 91,0               | 105,1              | 30 dB                         |
|               | 22,6           | 196,3              | 201,7              | 35 dB                         |               | 96,7           | 160,6              | 185,4              | 35 dB                         |
|               | 27,2           | 319,9              | 328,0              | 40 dB                         |               | 112,9          | 220,4              | 253,9              | 40 dB                         |
| G3            | 34,2           | 76,3               | 80,2               | 25 dB                         | F2            | 94,8           | 65,6               | 81,4               | 25 dB                         |
|               | 43,2           | 121,2              | 128,8              | 30 dB                         |               | 109,5          | 87,8               | 108,9              | 30 dB                         |
|               | 23,6           | 217,1              | 222,8              | 35 dB                         |               | 127,8          | 119,4              | 147,7              | 35 dB                         |
|               | 26,3           | 289,5              | 296,2              | 40 dB                         |               | 156,0          | 177,3              | 219,5              | 40 dB                         |
| G4            | 53,4           | 69,6               | 79,4               | 25 dB                         | F3            | 123,8          | 60,8               | 80,1               | 25 dB                         |
|               | 73,0           | 130,0              | 148,9              | 30 dB                         |               | 147,2          | 85,9               | 112,6              | 30 dB                         |
|               | 91,8           | 207,4              | 240,4              | 35 dB                         |               | 178,0          | 126,9              | 165,7              | 35 dB                         |
|               | 105,5          | 279,4              | 321,9              | 40 dB                         |               | 213,0          | 180,7              | 233,6              | 40 dB                         |
| G5            | 75,3           | 68,1               | 79,4               | 25 dB                         | F4            | 153,0          | 58,7               | 79,9               | 25 dB                         |
|               | 93,4           | 105,9              | 126,2              | 30 dB                         |               | 179,0          | 81,1               | 111,0              | 30 dB                         |
|               | 119,6          | 173,4              | 206,5              | 35 dB                         |               | 214,1          | 116,6              | 157,3              | 35 dB                         |
|               | 141,0          | 244,3              | 291,8              | 40 dB                         |               | 250,3          | 159,1              | 217,6              | 40 dB                         |
| G6            | 97,0           | 69,1               | 84,4               | 25 dB                         | F5            | 163,7          | 58,2               | 82,2               | 25 dB                         |
|               | 122,0          | 109,3              | 135,2              | 30 dB                         |               | 190,4          | 79,0               | 112,1              | 30 dB                         |
|               | 144,2          | 152,9              | 188,4              | 35 dB                         |               | 225,8          | 111,9              | 156,9              | 35 dB                         |
|               | 176,9          | 231,6              | 283,8              | 40 dB                         |               | 262,4          | 149,7              | 211,4              | 40 dB                         |

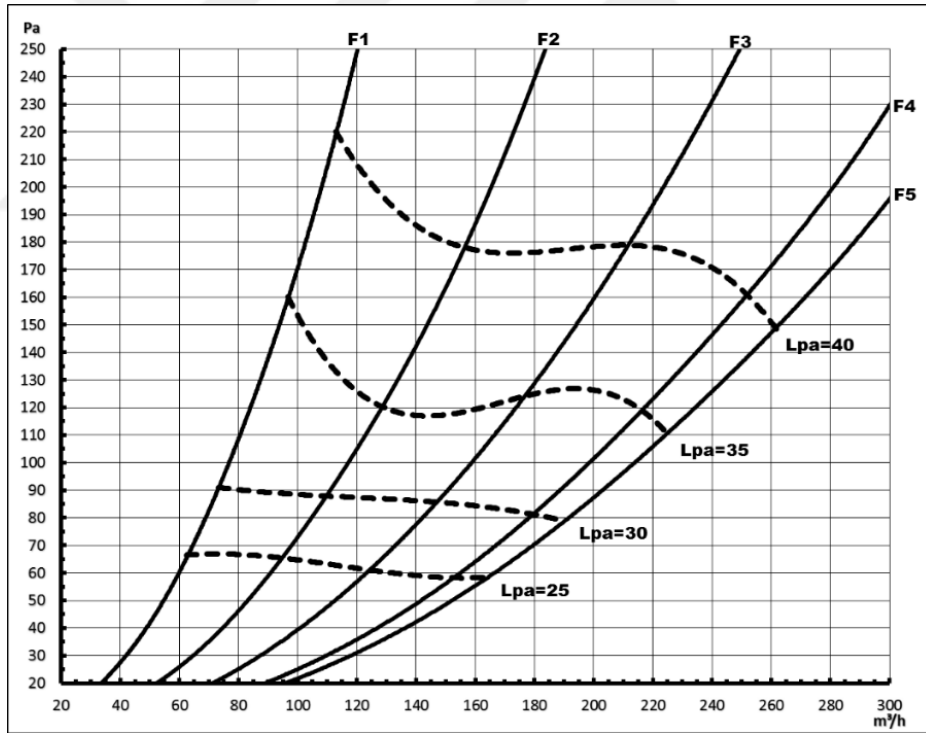
Çizelge 4.6. Valf-2 akustik performans deney sonuç çizelgesi

| HAKS Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınc (Pa) | Manuel Basınc (Pa) | Düzeltilmiş Ses Basıncı (Lpf) | HAKS Pozisyon | Debi (m³/saat) | Mutlak Basınc (Pa) | Manuel Basınc (Pa) | Düzeltilmiş Ses Basıncı (Lpf) |
|---------------|----------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------|----------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|
| G2            | 8,1            | 175,4              | 175,5              | 20 dB                         | F1            | 215            | 104                | 142,9              | 20 dB                         |
|               | 9,9            | 253,9              | 253                | 25 dB                         |               | 262            | 152,8              | 212,7              | 25 dB                         |
|               |                |                    |                    |                               |               | 81,2           | 146,2              | 164                | 30 dB                         |
|               |                |                    |                    |                               |               | 81,2           | 146,2              | 164                | 35 dB                         |
| G3            | 31,9           | 112,2              | 116,5              | 20 dB                         | F2            | 83,1           | 62,6               | 75,2               | 20 dB                         |
|               | 38,5           | 160,4              | 167                | 25 dB                         |               | 102,7          | 96,8               | 116                | 25 dB                         |
|               | 45,9           | 228,1              | 237,4              | 30 dB                         |               | 121,5          | 131,9              | 159                | 30 dB                         |
|               | 57,9           | 359,6              | 374,3              | 35 dB                         |               | 149,7          | 203,2              | 243,9              | 35 dB                         |
| G4            | 45,5           | 66,5               | 72,7               | 20 dB                         | F3            | 113,6          | 60,2               | 77,5               | 20 dB                         |
|               | 60,8           | 118,7              | 130                | 25 dB                         |               | 137,7          | 90,3               | 115,7              | 25 dB                         |
|               | 74,1           | 174,7              | 191,3              | 30 dB                         |               | 164,4          | 128,4              | 163,4              | 30 dB                         |
|               | 90,9           | 264,3              | 288,1              | 35 dB                         |               | 201,2          | 191,3              | 244,4              | 35 dB                         |
| G5            | 64,2           | 64,8               | 74,1               | 20 dB                         | F4            | 138,4          | 55,3               | 74,7               | 20 dB                         |
|               | 81,4           | 105                | 120,7              | 25 dB                         |               | 167,6          | 81,1               | 109,3              | 25 dB                         |
|               | 97,8           | 150,5              | 172,8              | 30 dB                         |               | 201,1          | 117,9              | 158                | 30 dB                         |
|               | 121,7          | 232,7              | 266,2              | 35 dB                         |               | 241            | 168,5              | 225                | 35 dB                         |
| G6            | 81,6           | 60,2               | 73                 | 20 dB                         | F5            | 149            | 49,5               | 69,4               | 20 dB                         |
|               | 102,7          | 96,3               | 114,3              | 25 dB                         |               | 181,3          | 73,8               | 102,3              | 25 dB                         |
|               | 124,3          | 140,5              | 168,6              | 30 dB                         |               | 215            | 104                | 142,9              | 30 dB                         |
|               | 151,7          | 207,4              | 249,2              | 35 dB                         |               | 262            | 152,8              | 212,7              | 35 dB                         |

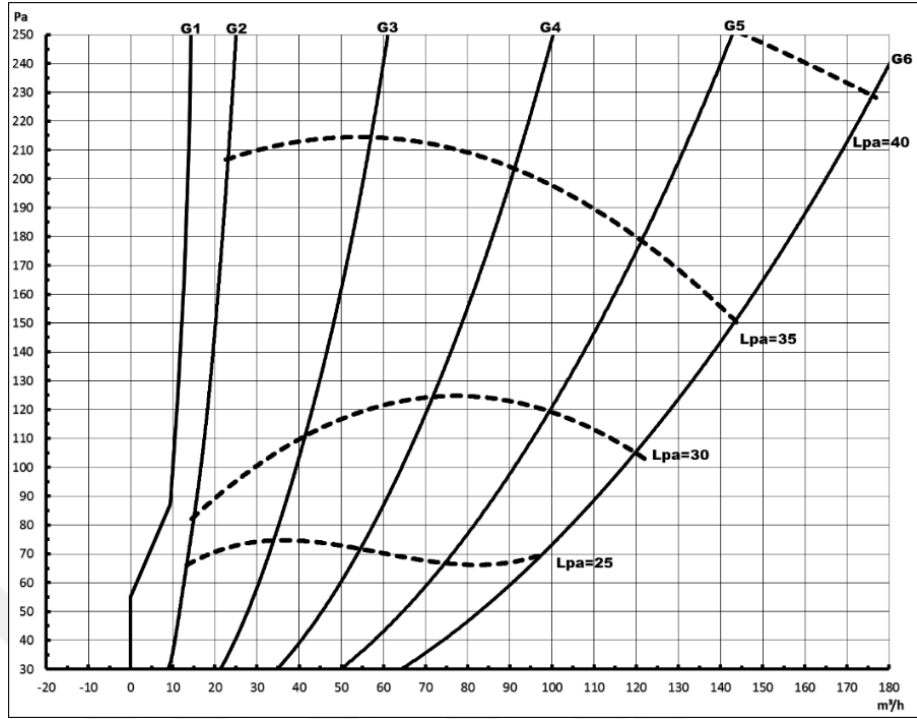
Yapılan geliştirme çalışmaları ile Valf-1 deneylerinde duyulan ısıklık sesi ve titreşim / vuruntu sesi Valf-2 deneylerinde duyulmamıştır. Bu nedenle Valf-2 kullanılan ürünün ses basınç değeri Valf-1 kullanılan ürüne göre daha düşüktür. Yapılan geliştirme çalışmaları sonucunda 149 m<sup>3</sup>/saat debi değerinde düzeltilmiş ses basınç değeri 20 dB’dir.

