

**T.C.**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**FARKLI SÜRÜCÜ GAZ SİSTEMİ KULLANAN ANESTEZİ**  
**VENTİLATÖRLERİNDE TAZE GAZ AKIM DÜZEYLERİNİN**  
**İNHALER ANESTEZİK AJAN TÜKETİMİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
**DR. KEREM BERK ŞİMŞEK**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. YUSUF ÜNAL**

**ANKARA**  
**AĞUSTOS 2025**

**T.C.**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**FARKLI SÜRÜCÜ GAZ SİSTEMİ KULLANAN ANESTEZİ**  
**VENTİLATÖRLERİNDE TAZE GAZ AKIM DÜZEYLERİNİN**  
**İNHALER ANESTEZİK AJAN TÜKETİMİNE ETKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
**DR. KEREM BERK ŞİMŞEK**

**TEZ DANIŞMANI**  
**PROF. DR. YUSUF ÜNAL**

**ANKARA**  
**AĞUSTOS 2025**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| İÇİNDEKİLER.....                                                                           | i   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                                              | iii |
| TABLolar .....                                                                             | v   |
| ŞEKİLLER .....                                                                             | vii |
| 1. GİRİŞ.....                                                                              | 1   |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                                                     | 4   |
| 2.1. İnhaler Anestezik Ajanlar .....                                                       | 4   |
| 2.1.1. İnhalasyon Anestezisi Sırasında Oksijen ve İnhaler Anestezik Ajan<br>Tüketimi ..... | 5   |
| 2.1.2. Minimum Alveoler Konsantrasyonu (MAK).....                                          | 6   |
| 2.2. Düşük Akım Anestezi .....                                                             | 6   |
| 2.2.1. Düşük Akım Anestezinin Uygulama Yöntemi ve Gereksinimleri .....                     | 8   |
| 2.2.2. Düşük Akım Anestezinin Avantajları .....                                            | 11  |
| 2.2.3. Düşük Akım Anestezinin Uygulanmasında Çekinceler .....                              | 13  |
| 2.3. SOLUTMA SİSTEMLERİ .....                                                              | 15  |
| 2.3.1. Yeniden Solutmalı Sistemler .....                                                   | 16  |
| 2.4. Anestezi Ventilatorleri (Sürücü Sistemler) .....                                      | 25  |
| 2.4.1. Pnömatik Çalışan Körük Tipi Ventilatorler.....                                      | 26  |
| 2.4.2. Mekanik Pistonlu Ventilatorler .....                                                | 28  |
| 2.4.3. Volüm Reflektörlü Getinge FLOW-i® Anestezi Sistemi.....                             | 31  |
| 2.4.4. Türbin Ventilatorlü Anestezi Sistemleri.....                                        | 33  |
| 2.5. Havuz Modellemesi .....                                                               | 36  |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 2.6. Zaman Sabiti ( $\tau$ ).....      | 37  |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM.....                | 40  |
| 3.1. Çalışma Gruplarının Tasarımı..... | 41  |
| 3.2. Olgu Takip Formu.....             | 43  |
| 3.3. İstatiksel Değerlendirme .....    | 45  |
| 4. BULGULAR .....                      | 47  |
| 5. TARTIŞMA .....                      | 83  |
| 6. SONUÇ .....                         | 94  |
| 7. KAYNAKLAR .....                     | 96  |
| 8. ÖZET .....                          | 102 |
| 9. SUMMARY .....                       | 104 |
| 10. EKLER .....                        | 106 |
| 11. ÖZGEÇMİŞ.....                      | 108 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

|                                    |                                                                           |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>AA</b>                          | Anestezik ajan                                                            |
| <b>APL</b>                         | Adjustable pressure limiting valve (Ayarlanabilir basınç sınırlama valfi) |
| <b>C<sub>DYN</sub></b>             | Dinamik kompliyans                                                        |
| <b>CaCO<sub>3</sub></b>            | Kalsiyum karbonat                                                         |
| <b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>          | Kalsiyum hidroksit                                                        |
| <b>CO<sub>2</sub></b>              | Karbondioksit                                                             |
| <b>CPAP</b>                        | Continuous positive airway pressure (Sürekli pozitif hava yolu basıncı)   |
| <b>DAA</b>                         | Düşük akım anestezi                                                       |
| <b>DAB</b>                         | Diyastolik arter basıncı                                                  |
| <b>EtCO<sub>2</sub></b>            | Endtidal karbondioksit                                                    |
| <b>EtSevo</b>                      | Endtidal sevofluran                                                       |
| <b>FiO<sub>2</sub></b>             | İnhale edilen oksijen fraksiyonu                                          |
| <b>FiSevo</b>                      | İnhale edilen sevofluran fraksiyonu                                       |
| <b>FRC</b>                         | Functional residual capacity (Fonksiyonel rezidüel kapasite)              |
| <b>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> | Karbonik asit                                                             |
| <b>H<sub>2</sub>O</b>              | Su molekülü                                                               |
| <b>KAH</b>                         | Kalp atım hızı                                                            |
| <b>MAK</b>                         | Minimal alveoler konsantrasyon                                            |
| <b>MV<sub>e</sub></b>              | Expiratory minute ventilation (Ekspiratuar dakika ventilasyonu)           |
| <b>NaOH</b>                        | Sodyum hidroksit                                                          |
| <b>O<sub>2</sub></b>               | Oksijen                                                                   |
| <b>OAB</b>                         | Ortalama arter basıncı                                                    |
| <b>P<sub>Plato</sub></b>           | Plato basıncı                                                             |
| <b>PEEP</b>                        | Positive end expiratory pressure (Pozitif ekspirasyon sonu basıncı)       |

|                        |                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>PIP</b>             | Peak inspiratory pressure (Tepe inspiratuar basınç) |
| <b>SAB</b>             | Sistolik arter basıncı                              |
| <b>SpO<sub>2</sub></b> | Periferik oksijen saturasyonu                       |
| <b>RR</b>              | Respiratory rate (Solunum frekansı)                 |
| <b>TGA</b>             | Taze gaz akımı                                      |
| <b>TV</b>              | Tidal volüm                                         |
| <b>VC</b>              | Volüm kontrol                                       |
| <b>V<sub>AN</sub></b>  | İnhalasyon anesteziği kullanımı                     |
| <b>VO<sub>2</sub></b>  | Vücudun tükettiği mutlak oksijen miktarı            |

## TABLÖLAR

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Baker-Simionescu taze gaz akımı sınıflaması .....                                                                                                                                                         | 8  |
| Tablo 2. Körüklü bir ventilatöre ait solunum sistemi halkasının bölümleri ve bu bölümlere ait hacimler .....                                                                                                       | 37 |
| Tablo 3. Çalışmamızda kullanılan anestezi iş istasyonlarının teknik donanımları ve havuz modellemesindeki hacimlerinin karşılaştırması (Teknik veriler cihazların kullanma kılavuzlarından elde edilmiştir). ..... | 39 |
| Tablo 4. Çalışma gruplarının tasarımı .....                                                                                                                                                                        | 43 |
| Tablo 5. Gruplardaki olguların demografik özellikleri [Ort±SS (Min-Maks), n] ..                                                                                                                                    | 47 |
| Tablo 6. Gruplardaki olguların MAK ve diğer veriler [Ort±SS (Min-Maks), n] ..                                                                                                                                      | 51 |
| Tablo 7. Gruplarda kalp atım hızlarının (atım/dk) dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                               | 52 |
| Tablo 8. Sistolik arter basınçlarının (mmHg) gruplara dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                           | 53 |
| Tablo 9. Diastolik arter basınçlarının (mmHg) gruplara dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                          | 54 |
| Tablo 10. Ortalama arter basınçlarının (mmHg) gruplara dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                          | 55 |
| Tablo 11. SpO <sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                             | 56 |
| Tablo 12. FiO <sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                             | 58 |
| Tablo 13. EtO <sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                             | 61 |
| Tablo 14. EtCO <sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (mmHg) [Ort±SS (Min-Maks)] ...                                                                                                                           | 63 |
| Tablo 15. MVE verilerinin gruplara dağılımı (L) [Ort±SS (Min-Maks)] .....                                                                                                                                          | 65 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 16. TV verilerinin gruplara dağılımı (mL) [Ort±SS (Min-Maks)].....                             | 66 |
| Tablo 17. Solunum frekansı verilerinin gruplara dağılımı (soluk/dk) [Ort±SS (Min-Maks)] .....        | 68 |
| Tablo 18. PEEP verilerinin gruplara dağılımı (cmH <sub>2</sub> O) [Ort±SS (Min-Maks)]....            | 70 |
| Tablo 19. PIP verilerinin gruplara dağılımı (cmH <sub>2</sub> O) [Ort±SS (Min-Maks)] .....           | 71 |
| Tablo 20. Kompliyans verilerinin gruplara dağılımı (mL/cmH <sub>2</sub> O) [Ort±SS (Min-Maks)] ..... | 74 |
| Tablo 21. Cerrahi süresince MAK verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort±SS (Min-Maks)] .....          | 76 |
| Tablo 22. FiSevo verilerinin gruplara dağılımı(%) [Ort±SS (Min-Maks)] .....                          | 79 |
| Tablo 23. EtSevo verilerinin gruplara dağılımı(%) [Ort±SS (Min-Maks)] .....                          | 81 |



## ŞEKİLLER

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Şekil 1. Halka sistemi .....                                                                                  | 17 |
| Şekil 2. Klasik halka sistemi .....                                                                                    | 20 |
| Şekil 3. Halkasal solunum sisteminin tek yönlü valfleri .....                                                          | 22 |
| Şekil 4. APL valfi çalışma mekanizması .....                                                                           | 23 |
| Şekil 5. GE firması tarafından temsil edilen çıkan körüklü anestezi iş istasyonu şeması .....                          | 27 |
| Şekil 6. Dräger Primus® anestezi iş istasyonu tarafından temsil edilen bir pistonlu ventilatör şeması .....            | 30 |
| Şekil 7. Getinge FLOW-i® anestezi iş istasyonu solunum devresi ve gaz kaynağı sisteminin basitleştirilmiş şeması ..... | 33 |
| Şekil 8. Dräger Perseus A500® anestezi iş istasyonu tarafından temsil edilen bir türbinli ventilatör şeması .....      | 35 |

## 1. GİRİŞ

Genel anestezi, medikal ajanlarla indüklenen, geri dönüşümlü, bilinç kaybı, amnezi, analjezi ve kas gevşemesi gibi belirli özellikleri gösteren ve otonom, kardiyovasküler, solunum ve termoregülasyon sistemlerinin eş zamanlı stabilitesinin sağlandığı bir durumdur (1).

İnhalasyon anestezisi, solunum yolu ile verilen anestezi ajanlarının santral sinir sisteminde belirli konsantrasyona erişmesi ve bu düzeyin sürdürülmesi ile anestezi etkisinin sağlandığı, bu amaçla modern anestezi ekipmanlarının kullanıldığı bir yöntemdir (2). İnhalasyon anesteziplerinin kullanımı, 1846 yılında William T. G. Morton'ın eter ile gerçekleştirdiği ilk başarılı cerrahi anestezi uygulamasına dayanmaktadır. Günümüzde inhalasyon anestezipleri; hastayı bilinçsiz duruma getirerek cerrahi girişimlerin güvenli bir şekilde yapılmasını sağlayan, gaz formunda uygulanan bileşiklerdir. Bu ajanlar; hızlı ve konforlu indüksiyon sağlaması, anestezi derinliğinin kolaylıkla ayarlanabilmesi, yeterli kas gevşemesi oluşturması, geniş bir güvenlik aralığına sahip olması ve minimal toksisiteye yol açması gibi özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Bu özellikler, nitroz oksit gibi basit yapılu gazlardan, sevofluran gibi daha kompleks halojenli volatil ajanlara kadar farklı kimyasal yapıya sahip bileşiklerde gözlenmektedir. İnhalasyon anesteziplerinin güvenli ve etkin şekilde uygulanabilmesi, özel olarak tasarlanmış fiziksel iletim sistemlerinin kullanımını gerekli kılmıştır. Bu sistemler, hastaya hedeflenen konsantrasyonda anestezi gaz ulaştırırken, aynı zamanda ameliyathane personelinin maruziyetini azaltmayı amaçlar. Bu doğrultuda

geliştirilen anestezi vapoizatörler ve solunum devreleri, modern anestezi pratiğinin ayrılmaz parçaları haline gelmiştir (3).

Anestezi makinesi, cerrahi işlemler sırasında hastanın bilinç düzeyini kontrollü bir şekilde düzenlemek amacıyla, gazların depolanması, dozlanması, iletilmesi ve solunumun desteklenmesi işlevlerini sürdüren entegre bir cihazdır. Bu cihaz; gaz kaynak bağlantıları, akımmetreler, güvenlik basınç redüktörleri, vapoizatörler, taze gaz çıkışı, solunum devreleri, ventilasyon modülü ve atık gaz tahliye sistemlerinden oluşur (4). Günümüzde kullanılan modern anestezi çalışma istasyonları; volatil anestezi gazı tam ölçülerde uygulayabilen, oksijen ve diğer solunum gazlarını ölçme ve solunan gazı anestezi buharı ile sürekli zenginleştirmeye olanak sağlayan, ekshale edilen anestezi gazların karbondioksit uzaklaştırıldıktan sonra yeniden solunmasına izin veren ve ilaç dozunun ekspire edilen alveolar gazlarda takip edilebildiği kompleks cihazlardır (5).

Düşük akım anestezi yöntemi, yarı kapalı geri solunmalı sistemlerde, karbondioksit absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın en az %50'sinin kullanılmamış anestezi gazların belli miktarda taze gazla karıştırılarak hastaya geri döndüğü bir tekniktir (6). Düşük akım anestezi, özellikle son yıllarda gelişen modern anestezi teknolojilerine paralel olarak kullanım alanı artan bir yöntem olarak dikkat çekmektedir. Günümüzde düşük akım anestezi uygulamalarının en başta gelen avantajları arasında anestetik gaz tüketiminin azalması ve buna bağlı ortaya çıkan çevresel ve ekonomik yararlar olarak görülmektedir (7).

Anestezi cihazları üretici firmaların tercihine göre farklı sürüş sistemine sahiptirler. Bu sürüş sistemleri körük, piston, türbin, ve volüm reflektör olarak tanımlanan ekipmanlardan oluşmaktadır. Bu sürüş sistemlerinin dizayn ve farklı konsept yapıdaki özellikleri nedeniyle iç hacimlerinde de değişiklik olabilmektedir. Bu ekipmanlar halka sisteminin bir üyesi olarak inspirasyon sırasındaki itici gücü oluşturmaktadırlar. Bu sistemlerin hacimlerindeki değişiklikler, geri solumalı sistemlerin yani halka sisteminin toplam hacminde de değişiklik yapmaktadır.

İnhalasyon anestezisi uygulamalarında kullanılan halka sisteminin hacmi, hedeflenen anestezi ajan konsantrasyonuna ulaşma süresini ve gaz alışverişinin miktarını doğrudan ve önemli ölçüde etkilemektedir. Düşük hacimli halka sistemleri ile alveolar anestezi konsantrasyonları daha hızlı artmaktadır.

Bu çalışmada; genel anestezi altında anestezi ventilatörüne bağlı hastalarda, farklı sürücü gaz sistemlerini kullanan ventilatörlerin, iki farklı taze gaz akım parametresi altında total inhaled anestezi ajan tüketimi ve 1 MAK değerine ulaşma süreleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. İnhaler Anestezik Ajanlar**

İnhalasyon anestezisi, solunum yolu ile verilen anestezik ajanların santral sinir sisteminde belirli konsantrasyona erişmesi ve bu düzeyin sürdürülmesi ile anestezi etkisinin sağlandığı, bu amaçla modern anestezi ekipmanlarının kullanıldığı bir yöntemdir (2). İnhalasyon anestezisi sırasında yeterli gaz değişimi ve dinamiklerinin sağlanması ve anestezi derinliğe ulaşılmasında kullanılan inhaler ajanların seçimi ve uygunluğu büyük önem taşımaktadır. İnhalasyon anestezisinde en sık kullanılan gazlar halotan, izofluran, sevofluran, desfluran, nitroz oksit olarak sayılabilir (8).

Volatil anestezik ajanların farmakodinamik ve farmakokinetik davranışlarını belirleyen en önemli faktör kan-gaz partiyon katsayısı ve yağ dokuda çözünürlük özelliğidir. İnspiratuar gaz karışımında bulunan anestezikler alveolar bariyerden geçip kanda çözündükten sonra vücutta dağılmaktadır. Anestezik etkinin oluşması, santral sinir sistemine ulaşip etki etmeleri ile sağlanmaktadır. İnhalasyon anestezisinin derinliği, beyindeki anestezik konsantrasyonu tarafından belirlenir ve bu konsantrasyon doğrudan kandaki konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak alveolar parsiyel basınca bağlıdır. Bu nedenle anestezi derinliği, ekspiratuar solunum gazındaki volatil anestezik ajanın inhalasyon konsantrasyonunu değiştirerek belirlenir. Alveoler parsiyel basınç, volatil anestezik ajanların alımını belirleyen belirleyici faktör olduğundan, bu değer artışı anestezi indüksiyonu ve derinleşmesi için belirleyicidir. Alveoler

basınç, inspiratuar konsantrasyona, alveoler ventilasyona, fonksiyonel rezidüel kapasiteye, halka sisteminin hacmine ve volatil anestezi ajanlarının kandaki çözünürlüğüne bağlıdır (9).

### 2.1.1. İnhalasyon Anestezisi Sırasında Oksijen ve İnhaler Anestezi Ajan Tüketimi

Anestezi uygulaması sırasında hastanın oksijen tüketimi metabolik tüketime eşit ve görece sabit kabul edilmektedir. Bu amaçla, Brody tarafından geliştirilen formülünden yararlanılmaktadır (10):

$$\text{VO}_2 \text{ (oksijen kullanımı)} = 10 \times \text{kg}[\text{vücut ağırlığı}]^{3/4}$$

$$\text{VO}_2 = 3.5 \times \text{kg} [\text{mL/min}]$$

Anestezi gaz tüketimi, kullanılan volatil gazın farmakolojik özelliklerine göre belirlenmektedir. Hasta tarafından alınan inhale anestezi ajanı, anestezi süresince eksponensiyel olarak düşmektedir ve ulaşmak istenen konsantrasyon ve gazın çözünürlüğüne bağlı olarak değişmektedir. Lowe formülüne göre,

$$V_{AN} = f \times \text{MAK} \times \lambda_{B/G} \times Q \times t^{1/2} [\text{mL/min}]$$

$$V_{AN} = \text{inhalasyon anestezisi kullanımı, mL/min}$$

$f \times \text{MAK}$  = seçilen anestezi maddenin minimum alveoler konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak istenen ekspiratuar anestezi konsantrasyonu

$$\lambda_{B/G} = \text{kan-gaz partiyon katsayısı}$$

$Q = \text{kardiyak output (dL/min)}$

### **2.1.2. Minimum Alveoler Konsantrasyonu (MAK)**

MAK değeri, hastaların %50'sinde cerrahi insizyona karşı motor yanıtın görülmediği volatil anestezi ajanının minimum alveoler konsantrasyonudur. MAK değeri, kullanılan volatil anestezi ajana bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bir anestezi ajanının MAK değeri ne kadar düşükse, potensinin de o kadar yüksek olduğu kabul edilmektedir (2).

MAK değeri birçok faktörden etkilenir. Bunlar arasında yaş, hipertermi, hipotermi, gebelik, alkol kullanımı, amfetamin kullanımı, anemi, sedatif ilaç kullanımı, hiperkapni, hiponatremi, hipovolemi, hipotansiyon, hipoksi bulunmaktadır (11).

Modern anestezi uygulamalarında genellikle, sedatif ve anestezi indüksiyonu ile birlikte intravenöz bir opioid ve intravenöz hipnotik ile premedikasyon yapılarak ve volatil anestezi ajanla idame sağlanarak ilaçların bir kombinasyonu uygulanmaktadır. Bu bağlamda, yeterli anestezi derinliğine ulaşmak için 0,8 ile 1,2 arasında MAK değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

### **2.2. Düşük Akım Anestezi**

19. yüzyılda, inhaler anestezi ajanlarının anestezi uygulanan hastaların solunan havasında değişmeden dışarı verildiği fark edilmiş ve kullanılmayan gazın yeniden solunmasıyla anestezi etkinin belirgin şekilde uzatılabileceği gözlemlenmiştir. Sonraki yıllarda, karbondioksit absorpsiyonunu mümkün kılan

yeniden soluma sistemlerinin anestezi uygulamasına dahil edilmesi düşük akım anestezi yönteminin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır (7).