#### 4.3.3. Performans grafikleri

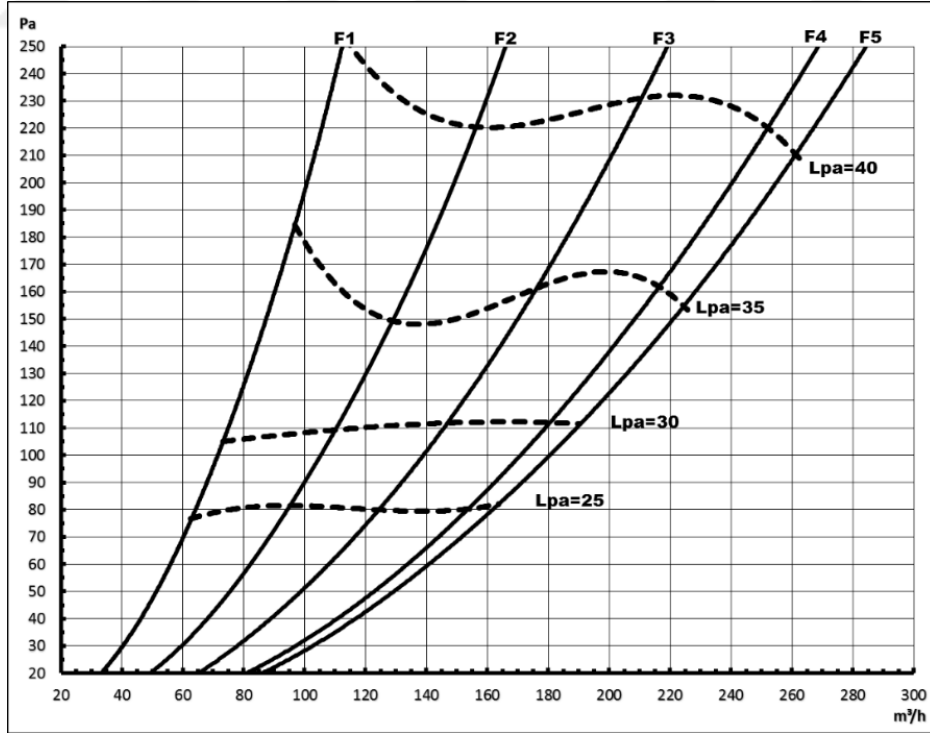
Valf-1 için yapılan akustik performans deney sonuçlarına göre ses basınç eğrileri, debi – basınç grafiklerine eklenerek ürünün performans grafikleri oluşturulmuştur. Şekil 4.10 Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de Valf-1 kullanılan ürüne ait performans grafikleri gösterilmektedir. Ürün performans grafikleri Silverline 1163 ürün kullanılarak hazırlanmıştır.



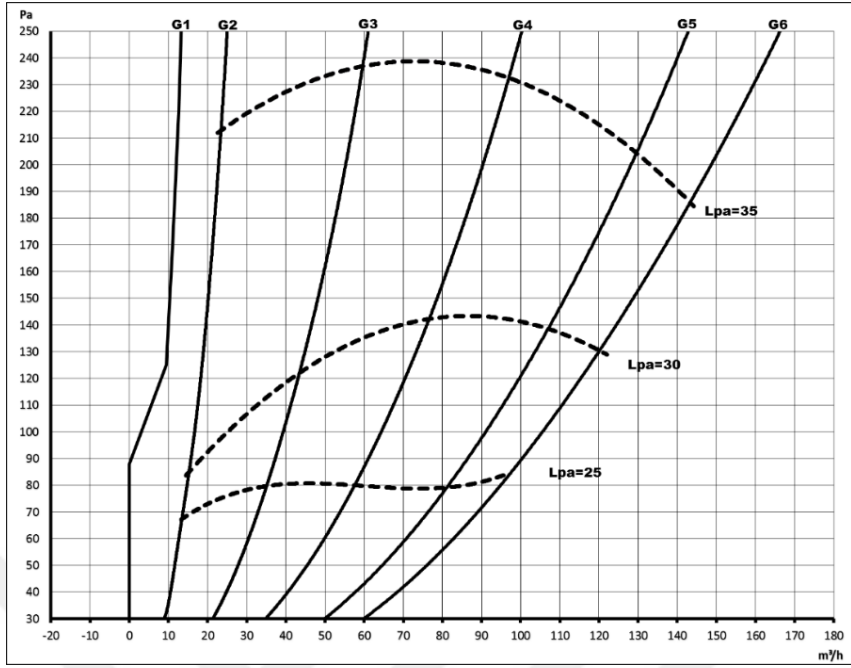
Şekil 4.10. Valf-1 cebri havalandırma performans grafiği (mutlak basınç)



Şekil 4.11. Valf-1 temel havalandırma performans grafiği (mutlak basınç)



Şekil 4.12. Valf-1 cebri havalandırma performans grafiği (manuel basınç)



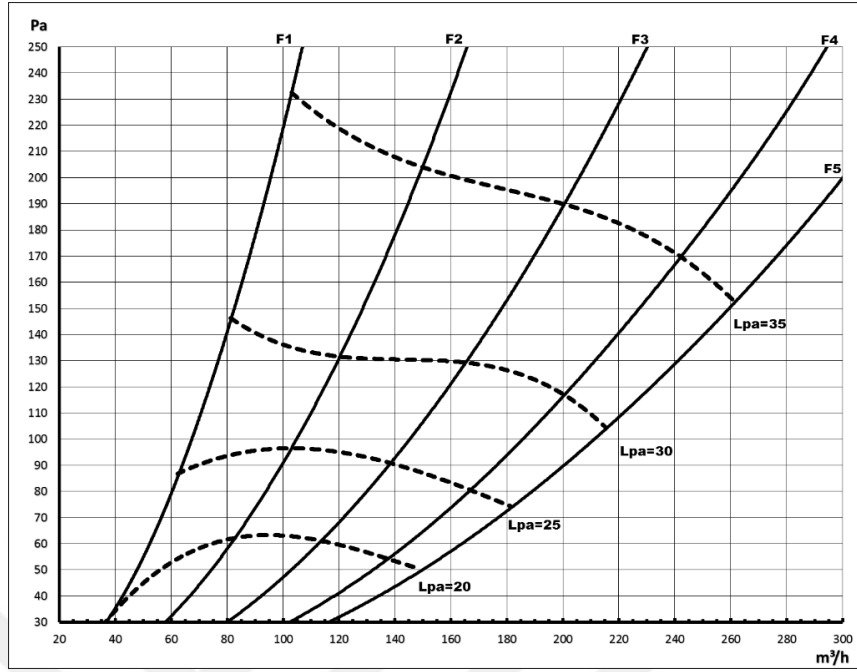
Şekil 4.13. Valf-1 temel havalandırma performans grafiği (manuel basınç)

Ürün performansını gösteren bu grafiklere Valf-1, cebri ve temel havalandırma ihtiyaçlarını karşılamak için minimum 50 Pa mutlak basınca sahip merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılabilmektedir.

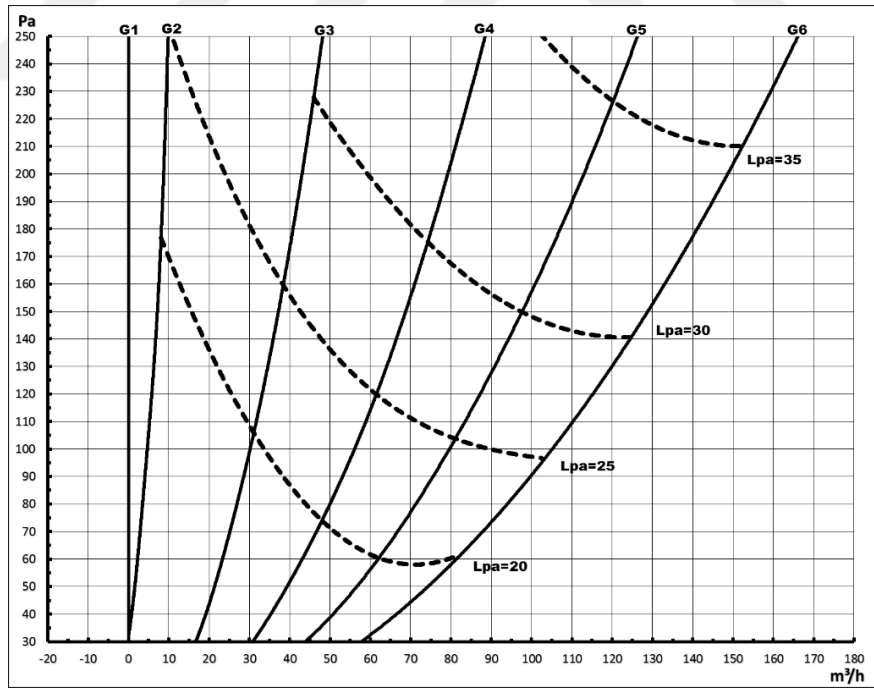
Sistem mutlak basıncı 50 Pa iken davlumbaz üzerinden ölçülen manuel basınç ~60 Pa olarak ölçülecektir. Valf-1; cebri havalandırma için F5, temel havalandırma için G5 pozisyonuna ayarlanması gerekmektedir. Böyle bir sistemde akustik performans ~23 dB olacaktır.

Sistem mutlak basıncı 100 Pa iken davlumbaz üzerinden ölçülen manuel basınç 130 Pa olarak ölçülecektir. Valf-1; cebri havalandırma için F3, temel havalandırma için G4 pozisyonuna ayarlanması gerekmektedir. Böyle bir sistemde akustik performans ~28 dB olacaktır.

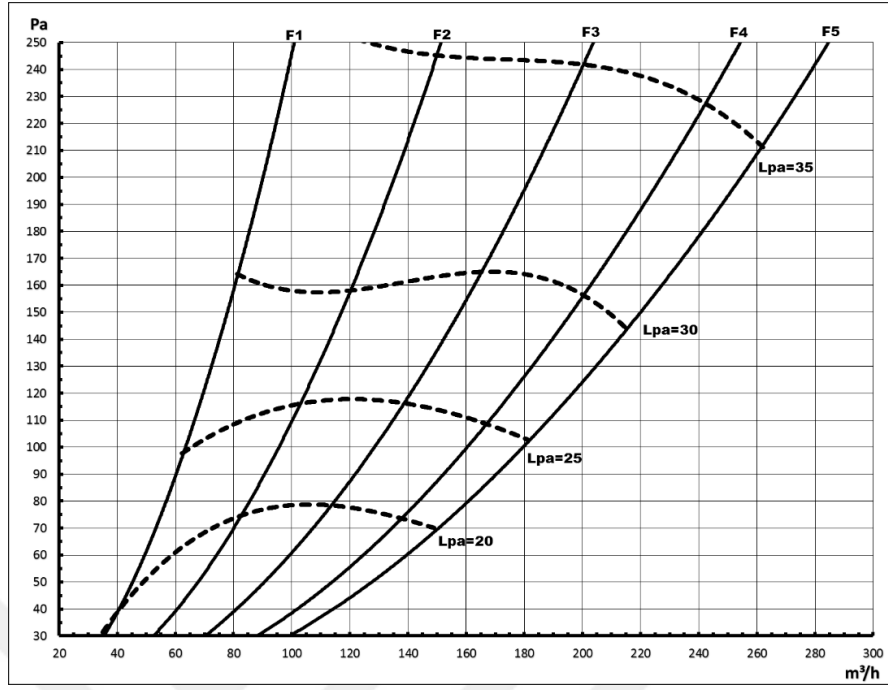
Valf-2 için yapılan akustik performans deney sonuçlarına göre ses basınç eğrileri, debi – basınç grafiklerine eklenerek ürünün performans grafikleri oluşturulmuştur. Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de Valf-2 kullanılan ürüne ait performans grafikleri gösterilmektedir.



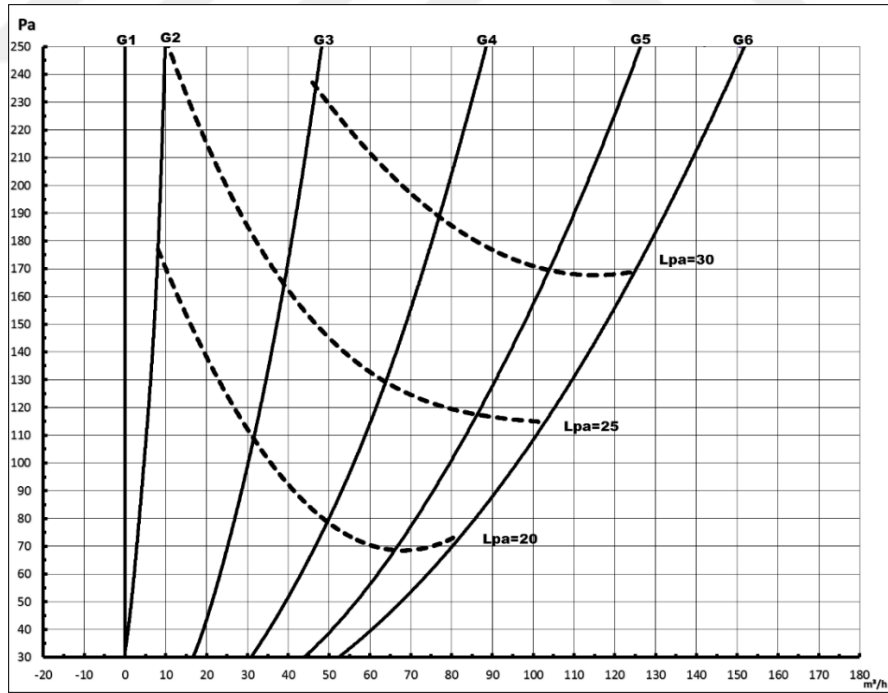
Şekil 4.14. Valf-2 cebri havalandırma performans grafiği (mutlak basınç)



Şekil 4.15. Valf-2 temel havalandırma performans grafiği (mutlak basınç)



Şekil 4.16. Valf-2 cebri havalandırma performans grafiği (manuel basınç)



Şekil 4.17. Valf-2 temel havalandırma performans grafiği (manuel basınç)

Ürün performansını gösteren bu grafiklere göre Valf-2, cebri ve temel havalandırma ihtiyaçlarını karşılamak için minimum 50 Pa mutlak basınca sahip merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılabilmektedir.

Sistem mutlak basıncı 50 Pa iken davlumbaz üzerinden ölçülen manuel basınç ~60 Pa olarak ölçülecektir. Valf-2; cebri havalandırma için F5, temel havalandırma için G6 pozisyonuna ayarlanması gerekmektedir. Böyle bir sistemde akustik performans 20 dB'nin altında olacaktır.

Sistem mutlak basıncı 100 Pa iken davlumbaz üzerinden ölçülen manuel basınç 130 Pa olarak ölçülecektir. Valf-2; cebri havalandırma için F3, temel havalandırma için G4.5 pozisyonuna ayarlanması gerekmektedir. Böyle bir sistemde akustik performans ~26 dB olacaktır.

#### 4.3.4. Koku çekme (odour) performans deneyi

Valf-2 entegre edilmiş Silverline 1163 model davlumbaz, EN13141-3 standardına göre koku çekme performans deneyi yapılmaktadır. Deney düzeneğine ait fotoğraf Şekil 4.18'de gösterilmektedir.



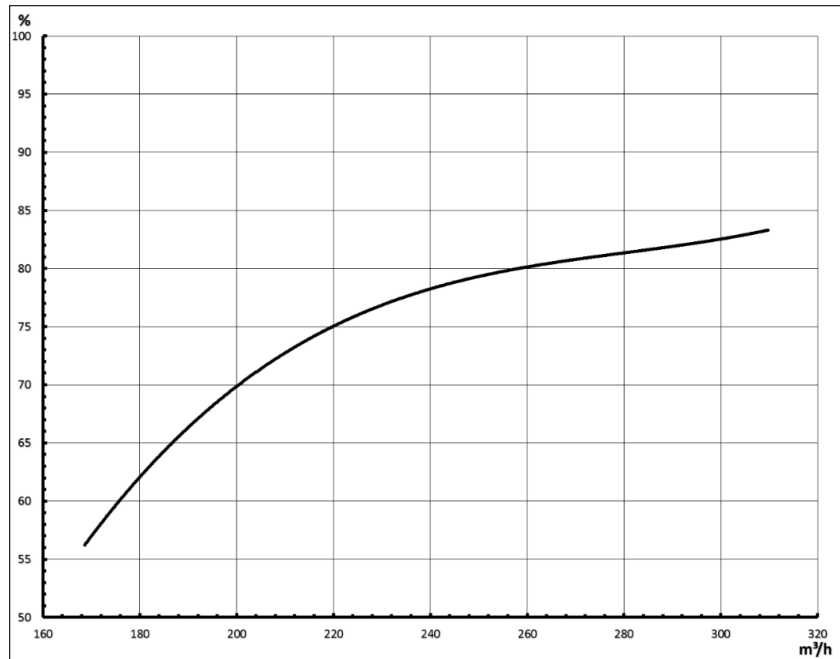
Şekil 4.18. Koku çekme performans deney düzeneği

Koku performans deneyi geliştirilmiş valf maksimum hava akış yüzey alanına sahip pozisyon (F5) için yapılmaktadır. Ölçülen koku performans deney sonuçları Çizelge 4.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Yeni HAKS koku çekme performans deney sonuç çizelgesi

| Manuel Basınç (Pa) | Debi m <sup>3</sup> /saat | C1 (ppm) | C2 (ppm) | Performans (%) |
|--------------------|---------------------------|----------|----------|----------------|
| 88                 | 168,6                     | 55,5     | 24,6     | 55,7           |
| 115                | 192,7                     | 55,5     | 17       | 69,4           |
| 144                | 215,8                     | 55,5     | 15,9     | 71,4           |
| 177                | 240,2                     | 55,5     | 11,4     | 79,5           |
| 213                | 262,2                     | 55,5     | 10,7     | 80,7           |
| 249                | 284,5                     | 55,5     | 10,5     | 81,1           |
| 292                | 309,8                     | 56,5     | 9,4      | 83,4           |

Yapılan deney sonucuna göre; sistem 216 m<sup>3</sup>/saat debiye sahipken %71, sistem 240 m<sup>3</sup>/saat debiye sahipken %80 koku çekme performansına sahiptir. Bu sonuçlar dikkate alındığında %75 koku performansının ~220 m<sup>3</sup>/saat iken olacağı öngörülmektedir. Deney sonuçlarına göre hazırlanan ürün koku çekme performans grafiği Şekil 4.19’daki gibidir.