Düşük akım anestezi (DAA) yarı kapalı geri solumalı bir sistem kullanılarak ekshale edilen gazın en az %50'sinin, karbondioksit absorpsiyonundan sonra, kullanılmamış anestezi gazlarının belli miktarda taze gazla karıştırılarak bir sonraki inspirasyonda tamamen ya da kısmen hastaya geri döndüğü bir anestezi uygulama tekniği olarak tanımlanmaktadır (6). DAA için evrensel olarak kabul görmüş bir tanım bulunmamakla birlikte, genel olarak alveolar ventilasyondan daha az taze gaz akışı (TGA) kullanan teknikleri ifade etmek için kullanılmaktadır (7).

Düşük akım anestezi, taze gaz akışı hastanın dakika hacminden önemli ölçüde düşük olduğunda meydana gelmektedir. TGA ne kadar düşükse, solutma sisteminde yeniden dolaşıma giren gazların oranı o kadar yüksek olmakta ve sistemden atılan gaz hacmi aynı oranda düşük olmaktadır (12).

Düşük akım anestezi yöntemi, son yıllarda modern anestezi cihazlarının gelişimi, ileri monitörizasyon olanaklarının artması, gaz analizör monitörlerinin ve hassas vaporizörlerin gelişimi, bunlara paralel olarak anestezi güvenliğinin yükselmesi ile giderek daha fazla dikkat çeken ve kullanımı artan bir yöntem olmuştur. Ayrıca anestezi ajanlarının çevresel etkileri ile ilgili artan bilgiler ve maliyet analizleri de düşük akım anestezi yönteminin tercih edilmesinde etkilidir (13,14).



Düşük akımlı anestezinin temeli geri soluma oranına dayanmaktadır ve bu oranı belirleyen ana unsur taze gaz akım hızıdır. Foldes ve arkadaşları 1952 yılında DAA'yı taze gaz akışının <1 L/dk olarak tanımlamış, Virtue ise 1974 yılında minimal akım anesteziyi 0.5 L/dk olarak tanımlamıştır (14). Baker-Simionescu sınıflandırılmasına göre taze gaz akımına (TGA) göre akım hızları şu şekildedir:

**Tablo 1.** Baker-Simionescu taze gaz akımı sınıflaması (15,16)

| Akım türü       | Taze Gaz Akımı (L/dk) |
|-----------------|-----------------------|
| Metabolik akım  | <250 ml/dk            |
| Minimal akım    | 250 – 500 ml/dk       |
| Düşük akım      | 500 – 1 L/dk          |
| Orta akım       | 1 – 2 L/dk            |
| Yüksek akım     | 2 – 4 L/dk            |
| Çok yüksek akım | >4 L/dk               |

### 2.2.1. Düşük Akım Anestezinin Uygulama Yöntemi ve Gereksinimleri

DAA yönteminde premedikasyon, preoksijenizasyon ve indüksiyon basamakları rutin anesteziyoloji standartlarına paralel biçimde uygulanmaktadır. DAA başlatılması basamağında ana amaç, anestetik ajanın yeterli akciğer konsantrasyonuna ulaşmasını sağlamaktır. Bu amaçla kullanılan yöntemler arasında; başlangıç aşamasında yüksek akımın kullanılması böylece zaman sabitinin düşürülerek istenen konsantrasyona hızla ulaşılması, tüm halka sistemin istenen gaz konsantrasyonuyla doldurulmuş olduğu bir halka sistemi kullanılması; solunum devresinin ekspiratuvar koluna sıvı volatil ajanların enjekte edilmesi

sayılabilir. Anestezinin idamesi için anestezi ajanının sabit bir konsantrasyonda tutulması ve gazların yakın monitörizasyonu istenir. Düşük akım anestezinin sonlandırılmasında, uzun zaman sabiti nedeniyle kendine gelme daha geç gerçekleşmektedir. Bu amaçla, wash-out sürecini hızlandırmak için yüksek akımlara geçilmesi veya aktif kömür gibi yöntemler kullanılmaktadır (7).

DAA uygulaması hem ekipman hem de uygulayıcı bilgisi açısından belirli gereklilikler doğurmaktadır. DAA uygulaması için temel gereksinimler karbondioksit absorpsiyonu bulunan bir solutma sistemi ve gaz konsantrasyonlarının yakın takibinin sağlanmasıdır (12). Günümüzde, modern anestezi cihazları DAA tekniğinin etkili ve güvenli şekilde uygulanabilmesi için olanakları sağlamaktadır.

DAA uygulaması yapılması için bir sistemde,

- Rezervuar balonu ile hasta arasında inspiratuar ve ekspiratuar tarafta tek yönlü valfler bulunmalıdır.
- Taze gaz hasta ile ekspirasyon valfi arasına sisteme girmemelidir.
- Taşma valfi hasta ile inspirasyon tek yönlü valfi arasına yerleştirilmemelidir (17).

DAA tekniği uygulanırken dikkat edilmesi gereken bazı noktalar şu şekilde belirtilmektedir (7):

- Gaz iletimi için, 50 ml/dk'ya kadar akışlara kalibre edilmiş flowmetreler bulunması

- Sızıntısız bir halka solunum sistemi ve kaflı endotrakeal tüpler gibi havayolu gereçleri (iyi oturan supraglottik havayolu cihazlarıyla da mümkündür)
- İnhalasyon ve endtidal ajan konsantrasyonları sağlayan gaz izleme sistemi. Y parçasına daha yakın olan, alveoler gaz konsantrasyonlarını yansıtan ekspiratuar gaz konsantrasyonlarının ölçümü
- Yüksek konsantrasyonlar verebilen ve düşük taze gaz akışında doğru olacak şekilde kalibre edilmiş vaporizatörler
- Solunum sisteminin, rezerv hacmi en aza indirmek için minimum internal hacme sahip olması

DAA uygulamasında hastaya volatil ajanın iletilmesinde günümüzde kullanılan standart yöntem taze gazın, hasta devresine girmeden önce vaporizatörden geçtiği (Vaporiser out of circuit) yöntemidir. DAA uygulamasında gaz hastaya "kapalı bir sistem" içinde verilmekte ve CO<sub>2</sub> emicisi aracılığıyla dairesel bir düzende geri çevrilmektedir. Aynı gaz sürekli olarak geri çevrilirken, ventilatörden veya solunum valfinden küçük miktarlar salınarak ek taze gazın verilmesine izin verilir, tek yönlü valfler devre etrafında tek yönlü akış üretir (18).

Anestezi uygulamasının başlangıcında yüksek TGA uygulanması, beklenen konsantrasyonlara ulaşıldığında ise TGA oranının düşürülmesi önerilmektedir. Düşük akım uygulamalarında genellikle 4 L/dk ile 6 L/dk arasında yüksek taze gaz akışı ile prosedüre başlanmakta, ortalama 10 dakika sonra 1.0 L/dk akış hızına düşürülmektedir. Anestezik ajanın hastaya ulaştırılmasında oksijen, oksijen ve medikal hava karışımı veya oksijen/nitroz oksit taşıyıcı gaz

olarak kullanılabilir. Düşük akışlı anestezide, anestezi gazlarının bileşimi anestezisi süresi boyunca sürekli olarak değişmekte, bu durum gaz bileşiminde aralıklı ayarlamalar yapılmasını gerekli kılmaktadır. Düşük akışlı anestezinin bir diğer özelliği ise, taze gaz akışı ne kadar düşük ise hastaya giden oksijen ve anestezi ajan konsantrasyonundaki anlık değişimin o kadar yavaş olmasıdır.

### **2.2.2. Düşük Akım Anestezinin Avantajları**

Günümüzde düşük akım anestezisi uygulamalarının en başta gelen avantajları arasında anestetik gaz tüketiminin azalması, çevreye salınan kirlitici gazlarda azalma, maliyetin azaltılması, anestetik gazların uygun şekilde nemlendirilmesi ve ısıtılması sayılabilir (7,13,19).

Günümüzde kullanılan volatil anesteziğin kan-gaz partiyon katsayılarının düşük olması ve anestezisi sırasında hasta monitörizasyonunda volatil anestezi konsantrasyonunun izlenmesi sayesinde, düşük akımlı anestezinin kullanımının özellikle volatil anestezi tüketimini azaltmak konusunda önemli bir yöntem olarak görülmektedir (20). Nunn, düşük akım anestezinin avantajlarını ekonomik avantajlar, solunan gazların iklimlendirilmesi ve atmosfer kirliliğinin azaltılması olarak sıralamıştır (14). DAA uygulaması kullanılan volatil gaz miktarını azaltarak anestezi gazlarının yüksek maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır. Nemlendirme ve ısıtma özellikleri sayesinde hastaların soluduğu havanın uygun biçimde iklimlendirilmesi bir başka avantajdır. Anestezisi makinelerinde kullanılan tüm gazlar atmosfere karışmakta ve sera gazı etkisine katkıda bulunan gazlar başta olmak üzere bu gazların salınımı çevre kirliliği

yaratmaktadır. DAA uygulaması bu açıdan da tercih edilmesi önerilen bir yöntemdir (14).

Upadya ve Saneesh düşük akım anestezinin avantajlarını şu şekilde sıralamaktadır (7):

Fizyolojik :

- Solunan gazın ısını ve nemini korur, böylece vücut sıcaklığını korur ve su kaybını azaltır.
- İn hale edilen anestezik gazların akış dinamiklerini iyileştirir.
- Mukosiliyer klirensi artırır.
- Hava yolu epitel sağlığını iyileştirir.
- Kuru hava yolu salgılarının birikimini azaltır.

Ekonomik :

- Azaltılmış anestezik gaz tüketimi
- Volatil anestezik ajan tüketiminde %60-%75'a varan önemli azama

Ekolojik :

- Ozon tabakasına zarar veren florokarbon ve azot oksit taşmasının azaltılması
- Azot oksit ve volatil maddelerden kaynaklanan sera gazı etkisinin azaltılması

Çevresel :

- Azaltılmış ameliyathane kirliliği
- Doldurma sırasında anestezi buharlara daha az maruz kalma

### **2.2.3. Düşük Akım Anestezinin Uygulanmasında Çekinceler**

DAA uygulamasının etkililiği ve güvenliği için gelişmiş anestezi cihazlarının ve hassas ölçüm ve izleme sistemlerinin varlığı gerekmektedir. Temel olarak DAA uygulaması ile ilgili bildirilen çekinceler mevcut vaporizörlerin limitasyonları, soluma sisteminde istenmeyen gazların birikmesi ve absorbanlarla reaksiyon ürünlerinin ortaya çıkması olarak sıralanmaktadır (14).

DAA tekniğinin anestezi ekibinin yeterli bilgisi ve deneyimi olmadığında, yüz maskesiyle kısa süreli anestezi uygulamalarında, yüksek gaz kaçağı olan teknik ekipmanlarda, yeterli monitörizasyonun olmadığı durumlarda, kaçaksız kapalı solunum sistemleri bulunmadığında kullanılmaması önerilmektedir. DAA uygulamasında temel çekinceler şu şekilde sıralanmaktadır (7):

- Anestezi ajanların dilüsyonu
- Gaz karışımının bileşimini değiştiren ajanların farklı alımı
- Metabolizma için yeterli oksijenin sağlanamaması
- İndüksiyon ve anesteziden uyanma süresinin uzaması
- Sistemde istenmeyen eser gazların (karbonmonoksit, aseton, metan, hidrojen, etanol, haloalken gibi) olası birikimi riski
- Hipoksik karışımları ve anestezi ajanların yetersiz/aşırı dozunu önlemek için sürekli dikkat ve sık akış ayarlamaları gerekmesi

- CO<sub>2</sub> absorbanlarının daha fazla tüketilmesi ve absorbanın tükenmesi durumunda hiperkarbi ve CO<sub>2</sub> yeniden soluma riski

Düşük akım anestezide kesin kontraendikasyonlar şu şekilde sıralanabilir (10,19):

- Malign hipertermi
- Duman veya gaz zehirlenmesi
- Septisemi
- CO<sub>2</sub> absorbanının tükenmesi
- Oksijen monitörü yetersizliği
- Anestezik ajan monitörü yetersizliği

Düşük akım anestezide rölatif kontraendikasyonlar şu şekilde sıralanabilir (10,19):

- Kötu kontrollü diyabet,
- Kronik alkolizm,
- Uzun süreli açlık,
- Akut alkol zehirlenmesi
- Ciddi bölgesel dolaşım bozukluğunun eşlik ettiği ağır sigara

bağımlılığı

- Bronkospazm
- Yüz maskesi ile ventilasyon
- Kafsız endotrakeal tüp kullanımı
- Yeniden solutmasız sistemlerin kullanımı

### 2.3. SOLUTMA SİSTEMLERİ

İnhalasyon yoluyla ilaç uygulaması, dünya genelinde anesteziistlerin temel uygulama yöntemlerinden biridir. Anestezi cihazı, ihtiyaç duyulan ilaçları hassas dozlarda sağlayarak hastaya güvenli şekilde ulaştırır. Bu iletimi sağlayan ve yalnızca birkaç temel bileşeni birbirine bağlayan basit yapılar "devre" olarak adlandırılır. Bilimsel anlamda bu sistemlere "solutma sistemi" denir ve anestezi cihazından hastanın hava yollarına gaz ileten bileşenler topluluğu olarak tanımlanır (21). Solutma sistemleri taze gaz ve ekspire edilen gaz içeren anestezi gazların bir araya getirilmesini, bu gazların hastaya ulaştırılmasını, karbondioksitin uzaklaştırılmasını, anestezi gazların ortam atmosferinden ayrı tutulmasını ve anestezi gazların ısı ve nem yönünden uygun iklim koşullarına getirilmesini sağlamaktadır (22). Solutma sistemleri aşağıdaki şekillerde sınıflandırılabilir:

Teknik özelliklerine göre solutma sistemleri:

- Anestezi Gaz Rezervuarı Olmayan Solutma Sistemleri
- Yeniden Solutmasız Sistemler
  - Akım Denetimli Yeniden Solutmasız Sistemler
  - Valf Denetimli Yeniden Solutmasız Sistemler
- Yeniden Solutmalı Sistemler
  - To and fro absorpsiyon sistemleri
  - Absorpsiyonlu halka (circle) sistemleri

İşlevsel özelliklerine göre solutma sistemleri:



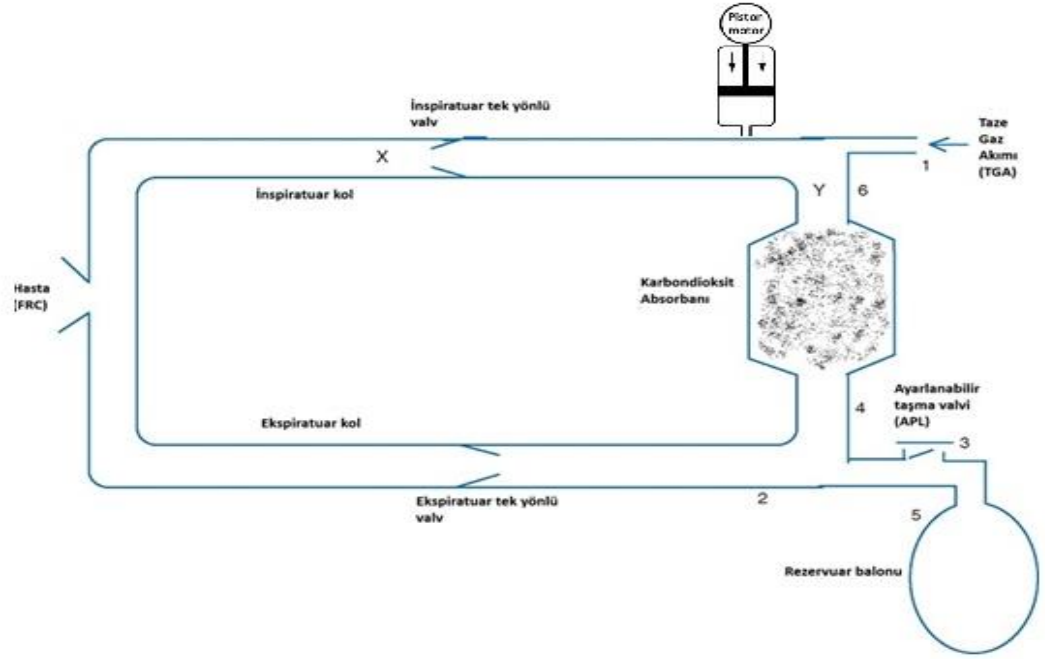
- Açık Solutma Sistemleri
- Yarı-Açık Solutma Sistemleri
- Yarı-Kapalı Solutma Sistemleri
- Kapalı Solutma Sistemleri

### **2.3.1. Yeniden Solutmalı Sistemler**

Yeniden solutmalı sistemler, hastanın ekspire ettiği havadaki anestezi gaz karışımından karbondioksitin uzaklaştırılması ve bu karışıma taze gaz eklenmesi sonrasında bir sonraki inspirasyonda tamamen ya da kısmen hastaya yeniden solutulduğu sistemlerdir. Böylece kullanılmayan anestezi ajanların inhalasyon gazında yeniden hastaya dönmesi sağlanmaktadır. Hasta tarafından kullanılan veya atık sistemi ile sistemden çıkan gazların yerine taze gazların eklenmesiyle sistemde sürekli gaz dolaşımı sağlanmaktadır.

Yeniden solutma sistemleri taze gaz akımına göre yarı açık, yarı kapalı ve kapalı sistemler olabilir. Taze gaz hacmi hasta tarafından alınan gaz hacmine eşitse ve karbondioksit absorpsiyonunun ardından ekshale edilen gazın tamamı hastaya yeniden solutuluyorsa kapalı solutma sisteminden; taze gaz akımı hasta tarafından alınan gaz hacminden fazla, ancak dakika hacminden azsa ve kısmen yeniden solutma yapılıyorsa yarı kapalı solutma sisteminden söz edilmektedir. Dakika hacminden daha büyük bir taze gaz akımı ile yeniden solutulan kısım yok denebilecek kadar az indirildiği, böylece inspiratuar gaz bileşiminin taze gaz bileşimi ile aynı olduğu sistemler ise yarı açık solutma sistemi olarak

görülmektedir (23). Halka sistemleri anestezi uygulamalar için en sık kullanılan solunum devreleridir.



Şekil 1. Şekil 1. Halka sistemi (12)

#### 2.3.1.1. Halka Sistemi ve Bileşenleri

Halka solunum sistemi, tek yönlü valflerle düzenlenen ve gazların sistem içinde tek yönlü olarak dolaşımını sağlayan kapalı ya da yarı kapalı solunum devresidir. Bu özelliği nedeniyle “halka” terimiyle anılır. Uzun yıllar boyunca klasik halka sisteminin tasarımı büyük ölçüde sabit kalmış, çoğu anestezi iş istasyonu benzer şemalara ve bileşenlere sahip sistemlerle donatılmıştır. Ancak son yıllarda iş istasyonlarındaki teknolojik gelişmeler, halka sistemlerinin de evrim geçirmesine neden olmuş ve hasta güvenliğini artırmaya yönelik

entegrasyonlarla (örneğin pozitif basınçlı ventilasyon sırasında taze gaz ayırıcı sistemler gibi) daha gelişmiş sistemler oluşturulmuştur.

Halka solunum sistemi genellikle şu temel bileşenlerden oluşur:

1. Taze gaz giriş kaynağı
2. Tek yönlü inspirasyon ve ekspirasyon valfleri
3. İnspirasyon ve ekspirasyon yönlü oluklu solunum hortumları
4. Hastaya bağlanan Y-parça
5. Ayarlanabilir basınç sınırlayıcı valf (APL/pop-off valfi)
6. Rezervuar balonu
7. CO<sub>2</sub> absorbanı içeren kanister
8. Sürücü sistem (körük, piston, türbin, volüm reflektör vb.)

Bu temel bileşenlere ek olarak; devre basınç sensörü, akım ölçer, ekspiratuvar/inspiratuvar gaz analizi, PEEP valfi, oksijen konsantrasyon sensörü gibi monitörizasyon üniteleri entegre edilmiştir.

Halka sistemleri, spontan, manuel ve mekanik ventilasyonu destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu nedenle, hem rezervuar torbası hem de ventilatörle uyumlu şekilde çalışmalıdırlar. Taze gaz, anestezi cihazının ortak gaz çıkışından devreye bağlanır (24).

Halka sisteminin başlıca avantajları şunlardır:

- Gaz konsantrasyonlarının stabilitesini korur: Solunan gazların konsantrasyonu nispeten sabit kalır.
- Isı ve nemin korunması: Ekshale edilen gazlar yeniden solunduğundan, ısı ve nem kaybı minimaldir.
- CO<sub>2</sub> eliminasyonu sağlanır: Kimyasal absorbanlar ile CO<sub>2</sub> uzaklaştırılır.
- Gaz ekonomisi sağlar: Daha düşük taze gaz akımıyla etkin anestezi sağlanarak ajan tüketimi azaltılır.
- Çevresel etkiler azalır: Minimum gaz kaybı sayesinde çevreye salınan atık anestezi gazları azalır.