Şekil 4.19. Ürün Koku Çekme Performans Grafiği

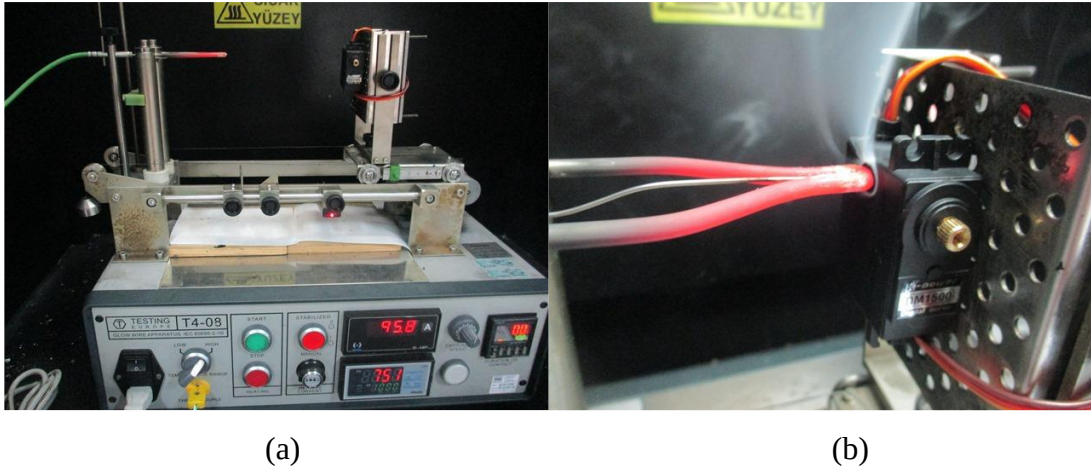
#### 4.4. Güvenlik Deneyleri

Hava akış kontrol valfinde kullanılan servo motor plastik parçalar içerdiği için ilgili güvenlik deneylerinin (kızaran tel, iğne ucu alevi, bilye basınç) yapılarak davlumbazda kullanılabilirliğine onay verilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılan valfin belirli bir süre arızalanmadan çalışması gerekmektedir Bu kapsamda ömür deneyi yapılmıştır.

##### 4.4.1. Kızaran tel deneyi

Kızaran tel deneyinin amacı plastik malzemelerin IEC/EN 60335-1 ve IEC/EN 60335-2-31 standartlarına uygun olarak tutuşmaya ve yangının yayılmasına karşı dayanıklılığının test edilmesidir. Deneyler EN 60695-2-10 standartlarına göre yapılmaktadır.

Hava akış kontrol valfinde kullanılan servo motor plastiği için kızaran tel deneyi uygulanmıştır. Motor hava geçiş yolu üzerinde olduğu ve 0,6 amper çalışma akımına sahip olduğu için test sıcaklığı 750°C olarak belirlenmiştir. 30 sn uygulamanın sonucunda herhangi bir alev gözlemlenmediği için kabul edilmiştir. Deney düzeneğine ait görsel Şekil 4.20’de yer almaktadır.



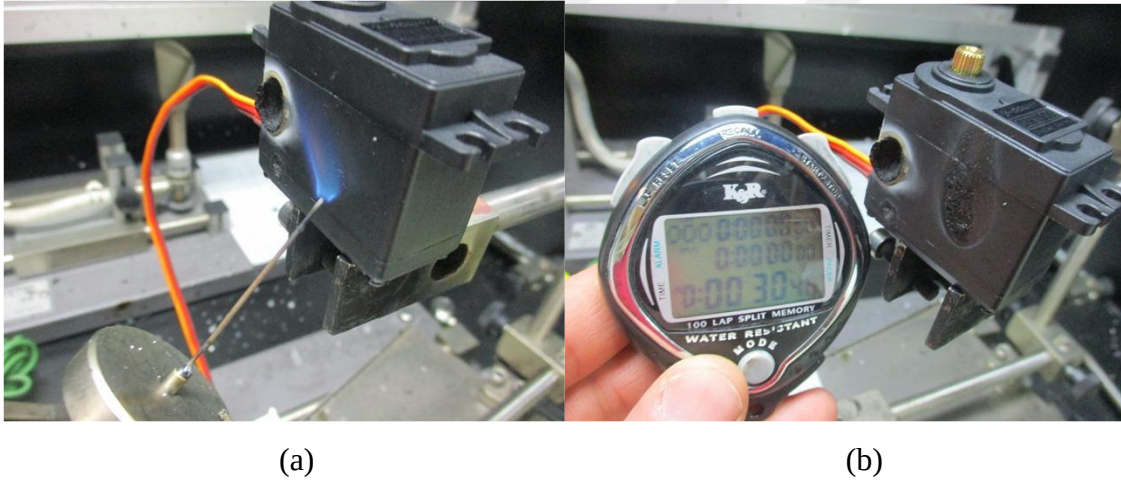
Şekil 4.20. Kızaran tel deney düzeneği ve görseli

(a) Deney düzeneği, (b) Deney görseli

#### 4.4.2. İğne ucu alevi deneyi

İğne ucu alevi deneyinin amacı plastik malzemelerin IEC/EN 60335-1 ve IEC/EN 60335-2-31 standartlarına uygun olarak tutuşmaya ve yangının yayılmasına karşı dayanıklılığının deney edilmesidir. Deneyler EN 60695-11-5 standartlarına göre yapılmaktadır.

Hava akış kontrol valfinde kullanılan servo motor plastiği için iğne ucu alevi deneyi uygulanmıştır. 30 sn uygulamanın sonucunda herhangi bir alev gözlemlenmediği için kabul edilmiştir. Deney düzeneğine ait görsel Şekil 4.21’de yer almaktadır.

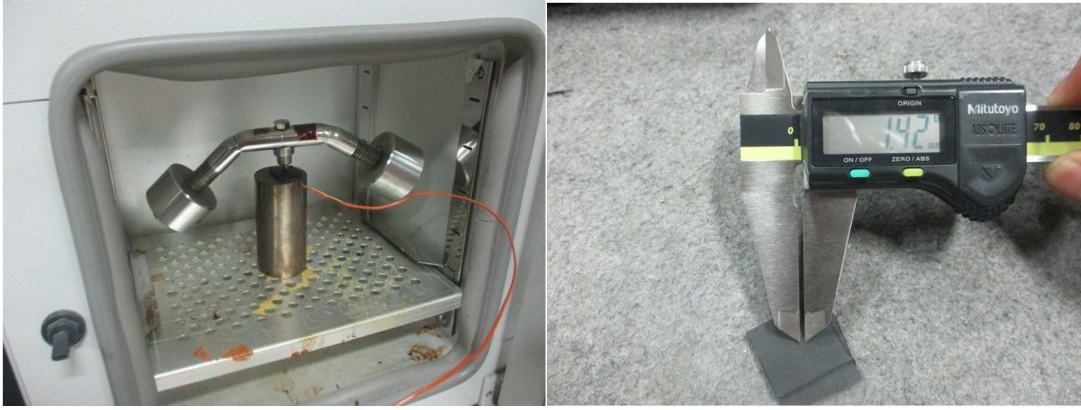


Şekil 4.21. İğne ucu alevi deney düzeneği ve görseli

(a) Deney düzeneği, (b) Deney görseli

#### 4.4.3. Bilye basınç deneyi

Bilye basınç deneyi EN 60695-10-2 standartlarına uygun şekilde yapılmıştır. Hava akış kontrol valfinde kullanılan servo motor plastiği için bilye basınç deneyi uygulanmıştır. Deney sonucunda delik çapı 1.42 mm olarak ölçülmüştür. Ölçülen değer 2 mm’nin altında olduğu için kabul edilmiştir. Deney düzeneğine ait görsel Şekil 4.22’de yer almaktadır.



(a)

(b)

Şekil 4.22. Bilye basınç deney düzeneği ve görseli

(a) Deney düzeneği, (b) Delik çapı ölçüm görseli

#### 4.4.4 Ömür testi

Ürün ömür testi ile alakalı bilinen bir standart yoktur. Ürünün 10 yıllık kullanımını simüle etmek amacı ile ürüne yoğun buhar altında 3000 saatlik ömür testi uygulanmıştır. Ömür testinde düzenli olarak HAKV havalandırma pozisyonları değiştirilerek fonksiyonların doğru çalışıp çalışmadığı gözlemlenmiştir. Testin sonucunda herhangi bir problem gözlemlenmeyerek testten geçmiştir. Test düzeneğine ait fotoğraf Şekil 4.23’de gösterilmektedir.

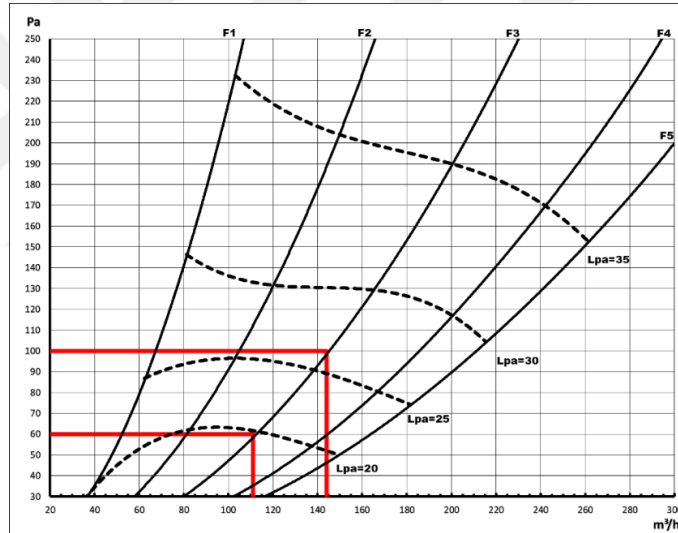


Şekil 4.23. Ömür testi test düzeneği

#### 4.5. Geri Beslemeli Hava Akış Kontrol Sistem Tasarımı

Sisteme geri besleme elamanı olarak basınç sensorünün eklenmesi kurulumdan sonra koşulların değişmesi (motor performansının düşmesi, sisteme yeni havalandırma noktalarının eklenmesi vb.) durumunda sistemin hava akış kesit alanını otomatik olarak ayarlamasına ve debinin istenilen seviyede sabit kalmasına olanak sağlamaktadır.

Tasarlanan hava akış kontrol valfinin geri beslemeli bir sistem olmaması halinde 100 Pa mutlak basınca sahip sistem için ilk kurulumda 144 m<sup>3</sup>/saat debi performansı için F3 pozisyonuna ayarlanan valf koşullara bağlı olarak basıncın 60 Pa ya düşmesi durumunda debi performansı 110 m<sup>3</sup>/saat'e düşecektir. Basınç düşüşüne bağlı olarak debi değişimi Şekil 4.24'de gösterilmektedir.



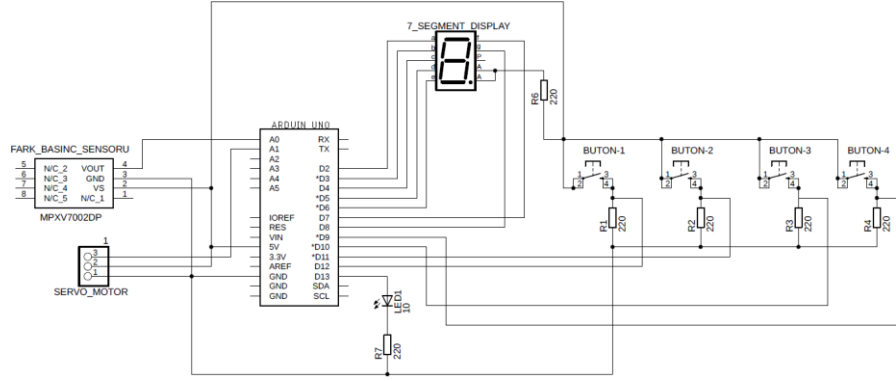
Şekil 4.24. Basınç düşüşüne bağlı olarak debi değişim grafiği

Geri beslemeli sistemde basınç sensörü belirli örnekleme zamanı ile sistem içindeki basınç ölçülerek valf hava akış kesit alanını otomatik olarak ayarlamaktadır. Böyle bir basınç değişiminde valf havalandırma pozisyonunu F4 olacak şekilde ayarlayarak debinin 144 m<sup>3</sup>/saat'te sabit kalmasını sağlamaktadır.

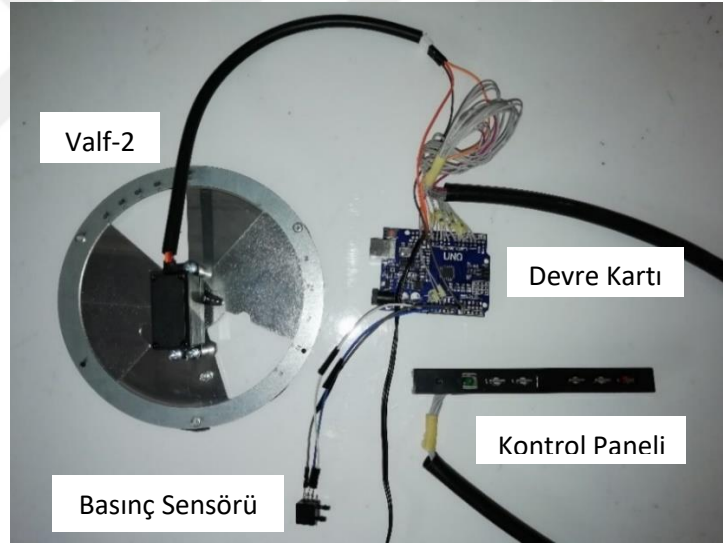
##### 4.5.1. Devre çalışmaları

Sistem istenildiği takdirde otomatik ayardan çıkılarak istenilen sabit ayarda kullanılabilmesi için manuel ayar özelliği olacak şekilde tasarlanmıştır. Devre prototipi

arduino kullanılarak hazırlanmıştır. Kontrol paneli üzerinde yer alan butonlar kullanılarak ayarlamalar kolay bir şekilde yapılarak, 7 segment ekran ile ilgili ayarlar gösterilmektedir. Devre şeması ve devre prototip görseli Şekil 4.25’de gösterilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 4.25. Geri beslemeli shava akış kontrol sistemi devre görseli

(a) Devre şeması, (b) Devre prototip görseli

Valf-1 için yapılan hata türü ve etkileri analizi sonucu valf üzerinde oluşan yağ tabasının valfin düzgün çalışmasını engelleyerek arızalanma ihtimalinin olduğu belirlenmiştir. Oluşacak muhtemel bu hatayı engellemek adına sistem tasarımı valf belirli bir süre kullanılmaması halinde valfin otomatik olarak aç kapa yaparak yağ tabaka oluşumunun engelleyecek şekilde tasarlanmıştır.

#### 4.6. Kıyaslama

Tez kapsamımda valf ön tasarımı (Valf-1) ve geliştirilmiş valf tasarımı (Valf-2) için akustik performans deneyleri yapılmış ve ses performansında iyileşme gözlemlenmiştir. Her iki valf için akustik performans kıyaslama tablosu Çizelge 4.8'deki gibidir.

Çizelge 4.8. Valf-1 ve Valf-2 akustik performans kıyaslama çizelgesi

|                                                       | <b>Valf-1</b> | <b>Valf-2</b> |
|-------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Temel Havalandırma Ses Basıncı (50 Pa Mutlak Basınç)  | 23 dB         | 19 dB         |
| Cebri Havalandırma Ses Basıncı (50 Pa Mutlak Basınç)  | 24 dB         | 20 dB         |
| Temel Havalandırma Ses Basıncı (100 Pa Mutlak Basınç) | 28 dB         | 24 dB         |
| Cebri Havalandırma Ses Basıncı (100 Pa Mutlak Basınç) | 32 dB         | 26 dB         |

Valf-2 kullanılan geri beslemeli hava akış kontrol sistemi (Silverline HAKS) rakip firmaların valfleri ile kıyaslanmıştır. Valflere ait karşılaştırma tablosu Çizelge 4.9'da yer almaktadır.

Çizelge 4.9. Benchmark kıyaslama çizelgesi

|                                                | <b>Systemair<br/>F251-10-60</b> | <b>Exhausto<br/>ESL136</b> | <b>Thermex<br/>Airgrip</b> | <b>Glemgas</b> | <b>Cata</b> | <b>Silverline<br/>HAKS</b> |
|------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|-------------|----------------------------|
| Kontrol Tipi                                   | Mekanik                         | Dijital                    | Dijital                    | Dijital        | Dijital     | Dijital                    |
| Temel Havalandırma Ayarı                       | Var                             | Var                        | Var                        | Yok            | Yok         | Var                        |
| Cebri Havalandırma Ayarı                       | Yok                             | Var                        | Var                        | Yok            | Yok         | Var                        |
| Hava Akış Kontrol Sistem Tipi                  | Plastik                         | Metal                      | Metal                      | Plastik        | Plastik     | Metal                      |
| Minimum hava Basınç (72 m <sup>3</sup> /saat)  | 150 Pa                          | 60 Pa                      | 15 Pa                      | -              | -           | 50 Pa                      |
| Minimum hava Basınç (144 m <sup>3</sup> /saat) | 45 Pa                           | 65 Pa                      | 60 Pa                      | -              | -           | 50 Pa                      |
| Minimum Ses Basıncı (72 m <sup>3</sup> /saat)  | 30 dB                           | 25 dB                      | 24 dB                      | -              | -           | 19 dB                      |
| Minimum Ses Basıncı (144 m <sup>3</sup> /saat) | 29 dB                           | 25 dB                      | 29 dB                      | -              | -           | 20 dB                      |
| Kalıp Yatırım İhtiyacı                         | Var                             | Yok                        | Var                        | Var            | Var         | Yok                        |
| Tamamen Kapanma                                | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Var            | Var         | Var                        |
| Hassas Debi Ayarı                              | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Yok            | Yok         | Var                        |
| Otomatik Temizleme                             | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Yok            | Yok         | Var                        |
| Geri Beslemeli Sistem Ayarı                    | Yok                             | Yok                        | Yok                        | Yok            | Yok         | Var                        |

Tasarlanan geri beslemeli hava akış kontrol sistemi rakip firma valflerine göre temel ve cebri havalandırma için 50 Pa hava basıncına sahip sistemlere uygun olması, temel ve cebri havalandırmadaki ses basınç değerinin daha düşük olması, hassas debi ayarının yapılabilir olması, otomatik temizleme özelliğinin bulunması avantaj yaratmaktadır. Geri besleme sistemi ile debi ayarının istenilen değerde sabit kalması tasarlanan hava akış kontrol sisteminin en önemli avantajlarından.

## 5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında merkezi havalandırma sistemi için geri beslemeli hava akış kontrol sistemi tasarlanmıştır. Rakip ürün incelemesi ve müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi için çalışmalar yapılarak kapsam; valf üzerinden sistem basıncının ölçülebileceği, temel ve cebri havalandırma pozisyonlarına sahip, 50 – 250 Pa basınca sahip sistemlerde kullanılabilen, istenildiğinde debi izolasyonu sağlayacak şekilde tamamen kapanabilen bir valf yapılması ve bu valfin sistem içindeki basıncı belirli örnekleme zamanı ile ölçerek hava akış kesit alanını otomatik ayarlayabilen geri beslemeli bir hava akış kontrol sisteminin oluşturulması olarak belirlenmiştir.

İlk olarak analitik hesaplama ile kapsamda belirlenene çalışma aralıklarına uygun olacak şekilde valfin sahip olması gereken hava akış kesit alan hesabı belirlenmiştir. Belirlenen bu minimum hava akış kesit alanına göre toleranslar doğrultusunda Solidworks programı kullanılarak Valf-1 katı model tasarımı yapılmış ve havalandırma pozisyonlarına karar verilmiştir.