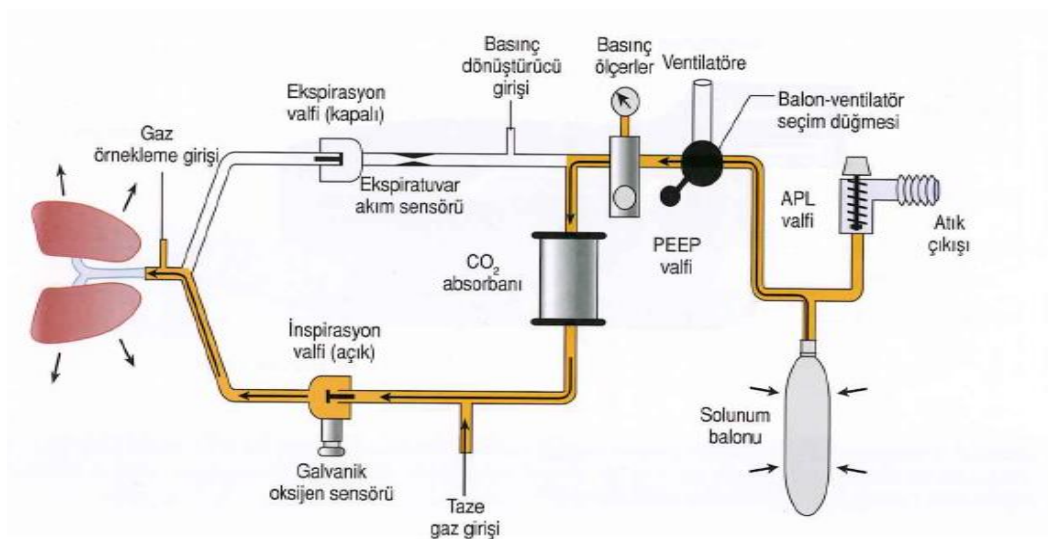
Ayrıca, halka sistemleri, anestezi gazlarının yeniden kullanımı sayesinde inhalasyon anestezisinin ekonomik ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir şekilde uygulanmasını mümkün kılar.

Halka sisteminin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır:

- Karmaşık yapı ve bağlantı riski: Çoklu bileşen içerdiğinden sistemin kurulumu karmaşık olabilir. Yanlış bağlantılar, sızıntılar veya tıkanıklıklar ciddi ventilasyon problemlerine neden olabilir. Literatürde, kapalı devre anestezi sistemleriyle ilişkili komplikasyonların %39'unun bağlantı hatalarına bağlı olduğu bildirilmiştir (25).

- Valf arızaları: Tek yönlü valflerdeki işlevsel bozukluklar (örneğin kapanmama ya da tıkanma) CO<sub>2</sub>'nin yeniden solunmasına ve hasta güvenliği açısından ciddi sonuçlara yol açabilir.
- Tidal hacim iletiminin bozulması: Bazı valf konfigürasyonları, özellikle de mekanik ventilasyon sırasında tidal volümün doğru şekilde iletilmesini engelleyebilir.
- Kimyasal absorbanlarla etkileşim riski: CO<sub>2</sub> absorbsiyonunda kullanılan bazı kimyasal absorbanlar (örneğin soda lime veya baralyme), anestezi ajanlarla etkileşime girerek toksik ya da aşırı ısıya neden olabilecek reaksiyonlar oluşturabilir (örneğin compound A veya karbonmonoksit oluşumu). Bu da sistemde anestezi bozunmalara yol açabilir (26).

Bu nedenle halka sistemlerinin kullanımı sırasında her bileşenin doğru yerleştirilmesi, fonksiyonunun kontrol edilmesi ve potansiyel komplikasyonlara karşı dikkatli olunması son derece önemlidir.



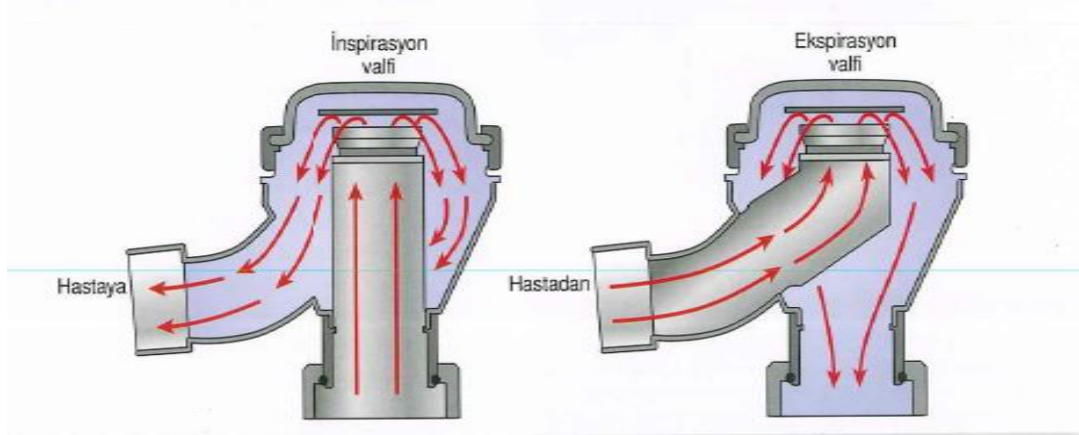
Şekil 2. Klasik halka sistemi (27).

#### **2.3.1.1.1. Taze Gaz Giriş Kaynağı**

TGA girişi, genellikle absorban ile inspiratuar valf arasına yerleştirilir. Bu konumda gaz nemi azalabilir, ancak hasta açısından avantajlıdır. Daha yukarı yerleştirildiğinde TGA kaybı artar, CO<sub>2</sub> ile seyreltme olur ve kapnografinin doğruluğu etkilenebilir (28).

#### **2.3.1.1.2. Tek Yönlü İspirasyon ve Ekspirasyon Valfleri**

Tek yönlü valfler, dairesel solunum sisteminin temel unsurlarıdır. Solunum sisteminde biriken neme dayanacak şekilde yapılmıştır. Bununla birlikte, genellikle güvenilir olan bu valfler, kullanım sırasında zaman zaman arızalanabilir. Tek yönlü bir valf açık konumda takılırsa, CO<sub>2</sub> uygun olmayan şekilde yeniden solunabilir (29). Kapnografi, her valf karakteristik bir CO<sub>2</sub> dalga biçimi göstermesi nedeniyle tanıya yardımcı olabilmektedir (30). Eğer valfler sıkışarak kapanırsa, bu durum devrenin tamamen tıkanması ile sonuçlanabilir. Kapalı pozisyonda sıkışmış bir ekspirasyon valfi barotravmaya yol açabilir. Uygun tek yönlü valf işlevini değerlendirme, anestezi iş istasyonunu kullanıma öncesi kontrol prosedürünün bir parçası olmalıdır. Anestezi makineleri, valf işlevi ve hareketinin görsel değerlendirilebileceği veya çalışma istasyonu tarafından arızanın gösterileceği şekilde yapılmıştır.



**Şekil 3.** Halkasal solunum sisteminin tek yönlü valfleri (31)

#### **2.3.1.1.3. İnspirasyon ve Ekspirasyon Yönlü Solunum Hortumları**

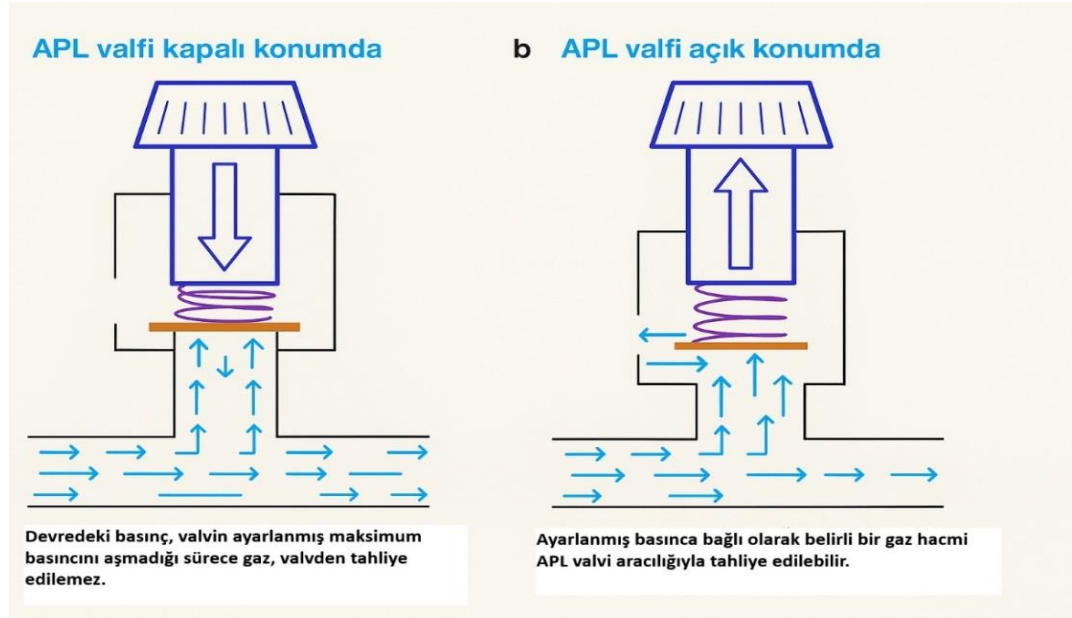
Solunum hortumları genellikle plastik, esnek ve ISO 5356-1 standardına uygundur. 1 metrelik 22 mm çapındaki hortumun iç hacmi yaklaşık 380 mL'dir (32). Bizim çalışmamızda kullandığımız standart solunum devresinin her bir kolu 1.8m olup iki kolun iç hacmi yaklaşık 1400 mL'ye denk gelmektedir. Dirençleri genellikle 0,5 cmH<sub>2</sub>O'yu geçmez. Hortumlar genellikle bir inert plastikten yapılır; bu sayede respiratuar gazların absorpsiyonu ve herhangi bir toksik madde oluşumu gözlenmez.

#### **2.3.1.1.4. Y-parça**

Y-parça; iki 22 mm erkek bağlantı (solunum hortumları için) ve 15 mm dişi hasta bağlantı konnektöründen oluşur. Bu parçaya genellikle 22 mm'lik erkek bağlantı da entegredir. Bazı modellerde ölü boşluğu azaltmak için iç septum yerleştirilmiştir. Halka sisteminde ölü boşluk, çift yönlü gaz akımının olduğu Y-parça düzeyine kadardır (33).

#### **2.3.1.1.5. Ayarlanabilir Basınç Sınırlayıcı Valfi (APL/pop-off valfi)**

APL valfi, fazla solunum devresi gazını süpürüp atık sisteme veren ve spontan ve manuel ventilasyon modları sırasında solunum sistemi basıncının kontrolünü sağlayan, operatör tarafından ayarlanabilen bir tahliye valfidir. İş istasyonunu ventilatör moduna geçirmek, valfi devre dışı bırakır veya kapatır. Bu cihazlar için “pop-off” valf ve basınç tahliye valfi de dahil olmak üzere birkaç başka ortak isim vardır (34).



**Şekil 4.** APL valfi çalışma mekanizması (35)

#### 2.3.1.1.6. Rezervuar Balonu

Anestezi rezervuar balonu veya solunum balonu; solunan gaz ve fazla taze gaz için bir rezervuar görevi görmek, manuel ventilasyon sağlamak veya spontan solunuma yardımcı olmak için bir araç sağlamak gibi fonksiyonlara sahiptir. Hastanın spontan solunum çabasını görsel ve dokunsal olarak izlemeye olanak sağlayan rezervuar balon; APL valfinin kapalı olması veya süpürücü hattın



tıkanması gibi durumlarda, hastayı solunum sistemindeki aşırı pozitif basınçtan koruma görevini üstlenir (36).

Standart solunum balonunun nominal hacmi 0,5 L ile 3 L arasındadır. Rezervuar balonu, solunum sisteminin en uyumlu parçasıdır. Standart balonların basınç-hacim özellikleri, maksimum bir basınca kadar şişecekleri ve daha sonra dolum daha yüksek hacimlere doğru devam ettikçe bir platoya hafifçe düşecekleri şekildedir.

Anestezi rezervuar balonları, belirtilen kapasitesinin dört katına kadar doldurulduğunda minimum yaklaşık 30 cm H<sub>2</sub>O ve yaklaşık maksimum 60 cm H<sub>2</sub>O basınç gerektiren basınç standartlarına uygundur (37).

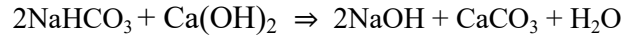
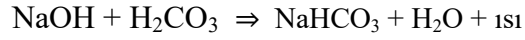
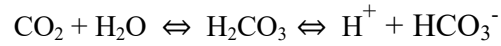
Klasik olarak, rezervuar balonu, mekanik ventilatör otomatik moddayken solunum devresinden çıkarılmıştır. Bununla birlikte, çoğu modern Dräger iş istasyonunda, rezervuar balonu, ekshale edilen ve taze gaz rezervuarı olarak işlev gördüğü mekanik ventilasyon sırasında devre fonksiyonunun ayrılmaz bir parçasıdır (38).

#### **2.3.1.1.7. Karbondioksit Absorbanı**

Halka sistemlerinde en önemli özelliklerden biri, ekshale edilen CO<sub>2</sub>'yi kimyasal olarak bağlayan ve solutma sisteminden çıkaran absorpsiyon mekanizmasıdır (12,14).

Halka sistemlerde taze gaz, absorban ve rezervuar torbasında retrograd olarak toplanır ve ekspire edilen gazı taşıma valfine doğru iter. CO<sub>2</sub> absorban, hem akışa düşük direnç sağlamak hem de gazın en az dirençli yollar boyunca granüller arasında aktığında oluşan kanallaşmayı önlemek için tasarlanmıştır. Karbondioksitin absorpsiyonu sırasında ısı ve nem de oluşmaktadır. Absorbanlar ayrıca kullanılan volatil maddelerle de tepkimeye girmektedir (12).

Bu süreç aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:



#### **2.4. Anestezi Ventilatörleri (Sürücü Sistemler)**

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra anestezi makinelerine otomatik ventilasyon eklenmeye başlanmıştır. Tarihsel süreçte anestezi sistemleri basit, taşınabilir şekilde tasarlanmıştı ve sadece hastanın spontan solunumuna dayanıyordu. Daha sonra, pozitif basınçlı ventilasyonu sağlamak için anestezi uygulama cihazlarına solunum balonları eklendi (39).

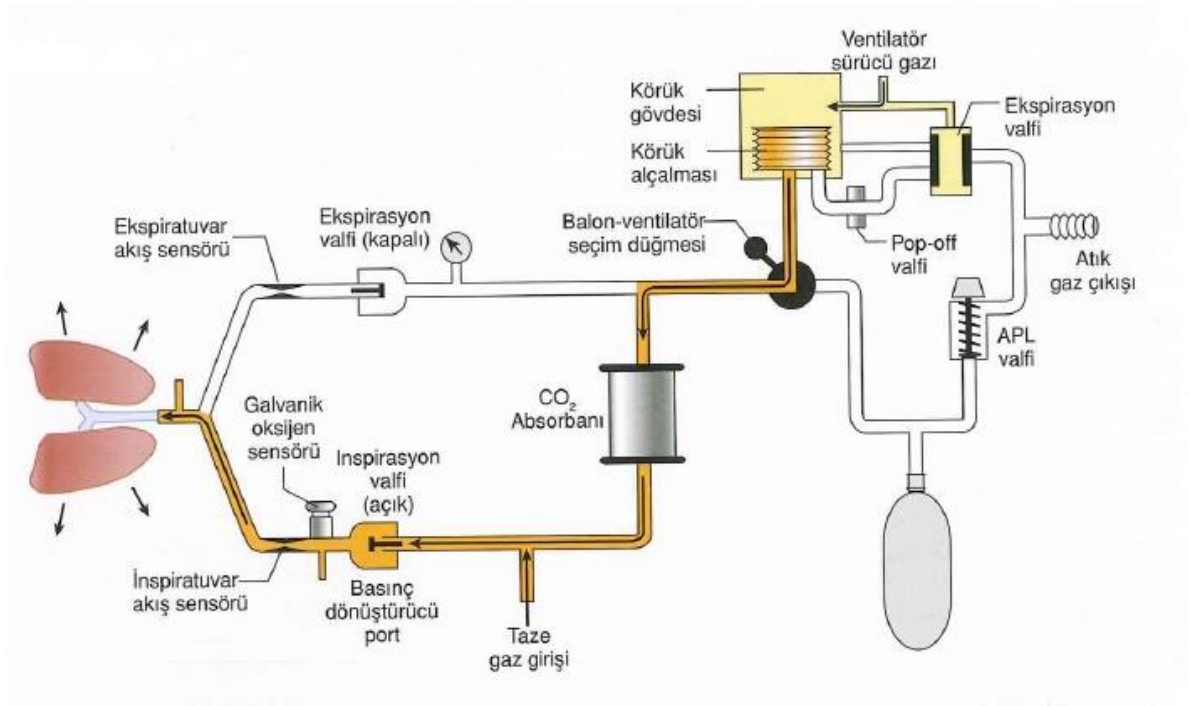
Günümüzdeki anestezi ventilatörleri artık anestezi iş istasyonları olarak tanımlanmaktadır. Anestezi iş istasyonları çeşitli ventilasyon modları ve hastanın

solunum çabasına olanak tanıma kabiliyeti dâhil olmak üzere yoğun bakım ünitesi (YBÜ) ventilatörlerine benzer kabiliyetler içermektedir. YBÜ ventilatörleri, her nefes için tamamen taze gaz kullanan ve solunan tüm gazı atmosfere veren açık bir devre olsa da; anestezi iş istasyonu, hastanın ekshale edilen gazını yarı kapalı dairesel sistemde toplama ve yeniden iletme aracı içermelidir. Bu gereklilik, anestezi ventilatörünün tasarımı ve kontrolünde mühendislik açısından benzersiz olmayan zorluklar sunmaktadır. Tarihsel olarak bu zorluğun en yaygın çözümü, anestezi iş istasyonuna bir körüğün dahil edilmesi olmuştur. Yeniden solumaya izin veren alternatif mühendislik çözümleri arasında pnömatik çalışan körük tipi ventilatörler, piston tipi ventilatörler, Getinge volüm reflektörü veya Dräger Perseus®'un türbin ventilatörü yer alır (40).

#### **2.4.1. Pnömatik Çalışan Körük Tipi Ventilatörler**

Körüklü ventilatörün çalışma prensibi, hava geçirmez sert bir gövde içinde çalışması ve hastanın solunum gazı için bir rezervuar görevi görmesidir. Gazı körükten hastaya geri taşımak için kullanılan itici güç, elektropnömatik kontrol altında körüğün gövdesine akan basınçlı gazdır. Körük, hastanın ekshalasyonu ve taze gaz akışı ile dolar. Körükler yeniden doldurulduktan sonra, ekspiratuar duraklama sırasında aşırı gaz devre atık sistemine verilir. Körüklü ventilatör geleneksel olarak çift devre olarak adlandırılır yani ventilatör sürücü gazı ve solunum gazı iki ayrı devrede bulunur. Körük, solunum gazı ile sürücü gaz arasında arayüz görevi görür, tıpkı rezervuar balonunun solunum gazı ile anestezinin elleri arasında arayüz görevi görmesi gibi (41).

Modern körüklü ventilatör, körüklere uygulanan basınç üzerinde birincil kontrole sahiptir ve hacim kontrollü nefesler oluşturmak için akış sensörlerinden entegre edilen verileri kullanır. Körükler için sürücü gazın kaynağı, iş istasyonunun gaz besleme bölümünden elde edilen oksijen veya havadır. Körüklü ventilatörü çalıştırmak için kullanılan gazın türünü bilmek, oksijen yetmezliği acil durumlarında önemli olabilir. Sürücü gaz olarak oksijen kullanılıyorsa, anestezi makinesi tarafından tüketilen oksijen miktarı, taze gaz akışı için seçilen oksijen miktarı artı ventilatör tarafından iletilen dakika ventilasyonu ile yaklaşık olarak eşit bir miktarda olacaktır.



**Şekil 5.** GE firması tarafından temsil edilen çıkan körüklü anestezi iş istasyonu şeması (42)

Daha önce açıklandığı gibi, körük tipi ventilatörler hasta ekshalasyonu sırasında hareket ettikleri yönler göre sınıflandırılabilir. Yükselen körük ekshalasyon ile yükselir ve alçalan körük ekshalasyon ile iner. Daha eski pnömatik ventilatörler ve bazı yeni anestezi iş istasyonları, ağırlıklı olarak alçalan körük kullanır ancak çoğu modern körüklü ventilatör, yükselen bir körük tasarımı kullanır. İki konfigürasyondan yükselen körük daha güvenli kabul edilir. Bağlantı tamamen kesilirse yükselen bir körük dolmayacaktır ancak devre kaçağı taze gaz akış hızını aşarsa kısmen dolabilir. Bu durum devre bağlantısı kesilmesi veya sızıntısı için önemli bir görsel ipucu sağlar. Diğer taraftan alçalan körüklü ventilatörün körüğü hasta bağlantısı kesilmesine rağmen döngüsel olarak yukarı ve aşağı hareketini sürdürür. Sürücü gazı inspirasyon aşamasında körüğü yukarı doğru iter ve ekspirasyon aşamasında ağırlıklı körük nedeniyle körük, hastanın ekshalasyon gazı yerine sisteme katılan itici gaz(oksijen veya hava) ile dolar. Bağlantı tamamen kesilse bile basınç monitörü ve hacim monitörü yanıltıcı olabilir (43).

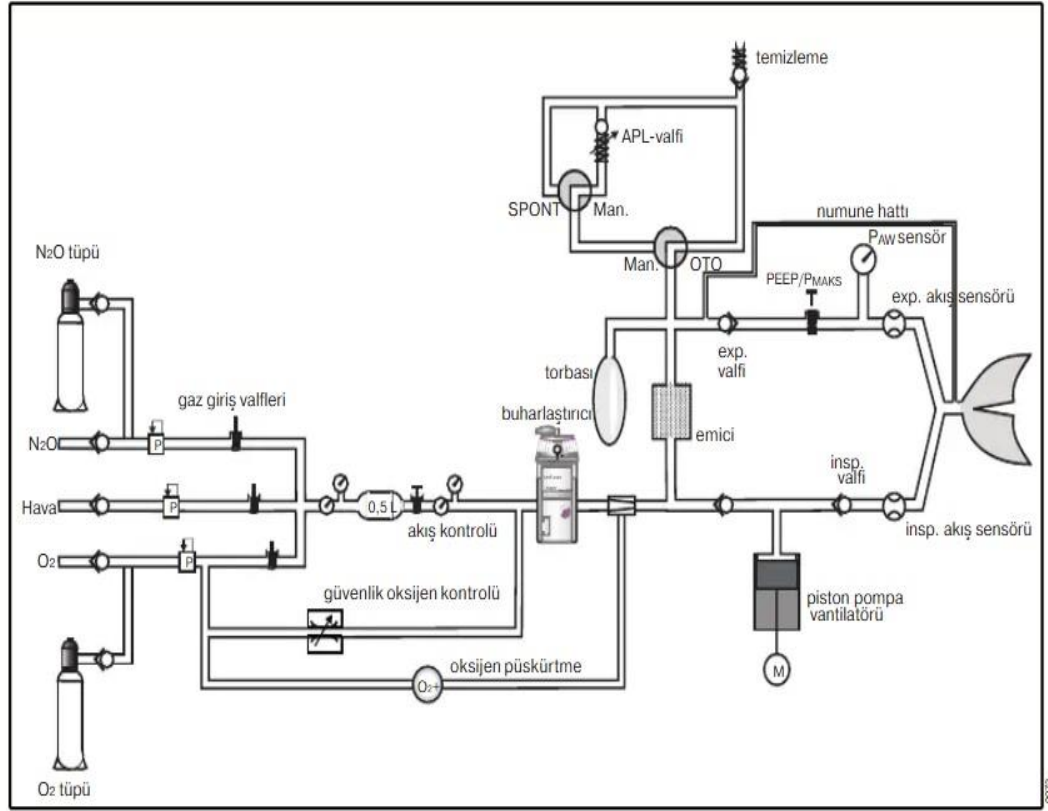
Körük sisteminin hacmi yaklaşık olarak 2 L'dir. Körük haznesinde, verilen tidal volümün görsel takibi için kullanılan 100 mL aralıklı çizgi işaretleri vardır.

#### **2.4.2. Mekanik Pistonlu Ventilatörler**

Mekanik olarak çalıştırılan, elektronik olarak kontrol edilen piston tipi ventilatörler, tidal hacmi iletmek için sıkıştırılmış sürücü gazı yerine bilgisayar kontrollü kademeli bir motor kullanır. Bunlar tek devreli ventilatörlerdir çünkü ayrı bir ventilatör sürücü gaz devresi yoktur. Piston, temelde sıfır kompliyanslı bir

silindirdeki bir şırınganın pistonu gibi çalışır (44). Ventilatör, devrede yer değiştiren hacim üzerinde birincil kontrole sahiptir ve basınç kontrollü soluklar oluşturmak için basınç sensörlerinden gelen verileri kullanır. Bilgisayarlı kontroller, kontrollü, senkronize veya spontan modlarda basınç veya hacim sınırlı soluklar dâhil çeşitli ventilatör modlarını destekleyebilir.

Hastanın mekanik soluğu, körüğü çalıştırmak için sıkıştırılmış gaz kullanılmadan iletiildiğinden, bu sistemler ventilatör çalışması sırasında geleneksel pnömatik ventilatörlere göre çok daha az sıkıştırılmış gaz tüketir. Verimlilikteki bu gelişme, anestezi iş istasyonu boru hattında gaz kaynağının bulunmadığı bir ortamda (örneğin, uzak yerler veya ofis tabanlı anestezi uygulamaları) kullanıldığında klinik öneme sahip olabilir. Pistonlu ventilatörün bir başka avantajı, piston odağının üstünde kompliyans olmadığından tidal hacmin çok hassas bir şekilde iletilmesini sağlamasıdır. Bu, körüklü tip ventilatörlerde esnek sürücü gazının değişen derecelerde sıkıştırmaya maruz kalabileceği anlamına gelir (45).



**Şekil 6.** Dräger Primus® anestezi iş istasyonu tarafından temsil edilen bir pistonlu ventilatör şeması (46)

Solunum balonu, mekanik ventilasyon sırasında halka sistemine katılır ve yeniden soluma için rezervuar görevi görür. Devre, inspirasyon sırasında taze gazın tidal hacme eklenmesini önlemek için bir taze gaz ayrıştırma valfi (decoupling valve) kullanır. Bu nedenle inspirasyon sırasında solunum balonuna taze gaz eklenir. Ekspiratuar faz sırasında, solunum balonu başlangıçta solunan gazla dolar; daha sonra piston başlangıç pozisyonuna döndüğünde, taze gaz ayırma valfi açılır ve taze gaz ile solunum balonundan gelen gaz karışarak piston odacığını yeniden doldurur. Pistonlu ventilatördeki piston, körüklü ventilatördeki körüğün aksine dışarıdan görünmez. Bu nedenle, pistonlu ventilatör, yükselen körük tarafından sağlanan devre bağlantısı kesilmesi veya sızıntısı görsel geri

bildirimini doğal olarak sağlayamaz. Ancak mekanik ventilasyon sırasında rezervuar görevi gören solunum balonu, hasta ventilasyonu ile birlikte hareket eder ve bağlantının kesilmesi durumunda balonun tamamen sönmesi kullanıcıyı görsel olarak uyarır (47).

Pistonlu ventilatörlerle ilişkili potansiyel tehlike, alçalan körüklü ventilatörlerde olduğu gibi, devre bağlantısı kopsa bile yeniden dolduracak olmasıdır. Benzer şekilde, bir devre sızıntısı varsa, pistonlu ventilatörler sızıntı yoluyla oda havasının katılmasını sağlayarak oksijen ve anestezi ajanı seyreltilebilir (44).

#### **2.4.3. Volüm Reflektörlü Getinge FLOW-i® Anestezi Sistemi**

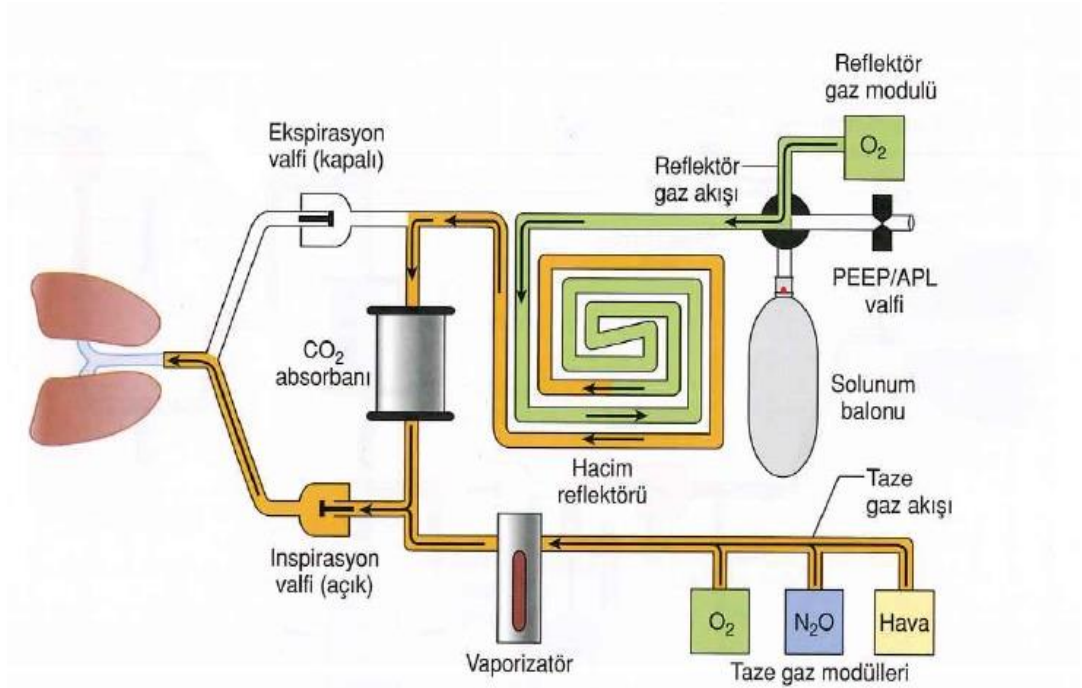
Getinge FLOW-i® anestezi iş istasyonu, rezervuar görevi görmesi için volüm reflektörü adı verilen yeni bir cihaz kullanır. Volüm reflektörü, anestezi iş istasyonuna sığacak şekilde kompakt olarak kıvrılmış, 1,2 L hacminde uzun plastik bir tüptür; tüm ventilasyon modları sırasında fonksiyoneldir ve “devre içindedir”. Pozitif basınçlı ventilasyon sırasında hasta ve reflektör gaz modülü arasına, spontan veya asiste ventilasyon sırasında hasta ile solunum balonu arasına yerleştirilir. Volüm reflektörü bu nedenle bir hacim rezervuarı görevi görürken aynı zamanda tüpün iki ucundaki gazın karışmasını önler (48).

Mekanik ventilasyonun gücü, solenoid kontrollü bir oksijen akış kaynağı olan reflektör gaz modülü tarafından sağlanır ve gazı bir piston gibi hacim reflektöründen inspirasyon sırasında hastaya iter. Volüm reflektörünün ve reflektör gaz modülünün işlevini anlamak için, ekspiratuar faz ile başlamak yararlı



olabilir, burada ekshale edilen hasta gazı hacim reflektörünün proksimal ucunu doldurur (hastaya en yakın), reflektör gaz modülü gazın PEEP valfinden dışarı ve atık sistemine doğru yer değiştirmesini sağlar. Ekshalasyonun sonunda, volüm reflektörü hasta ucunda ekshale edilen gazla doldurulur ve distal olarak ekshale edilen gazlar ve reflektör gaz karışımı ile doldurulur. Volüm reflektörün sarmal tasarımı, farklı bileşimlerdeki bu gazlar arasında önemli bir karışmayı önler. İnspire edilen tidal hacim, operatörün belirlediği ventilasyon parametrelerinin korunması amacıyla solunum devresindeki gaz akışını ve basıncını kontrol etmek için koordineli bir şekilde birlikte çalışan taze gaz modüllerinden ve reflektör gaz modülünden gelen gazın bir kombinasyonu tarafından oluşturulur (49).

İş istasyonu spontan ventilasyon modundayken solunum balonu etkinleştirilir ve reflektör gaz modülü devre dışı bırakılır. Hasta hacim reflektörüne soluk alır ve verir ve devre basıncı, operatör tarafından ayarlanabilen APL valfi tarafından kontrol edilir. Kontrollü ve spontan ventilasyon modlarında fazla gazlar, çift fonksiyonlu PEEP-APL valfi aracılığıyla atık gaz çıkışına verilir. FLOW-i® sistemi, reflektör gaz modülü akışını artırarak solunum sistemi sızıntılarını telafi edebilir. Reflektör gaz modülü sadece %100 oksijen sağladığından, bu durumda anestezi gaz seyreltmesi meydana gelir. Makine neredeyse tamamen elektronik arayüzlüdür (49).



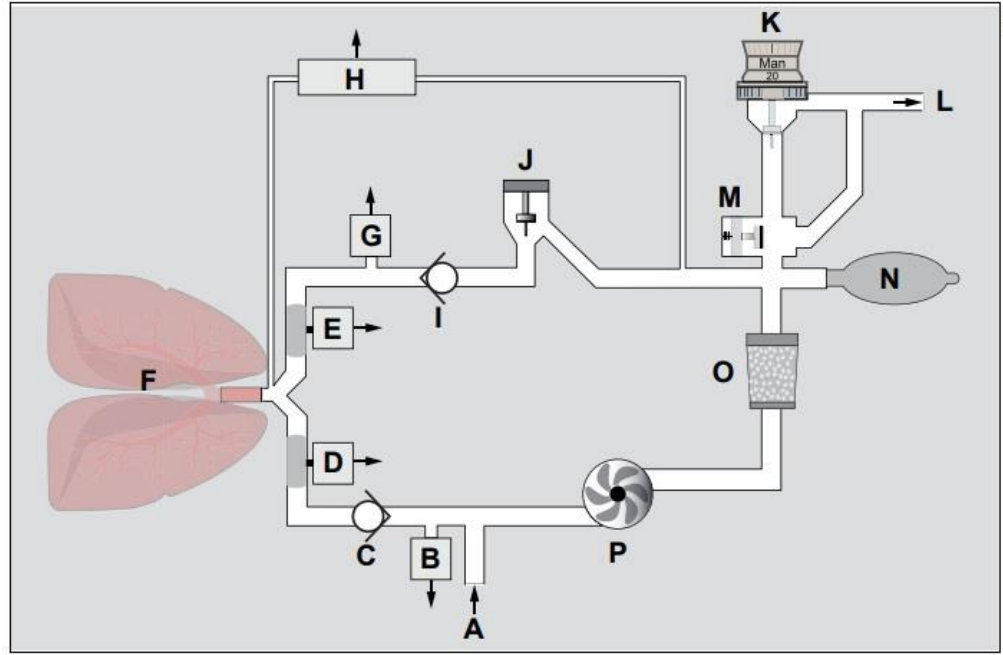
**Şekil 7.** Getinge FLOW-i® anestezi iş istasyonu solunum devresi ve gaz kaynağı sisteminin basitleştirilmiş şeması (50)

#### 2.4.4. Türbin Ventilatörlü Anestezi Sistemleri

Türbin ventilatörleri, basınç ve akış oluşturmak için küçük bir türbini (fan) çok yüksek hızlarda döndürmek için mekanik enerji kullanır. Türbin tabanlı ventilatörlerin bazı olası fonksiyonel avantajları arasında hasta tetiklemeye daha iyi yanıt verme, daha etkili basınç destekli ventilasyon ve bazı durumlarda yüksek ventilasyon iş yükü altında daha doğru tidal hacim iletimi sayılabilir (51).

Dräger Zeus® ve Perseus® iş istasyonlarında türbin tipi ventilatörler bulunur. Bu anestezi iş istasyonlarında türbinin en büyük avantajı, doğrudan halka sisteminin içine yerleştirilebilmesidir. Körük veya hacim reflektörünün aksine hastanın tidal hacmini hareket ettirmek için ayrı bir gaz miktarı gerektirmez ve bir pistondan farklı olarak yeniden doldurma gerektirmez. İnspirasyon sırasında

türbin üfleyici, hasta devresinin inspiratuar koluna yönlendirilen akış ve basınç oluşturur ve mekanik ventilasyon sırasında rezervuar görevi gören solunum balonundan gaz çeker. Taze gaz akışı, bu inspiratuar akışın bir parçası olarak dâhil edilir. Ekshalasyon sırasında solunan gaz, atık sistemine kaçmadan önce balonu doldurur ve ekshalasyon sırasında oluşan taze gaz akışının bu kısmı da balona doğru ters yönde hareket eder. Pistonlu ventilatörlerde olduğu gibi, solunum balonu mekanik ventilasyon sırasında devrenin ayrılmaz bir parçasıdır ve bir rezervuar işlevi görmeye devam eder. Pistonlu ventilatörlerin aksine, türbin ventilatör tasarımı, solunum balonunun inspirasyon sırasında boşaldığı ve ekspirasyon sırasında yeniden doldurulduğu şeklindedir. Balonun hareketi, ventilasyonun ve ayarlanan taze gaz akışına bağlı olarak devre sızıntısının görsel bir göstergesi olarak hizmet edebilir (52). Pistonun aksine türbin öncelikle bir basınç oluşturunucudur. Ventilatör, hacim ve basınç kontrolü, basınç desteği ve hava yolu basıncı tahliye ventilasyonu dâhil olmak üzere bir dizi mekanik ventilasyon modu oluşturmak için akış sensörleri ve elektronik kontrollerden yararlanır.



- |                                                            |                              |
|------------------------------------------------------------|------------------------------|
| A Gaz karıştırıcıdan gaz beslemesi                         | N Solunum balonu             |
| B İnspiratuar basınç ölçümü                                | O CO2 absorberi              |
| C İnspiratuar valfi                                        | P Üfleyci modülü TurboVent 2 |
| D İnspiratuar akış sensörü                                 |                              |
| E Ekspiratuar akış sensörü                                 |                              |
| F Hasta                                                    |                              |
| G Ekspiratuar basınç ölçümü                                |                              |
| H Hasta gaz ölçümü modülü                                  |                              |
| I Ekspiratuar valfi                                        |                              |
| J PEEP/PMaks valfi                                         |                              |
| K APL valfi                                                |                              |
| L Anestezi gaz alım sistemi                                |                              |
| M Otomatik ventilasyon ile Manuel / Spontan arasında geçiş |                              |

**Şekil 8.** Dräger Perseus A500® anestezi iş istasyonu tarafından temsil edilen bir türbinli ventilatör şeması (53)

## 2.5. Volatil Anestezik Ajan Tüketiminin Hesaplanması

Volatil anestezik ajanların tüketimi, kullanılan taze gaz akımı, vaporizatörden ayarlanan konsantrasyon ve uygulama süresine bağlı olarak hesaplanır. Klinik pratikte, mL cinsinden sıvı ajan tüketimi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$\text{Sıvı halde inhalasyon ajanı/saat} = 3 \times \text{kullanılan ajan \%} \times TGA(L)$$

Burada kullanılan 3 katsayısı, inhalasyon gazlarının molar hacminin (22,4 L/mol) ve standart koşullardaki dönüşüm faktörlerinin sadeleştirilmesi ile elde edilmiştir. Sevofluran için 1 mL sıvıdan yaklaşık 184 mL gaz, izofluran için 195 mL, desfluran için 210 mL buhar oluştuğu bilinmektedir. Bu formül, özellikle düşük akım anestezi uygulamalarında ajan tüketimini öngörmek, maliyet ve çevresel etki hesaplamalarında kullanılmaktadır (54).

## 2.6. Havuz Modellemesi

Anestezi cihazı halka sistemi ekipmanları ve hasta fonksiyonel rezidüel kapasitesi (FRC) ile birlikte yaklaşık 6-8 litrelik bir hacim oluşturur (Tablo 2). Bu hacmi bir sanal havuz olarak kabul edersek, inhalasyon anestezi uygulamalarında öncelikle bu havuzun içinin hedeflediğimiz anestezi gaz ve O<sub>2</sub> konsantrasyonunda doldurulması gerekir. Bu doldurma dönemi süresi (Wash-in olarak da tanımlanmaktadır.) taze gaz akış hızına bağlı olarak değişmektedir. Bu hesaplamalarda fizik kurallarından olan **zaman sabiti** terimi devreye girmektedir.

Wash-in ve wash-out süreçlerinin hızı, sistemlerin zaman sabiti ile tanımlanabilir. Düşük akışlı anestezi, taze gaz bileşimindeki değişikliklerin solunum devresindeki gazların bileşiminde değişikliklere neden olması için

önemli miktarda zaman gerekir. Düşük akışlı anestezi uygulanırken bu büyük zaman sabitleri dikkate alınmalıdır (10).