İkinci aşamada Valf-1 için belirlenen havalandırma pozisyonları için farklı mutlak basınç değerlerindeki debi değerleri hesaplanarak analitik hesaplama ile tasarıma onay verilmiştir.

Üçüncü aşamada analitik hesaplama ile onaylanan Valf-1 tasarımı sonlu elemanlar yöntemi ile akış analizi yapılarak her havalandırma pozisyonu için farklı mutlak basınç değerlerindeki debi değerleri analiz edilmiş ve analiz sonuçlarına göre tasarıma onay verilmiştir.

Dördüncü aşamada yapılan analitik hesaplamalar ve analiz ile onaylanan Valf-1 tasarımı için prototip hazırlanarak debi – basınç performans deneyleri yapılmıştır. Yapılan bu performans deneyleriyle analiz doğrulama yapılmıştır. Ayrıca ürünün akustik performans deneyleri yapılarak ürün performans grafikleri hazırlanmıştır.

Beşinci aşamada hazırlanan prototip ve yapılan performans deney sonuçları dikkate alınarak FMEA (hata türü ve etkileri analizi) yapılmıştır. FMEA sonucu geliştirilmesi gereken aksiyonlar belirlenmiştir.

Altıncı aşamada FMEA sonuçları dikkate alınarak geliştirilmiş valf tasarımı (Valf-2) yapılmıştır. Yapılan yeni tasarım için ilk tasarımdaki süreçler izlenerek; analitik hesaplama, analiz ve performans deneyleri yapılarak tasarıma onay verilmiştir. Deney sonucuna göre ürün performans grafikleri hazırlanmıştır. Ürün performans grafiklerinin kapsamda belirlenen değerleri karşılaması ve Valf-1 için yapılan hata türü ve etkileri analizinde belirlenen olası hatalarının Valf-2’de olmaması nedeni ile Valf-2 tasarımının davlumbazda kullanımına onay verilmiştir.

Yedinci aşamada Valf-2 için güvenlik deneyleri yapılarak davlumbazda kullanımına onay verilmiştir.

Sekizinci aşamada Valf-2 kullanılan hava akış kontrol valfine geri besleme elamanı olarak fark basınç sensörü eklenerek geri beslemeli hava akış kontrol sistemi oluşturulmuştur.

Tez kapsamında valf ön tasarımını, geliştirilmiş valf tasarımını ve geri beslemeli hava akış kontrol sistemini kapsayacak şekilde 3 ayrı Avrupa patent başvurusu yapılmıştır.

Tasarım aşamalarında ve gerçek çalışma deneyleri sırasında elde edilen bulgular şöyle sıralanabilir;

- Hava akış kontrol valfi ventüri etkisi ile türbülanslı bölge oluşmasına ve bu bölgede basınç değerinin yükselmesine neden olmaktadır,
- Hava akış kesit alanı küçük parçalara ayrıldıkça hava sürtünme yüzey miktarı artmakta buna bağlı olarak ses basıncı artmaktadır,
- Birbiri üzerinde hareket eden boyalı DKP sac parçalar zamanla aşınarak paslanma riski oluşturmaktadır,

- Yoğun yağ ve buhar altında çalışan hava akış kontrol valfi üzerinde zamanla yağ tabakası oluşmakta ve arızaya neden olmaktadır,
- Hava akış kesit alan ayarının PWM kontrollü servo motor ile yapılması herhangi sınırlayıcıya ve sınır şaltire ihtiyaç duyulmadan dijital olarak yapılmasına ve hassas debi ayarına olanak sağlamaktadır.

Geri besleme sisteminin hava akış kontrol valfine uygulanması ve ticarileşmesi mümkün görülmektedir. Böylece;

- Temel ve cebri havalandırma pozisyonlarının olması ve her iki havalandırma için debi miktarının ayarlanabilen,
- Valf üzerinden sistem basıncının ölçülebildiği,
- Hassas debi ayarının yapılabilirdiği,
- 50 – 250 Pa basınca sahip sistemlere uygun,
- Temel havalandırmada 19 dB, cebri havalandırmada 20 dB ses basıncına sahip,
- 220 m<sup>3</sup>/saat debide %75 koku performansına sahip,
- İstenildiğinde hava izolasyonu sağlayacak şekilde tamamen kapanabilen,
- İlk kurulum süresi rakip ürünlere göre kısa olan,
- Geri besleme ile debinin istenilen değerde sabit kalabilen,
- Davlumbaz güvenlik standartlarına uygun,
- Kalıp yatırım ihtiyacı olmayan,
- Yerli üretimi yapılabilen ve ihraç edilebilen bir hava akış kontrol sistemi oluşturulmuştur.

Proje çıktıları proje kapsamında belirlenen tüm özellikleri sağlamaktadır.

## **Öneriler**

Merkezi havalandırma sistemlerinde kullanılan davlumbazlar çok düşük debi değerlerine sahiptir. Debinin düşük olması yemek pişirme esnasında oluşan istenmeyen kokunun ortamdaki uzaklaştırma yüzdesini düşürmektedir. Ayrıca havalandırma kanallarının duvara yakın bölgede olması ocak ön gözlerinde oluşan buharın daha az yakalanabilmesine neden olmaktadır. Koku çekme performansının artırılması için;

- Ocak ile davlumbaz arasında hava vorteksi oluşturacak bir difüzör ile aynı debi değerinde daha fazla koku çekme performansı elde edilmesi,
- Hava akışını ocağın tüm gözlerine odaklayacak şekilde hava yönlendirici kullanılması,
- Davlumbaza bariyer ekleyerek koku çekme performansı artırılabilirliği önerilmektedir.

Ayrıca ürün performans deneyleri ilk olarak debi performans deneyleri yapılmakta ve debi karşılığı manuel ve mutlak basınç değerleri ölçülmektedir. Akustik ve koku çekme performans deneylerinde ölçülen manuel basınç değerlerine kullanılarak deneyler yapılmaktadır. Bu deneylerde debi ölçümü yapılamadığı için manuel basınç karşılığı ölçülen debi değeri kabul edilmektedir. Ölçümlerin dolaylı yoldan yapılması performans deneylerinde hataya neden olabilmektedir. Akustik ve koku çekme deneyleri için sistem içindeki debi miktarının ölçülebileceği deney düzeneğinin hazırlanması oluşacak hata ve kabulleri ortadan kaldıracaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1999. TS EN 61591 Ev tipi mutfak aspiratörleri-performans ölçme metotları. 19-21.
- Anonim, 2004. TS EN 60335-2-31 Güvenlik kuralları - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için - Bölüm 2-31: Ocak üstü davlumbazlar için özel kurallar. 9-10.
- Anonim, 2010. EN 60704-1 Akustik gürültü - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlardan hava ile yayılan gürültünün tayini için deney kodu - Bölüm 1: Genel kurallar.
- Anonim, 2011. TS EN 13141-2 Binalarda havalandırma - Konut havalandırması için bileşenlerin/mamullerin performans deneyleri - Bölüm 2: Egzoz ve hava beslemesi uç birim tertibatı. 13-14.
- Anonim, 2011. EN ISO 3744 Akustik - Gürültü kaynaklarının ses gücü seviyelerinin ve ses enerji seviyelerinin ses basıncı kullanılarak belirlenmesi - Yansıtıcı bir düzlem üzerindeki temel olarak serbest bir alanda uygulanan mühendislik yöntemleri. 1-23.
- Anonim, 2012. TS EN 60335-1 Güvenlik kuralları - Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için bölüm 1: Genel kurallar. 87-92.
- Anonim, 2014. TS EN 15251 Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics.
- Anonim, 2015. Havalandırmanın önemi ve gerekliliği. Havalandırma fanları, <https://www.havalandirmafanlari.com/havalandirmanin-onemi-> (20.06.2020).
- Anonim, 2015. Servo Motor Nedir? Çeşitleri ve Çalışma Prensipleri. Elektronik, <https://maker.robotistan.com/rc-servo-motor-nedir/> (20.06.2020).
- Anonim, 2017. EN 60704-2-13 Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar – Hava ile yayılan akustik gürültünün belirlenmesi için deney kodu - Bölüm 2-13: Davlumbazlar ve diğer pişirme dumanı tahliye cihazları için özel gereklilikler. 15-16.
- Anonim, 2017. TS EN 13141-3 Binalarda havalandırma - Konut havalandırması için bileşenlerin / mamullerin performans deneyleri - Bölüm 3: konutlarda kullanım için fansız davlumbazlar. 5-11.
- Anonim, 2017. Bernoulli prensibi nedir?. Akışkanlar Dinamiği, [https://tr.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-bernoullis-equation-\(20.06.2020\).](https://tr.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-bernoullis-equation-(20.06.2020).)
- Anonim, 2018. What is a Central Ventilation System?. American Aldes, <https://aldes.us/blog/central-ventilation-system/> (20.06.2020).
- Anonim, 2018. BR18 Executive order on building regulations 2018 (3), 88-89.
- Anonim, 2020. Pressure sensor. [https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure\\_sensor-](https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_sensor-) (20.06.2020).
- Anonim, 2020. Cooker Hoods Odour Extraction According to EN13141-3. Exhausto, [https://www.exhausto.dk/produkter/ESL/~media/9B009D56162542D79E1415FD66C3C1C5.ashx-\(20.06.2020\).](https://www.exhausto.dk/produkter/ESL/~media/9B009D56162542D79E1415FD66C3C1C5.ashx-(20.06.2020).)
- Anonim, 2020. Debi . [https://tr.wikipedia.org/wiki/Debi-\(20.06.2020\).](https://tr.wikipedia.org/wiki/Debi-(20.06.2020).)
- Aracı S., Kınacı Ö., 2018. Boru İçi Akışlarda Basınç Kaybının Sayısal Hesabı. Gemi ve Deniz Teknolojisi, 211, 38 – 59