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Solunum devresi (Çalışmamızda kullanılan standart devre) | 1,4 L     |
| FRC (Erişkin 70 kg hasta)                                | 2,5 L     |
| Balon                                                    | 2 L       |
| Sodalime kanisteri                                       | 0,5-1,5 L |
| Ventilatör / Körük                                       | 1-2 L     |

**Tablo 2.** Körüklü bir ventilatöre ait solunum sistemi halkasının bölümleri ve bu bölümlere ait hacimler

## 2.7. Zaman Sabiti ( $\tau$ )

Zaman sabiti, inhalasyon ajanı ya da O<sub>2</sub>'de yapılan konsantrasyon ayarı değişikliklerinin solunum sistemindeki gaz bileşiminde değişikliğe yol açtığı zaman aralığını tanımlamaktadır. Zaman sabiti ( $\tau$ ), sistemin hacmi (makine hacmi ve pulmoner hacim) ile doğru orantılı ve taze gaz akışı ile ters orantılıdır. Halka sisteminde dolaşan hacim ne kadar küçük ve verilen taze gaz hacmi ne kadar büyük olursa, zaman sabiti o kadar küçük olmaktadır (10).

Zaman sabiti, Conway denklemine göre aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir:

$$\tau \text{ (zaman sabiti)} = V_S \text{ (sistem volümü)} / V_D \text{ (sisteme verilen taze gaz volümü)} - V_U \text{ (hasta alımı)}$$

Örnek olarak yaklaşık 8 L kabul ettiğimiz havuzda, taze gaz akımının 4 L ve 1 L olduğu durumlardaki zaman sabitleri aşağıda hesaplanmıştır:

$$\begin{array}{ll} V_{\text{sis}} &= 8 \text{ L} \\ \text{TGA} &= \mathbf{4 \text{ L}} \\ \tau &= 8/4 = 2 \\ 3 \tau &= \mathbf{6 \text{ dk}} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} V_{\text{sis}} &= 8 \text{ L} \\ \text{TG} &= \mathbf{1 \text{ L}} \\ \tau &= 8/1 = 8 \\ 3 \tau &= \mathbf{24 \text{ dk}} \end{array}$$

1 zaman sabiti = havuzda **%63** konsantrasyon değişimi sağlar.

2 zaman sabiti = havuzda **%86** konsantrasyon değişimi sağlar.

3 zaman sabiti = havuzda **%95** konsantrasyon değişimi sağlar.

Çalışmamızda kullanılan 4 farklı sürüş sistemine sahip anestezi cihazlarının teknik donanımları ve havuz modellemesindeki hacimleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

|                                                                                                                        | <b>Primus®</b>             | <b>Perseus<br/>A500®</b> | <b>FLOW-i®</b>             | <b>Avance CS<sup>2</sup><br/>Pro™</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Üretici Firma                                                                                                          | Dräger                     | Dräger                   | Getinge                    | GE                                    |
| Yazılım Versiyonu                                                                                                      | 2.n                        | 1.1n                     | 4.7                        | 10.x                                  |
| Sürücü Gaz Sistemi                                                                                                     | Piston                     | Türbin                   | Volüm Reflektör            | Körük                                 |
| Sürücü Gaz Tipi                                                                                                        | Elektrik motor             | Elektrik motor           | O <sub>2</sub>             | O <sub>2</sub>                        |
| TGA Ayırıştırıcı Sistem<br>(Decoupling)                                                                                | Var                        | Var                      | Yok                        | Yok                                   |
| Vaporizatör<br>Tipi                                                                                                    | Bypass Odacıklı            | Bypass Odacıklı          | Enjeksiyonlu               | Bypass Odacıklı                       |
| Sürücü Gaz Sistemi<br>Hacmi                                                                                            | Yaklaşık 1,4 L<br>(Piston) | -<br>(Türbin)            | 1,2 L<br>(Volüm Reflektör) | 2 L<br>(Körük)                        |
| CO <sub>2</sub> Absorbanı<br>Kanister Hacmi (Boş)                                                                      | 1.5 L                      | 1,5 L                    | 0,7 L                      | 0,95 L                                |
| Rezervuar Balon ve<br>Solunum Hortumları<br>(Standart)                                                                 | 2 L<br>+ 1,4 L             | 2 L<br>+ 1,4 L           | 2 L<br>+ 1,4 L             | 2 L<br>+ 1,4 L                        |
| Solunum Halkası<br>Hacmi (Kanister dâhil;<br>solunum hortumları ve<br>rezervuar balon hariç,<br>Firma katalog bilgisi) | 4,7 L                      | 2,18 L                   | 2,9 L                      | 2,7 L                                 |
| Toplam Hacim (FRC<br>2,5 L kabul<br>edildiğinde)                                                                       | <b>10,6 L</b>              | <b>8,08 L</b>            | <b>8,8 L</b>               | <b>8,6 L</b>                          |

**Tablo 3.** Çalışmamızda kullanılan anestezi iş istasyonlarının teknik donanımları ve havuz modellemesindeki hacimlerinin karşılaştırması (Teknik veriler cihazların kullanma kılavuzlarından elde edilmiştir.).

Bu bilgilerin ışında bu havuz hacmindeki değişiklikler ve sürücü sistemindeki farklılıklar düşük anestezi uygulaması sırasındaki anestezi ajan tüketimi ve 1 MAK ulaşma süreleri açısından incelenmesi hedeflenmiştir.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız prospektif, gözlemsel, nicel bir araştırmadır. Çalışmanın gerçekleştirilmesi için Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 26.11.2024 tarihli 19 sayılı Etik Kurul onayı alınmıştır.

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde genel anestezi uygulaması altında operasyona alınan hastalara kontraendikasyon bulunmadığı sürece düşük/orta akım altında inhalasyon anestezisi uygulanmaktadır. Çalışma protokolünde bu hastalardan bir veri toplama aracıyla bilgiler toplanmış, ayrıca araştırmacılar tarafından oluşturulan bir olgu takip formu kullanılarak operasyon esnasında toplanan inhaler anestezi ajan tüketim miktarları ve süresi kaydedilmiştir.

Hastalar dahil etme ve dışlama kriterlerine göre çalışmaya davet edilmiştir. Tüm hastalardan operasyondan en az bir gün önce bilgilendirilmiş gönüllü onam formu alınmıştır ve ardından hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilme dışlanma kriterleri şu şekilde belirlenmiştir:

Dâhil edilme kriterleri:

- 18 yaş üzeri yetişkin olma,
- Genel anestezi uygulanacak olması
- ASA sınıf I-III hastalar
- Cerrahi süre >30 dakika

Dışlanma kriterleri:

- 18 yaş altı çocuklar,
- ASA 4 üzeri hastalar,
- İntraoperatif süreçte hastanın hemodinamik ve solunumsal parametrelerinde (satürasyon, tansiyon arteriyel, nabız, end-tidal karbondioksit) bozulma nedeniyle hedeflenen akım ve MAC düzeyine ulaşılamaması,
- İnhaler anestezi ajan kullanımının kontrendike olduğu hastalar
- Çalışmaya onam vermeyen hastalar

Çalışmaya, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde 18.12.2024 – 01.02.2025 tarihleri arasında cerrahi operasyon geçiren 240 sayıda hasta dahil edilmiştir.

### 3.1. Çalışma Gruplarının Tasarımı

Çalışmaya dahil edilen olguların anestezi yönetiminde aşağıdaki basamaklar izlenmiştir.

1. Hastaların preoperatif değerlendirmeleri yapılmış, anestezi uygulamalarına yönelik onamları alınarak operasyon odasına kabul edilmiştir.
2. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara yüz maskesi ile 4 L/dk %80 O<sub>2</sub> ile üç dakika süreyle preoksijenizasyon uygulanmıştır.
3. Anestezi indüksiyonu sağlanması için, lidokain (1 mg/kg), propofol (2-3 mg/kg), rokuronyum bromür (0,6-1,2 mg/kg) ve fentanil (1 mcg/kg)

intravenöz uygulamayı takiben yeterli kas gevşemesi sağlandıktan sonra, iç çapı 7-8 mm olan endotrakeal tüp ile hastalar entübe edilmiştir.

4. Tüm hastalara volüm kontrollü (VC) modda tidal volüm (6-8 ml/kg) ve solunum sayısı (12-16 f/dk), end-tidal CO<sub>2</sub> (EtCO<sub>2</sub>) 30-40 mmHg, PEEP 5-10 cmH<sub>2</sub>O olacak şekilde mekanik ventilasyon ayarları yapılmıştır.

5. Hastalar, entübe edildikten sonra, %40- 60 O<sub>2</sub>-Hava karışımı ile beraber anestezinin başlangıç fazından (wash-in) 1 MAK düzeyine ulaşana kadar kullanılan taze gaz akımına ve vaporizatör değerlerine göre rastgele 2 farklı gruba ayrılmıştır.

6. Grup 1, 1 L/dk TGA(taze gaz akımı) - % 8 sevofluran ile indüklenen hastaları, Grup 2 ise 2 L/dk TGA - %4 sevofluran ile indüklenen hastalardan oluşmaktadır. Daha sonra bu hastalar kullanılan anestezi ventilatörüne göre alt gruplara ayrılmıştır. Toplamda sekiz grup oluşturulmuştur.

7. Hastalar dahil oldukları gruba göre ayarlanan değerler ile 1 MAK düzeyine ulaştıktan sonra TGA 0,5 L/dk'ya düşürülmüştür ve sevofluran vaporizatörü %4'e ayarlanacaktır.

8. AA konsantrasyonu başlangıç hedefi değeri 1 MAK olarak belirlenmiştir. Operasyon boyunca FiO<sub>2</sub> %35-40 olacak şekilde O<sub>2</sub> konsantrasyonu ayarlanmıştır.

9. Cerrahi işlemin bitiminden 15 dakika önce, TGA değiştirilmeden sadece sevofluran vaporizatörü kapatılıp cerrahi işlem bittiğinde TGA 4 L/dk'ya, O<sub>2</sub> konsantrasyonu %80'e yükselterek hastalar sugammadeks (4-8 mg/kg) ile antagonize edilerek sözlü uyarılara yanıt alındığında ekstübe edilmiştir.

10. Operasyon öncesinde ve operasyon sırasında, araştırmacılar tarafından geliştirilen olgu rapor formu kullanılarak hastalara ait veriler kaydedilmiştir. İnspiratuar ve ekspiratuar inhaler anestezi ajan düzeyleri, MAK değerleri, total O<sub>2</sub> ve inhaler anestezi ajan tüketim değerleri anestezi cihazları tarafından kaydedilen verilerden doğrudan elde edilmiştir; herhangi bir hesaplama kullanılmamıştır.

**Tablo 4.** Çalışma gruplarının tasarımı

| Çalışma Grupları | Sürücü Gaz Sistemi       | Akım Parametresi     |
|------------------|--------------------------|----------------------|
| Grup 1           | Piston Primus®           | 1 L/dk TGA + %8 SEVO |
| Grup 2           | Piston Primus®           | 2 L/dk TGA + %4 SEVO |
| Grup 3           | Türbin Perseus®          | 1 L/dk TGA + %8 SEVO |
| Grup 4           | Türbin Perseus®          | 2 L/dk TGA + %4 SEVO |
| Grup 5           | Volüm Reflektör Getinge® | 1 L/dk TGA + %8 SEVO |
| Grup 6           | Volüm Reflektör Getinge® | 2 L/dk TGA + %4 SEVO |
| Grup 7           | Körük Avance™            | 1 L/dk TGA + %8 SEVO |
| Grup 8           | Körük Avance™            | 2 L/dk TGA + %4 SEVO |

### 3.2. Olgu Takip Formu

Çalışmada veri toplaması amacıyla geliştirilen olgu takip formunda aşağıdaki bilgilerin toplanması amaçlanmıştır.

- Demografik veriler (yaş, cinsiyet)
- Boy, ağırlık
- ASA skoru

- Anestezi başlangıcından itibaren 1 MAK düzeyine ulaşma süresi
- 1 MAK düzeyine ulaşıldığı esnada toplam inhaler anestezi ajan tüketim miktarı
- Anestezi süresi boyunca toplam inhaler anestezi ajan tüketim miktarı
- Anestezi süresi boyunca toplam oksijen tüketim miktarı
- Saatlik inhaler ajan tüketim miktarı
- Toplam cerrahi süresi
- Vaporizatörün kapatılmasından ekstübasyona kadar geçen süre
- İntraoperatif vaporizatörün açık kalma süresi (entübasyon sonrası anestezi makinesine bağlanıp vaporizatörün açılması ile vaporizatörün kapatılması arasında geçen süre)
- Komutlara cevap verme süresi (dil çıkarma)
- Toplam anestezi süresi
- Kullanılan anestezi ventilatörü:
  - ☐ Dräger Primus® (Piston)
  - ☐ Dräger Perseus® (Türbin)
  - ☐ Getinge Flow-I® (Volüm Reflektör)
  - ☐ GE Avance CS2 Pro™ (Körük)

- Kullanılan taze gaz akımı - sevofluran yüzdesi:

☐ 1 L/dk - %8

☐ 2 L/dk - % 4

- Sevofluran ve anestezi gaz ( $O_2$ ) tüketimi (1 MAK hedefine ulaşana kadar ve toplam cerrahi süresince)

- İndüksiyon öncesi, entübasyonun 1. Dakikasında, anestezi süresince 5'er dk'lık aralıklarla ve ekstübasyon sonrası  $FiO_2$ /  $EtO_2$ ,  $EtCO_2$ , ekspiryum dakika hacmi MVe, TV(tidal volüm), RR(solunum frekansı), PEEP (solunum sonu ekspiratuar basınç), PIP (tepe inspiryum basıncı), Pplato(plato basıncı),  $C_{DYN}$ , kalp atım hızı (KAH), sistolik arter basıncı SAB, diyastolik arter basıncı (DAB), periferik oksijen saturasyonu ( $SpO_2$ ), ortalama arter basıncı OAB, MAK,  $FiSevo/EtSevo$  parametreleri

### 3.3. İstatiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme SPSS 26.0 bilgisayar programında aşağıda sıralanan testler kullanılarak gerçekleştirildi. İstatistiksel analiz verileri [ortalama  $\pm$  standart sapma (SS), (Min-Maks), n (%)] olarak sunuldu ve  $p < 0.05$  anlamlı kabul edildi.

Ölçülebilen parametrelere Kolmogorov-Smirnov testi uygulanarak dağılımın normal ya da anormal olup olmadığı belirlendi.

Normal dağılım gösteren veriler gruplar arası ANOVA testi ile karşılaştırıldı. Fraklılık olması durumunda posthoc Bonferroni testi uygulandı. Cinsiyet, ASA hasta sayısı gibi verilerin değerlendirmesi Chi-square veya Fisher’in kesin Chi-square testleri ile yapıldı.

## 4. BULGULAR

Bu çalışmada genel anestezi altında operasyon geçirecek toplam 240 hasta yer aldı. Çalışmamıza dahil edilen hasta grupları arasındaki demografik özellikler açısından istatistiksel olarak fark yoktu (Tablo 5).

**Tablo 5.** Gruplardaki olguların demografik özellikleri [Ort±SS (Min-Maks), n]

|                           | Grup 1<br>(n=30)         | Grup 2<br>(n=30)         | Grup 3<br>(n=30)          | Grup 4<br>(n=30)          | Grup 5<br>(n=30)         | Grup 6<br>(n=30)         | Grup 7<br>(n=30)         | Grup 8<br>(n=30)         | p                               |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Yaş (yıl)                 | 51.03±15.32<br>(26-79)   | 50.97±15.05<br>(18-74)   | 54.90±14.51<br>(28-75)    | 47.10±13.96<br>(19-74)    | 54.83±14.32<br>(18-79)   | 53.33±13.73<br>(23-74)   | 48.10±14.01<br>(28-81)   | 54.61±11.48<br>(30-72)   | 0.194                           |
| Vücut<br>ağırlığı<br>(kg) | 69.80±10.77<br>(47-90)   | 74.56±18.41<br>(44-135)  | 79.23±17.19<br>(46-135)   | 79.30±14.42<br>(53-110)   | 74.80±15.42<br>(45-104)  | 79.50±15.82<br>(48-130)  | 75.37±12.34<br>(50-94)   | 75.43±11.14<br>(53-96)   | 0.162                           |
| Boy (cm)                  | 164.70±7.57<br>(150-182) | 167.77±8.61<br>(155-190) | 167.03±11.00<br>(148-191) | 166.87±10.63<br>(145-184) | 163.77±7.86<br>(150-180) | 168.77±8.29<br>(150-186) | 166.40±9.52<br>(150-184) | 166.70±8.26<br>(155-180) | 0.478                           |
| Cinsiyet<br>(E/K)         | 6(20)/24(80)             | 14(46.7)/16(53.3)        | 13(43.3)/17(56.7)         | 14(46.7)/16(53.3)         | 14(46.7)/16(53.3)        | 15(50)/15(50)            | 14(46.7)/16(53.3)        | 14(46.7)/16(53.3)        | X <sup>2</sup> =7.873<br>0.344  |
| ASA<br>(1/2/3)            | 4(13.3)/21(70)/5(16.7)   | 4(13.3)/15(50)/11(36.7)  | 4(13.3)/16(53.3)/10(33.4) | 4(13.3)/17(56.7)/9(30)    | 3(10)/1(56.7)/10(30)     | 2(6.6)/17(56.7)/11(36.7) | 6(20)/18(60)/6(20)       | 2(6.6)/22(73.4)/6(20)    | X <sup>2</sup> =10.524<br>0.725 |

Gruplara ait MAK süre ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MAK süre ortalama değeri 2, 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak uzun ( $p=0.044$ ,  $p=0.044$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla); 3 ve 7. gruplarda ise anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.024$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 2 ile karşılaştırıldığında MAK süre ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak uzun ( $p<0.001$ ); 3, 5, 7 ve 8. gruplarda ise anlamlı olarak kısa bulundu ( $p<0.001$ ,  $p=0.027$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.001$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 3 ile karşılaştırıldığında MAK süre ortalama değeri 4, 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak uzun ( $p<0.001$ ,  $p=0.040$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla); 7. grupta ise anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.035$ ) (Tablo 6). Grup 4 ile karşılaştırıldığında MAK süre



ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak kısa ( $p=0.027$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.001$ , sırasıyla); 7. grupta ise anlamlı olarak uzun bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında MAK süre ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak uzun ( $p<0.001$ ); 7. grupta ise anlamlı olarak kısa bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 6 ile karşılaştırıldığında MAK süre ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak kısa bulundu ( $p<0.001$ , her ikisi) (Tablo 6). Grup 7 ile karşılaştırıldığında MAK süre ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak uzun bulundu ( $p=0.003$ ) (Tablo 6).

Gruplara ait MAK tüketim ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 2, 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek ( $p=0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla); 7. grupta ise anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.002$ ) (Tablo 6). Grup 2 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek ( $p=0.040$ ,  $p=0.005$ , sırasıyla); 5, 7 ve 8. gruplarda ise anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.001$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 3 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek ( $p<0.001$ , her ikisi); 5 ve 7. gruplarda ise anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.012$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 4 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ , tümü) ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak yüksek ( $p<0.001$ ); 7. grupta ise anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.039$ ) (Tablo 6). Grup 6 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı

olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ , her ikisi) (Tablo 6). Grup 7 ile karşılaştırıldığında MAK tüketim ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p=0.004$ ) (Tablo 6).

Gruplara ait total  $O_2$  tüketim ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında total  $O_2$  tüketim ortalama değeri 1, 2, 3 ve 4. gruplarda anlamlı olarak düşük ( $p<0.001$ , tümü) (Tablo 6). Grup 6 ile karşılaştırıldığında total  $O_2$  tüketim ortalama değeri 1, 2, 3 ve 4. gruplarda anlamlı olarak düşük ( $p<0.001$ , tümü) (Tablo 6). Grup 7 ile karşılaştırıldığında total  $O_2$  tüketim ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek ( $p<0.001$ , her ikisi) (Tablo 6). Grup 8 ile karşılaştırıldığında total  $O_2$  tüketim ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek ( $p<0.001$ , her ikisi) (Tablo 6).

Gruplara ait saatlik tüketim ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında saatlik tüketim ortalama değeri 1, 2, 3 ve 4. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ , tümü) (Tablo 6). Grup 6 ile karşılaştırıldığında saatlik tüketim ortalama değeri 1, 2, 3 ve 4. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ ,  $p=0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 7 ile karşılaştırıldığında saatlik tüketim ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.001$ , her ikisi) (Tablo 6). Grup 8 ile karşılaştırıldığında saatlik tüketim ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.001$ , her ikisi) (Tablo 6).

Gruplara ait cerrahi süre ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.008$ ) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında cerrahi süre ortalama değeri 1, 2 ve 4. gruplarda anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.004$ ,  $p=0.035$ ,  $p=0.041$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 6 ile karşılaştırıldığında cerrahi süre ortalama değeri 1, 2 ve 4. gruplarda anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.004$ ,  $p=0.031$ ,  $p=0.037$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 7 ile karşılaştırıldığında cerrahi süre ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak uzun bulundu ( $p=0.008$ ,  $p=0.007$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 8 ile karşılaştırıldığında cerrahi süre ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak uzun bulundu ( $p=0.013$ ,  $p=0.012$ , sırasıyla) (Tablo 6).

Gruplara ait ekstübasyon süre ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.031$ ) (Tablo 6). Grup 1 ile karşılaştırıldığında ekstübasyon süre ortalama değeri 2. grupta anlamlı olarak uzun bulundu ( $p=0.016$ ) (Tablo 6). Grup 2 ile karşılaştırıldığında ekstübasyon süre ortalama değeri 4, 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.009$ ,  $p=0.001$ ,  $p=0.036$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında ekstübasyon süre ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.013$ ) (Tablo 6).

Gruplara ait anestezi süre ortalamaları gruplara arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.002$ ) (Tablo 6). Grup 5 ile karşılaştırıldığında anestezi süre ortalama değeri 1, 2 ve 4. Gruplarda anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.001$ ,  $p=0.014$ ,  $p=0.015$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 6 ile karşılaştırıldığında anestezi süre ortalama değeri 1, 2 ve 4. gruplarda anlamlı olarak kısa bulundu ( $p=0.003$ ,  $p=0.028$ ,  $p=0.029$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 7 ile karşılaştırıldığında anestezi süre

ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak uzun bulundu ( $p=0.002$ ,  $p=0.004$ , sırasıyla) (Tablo 6). Grup 8 ile karşılaştırıldığında anestezi süre tüketim ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak uzun bulundu ( $p=0.004$ ,  $p=0.009$ , sırasıyla) (Tablo 6).

**Tablo 6.** Gruplardaki olguların MAK ve diğer veriler [Ort $\pm$ SS (Min-Maks), n]

|                                          | Grup 1<br>(n=30)              | Grup 2<br>(n=30)                   | Grup 3<br>(n=30)                | Grup 4<br>(n=30)                 | Grup 5<br>(n=30)                           | Grup 6<br>(n=30)                                 | Grup 7<br>(n=30)                           | Grup 8<br>(n=30)                       | p      |
|------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| <b>1 MAK ulaşma süresi(dk)</b>           | 5.05 $\pm$ 1.78<br>(2-8.5)    | 6.10 $\pm$ 2.21*<br>(2-12)         | 3.88 $\pm$ 1.11*;<br>(1.25-6.8) | 6.10 $\pm$ 1.98*,&<br>(1.75-10)  | 4.94 $\pm$ 2.21+,&<br>?<br>(2.28-12)       | 8.46 $\pm$ 3.41*<br>+,&,&?,%<br>(3.58-16)        | 2.87 $\pm$ 0.98*<br>+,&,&?,%<br>+<br>(2-6) | 4.43 $\pm$ 1.25+<br>?,+,!<br>(2-6)     | <0.001 |
| <b>1 MAK esnasındaki tüketim (mL)</b>    | 1.93 $\pm$ 0.57<br>(1-3)      | 2.80 $\pm$ 0.93*<br>(2-5)          | 2.33 $\pm$ 0.80<br>(1-4.4)      | 3.35 $\pm$ 1.05*+,&<br>(1.3-6)   | 1.65 $\pm$ 0.61+,&<br>?<br>(0.9-3.7)       | 3.56 $\pm$ 2.17*<br>+,&,&?<br>(0.9-9.9)          | 1.10 $\pm$ 0.31*<br>+,&,&?,%<br>+<br>(1-2) | 1.87 $\pm$ 0.63+<br>?,+,!<br>(1-3)     | <0.001 |
| <b>Total sevofluran (mL)</b>             | 11.59 $\pm$ 5.49<br>(5-25)    | 13.24 $\pm$ 6.61<br>(6-35)         | 15.97 $\pm$ 10.37<br>(1.3-40)   | 14.13 $\pm$ 8.01<br>(1.75-32.10) | 12.13 $\pm$ 9.60<br>(3.4-37.8)             | 14.55 $\pm$ 7.04<br>(5.6-31.2)                   | 12.89 $\pm$ 7.73<br>(4-38.4)               | 14.20 $\pm$ 8.78<br>(6-46)             | 0.494  |
| <b>Total O<sub>2</sub> (L)</b>           | 50.07 $\pm$ 32.93<br>(12-150) | 64.20 $\pm$ 43.24<br>(14-194)      | 91.83 $\pm$ 51.82<br>(24-247)   | 111.33 $\pm$ 50.42<br>(34-218)   | 870.57 $\pm$ 739.88<br>*,&,&?<br>(36-3179) | 972.03 $\pm$ 60<br>9.15*+,&,&<br>?<br>(264-2426) | 67.70 $\pm$ 24.3<br>5%,++<br>(25.1-123)    | 68.88 $\pm$ 39.8<br>8%,++<br>(15-176)  | <0.001 |
| <b>Saatlik sevofluran tüketimi (mL)</b>  | 8.38 $\pm$ 1.81<br>(5.75-16)  | 7.99 $\pm$ 1.53<br>(5.14-11.33)    | 8.08 $\pm$ 1.54<br>(3.96-10.6)  | 8.50 $\pm$ 1.37<br>(6.19-12.75)  | 5.08 $\pm$ 0.63*+,&<br>?<br>(4.08-7.6)     | 6.69 $\pm$ 2.08*<br>+,&,&?<br>(4.5-12.66)        | 8.51 $\pm$ 1.50<br>%,++<br>(5.7-12)        | 8.75 $\pm$ 1.27<br>%,++<br>(5.14-11.5) | <0.001 |
| <b>Cerrahi süre (dk)</b>                 | 75.53 $\pm$ 47.05<br>(30-240) | 87.63 $\pm$ 47.88<br>(40-215)      | 106.70 $\pm$ 67.07<br>(40-250)  | 88.67 $\pm$ 49.91<br>(35-225)    | 120.70 $\pm$ 94.24*<br>+,&?<br>(30-370)    | 121.40 $\pm$ 69.14*+,&?<br>(42-310)              | 78.90 $\pm$ 45.8<br>1%,++<br>(35-230)      | 81.67 $\pm$ 44.2<br>8%,++<br>(32-225)  | 0.008  |
| <b>Vaporizatör kapatılma süresi (dk)</b> | 15.43 $\pm$ 6.24<br>(8-32)    | 15.75 $\pm$ 6.30<br>(8.5-35)       | 16.50 $\pm$ 5.70<br>(9-30)      | 15.37 $\pm$ 6.44<br>(7-30)       | 14.57 $\pm$ 4.79<br>(5-23)                 | 15.77 $\pm$ 5.53<br>(8-32)                       | 14.47 $\pm$ 4.60<br>(5-24)                 | 12.70 $\pm$ 4.28<br>(6-20)             | 0.242  |
| <b>Ekstübasyon süresi (dk)</b>           | 2.26 $\pm$ 1.75<br>(0.3-7)    | 3.45 $\pm$ 2.07*<br>(0.5-8)        | 2.80 $\pm$ 2.57<br>(0.1-10)     | 2.16 $\pm$ 1.41+<br>(0.3-5)      | 3.05 $\pm$ 2.44<br>(0.5-10)                | 1.83 $\pm$ 1.25+<br>%<br>(0.3-5)                 | 2.64 $\pm$ 1.79<br>(0.2-8)                 | 2.42 $\pm$ 1.49+<br>(0.5-6)            | 0.031  |
| <b>Anestezi süresi (dk)</b>              | 87.00 $\pm$ 50.92<br>(32-270) | 100.27 $\pm$ 49.6<br>4<br>(48-235) | 117.23 $\pm$ 67.02<br>(43-275)  | 100.47 $\pm$ 51.63<br>(40-250)   | 140.43 $\pm$ 101.51<br>*+,&?<br>(40-390)   | 136.33 $\pm$ 72.17*+,&?<br>(48-330)              | 89.27 $\pm$ 46.7<br>7%,++<br>(42-245)      | 93.50 $\pm$ 44.3<br>2%,++<br>(45-240)  | 0.002  |

\* $p<0.05$ : Grup 1 ile karşılaştırıldığında; + $p<0.05$ : Grup 2 ile karşılaştırıldığında; & $p<0.05$ : Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ? $p<0.05$ : Grup 4 ile karşılaştırıldığında; % $p<0.05$ : Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++ $p<0.05$ : Grup 6 ile karşılaştırıldığında; ! $p<0.05$ : Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Gruplara ait KAH ortalamaları, zaman içerisindeki değişimleri açısından karşılaştırıldığında ES 30, ES 45, ES 60. Dk ve ekstübasyon zamanlarında gruplar arası fark bulundu (Tablo 7). ES 30. dk KAH ortalaması Grup 1’de Grup 4’e göre anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 7 ve 8’de Grup 2, 3, 4 ve 5’e göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 7). ES 45. dk KAH ortalaması Grup 7 ve 8’de diğer tüm gruplara göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 7). ES 60. dk KAH ortalaması Grup 7 ve 8’de Grup 3, 4 ve 5’e göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 7). Ekstübasyon KAH ortalaması Grup 1 ve 8’de Grup 3, 4, 5 ve 6’ya göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 7). Ekstübasyon KAH ortalaması Grup 1’de Grup 4 ve 5’e göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 7).

**Tablo 7.** Gruplarda kalp atım hızlarının (atım/dk) dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)]

|                          | Grup 1<br>(n=30)        | Grup 2<br>(n=30)        | Grup 3<br>(n=30)         | Grup 4<br>(n=30)          | Grup 5<br>(n=30)          | Grup 6<br>(n=30)         | Grup 7<br>(n=30)                      | Grup 8<br>(n=30)                       | P      |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| <b>İndüksiyon öncesi</b> | 78.33±14.42<br>(58-130) | 78.10±16.32<br>(54-141) | 84.97±15.32<br>(60-128)  | 84.80±14.98<br>(58-117)   | 84.43±17.06<br>(52-130)   | 84.00±13.93<br>(62-120)  | 77.50±15.19<br>(59-126)               | 77.23±16.10<br>(57-131)                | 0.174  |
| <b>ES 1. dk</b>          | 80.07±12.33<br>(50-107) | 76.97±17.02<br>(48-138) | 78.03±15.38<br>(48-122)  | 85.27±18.95<br>(49-127)   | 87.80±19.20<br>(56-136)   | 79.60±14.95<br>(58-113)  | 83.53±15.72<br>(60-120)               | 79.43±12.97<br>(56-105)                | 0.114  |
| <b>ES 5. dk</b>          | 72.77±12.74<br>(56-104) | 74.00±16.58<br>(49-133) | 72.60±13.44<br>(42-103)  | 77.47±16.51<br>(41-122)   | 75.47±16.28<br>(50-125)   | 72.77±15.92<br>(42-111)  | 75.37±16.81<br>(51-112)               | 68.53±9.56<br>(52-85)                  | 0.463  |
| <b>ES 10. dk</b>         | 69.17±13.14<br>(50-114) | 71.43±14.59<br>(46-117) | 70.17±12.50<br>(45-94)   | 71.20±15.57<br>(47-121)   | 72.87±15.55<br>(50-126)   | 69.37±14.07<br>(48-105)  | 68.93±13.98<br>(52-100)               | 64.03±8.92<br>(51-82)                  | 0.357  |
| <b>ES 15. dk</b>         | 69.87±13.74<br>(50-110) | 72.47±13.34<br>(50-109) | 72.20±16.76<br>(48-126)  | 71.70±13.19<br>(49-104)   | 74.57±15.59<br>(56-130)   | 70.73±13.50<br>(44-102)  | 65.97±11.19<br>(49-99)                | 64.23±9.44<br>(48-87)                  | 0.059  |
| <b>ES 30. dk</b>         | 65.80±13.38<br>(49-100) | 69.77±13.63<br>(54-123) | 69.37±10.60<br>(50-88)   | 72.53±15.28*<br>(50-104)  | 71.50±14.83<br>(45-112)   | 67.63±12.24<br>(48-103)  | 62.50±9.77+,&,<br>?,%<br>(49-85)      | 61.90±9.44+,&,<br>?,%<br>(44-87)       | 0.005  |
| <b>ES 45. dk</b>         | 66.16±13.19<br>(44-100) | 66.59±12.36<br>(50-109) | 68.48±10.57<br>(53-96)   | 72.21±14.62<br>(50-111)   | 71.37±15.20<br>(46-122)   | 68.68±10.49<br>(51-96)   | 58.82±7.73*+,&,<br>?,%,,++<br>(49-80) | 59.82±9.38+,&,<br>?,%,,++<br>(48-83)   | <0.001 |
| <b>ES 60. dk</b>         | 64.42±12.65<br>(48-100) | 67.40±13.47<br>(53-102) | 69.17±10.05<br>(51-94)   | 71.50±16.54<br>(35-103)   | 74.24±14.68<br>(52-120)   | 67.67±11.12<br>(47-97)   | 62.24±11.76&,,?<br>,,%<br>(48-92)     | 60.71±11.82&,,?<br>,,%<br>(47-94)      | 0.005  |
| <b>Ekstübasyon</b>       | 79.50±12.85<br>(57-115) | 80.57±14.54<br>(56-116) | 87.70±15.40*<br>(46-120) | 90.10±14.91*+<br>(63-126) | 91.60±15.14*+<br>(62-126) | 87.33±12.22*<br>(64-113) | 84.97±16.03<br>(57-120)               | 77.50±10.45&,,?<br>,,%,,++<br>(63-112) | <0.001 |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Gruplara ait SAB ortalamaları, zaman içerisindeki değişimleri açısından karşılaştırıldığında gruplar arası fark bulunmadı (Tablo 8).

**Tablo 8.** Sistolik arter basınçlarının (mmHg) gruplara dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)]

|                          | Grup 1<br>(n=30)          | Grup 2<br>(n=30)          | Grup 3<br>(n=30)          | Grup 4<br>(n=30)          | Grup 5<br>(n=30)          | Grup 6<br>(n=30)          | Grup 7<br>(n=30)          | Grup 8<br>(n=30)          | P     |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| <b>İndüksiyon öncesi</b> | 144.57±21.82<br>(118-196) | 146.57±17.88<br>(114-184) | 145.27±19.61<br>(117-189) | 143.30±19.63<br>(110-187) | 151.60±25.81<br>(109-203) | 146.43±20.84<br>(90-183)  | 140.43±18.64<br>(110-179) | 145.30±21.44<br>(109-200) | 0.674 |
| <b>ES 1. dk</b>          | 124.77±19.21<br>(88-178)  | 125.60±28.37<br>(80-178)  | 108.50±23.84<br>(76-196)  | 115.67±26.66<br>(80-189)  | 117.27±27.98<br>(59-190)  | 117.47±27.93<br>(75-198)  | 126.53±29.72<br>(72-185)  | 121.80±25.12<br>(87-179)  | 0.124 |
| <b>ES 5. dk</b>          | 102.87±18.85<br>(70-145)  | 104.17±17.15<br>(73-144)  | 91.87±17.02<br>(39-121)   | 104.60±20.69<br>(56-148)  | 105.63±24.85<br>(75-191)  | 101.53±16.38<br>(73-140)  | 98.00±16.82<br>(63-148)   | 102.77±16.37<br>(74-148)  | 0.101 |
| <b>ES 10. dk</b>         | 109.83±24.27<br>(74-178)  | 98.17±15.37<br>(76-160)   | 96.93±22.91<br>(74-191)   | 101.37±16.80<br>(74-151)  | 102.17±18.53<br>(63-143)  | 99.07±15.81<br>(72-136)   | 96.43±19.46<br>(70-144)   | 100.63±26.79<br>(60-209)  | 0.244 |
| <b>ES 15. dk</b>         | 117.50±21.53<br>(77-191)  | 105.23±16.94<br>(85-158)  | 102.30±17.61<br>(77-145)  | 111.93±18.10<br>(88-168)  | 113.97±24.94<br>(67-179)  | 111.43±22.14<br>(79-159)  | 111.37±25.98<br>(52-167)  | 111.40±21.91<br>(82-160)  | 0.167 |
| <b>ES 30. dk</b>         | 112.40±14.45<br>(89-156)  | 107.40±16.66<br>(64-135)  | 109.37±25.72<br>(78-191)  | 108.47±21.08<br>(77-177)  | 111.23±20.49<br>(84-173)  | 107.90±17.12<br>(70-136)  | 106.77±16.95<br>(78-144)  | 110.83±20.28<br>(82-165)  | 0.943 |
| <b>ES 45. dk</b>         | 107.16±12.23<br>(79-136)  | 105.03±18.56<br>(71-136)  | 102.38±21.94<br>(57-158)  | 104.97±13.93<br>(74-129)  | 111.07±22.36<br>(68-165)  | 105.57±17.69<br>(80-144)  | 101.75±15.97<br>(74-133)  | 105.64±15.40<br>(87-160)  | 0.650 |
| <b>ES 60. dk</b>         | 113.65±27.25<br>(87-199)  | 107.48±16.02<br>(83-142)  | 103.61±15.36<br>(71-145)  | 103.25±14.35<br>(75-131)  | 108.80±18.74<br>(79-159)  | 103.07±19.68<br>(80-143)  | 105.62±15.08<br>(82-133)  | 108.24±27.25<br>(69-197)  | 0.665 |
| <b>Ekstübasyon</b>       | 142.27±21.23<br>(95-190)  | 140.77±19.03<br>(104-176) | 138.60±21.67<br>(109-189) | 137.10±16.47<br>(112-180) | 146.10±27.67<br>(96-193)  | 143.67±22.65<br>(101-194) | 147.30±26.30<br>(103-241) | 144.73±22.56<br>(112-214) | 0.610 |

\*p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında

+p<0.05: Giriş ölçüm değeri ile karşılaştırıldığında

Gruplara ait DAB ortalamaları, zaman içerisindeki değişimleri açısından karşılaştırıldığında indüksiyon öncesi ve ES 5. Dk ölçüm zamanlarında gruplar arası fark bulundu (Tablo 9). İndüksiyon öncesi DAB ortalaması Grup 1’de Grup

5, 6'ya göre anlamlı olarak düşük bulundu, Grup 7 ve 8'de Grup 5 ve 6'ya göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 9). ES 5. dk DAB ortalaması Grup 2'de Grup 3'e göre anlamlı yüksek, Grup 3'de Grup 4,5,6 ve 8'e göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 9).

**Tablo 9.** Diastolik arter basınçlarının (mmHg) gruplara dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)]

|                          | Grup 1<br>(n=30)        | Grup 2<br>(n=30)        | Grup 3<br>(n=30)        | Grup 4<br>(n=30)        | Grup 5<br>(n=30)         | Grup 6<br>(n=30)         | Grup 7<br>(n=30)               | Grup 8<br>(n=30)               | p     |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|
| <b>İndüksiyon öncesi</b> | 79.53±9.97<br>(56-104)  | 85.77±14.17<br>(62-110) | 84.20±10.07<br>(66-102) | 86.07±13.94<br>(64-122) | 89.43±14.03*<br>(64-115) | 88.27±11.87*<br>(62-109) | 81.17±11.58%,<br>+<br>(53-107) | 80.47±11.59%,<br>+<br>(60-105) | 0.010 |
| <b>ES 1. dk</b>          | 75.40±13.69<br>(46-104) | 77.23±20.56<br>(44-120) | 66.06±15.20<br>(42-123) | 72.33±17.09<br>(44-125) | 72.53±18.74<br>(40-121)  | 69.50±13.52<br>(49-118)  | 77.07±19.73<br>(49-117)        | 71.77±17.88<br>(43-116)        | 0.177 |
| <b>ES 5. dk</b>          | 58.23±12.04<br>(38-81)  | 62.77±11.20<br>(42-88)  | 53.57±9.12+<br>(32-73)  | 60.23±12.62&<br>(34-91) | 62.07±11.67&<br>(41-89)  | 62.57±8.76&<br>(49-82)   | 59.23±12.67<br>(35-84)         | 62.30±11.83&<br>(41-90)        | 0.028 |
| <b>ES 10. dk</b>         | 65.83±18.26<br>(37-116) | 59.30±12.40<br>(37-102) | 54.30±9.20<br>(37-71)   | 60.33±10.98<br>(34-90)  | 63.10±18.75<br>(36-111)  | 62.73±14.03<br>(41-93)   | 59.93±16.33<br>(34-104)        | 61.73±18.51<br>(40-128)        | 0.170 |
| <b>ES 15. dk</b>         | 71.47±16.45<br>(44-111) | 64.23±15.31<br>(44-113) | 61.03±9.90<br>(46-82)   | 68.67±13.98<br>(35-106) | 69.20±19.44<br>(44-121)  | 69.43±16.05<br>(45-101)  | 70.60±19.42<br>(27-107)        | 66.77±16.09<br>(43-106)        | 0.196 |
| <b>ES 30. dk</b>         | 66.97±10.97<br>(49-95)  | 65.63±10.99<br>(46-92)  | 63.73±10.75<br>(46-89)  | 64.77±13.90<br>(33-93)  | 67.80±16.35<br>(39-101)  | 69.13±13.06<br>(49-97)   | 64.97±13.46<br>(44-97)         | 66.50±12.23<br>(44-96)         | 0.764 |
| <b>ES 45. dk</b>         | 61.68±8.97<br>(43-77)   | 63.76±14.32<br>(44-97)  | 62.52±13.62<br>(40-96)  | 62.72±9.30<br>(45-81)   | 68.78±14.99<br>(43-110)  | 64.57±11.95<br>(41-95)   | 61.64±12.25<br>(45-95)         | 60.68±9.22<br>(49-91)          | 0.304 |
| <b>ES 60. dk</b>         | 68.11±11.74<br>(41-88)  | 62.96±12.34<br>(43-89)  | 63.39±12.41<br>(43-94)  | 60.63±11.22<br>(37-89)  | 64.84±13.36<br>(40-107)  | 62.56±11.07<br>(45-90)   | 64.43±12.66<br>(42-90)         | 61.19±10.67<br>(42-80)         | 0.644 |
| <b>Ekstübasyon</b>       | 82.73±13.44<br>(61-111) | 84.33±14.14<br>(59-110) | 83.50±16.89<br>(48-119) | 84.97±12.42<br>(63-110) | 89.03±15.91<br>(59-129)  | 87.57±17.64<br>(52-127)  | 91.23±16.14<br>(68-140)        | 83.80±14.34<br>(61-129)        | 0.306 |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Ortalama arter basıncı (OAB) verilerinin ölçüm zamanlarına göre ortalama değerleri Tablo 10'da görülmektedir. Gruplara ait OAB ortalamaları, zaman içerisindeki değişimleri açısından karşılaştırıldığında indüksiyon öncesi ölçüm

zamanında gruplar arası fark bulundu (Tablo 10). İndüksiyon öncesi OAB ortalaması Grup 1’de Grup 2, 5 ve 6’ya göre anlamlı olarak düşük bulundu, Grup 7 ve 8’de Grup 5’e göre anlamlı olarak düşük bulundu (Tablo 10).