- ASHRAE, 2001, Standard 62- 2001- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.
- Bekö G., Lund T., Nors F., Toftum J. ve Clausen G., 2010. Ventilation rates in the bedrooms of 500 Danish children. *Build Environ*, 45(10), 2289 - 2295.
- Bulgurcu, H., İlten, N. ve Coşgun A., 2005. Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi- Bildiriler Kitabı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, 601-618.
- Çeviksever T.G., 2019.Flow Control Device For an Air Exhaust System. EP3431883, <https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DEP3431883A1-> (20.06.2020).
- Eğri N., İmancı C. ve Akpolat M., 2011. Endüstriyel Havalandırmaya Giriş. İSGÜM Yayını, [http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG6-havalandirma\\_rehberi.pdf-](http://www.isgum.gov.tr/rsm/file/isgdoc/IG6-havalandirma_rehberi.pdf-) (20.06.2020).
- Güllü E. ve Ulcay Y., 2002. Kalite fonksiyonu yayılımı ve bir uygulama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1, 71-91.
- Händel, C., 2011. Is a Necessity in “Nearly Zero” Energy Buildings. *Energy*, 18 - 22.
- Janssen, J. E., 1999. The history of ventilation and temperature control. *ASHRAE Journal*, 41, 48 - 70.
- Kavgic M., Mumovic D., Stevanovic Z. ve Young A., 2008. Analysis of thermal comfort and indoor air quality in a mechanically ventilated theatre, *Energy and Buildings*, 40, 1334-1343.
- Kurihara Y., Kaburagi T. ve Watanabe K., 2015. Room Ventilation Control by a Self-Sensing Fan. *IEEE Sensors Journal*, 2094 – 2099.
- Puente, J., Pino, R., Priore, P. ve Fuente, D.D.L., 2002. A decision support system for applying failure mode and effects analysis." *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.19, n.2, 137-150.
- Satyamurthy K. S. H., Timpson E. ve Leon-Salas W. D., 2011, Experimental evaluation of an intravascular differential pressure flow meter using MEMS pressure sensörs. *SENSÖRS*, 2011 IEEE, Limerick, 1161-1164.

## EKLER

### A.1 Programlama Kodları

```
#include<Servo.h>

Servo servo;

int A = 2;
int B = 3;
int C = 4;
int D = 5;
int E = 6;
int F = 7;
int G = 8;
int led =12;
int sensorPin = A0;
int sensorDeg = 0;
float Vout=0;
float P=0;
int toplam=0;
int offset=0;
int sayac = 1;
    int sayac1 = 0;
int sayac2 = 1;
int sayac3 = 0;
int sayac4 = 1;
int sayac5 = 5;
int sayac6 = 0;
int sayac7 = 0;
unsigned long eskiZaman=0;
unsigned long yeniZaman;
int LEDdurumu = 0;
float aci1 =95;
float aci2 =20;
int altdeger = 0 ;
int ustdeger = 0 ;
int buttonDurumu1 = 0;
const int buttonPin1= 10;
int buttonDurumu2 = 0;
const int buttonPin2= 11;
int buttonDurumu3 = 0;
const int buttonPin3= 9;
int buttonDurumu4 = 0;

const int buttonPin4= 13;
long highTime = 0;
long lastTime = 0;
long highTime1 = 0;
long lastTime1 = 0;
long highTime2 = 0;
long lastTime2 = 0;
long highTime3 = 0;
long lastTime3 = 0;

void setup()
{
    pinMode ( buttonPin1 , INPUT ) ;
    pinMode ( buttonPin2 , INPUT ) ;
    pinMode ( buttonPin3 , INPUT ) ;
    pinMode ( buttonPin4 , INPUT);
    pinMode (led ,OUTPUT);
    pinMode (A ,OUTPUT);
    pinMode (B ,OUTPUT);
    pinMode (C ,OUTPUT);
    pinMode (D ,OUTPUT);
    pinMode (E ,OUTPUT);
    pinMode (F ,OUTPUT);
    pinMode (G ,OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    servo.attach(A1);
    for(int i=0;i<10;i++)
    {
        sensorDeg = analogRead(sensorPin)-512;
        toplam+=sensorDeg;
    }
    offset=toplam/10.0;
}

void loop()
{
    unsigned long zamanSayici = millis();
    unsigned long zamanSayici1 = millis();
    unsigned long zamanSayici2 = millis();
    unsigned long zamanSayici3 = millis();
```

```

buttonDurumu1 = digitalRead(buttonPin1);
buttonDurumu2 = digitalRead(buttonPin2);
buttonDurumu3 = digitalRead(buttonPin3);
buttonDurumu4 = digitalRead(buttonPin4);
if ( buttonDurumu1== HIGH )
{
if( lastTime == 0 )
{
lastTime = zamanSayici;
highTime=0;
highTime1=0;
highTime2=0;
highTime3=0;
}
}
else
{
if(lastTime != 0)
{
highTime =zamanSayici - lastTime ;
// Serial.print("HighTime0000= ");
// Serial.println(highTime);
lastTime = 0;    }
}
if ( buttonDurumu2== HIGH )
{
if( lastTime1 == 0 )
{
lastTime1 = zamanSayici1;
highTime=0;
highTime1=0;
highTime2=0;
highTime3=0;
}
}
else
{
if(lastTime1 != 0)
{
highTime1 =zamanSayici1 - lastTime1 ;
//Serial.print("highTime1111 = ");

```

```

// Serial.println(highTime1);
lastTime1 = 0;
}
}
if ( buttonDurumu3== HIGH )
{
if( lastTime2 == 0 )
{
lastTime2 = zamanSayici2;
highTime=0;
highTime1=0;
highTime2=0;
highTime3=0;
}
}
else
{
if(lastTime2 != 0)
{
highTime2 =zamanSayici2 - lastTime2 ;
// Serial.print("highTime222 = ");
//Serial.println(highTime2);
lastTime2 = 0;
}
}
if ( buttonDurumu4== HIGH )
{
if( lastTime3 == 0 )
{
lastTime3 = zamanSayici3;
highTime=0;
highTime1=0;
highTime2=0;
highTime3=0;
}
}
else
{
if(lastTime3!= 0)
{
highTime3 =zamanSayici3 - lastTime3 ;

```

```

// Serial.print("highTime333 = ");
// Serial.println(highTime3);
    lastTime3 = 0;
}
}
while(highTime1>=1000&&
highTime1<=3000 && highTime>=1000 &&
highTime<=3000)
{
    highTime1=0;
    highTime=0;
    sayac1 ++ ;
    // Serial.print("sayac1:");
    // Serial.println(sayac1);
}
if (sayac1==1)
{
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
    if (buttonDurumu1 == HIGH)
    {
        aci1 =aci1 - 1;
        servo.write (aci1);
        Serial.print("aci1:");
        Serial.println(aci1);
    }
    if (buttonDurumu2 == HIGH)
    {
        aci1 =aci1 + 1;
        servo.write (aci1);
        Serial.print("aci1:");
        Serial.println(aci1);
    }
}
if (sayac1==2)
{
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(100);
    if(sayac2==1)
    {
        altdeger =aci1;
        Serial.print("altdeger:");
        Serial.println(altdeger);
        digitalWrite(led, HIGH);
        delay(1000);
        sayac2=0;
    }
    if (buttonDurumu1 == HIGH)
    {
        aci2 =aci2 - 1;
        servo.write (aci2);
        Serial.print("aci2:");
        Serial.println(aci2);
    }
    if (buttonDurumu2 == HIGH)
    {
        aci2 =aci2 + 1;
        servo.write (aci2);
        Serial.print("aci2:");
        Serial.println(aci2);
    }
}
////////////////////////////////////
if (sayac1==3)
{
    digitalWrite(led, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(led, LOW);
    delay(100);
    if(sayac2==0)
    {
        ustdeger =aci2;    Serial.print("ustdeger:");
        Serial.println(ustdeger);
        digitalWrite(led, HIGH);
        delay(1000);
        sayac2=1;
        sayac1=4;
    }
}
}

```

```

if (sayac1==4
{
  buttonDurumu3 = digitalRead(buttonPin3);
  if (buttonDurumu3 == HIGH)
  {
    delay(10);
    sayac1 ++;
  }
  while(buttonDurumu3 == HIGH)
  {
    buttonDurumu3 = digitalRead(buttonPin3);
  }
  sensorDeg = analogRead(sensorPin)-offset;
  Vout=(5*sensorDeg)/1024.0
  P=(Vout-2.5)*1000
  Serial.print("Presure = " );
  Serial.print(P);
  Serial.println("Pa");
  delay(50);
  buttonDurumu4 = digitalRead(buttonPin4);
  if (buttonDurumu4 == HIGH)
  {
    delay(10);
    sayac ++;
  }
  while(buttonDurumu4 == HIGH)
  {
    buttonDurumu4 = digitalRead(buttonPin4);
  }
}
if (sayac==1)
{
  Serial.println("1. modda calisiyor");
  digitalWrite(A, LOW);
  digitalWrite(B, LOW);
  digitalWrite(C, LOW);
  digitalWrite(D, HIGH);
  digitalWrite(G, LOW);
  digitalWrite(E, LOW);
  digitalWrite(F, LOW);
  digitalWrite(led,LOW);
  if(P>600)
  {
    servo.write(aci2+89);
  }
  else if(P>=281 && P<=600)
  {
    servo.write(aci2+77);
  }
  else if(P>=121 && P<=280)
  {
    servo.write(aci2+66);
  }
  else if(P>=71 && P<=120)
  {
    servo.write(aci2+55);
  }
  else if(P>=-50 && P<=70)
  {
    servo.write(aci2+45);
  }
  else
  {
    Serial.print("error");
    delay (100);
  }
}
if (sayac==2)
{
  Serial.println("2. modda calisiyor");
  digitalWrite(A, LOW);
  digitalWrite(B, LOW);
  digitalWrite(C, LOW);
  digitalWrite(D, HIGH);
  digitalWrite(G, LOW);
  digitalWrite(E, LOW);
  digitalWrite(F, LOW);
  digitalWrite(led, HIGH);
  if(P>325)
  {
    servo.write(aci2+60);
  }
  else if(P>180 && P<=325)