**Tablo 10.** Ortalama arter basınçlarının (mmHg) gruplara dağılımı [Ort±SS (Min-Maks)]

|                          | Grup 1<br>(n=30)         | Grup 2<br>(n=30)          | Grup 3<br>(n=30)         | Grup 4<br>(n=30)         | Grup 5<br>(n=30)          | Grup 6<br>(n=30)          | Grup 7<br>(n=30)          | Grup 8<br>(n=30)              | P     |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------|
| <b>İndüksiyon öncesi</b> | 103.00±14.61<br>(82-140) | 112.07±16.48*<br>(81-142) | 108.67±13.90<br>(85-142) | 109.70±16.13<br>(84-141) | 115.20±20.19*<br>(83-152) | 113.50±16.75*<br>(75-139) | 104.77±13.48%<br>(83-134) | 105.40±15.71<br>%<br>(78-141) | 0.030 |
| <b>ES 1. dk</b>          | 93.87±17.17<br>(56-135)  | 96.43±24.90<br>(59-144)   | 83.27±19.18<br>(58-157)  | 88.87±20.56<br>(57-140)  | 90.97±22.00<br>(46-137)   | 86.17±16.21<br>(58-139)   | 95.67±20.97<br>(57-143)   | 91.87±20.19<br>(59-137)       | 0.156 |
| <b>ES 5. dk</b>          | 76.30±14.38<br>(49-105)  | 79.60±13.62<br>(58-107)   | 69.47±10.51<br>(42-86)   | 78.37±16.24<br>(42-118)  | 77.90±13.15<br>(57-107)   | 76.83±12.30<br>(54-110)   | 75.47±13.62<br>(54-111)   | 78.77±12.83<br>(57-109)       | 0.113 |
| <b>ES 10. dk</b>         | 82.17±20.23<br>(52-135)  | 75.27±12.95<br>(52-123)   | 69.77±10.59<br>(54-101)  | 77.90±13.41<br>(52-113)  | 79.17±19.50<br>(46-132)   | 76.47±14.94<br>(52-108)   | 74.83±17.13<br>(50-121)   | 77.57±18.60<br>(56-142)       | 0.171 |
| <b>ES 15. dk</b>         | 90.97±18.28<br>(57-145)  | 82.23±16.45<br>(64-138)   | 77.23±11.49<br>(61-107)  | 86.70±15.22<br>(61-134)  | 87.27±21.93<br>(54-145)   | 86.70±18.53<br>(58-128)   | 88.18±20.79<br>(38-129)   | 84.43±15.58<br>(62-120)       | 0.107 |
| <b>ES 30. dk</b>         | 81.33±16.39<br>(35-113)  | 83.17±11.19<br>(62-107)   | 80.77±13.34<br>(61-116)  | 80.17±14.47<br>(54-121)  | 85.83±18.02<br>(60-127)   | 84.90±14.62<br>(55-116)   | 82.03±13.74<br>(59-113)   | 83.67±13.23<br>(60-123)       | 0.800 |
| <b>ES 45. dk</b>         | 79.00±9.92<br>(59-98)    | 80.34±15.65<br>(58-107)   | 76.93±15.22<br>(50-120)  | 78.72±10.03<br>(60-98)   | 83.30±14.67<br>(60-119)   | 80.64±14.06<br>(54-113)   | 78.79±12.55<br>(60-108)   | 79.50±12.24<br>(66-127)       | 0.798 |
| <b>ES 60. dk</b>         | 83.76±13.41<br>(66-114)  | 82.08±13.69<br>(61-111)   | 78.30±12.78<br>(54-113)  | 77.21±11.52<br>(57-103)  | 82.04±15.46<br>(53-132)   | 78.52±14.55<br>(60-116)   | 82.71±12.59<br>(62-104)   | 79.24±12.61<br>(54-102)       | 0.717 |
| <b>Ekstübasyon</b>       | 105.63±14.68<br>(77-143) | 105.20±15.13<br>(73-132)  | 105.70±17.77<br>(70-144) | 106.63±12.71<br>(87-133) | 109.97±18.39<br>(72-138)  | 109.80±19.56<br>(71-152)  | 114.40±19.12<br>(83-173)  | 106.43±14.73<br>(81-144)      | 0.367 |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

SpO<sub>2</sub> verilerinin ölçüm zamanlarına göre ortalama değerleri Tablo 11’de görülmektedir. Gruplara ait SpO<sub>2</sub> ortalamaları, tüm ölçüm zamanlarında %95 ve üzerinde bulundu (Tablo 11).



**Tablo 11.** SpO<sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort±SS (Min-Maks)]

|                          | Grup 1<br>(n=30)       | Grup 2<br>(n=30)       | Grup 3<br>(n=30)          | Grup 4<br>(n=30)          | Grup 5<br>(n=30)        | Grup 6<br>(n=30)        | Grup 7<br>(n=30)        | Grup 8<br>(n=30)           | p      |
|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|--------|
| <b>İndüksiyon öncesi</b> | 97.90±1.52<br>(95-100) | 97.47±1.83<br>(94-100) | 95.27±2.85*,+<br>(89-100) | 96.63±1.67*,&<br>(92-100) | 96.83±2.15&<br>(93-100) | 97.20±1.85&<br>(92-100) | 97.13±2.18&<br>(91-100) | 96.37±2.33*<br>(87-99)     | <0.001 |
| <b>ES 1. dk</b>          | 99.47±0.86<br>(97-100) | 99.47±0.90<br>(97-100) | 98.57±1.70*,+<br>(95-100) | 99.00±1.17<br>(96-100)    | 99.07±1.50<br>(93-100)  | 98.83±1.64<br>(95-100)  | 99.07±0.87<br>(97-100)  | 98.60±1.19*,+<br>(95-100)  | 0.038  |
| <b>ES 5. dk</b>          | 99.43±0.90<br>(97-100) | 99.17±2.44<br>(87-100) | 98.73±1.55<br>(95-100)    | 99.23±0.93<br>(97-100)    | 99.20±1.40<br>(93-100)  | 99.10±1.13<br>(96-100)  | 98.77±0.86<br>(97-100)  | 98.20±2.19<br>(88-100)     | 0.059  |
| <b>ES 10. dk</b>         | 99.50±0.90<br>(97-100) | 99.37±1.19<br>(95-100) | 98.47±1.85*,+<br>(94-100) | 99.27±0.98<br>(96-100)    | 98.67±2.02<br>(92-100)  | 98.93±2.45<br>(87-100)  | 98.63±1.13*<br>(95-100) | 98.33±1.32*,+?<br>(95-100) | 0.025  |
| <b>ES 15. dk</b>         | 99.17±1.21<br>(95-100) | 99.17±1.29<br>(95-100) | 98.30±1.73<br>(94-100)    | 99.03±1.25<br>(96-100)    | 98.90±1.85<br>(92-100)  | 99.07±1.39<br>(95-100)  | 98.50±1.25<br>(96-100)  | 98.40±1.22<br>(95-100)     | 0.066  |
| <b>ES 30. dk</b>         | 98.93±1.23<br>(95-100) | 98.90±1.56<br>(94-100) | 97.90±1.86<br>(95-100)    | 98.77±1.22<br>(96-100)    | 98.53±1.89<br>(93-100)  | 98.77±1.57<br>(94-100)  | 98.13±1.41<br>(94-100)  | 98.40±1.04<br>(96-100)     | 0.075  |
| <b>ES 45. dk</b>         | 98.92±1.58<br>(94-100) | 98.83±1.49<br>(96-100) | 98.00±2.04<br>(93-100)    | 98.52±1.64<br>(93-100)    | 98.81±1.80<br>(93-100)  | 98.43±1.50<br>(95-100)  | 97.75±1.67<br>(92-100)  | 98.29±1.08<br>(96-100)     | 0.083  |
| <b>ES 60. dk</b>         | 99.06±1.20<br>(96-100) | 98.84±1.25<br>(96-100) | 97.61±2.10*,+<br>(93-100) | 98.33±1.55<br>(94-100)    | 98.84±1.52&<br>(94-100) | 98.22±1.50<br>(95-100)  | 98.05±1.39<br>(96-100)  | 98.19±1.17<br>(96-100)     | 0.030  |
| <b>Ekstübasyon</b>       | 97.90±1.84<br>(93-100) | 96.93±1.89<br>(93-100) | 97.00±2.46<br>(92-100)    | 96.33±2.14<br>(93-100)    | 97.93±2.42<br>(90-100)  | 97.53±2.11<br>(93-100)  | 97.17±2.18<br>(92-100)  | 96.97±2.06<br>(92-100)     | 0.070  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Cerrahi süresince inspiratuar O<sub>2</sub> konsantrasyon değerleri incelendiğinde ES 1. dakika FiO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 12). Grup 1 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek (p=0.004), 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.001). Grup 2 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek (p=0.002, p<0.001, p<0.001, p=0.012, sırasıyla). Grup 3 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu (p=0.012), 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p<0.001).

Grup 4 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ ,  $p=0.002$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 5 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.014$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.016$ ,  $p=0.002$ , sırasıyla).

ES 5. dakika  $FiO_2$  ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 12). Grup 1 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 2 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.001$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 2 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 3, 4, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p=0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.003$ , sırasıyla). Grup 3 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ ). Grup 4 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.037$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 5 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.012$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.001$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla).

ES 10. dakika  $FiO_2$  ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 12). Grup 1 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 2 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.008$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 2 ile karşılaştırıldığında  $FiO_2$  ortalama değeri 3, 4, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.001$ ,  $p=0.003$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.001$ , sırasıyla). Grup 3

ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.016, p<0.001, sırasıyla). Grup 4, 5, 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p<0.001, p<0.001, p=0.006, p<0.001, sırasıyla).

ES 15. dakika FiO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 12). Grup 1 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.007). Grup 2 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu (p<0.001, p=0.015, p=0.003, p=0.013, sırasıyla). Grup 3 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.012, p<0.001, sırasıyla). Grup 4, 5, 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında FiO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.002, p<0.001, p=0.031, p=0.001, sırasıyla).

**Tablo 12.** FiO<sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort±SS (Min-Maks)]

|           | Grup 1<br>(n=30)       | Grup 2<br>(n=30)       | Grup 3<br>(n=30)        | Grup 4<br>(n=30)           | Grup 5<br>(n=30)       | Grup 6<br>(n=30)             | Grup 7<br>(n=30)         | Grup 8<br>(n=30)                     | P      |
|-----------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------|
| ES 1. dk  | 70.57±6.67<br>(58-87)  | 64.67±6.90<br>(49-75)  | 71.30±10.26+<br>(46-95) | 76.63±9.38*,+,&<br>(59-92) | 73.77±8.20+<br>(40-89) | 68.57±7.31?,<br>%<br>(50-79) | 70.00±8.70+?,<br>(57-92) | 63.47±7.14*,<br>&?,%,++,!<br>(53-77) | <0.001 |
| ES 5. dk  | 63.03±6.47<br>(49-78)  | 56.10±7.98*<br>(42-72) | 63.40±8.75+<br>(43-83)  | 64.53±7.56+<br>(48-82)     | 65.43±8.92+<br>(40-78) | 60.07±7.72?,<br>%<br>(40-76) | 62.57±9.18+<br>(43-88)   | 52.67±8.91*,<br>&?,%,++,!<br>(36-73) | <0.001 |
| ES 10. dk | 56.83±7.05<br>(44-73)  | 51.43±7.60*<br>(37-72) | 59.93±7.29+<br>(46-73)  | 57.37±9.27+<br>(39-79)     | 58.97±9.20+<br>(40-77) | 55.07±6.24&<br>(38-67)       | 58.30±7.62+<br>(43-74)   | 49.50±7.51*,<br>&?,%,++,!<br>(36-71) | <0.001 |
| ES 15. dk | 53.00±7.32<br>(42-68)  | 49.13±6.27<br>(37-69)  | 56.93±6.38+<br>(41-69)  | 53.93±9.63+<br>(36-70)     | 55.13±9.95+<br>(35-76) | 51.93±5.88&<br>(41-66)       | 54.03±7.31+<br>(34-69)   | 47.67±7.16*,<br>&?,%,++,!<br>(37-68) | <0.001 |
| ES 30. dk | 48.10±6.91<br>(35-61)  | 47.73±6.38<br>(36-67)  | 49.43±4.56<br>(40-57)   | 48.77±9.77<br>(36-75)      | 48.90±9.68<br>(31-76)  | 47.27±8.40<br>(35-68)        | 49.23±5.82<br>(33-58)    | 46.10±7.28<br>(36-62)                | 0.697  |
| ES 45. dk | 53.48±14.64<br>(32-87) | 48.86±8.32<br>(32-67)  | 47.52±8.32<br>(36-77)   | 46.55±11.51<br>(34-79)     | 47.44±8.83<br>(33-68)  | 46.32±9.95<br>(30-78)        | 49.61±8.62<br>(32-79)    | 50.11±11.91<br>(32-79)               | 0.226  |
| ES 60. dk | 44.94±10.00<br>(24-71) | 50.72±8.83<br>(38-66)  | 47.83±14.01<br>(35-81)  | 44.46±10.65<br>(36-88)     | 46.64±9.00<br>(32-67)  | 45.63±8.82<br>(30-69)        | 50.00±10.66<br>(38-79)   | 50.15±11.23<br>(37-79)               | 0.260  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

ES 1. dakika EtO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 13). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek (p=0.007), 2 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.010, p=0.003, sırasıyla). Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek (p=0.002, p<0.001, p<0.001, p=0.025, sırasıyla). Grup 3 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek (p=0.035), 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p<0.001). Grup 4 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu (p<0.001, p=0.002, p<0.001, sırasıyla). Grup 5, 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p<0.001, p=0.031, p=0.007, sırasıyla).

ES 5. dakika EtO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 13). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 2 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu (p=0.002, p<0.001, sırasıyla). Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5, 6 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu (p<0.001, p<0.001, p<0.001, p=0.003, p=0.003, sırasıyla). Grup 3, 4, 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu (p<0.001, tümü). Grup 5 ile karşılaştırıldığında

EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.011$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla).

ES 10. dakika EtO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 13). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 2 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.006$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla). Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.001$ ,  $p=0.008$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.001$ , sırasıyla). Grup 3, 4, 5, 6 ve 7 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu ( $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.003$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla).

ES 15. dakika EtO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 13). Grup 1, 4, 5, 6, 7 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.007$ ,  $p=0.008$ ,  $p<0.001$ ,  $p=0.022$ ,  $p=0.001$ , sırasıyla). Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0.001$ ,  $p=0.002$ ,  $p=0.013$ , sırasıyla). Grup 3 ile karşılaştırıldığında EtO<sub>2</sub> ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0.029$ ,  $p<0.001$ , sırasıyla).



değeri 3, 4, 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 15. dakika EtCO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 14). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3, 4 ve 5 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 30. dakika EtCO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 14). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5, 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 45. dakika EtCO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 14). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 60. dakika EtCO<sub>2</sub> ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.008$ ) (Tablo 14). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ve 4 ile

karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtCO<sub>2</sub> ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

**Tablo 14.** EtCO<sub>2</sub> verilerinin gruplara dağılımı (mmHg) [Ort±SS (Min-Maks)]

|           | Grup 1<br>(n=30)      | Grup 2<br>(n=30)      | Grup 3<br>(n=30)         | Grup 4<br>(n=30)         | Grup 5<br>(n=30)                 | Grup 6<br>(n=30)         | Grup 7<br>(n=30)                  | Grup 8<br>(n=30)              | p      |
|-----------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------|
| ES 1. dk  | 33.53±2.85<br>(29-40) | 33.47±2.89<br>(30-40) | 36.37±3.90<br>(28-44)    | 35.47±3.87<br>(29-43)    | 35.00±3.17<br>(29-41)            | 36.00±3.72<br>(26-42)    | 34.60±3.94<br>(28-43)             | 36.07±12.15<br>(26-98)        | 0.251  |
| ES 5. dk  | 32.35±2.21<br>(29-37) | 32.97±2.39<br>(29-38) | 35.50±3.88*,+<br>(26-42) | 34.57±3.20*<br>(30-42)   | 34.77±2.69*,+<br>(30-40)         | 35.47±3.69*,+<br>(27-42) | 33.43±3.35&,<br>++<br>(29-42)     | 33.80±2.94&,<br>++<br>(28-40) | <0.001 |
| ES 10. dk | 32.13±2.21<br>(28-38) | 32.80±2.22<br>(28-36) | 35.33±3.94*,+<br>(28-43) | 34.60±4.73*,+<br>(29-52) | 35.10±2.84*,+<br>(31-41)         | 35.13±3.84*,+<br>(26-44) | 32.80±3.09&,<br>?,%,++<br>(28-41) | 33.77±3.22<br>(27-41)         | <0.001 |
| ES 15. dk | 33.80±2.27<br>(26-38) | 32.77±2.78<br>(26-37) | 35.07±3.45+<br>(27-40)   | 34.50±2.92+<br>(29-41)   | 35.93±3.69*,+<br>(30-43)         | 35.60±4.18*,+<br>(24-44) | 33.27±3.06&,<br>?,%<br>(28-39)    | 34.37±2.95<br>(27-41)         | <0.001 |
| ES 30. dk | 34.40±2.31<br>(29-39) | 33.50±2.45<br>(29-39) | 35.90±3.11+<br>(30-41)   | 35.57±3.63+<br>(30-49)   | 36.87±3.10*,+<br>(30-42)         | 36.53±3.68*,+<br>(25-44) | 34.67±3.08%,<br>++<br>(28-40)     | 35.70±2.37+<br>(31-40)        | <0.001 |
| ES 45. dk | 33.60±2.36<br>(30-39) | 33.03±3.00<br>(29-42) | 35.48±4.02*,+<br>(26-47) | 35.48±2.50*,+<br>(31-40) | 37.00±2.77*,+<br>(30-42)         | 36.43±3.58*,+<br>(26-42) | 35.00±3.34+,<br>%<br>(30-45)      | 35.04±2.17+,<br>%<br>(30-39)  | <0.001 |
| ES 60. dk | 34.59±2.79<br>(31-41) | 33.64±2.57<br>(30-38) | 35.22±3.59<br>(30-42)    | 35.21±2.78<br>(30-41)    | 37.24±3.68*,+<br>,&?,<br>(32-47) | 35.74±3.60+<br>(24-40)   | 35.19±2.68%<br>(31-40)            | 34.57±2.25%<br>(29-38)        | 0.008  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Ekspiryum dakika volümü (MVE) değerlerinin anestezi sürecindeki incelenmesinde; ES 1. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 15). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 3, 5, 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı



olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 6 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 5. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 15). Grup 1 ve 3 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5, 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 10. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.001$ ) (Tablo 15). Grup 1, 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 15. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.002$ ) (Tablo 15). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 30. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 15). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek, 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