```

```

{
    servo.write(aci2+45);
}
else if(P>=101 && P<=180)
{
    servo.write(aci2+30);
}
else if(P>=73 && P<=100)
{
    servo.write(aci2+15);
}
else if(P>=-50 && P<=72)
{
    servo.write(aci2);
}
else
{
    Serial.print("error");
    delay (100);
}
}
if (sayac==3)
{
    sayac=1;
}
}
if (sayac1==5)
{
    buttonDurumu3 = digitalRead(buttonPin3);
    if (buttonDurumu3 == HIGH)
    {
        delay(10);
        sayac1 =4;
    }
    while(buttonDurumu3 == HIGH)
    {
        buttonDurumu3 = digitalRead(buttonPin3);
    }
    Serial.println("manuel mod");
    Serial.print("sayac6 = ");
    Serial.println(sayac6);

    digitalWrite(A, HIGH);
    digitalWrite(B, HIGH);
    digitalWrite(C, HIGH);
    digitalWrite(D, HIGH);
    digitalWrite(G, HIGH);
    digitalWrite(E, HIGH);
    digitalWrite(F, HIGH) ;
    digitalWrite(led, LOW) ;

    buttonDurumu4 = digitalRead(buttonPin4);
    if (buttonDurumu4 == HIGH)
    {
        delay(10);
        sayac6++;
        sayac3=0;
        highTime1=0;
        highTime =0;
    }
    while(buttonDurumu4 == HIGH)
    {
        buttonDurumu4 = digitalRead(buttonPin4);
    }
    if(sayac6 == 1)
    {
        digitalWrite(led,LOW);
        // Serial.print("kapalı");

        if(sayac4==1)
        {
            servo.write(aci1);
            digitalWrite(A, HIGH);
            digitalWrite(B, LOW);
            digitalWrite(C, LOW);
            digitalWrite(D, HIGH);
            digitalWrite(G, HIGH);
            digitalWrite(E, HIGH);
            digitalWrite(F, HIGH) ;
        }
        if(sayac4==2)
        {
            servo.write(aci2+89);

```

```

digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, HIGH);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, LOW);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac4==3)
{
servo.write(aci2+77);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac4==4)
{
servo.write(aci2+66);
digitalWrite(A, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, HIGH);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
if(sayac4==5)
{
servo.write(aci2+55);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, HIGH);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, LOW) ;
}

```

```

if(sayac4==6)
{
servo.write(aci2+45);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, HIGH);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, LOW);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
}
if(sayac6 == 2)
{

digitalWrite(led,HIGH);
// Serial.print("acık");

if(sayac5==1) {
servo.write(aci2+60);
digitalWrite(A, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, HIGH);
digitalWrite(G, HIGH);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac5==2)
{
servo.write(aci2+45);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, HIGH);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, LOW);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac5==3)

```

```

{
servo.write(aci2+30);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac5==4)
{
servo.write(aci2+15);
digitalWrite(A, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, HIGH);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
if(sayac5==5)
{
servo.write(aci2);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, HIGH);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
}
if(sayac6 == 3)
{
sayac6 = 1 ;
}
if(highTime1>=1000)
{
sayac6 = 0;
sayac3 = 1;
}
}
if (highTime>=1000)
{
sayac6= 0;
sayac3 = 2;
}
if(sayac3 == 1)
{
Serial.println("Kapalı");
yeniZaman = millis();
if(yeniZaman-eskiZaman > 100)
{
if(LEDdurumu == 1)
{
digitalWrite(led,LOW);
LEDdurumu = 0;
}
else
{
digitalWrite(led,HIGH);
LEDdurumu = 1;
}
eskiZaman = yeniZaman;
}
buttonDurumu2 = digitalRead(buttonPin2);
if (buttonDurumu2 == HIGH)
{
delay(10);
sayac4++;
}
while(buttonDurumu2 == HIGH)
{
buttonDurumu2 = digitalRead(buttonPin2);
}
if(sayac4==1) // sayac4 =1 ise
{
//servo.write(aci1);
digitalWrite(A, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, HIGH);
}
}

```

```

digitalWrite(G, HIGH);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac4==2)
{
// servo.write(aci1-5);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, HIGH);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, LOW);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac4==3)
{
// servo.write(aci1-15);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, HIGH) ;
}
if(sayac4==4)
{
// servo.write(aci1-25);
digitalWrite(A, HIGH);
digitalWrite(B, LOW);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, HIGH);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
if(sayac4==5)
{
// servo.write(aci1-35);
digitalWrite(A, LOW);

```

```

digitalWrite(B, HIGH);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, HIGH);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
if(sayac4==6)
{
// servo.write(aci2+45);
digitalWrite(A, LOW);
digitalWrite(B, HIGH);
digitalWrite(C, LOW);
digitalWrite(D, LOW);
digitalWrite(G, LOW);
digitalWrite(E, LOW);
digitalWrite(F, LOW) ;
}
if(sayac4==7)
{
sayac4=1;
//Serial.println(" basa don ");
}
}
if(sayac3 == 2) // sayac 3= 2 ise
{
Serial.println("Acık");
yeniZaman = millis();
if(yeniZaman-eskiZaman > 100)
{
if(LEDdurumu == 1)
{
digitalWrite(led,LOW);
LEDdurumu = 0;
}
else
{
digitalWrite(led,HIGH);
LEDdurumu = 1;
}
eskiZaman = yeniZaman;

```

```

    }
    buttonDurumu1 = digitalRead(buttonPin1);
    if (buttonDurumu1 == HIGH)
    {
        delay(10);
        sayac5++;
    }
    while(buttonDurumu1 == HIGH)
    {
        buttonDurumu1 = digitalRead(buttonPin1);
    }
    if(sayac5==1)
    {
        // servo.write(aci2+60);
        digitalWrite(A, HIGH);
        digitalWrite(B, LOW);
        digitalWrite(C, LOW);
        digitalWrite(D, HIGH);
        digitalWrite(G, HIGH);
        digitalWrite(E, HIGH);
        digitalWrite(F, HIGH) ;
    }
    if(sayac5==2)
    {
        // servo.write(aci2+45);
        digitalWrite(A, LOW);
        digitalWrite(B, LOW);
        digitalWrite(C, HIGH);
        digitalWrite(D, LOW);
        digitalWrite(G, LOW);
        digitalWrite(E, LOW);
        digitalWrite(F, HIGH) ;
    }
    if(sayac5==3)
    {
        // servo.write(aci2+30);
        digitalWrite(A, LOW);
        digitalWrite(B, LOW);
        digitalWrite(C, LOW);
        digitalWrite(D, LOW);
        digitalWrite(G, LOW);
        digitalWrite(E, HIGH);
        digitalWrite(F, HIGH) ;
    }
    if(sayac5==4)
    {
        // servo.write(aci2+15);
        digitalWrite(A, HIGH);
        digitalWrite(B, LOW);
        digitalWrite(C, LOW);
        digitalWrite(D, HIGH);
        digitalWrite(G, LOW);
        digitalWrite(E, HIGH);
        digitalWrite(F, LOW) ;
    }
    if(sayac5==5)
    {
        //servo.write(aci2);
        digitalWrite(A, LOW);
        digitalWrite(B, HIGH);
        digitalWrite(C, LOW);
        digitalWrite(D, LOW);
        digitalWrite(G, LOW);
        digitalWrite(E, HIGH);
        digitalWrite(F, LOW) ;
    }
    if(sayac5==6)
    {
        sayac5=1;
        //Serial.println(" basa don ");
    }
}
}
}
}

```

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Tolga Güven Çeviksever  
Doğum Tarihi ve Yeri: 18.07.1991 / Gaziantep  
Yabancı Dili: İngilizce  
Tel: 0507 355 47 84  
e-mail: tolgageviksever@gmail.com  
Orcid: 0000-0002-5900-0780



### Eğitim

| Derece        | Eğitim Birimi                    | Alan                          | Mezuniyet |
|---------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------|
| Yüksek Lisans | Gaziosmanpaşa Üniversitesi       | Mekatronik Mühendisliği A.B.D | 2020      |
| Lisans        | Fırat Üniversitesi               | Mekatronik Mühendisliği       | 2015      |
| Lise          | Gaziantep İ.M.K.B Anadolu Lisesi | Fen Bilimleri                 | 2009      |

### İş Deneyimi

Silverline A.Ş.

Ar-Ge Takım Lideri // İnovasyon Uzmanı 04.2019 – .....  
Ar-Ge // Yapısal Tasarım Sorumlusu 10.2016 – 04.2019

### Patent

- Flow Control Device For an Air Exhaust System  
Dosyalanma Tarihi: 19.07.2017 • eu EP3431883A1
- Mounting Apparatus For Mounting a Home Appliance  
Dosyalanma Tarihi: 14.06.2019 • TR 2019 /08851 (EP 20179984.8)
- Diffuser for Ventilation Systems  
Dosyalanma Tarihi: 25.11.2019 • eu EP19211079.9
- Sensitive Diffuser For Central Ventilation Systems  
Dosyalanma Tarihi: 25.11.2019 • eu EP19211080.7
- Range Hood Comprising an Improved Button Bearing Device  
Dosyalanma Tarihi: 14.12.2019 • eu EP 19216346.7
- Ceiling Type Range Hood With Improved Hanging And Installation System  
Dosyalanma Tarihi: 27.12.2019 • eu EP19219751.5

### Tasarım Tescil

- Tescil Numarası: TR 2019 05290 • Bülten Numarası: 326  
Tescil Tarihi: 04.09.2019 • Locarno Sınıfı: 23 - 04