Grup 2 ve 6 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 45. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 15). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 3 ve 4. gruplarda anlamlı olarak yüksek, 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2, 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 60. dakika MVE ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.002$ ) (Tablo 15). Grup 2, 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında MVE ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

**Tablo 15.** MVE verilerinin gruplara dağılımı (L) [Ort $\pm$ SS (Min-Maks)]

|           | Grup 1<br>(n=30)               | Grup 2<br>(n=30)               | Grup 3<br>(n=30)                  | Grup 4<br>(n=30)                | Grup 5<br>(n=30)                     | Grup 6<br>(n=30)                    | Grup 7<br>(n=30)                      | Grup 8<br>(n=30)                        | p      |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| ES 1. dk  | 5.84 $\pm$ 0.87<br>(4-7.30)    | 6.04 $\pm$ 1.20<br>(3.90-8.70) | 5.34 $\pm$ 0.90*,+<br>(3.40-7.10) | 5.56 $\pm$ 0.96<br>(3.50-7.90)  | 4.77 $\pm$ 0.73*,+,&,<br>(3.60-6.30) | 5.26 $\pm$ 0.69*,+,%<br>(3.70-6.50) | 5.28 $\pm$ 0.89*,+,%<br>(3.50-7.60)   | 5.06 $\pm$ 0.68*,+,%<br>(3.70-6)        | <0.001 |
| ES 5. dk  | 5.74 $\pm$ 0.92<br>(4.40-7.90) | 6.00 $\pm$ 1.10<br>(3.90-8.20) | 5.60 $\pm$ 1.04<br>(4-9)          | 5.62 $\pm$ 1.03<br>(3.40-7.90)  | 5.00 $\pm$ 0.96*,+,&<br>(3.40-7.40)  | 5.40 $\pm$ 0.72+<br>(3.60-7)        | 5.31 $\pm$ 0.85+<br>(3.70-6.90)       | 5.04 $\pm$ 0.79*,+,&,<br>(3.30-6.20)    | <0.001 |
| ES 10. dk | 5.54 $\pm$ 1.02<br>(4.20-8.20) | 5.91 $\pm$ 1.09<br>(4-8.10)    | 5.58 $\pm$ 0.95<br>(3.60-7.70)    | 5.63 $\pm$ 1.17<br>(3.30-8.10)  | 5.00 $\pm$ 0.89*,+,&,<br>(3.50-6.90) | 5.45 $\pm$ 0.73<br>(3.70-6.90)      | 5.40 $\pm$ 0.93+<br>(3.60-7.90)       | 4.92 $\pm$ 0.67*,+,&,,++<br>(3.80-6)    | 0.001  |
| ES 15. dk | 5.57 $\pm$ 0.99<br>(4.10-8.10) | 5.73 $\pm$ 1.02<br>(4-8.30)    | 5.77 $\pm$ 1.00<br>(4-7.50)       | 5.78 $\pm$ 1.08<br>(3.20-8)     | 5.12 $\pm$ 0.89+,&,<br>(3.50-7.10)   | 5.47 $\pm$ 0.70<br>(3.80-6.90)      | 5.25 $\pm$ 0.88&,,?<br>(3.70-7.50)    | 4.99 $\pm$ 0.77*,+,&,<br>(3.70-6.20)    | 0.002  |
| ES 30. dk | 5.53 $\pm$ 0.93<br>(4.40-7.90) | 5.88 $\pm$ 1.16<br>(4-9.30)    | 6.09 $\pm$ 1.22*<br>(2.80-8.60)   | 5.96 $\pm$ 1.18<br>(3.40-8.70)  | 5.43 $\pm$ 0.83&<br>(3.70-7)         | 5.72 $\pm$ 0.89<br>(3.60-8.30)      | 5.31 $\pm$ 0.95+,&,,?<br>(3.50-7.60)  | 4.98 $\pm$ 0.84*,+,&,,++<br>(3.40-6.50) | <0.001 |
| ES 45. dk | 5.50 $\pm$ 1.02<br>(4.40-7.90) | 5.88 $\pm$ 1.24<br>(4-9.90)    | 6.29 $\pm$ 1.40*<br>(2.80-9.10)   | 6.19 $\pm$ 1.11*<br>(4.30-8.40) | 5.74 $\pm$ 1.02<br>(4.10-7.80)       | 5.90 $\pm$ 0.93<br>(4-8.30)         | 5.23 $\pm$ 0.95+,&,,++<br>(3.50-7.50) | 5.17 $\pm$ 0.85+,&,,++<br>(3.70-6.60)   | <0.001 |
| ES 60. dk | 5.58 $\pm$ 0.97<br>(4.50-7.80) | 6.07 $\pm$ 1.07<br>(4.30-9.30) | 6.16 $\pm$ 1.27<br>(3.80-8.90)    | 6.18 $\pm$ 1.02<br>(4.40-8.40)  | 5.66 $\pm$ 0.97<br>(4.20-7.90)       | 6.02 $\pm$ 0.95<br>(4.50-8.30)      | 5.38 $\pm$ 1.06+,&,,++<br>(3.50-7.40) | 5.09 $\pm$ 0.86+,&,,++<br>(3.70-6.40)   | 0.002  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Tidal Volüm (TV) ortalamaları tüm ölçüm zamanlarında gruplar arasında benzer olarak bulundu (Tablo 16).

**Tablo 16.** TV verilerinin gruplara dağılımı (mL) [Ort±SS (Min-Maks)]

|              | Grup 1<br>(n=30)          | Grup 2<br>(n=30)          | Grup 3<br>(n=30)          | Grup 4<br>(n=30)          | Grup 5<br>(n=30)              | Grup 6<br>(n=30)              | Grup 7<br>(n=30)              | Grup 8<br>(n=30)              | p     |
|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------|
| ES 1.<br>dk  | 464.73±49.25<br>(370-550) | 490.70±76.02<br>(375-609) | 452.20±67.32<br>(340-600) | 469.33±66.27<br>(286-580) | 457.77±57.4<br>5<br>(370-480) | 483.70±41.1<br>9<br>(390-560) | 478.40±51.2<br>2<br>(375-570) | 476.67±52.7<br>1<br>(350-552) | 0.169 |
| ES 5.<br>dk  | 463.37±40.69<br>(388-540) | 501.43±80.34<br>(375-659) | 466.27±72.04<br>(342-645) | 467.53±60.84<br>(300-580) | 463.07±58.6<br>2<br>(370-570) | 484.63±39.8<br>7<br>(390-560) | 469.57±55.3<br>9<br>(350-579) | 472.63±57.8<br>2<br>(350-570) | 0.179 |
| ES 10.<br>dk | 465.77±40.62<br>(390-560) | 497.40±68.02<br>(380-620) | 461.87±69.48<br>(322-606) | 464.47±74.23<br>(275-580) | 461.33±56.9<br>7<br>(370-570) | 483.43±40.1<br>6<br>(390-560) | 467.80±64.1<br>7<br>(267-571) | 466.37±55.6<br>4<br>(310-550) | 0.227 |
| ES 15.<br>dk | 464.90±36.03<br>(390-540) | 493.20±68.49<br>(370-623) | 471.57±82.16<br>(300-719) | 469.47±67.69<br>(257-580) | 462.00±57.0<br>2<br>(370-570) | 478.57±60.0<br>7<br>(250-565) | 463.23±50.4<br>7<br>(350-550) | 469.83±58.4<br>7<br>(310-550) | 0.563 |
| ES 30.<br>dk | 460.97±35.91<br>(390-550) | 491.97±62.29<br>(380-600) | 477.00±66.23<br>(277-597) | 493.97±71.07<br>(280-630) | 469.90±56.2<br>6<br>(370-570) | 489.57±45.1<br>5<br>(390-570) | 462.57±67.8<br>8<br>(250-575) | 473.17±57.0<br>1<br>(320-550) | 0.173 |
| ES 45.<br>dk | 458.16±44.28<br>(395-560) | 486.66±64.67<br>(380-587) | 488.03±68.85<br>(295-602) | 501.72±62.14<br>(396-620) | 473.04±61.2<br>9<br>(380-570) | 487.89±47.5<br>3<br>(390-570) | 468.25±54.5<br>8<br>(344-550) | 477.82±50.2<br>4<br>(375-550) | 0.155 |
| ES 60.<br>dk | 466.12±36.19<br>(400-550) | 502.46±59.04<br>(371-615) | 480.74±64.28<br>(312-602) | 500.50±57.22<br>(407-625) | 470.56±57.0<br>9<br>(380-570) | 493.33±48.2<br>8<br>(390-570) | 467.00±51.3<br>9<br>(350-550) | 476.62±56.8<br>2<br>(375-560) | 0.123 |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Mekanik ventilasyon sırasındaki solunum sayısının (frekans) değerlendirilmesinde; ES 1. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 17). Grup 1, 2, 3 ve 4 ile

karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 5, 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 5. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 17). Grup 1, 2, 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ve 4 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 10. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 17). Grup 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 1, 2, 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 15. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.012$ ) (Tablo 17). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 30. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 17). Grup 2 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

bulundu. Grup 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 45. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.005$ ) (Tablo 17). Grup 1 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 3 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ve 6 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 60. dakika frekans ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.005$ ) (Tablo 17). Grup 2 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 1, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında frekans ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

**Tablo 17.** Solunum frekansı verilerinin gruplara dağılımı (soluk/dk) [Ort $\pm$ SS (Min-Maks)]

|           | Grup 1<br>(n=30)            | Grup 2<br>(n=30)            | Grup 3<br>(n=30)             | Grup 4<br>(n=30)               | Grup 5<br>(n=30)                        | Grup 6<br>(n=30)                        | Grup 7<br>(n=30)                        | Grup 8<br>(n=30)                         | P      |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|--------|
| ES 1. dk  | 12.97 $\pm$ 2.16<br>(10-21) | 12.13 $\pm$ 1.53<br>(10-17) | 12.23 $\pm$ 1.19<br>(10-16)  | 12.33 $\pm$ 1.37<br>(10-16)    | 10.87 $\pm$ 1.14<br>*,+,&,<?<br>(10-14) | 11.33 $\pm$ 0.99<br>*,+,&,<?<br>(10-13) | 11.27 $\pm$ 1.26<br>*,+,&,<?<br>(10-14) | 10.83 $\pm$ 1.02*,+,&,<?<br>(10-13)      | <0.001 |
| ES 5. dk  | 12.03 $\pm$ 1.19<br>(10-14) | 12.13 $\pm$ 1.74<br>(10-19) | 12.07 $\pm$ 0.94<br>(10-14)  | 12.37 $\pm$ 1.16<br>(10-16)    | 11.17 $\pm$ 1.18<br>*,+,&,<?<br>(10-14) | 11.43 $\pm$ 1.04<br>+,<?<br>(10-14)     | 11.63 $\pm$ 1.85?<br>(10-19)            | 10.73 $\pm$ 0.98*,+,&,<?<br>(10-13)      | <0.001 |
| ES 10. dk | 11.63 $\pm$ 1.25<br>(10-14) | 11.70 $\pm$ 1.26<br>(10-15) | 12.10 $\pm$ 1.21<br>(10-14)  | 12.20 $\pm$ 0.99<br>(10-16)    | 11.23 $\pm$ 1.17<br>&,<?<br>(10-14)     | 11.60 $\pm$ 1.13<br>(10-14)             | 11.43 $\pm$ 1.31<br>&,<?<br>(10-14)     | 10.67 $\pm$ 1.03*,+,&,<?;++<br>(9-13)    | <0.001 |
| ES 15. dk | 11.40 $\pm$ 1.33<br>(10-14) | 11.40 $\pm$ 1.33<br>(9-15)  | 12.00 $\pm$ 1.29<br>(10-14)  | 12.27 $\pm$ 1.05*,+<br>(10-16) | 11.47 $\pm$ 1.25?<br>(10-14)            | 11.77 $\pm$ 1.19<br>(10-14)             | 11.33 $\pm$ 1.37?<br>(9-14)             | 11.03 $\pm$ 1.83&,<?;++<br>(10-19)       | 0.012  |
| ES 30. dk | 11.80 $\pm$ 1.19<br>(10-14) | 11.63 $\pm$ 1.29<br>(10-15) | 12.47 $\pm$ 1.50+<br>(10-16) | 12.30 $\pm$ 1.21<br>(10-16)    | 11.97 $\pm$ 1.27<br>(10-15)             | 12.10 $\pm$ 1.21<br>(10-15)             | 11.47 $\pm$ 1.36<br>&,<?;++<br>(10-14)  | 10.83 $\pm$ 1.05*,+,&,<?;++<br>(10-14)   | <0.001 |
| ES 45. dk | 11.52 $\pm$ 1.26<br>(10-14) | 11.79 $\pm$ 1.70<br>(10-17) | 12.55 $\pm$ 1.57*<br>(10-16) | 12.31 $\pm$ 1.28<br>(10-16)    | 12.33 $\pm$ 1.18<br>(10-14)             | 13.39 $\pm$ 1.26<br>*<br>(10-14)        | 11.57 $\pm$ 1.60<br>&,<?;++<br>(10-15)  | 11.25 $\pm$ 1.89&,<?;++<br>(10-19)       | 0.005  |
| ES 60. dk | 12.00 $\pm$ 2.18<br>(10-19) | 11.76 $\pm$ 1.17<br>(10-14) | 12.48 $\pm$ 1.47<br>(10-16)  | 12.21 $\pm$ 1.02<br>(10-14)    | 12.16 $\pm$ 1.25<br>(10-14)             | 12.67 $\pm$ 1.18<br>+<br>(10-15)        | 12.14 $\pm$ 2.24<br>(10-19)             | 10.98 $\pm$ 0.94*,&,<?;++;!<?<br>(10-12) | 0.005  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Mekanik ventilasyon sırasında uygulanan PEEP değerleri incelendiğinde; ES 1. dakika PEEP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.012) (Tablo 18). Grup 2 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 3 ve 4. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 15. dakika PEEP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.010) (Tablo 18). Grup 1 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 5, 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 30. dakika PEEP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 18). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 1 ve 4 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak yüksek

bulundu. Grup 3 ve 5 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 45. dakika PEEP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 18). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 4, 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 1 ve 4 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ve 5 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 60. dakika PEEP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.001$ ) (Tablo 18). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 4, 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 1 ve 4 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 3 ve 5 ile karşılaştırıldığında PEEP ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

**Tablo 18.** PEEP verilerinin gruplara dağılımı (cmH<sub>2</sub>O) [Ort±SS (Min-Maks)]

|              | Grup 1<br>(n=30)   | Grup 2<br>(n=30)   | Grup 3<br>(n=30)      | Grup 4<br>(n=30)      | Grup 5<br>(n=30)          | Grup 6<br>(n=30)    | Grup 7<br>(n=30)          | Grup 8<br>(n=30)          | p      |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
| ES 1.<br>dk  | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.17±0.53<br>(5-7) | 4.93±0.45+<br>(3-6)   | 4.87±0.51+<br>(3-5)   | 5.20±0.48&,<br>?<br>(4-6) | 5.10±0.40?<br>(5-7) | 5.00±0.00<br>(5-5)        | 5.03±0.18<br>(5-6)        | 0.012  |
| ES 5.<br>dk  | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.17±0.53<br>(5-7) | 5.13±0.57<br>(5-8)    | 5.03±0.18<br>(5-6)    | 5.13±0.35<br>(5-6)        | 5.17±0.59<br>(5-8)  | 5.03±0.18<br>(5-6)        | 5.07±0.25<br>(5-6)        | 0.534  |
| ES 10.<br>dk | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.17±0.53<br>(5-7) | 5.20±0.66<br>(5-8)    | 4.97±0.41<br>(3-6)    | 5.17±0.38<br>(5-6)        | 5.17±0.59<br>(5-8)  | 5.07±0.37<br>(5-7)        | 5.03±0.18<br>(5-6)        | 0.278  |
| ES 15.<br>dk | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.17±0.53<br>(5-7) | 5.37±0.89*<br>(5-8)   | 4.93±0.37+,&<br>(3-5) | 5.13±0.35?<br>(5-6)       | 5.10±0.31?<br>(5-6) | 5.07±0.25?<br>(5-6)       | 5.03±0.18?<br>(5-6)       | 0.010  |
| ES 30.<br>dk | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.17±0.53<br>(5-7) | 5.60±1.07*,+<br>(5-8) | 4.93±0.37&<br>(3-5)   | 5.40±0.86*,<br>?<br>(5-8) | 5.17±0.38&<br>(5-6) | 5.00±0.00&,<br>%<br>(5-5) | 5.03±0.18&,<br>%<br>(5-6) | <0.001 |

|           |                    |                    |                       |                     |                           |                     |                           |                     |        |
|-----------|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------|
| ES 45. dk | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.17±0.54<br>(5-7) | 5.62±1.08*,+<br>(5-8) | 4.93±0.37&<br>(3-5) | 5.37±0.88*,<br>?<br>(5-8) | 5.11±0.31&<br>(5-6) | 5.00±0.00&,<br>%<br>(5-5) | 5.11±0.42&<br>(5-7) | <0.001 |
| ES 60. dk | 5.00±0.00<br>(5-5) | 5.20±0.58<br>(5-7) | 5.69±1.15*,+<br>(5-8) | 5.00±0.00&<br>(5-5) | 5.44±0.92*,<br>?<br>(5-8) | 5.11±0.32&<br>(5-6) | 5.00±0.00&,<br>%<br>(5-5) | 5.19±0.68&<br>(5-8) | 0.001  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında  
+p<0.05: Giriş ölçüm değeri ile karşılaştırıldığında

Mekanik ventilasyon sırasındaki tepe hava yolu basıncı (PIP) değerlerine bakıldığında; ES 15. dakika PIP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.008) (Tablo 19). Grup 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında PIP ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 1, 2, 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında PIP ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 30. dakika PIP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.038) (Tablo 19). Grup 1 ile karşılaştırıldığında PIP ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında PIP ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 45. dakika PIP ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.023) (Tablo 19). Grup 1 ile karşılaştırıldığında PIP ortalama değeri 3, 4, 5, 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında PIP ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu.

**Tablo 19.** PIP verilerinin gruplara dağılımı (cmH<sub>2</sub>O) [Ort±SS (Min-Maks)]



|              | Grup 1<br>(n=30)      | Grup 2<br>(n=30)      | Grup 3<br>(n=30)       | Grup 4<br>(n=30)       | Grup 5<br>(n=30)             | Grup 6<br>(n=30)           | Grup 7<br>(n=30)                   | Grup 8<br>(n=30)           | p     |
|--------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------|
| ES 1.<br>dk  | 15.13±2.49<br>(12-23) | 15.50±3.29<br>(10-23) | 15.07±3.65<br>(10-26)  | 16.27±2.98<br>(12-24)  | 15.90±2.84<br>(12-27)        | 16.10±4.04<br>(12-29)      | 16.43±2.80<br>(13-25)              | 15.63±3.61<br>(11-31)      | 0.645 |
| ES 5.<br>dk  | 15.10±2.54<br>(12-24) | 15.43±3.16<br>(11-22) | 15.43±4.22<br>(10-26)  | 15.83±3.12<br>(11-26)  | 16.23±2.30<br>(12-22)        | 15.90±3.58<br>(12-27)      | 16.60±2.95<br>(13-28)              | 15.90±3.72<br>(12-32)      | 0.713 |
| ES 10.<br>dk | 16.33±3.09<br>(12-23) | 16.03±3.63<br>(10-25) | 15.37±4.44<br>(10-27)  | 16.90±3.34<br>(11-27)  | 17.47±4.00<br>(13-32)        | 16.37±3.39<br>(12-26)      | 18.03±3.61<br>(12-28)              | 16.80±3.28<br>(12-27)      | 0.139 |
| ES 15.<br>dk | 17.57±2.91<br>(12-23) | 16.90±3.79<br>(12-26) | 16.83±4.42<br>(11-30)  | 17.90±3.88<br>(11-32)  | 19.33±4.25<br>+,&<br>(13-30) | 18.00±4.61<br>(10-28)      | 20.37±3.80<br>*,+,&?,++<br>(13-28) | 18.67±3.86<br>(13-29)      | 0.008 |
| ES 30.<br>dk | 17.10±3.18<br>(13-24) | 18.50±4.40<br>(11-29) | 18.90±5.50<br>(11-39)  | 19.07±3.73<br>(13-30)  | 19.67±4.35<br>*<br>(12-29)   | 19.07±4.64<br>(12-28)      | 21.13±3.88<br>*,+<br>(13-29)       | 19.73±4.18<br>*<br>(14-30) | 0.038 |
| ES 45.<br>dk | 16.52±3.06<br>(12-24) | 18.07±4.06<br>(12-29) | 18.83±4.83*<br>(12-30) | 19.76±4.66*<br>(14-31) | 20.15±4.02<br>*<br>(12-28)   | 18.82±4.47<br>*<br>(11-30) | 20.46±4.49<br>*,+<br>(14-29)       | 19.00±3.53<br>*<br>(13-27) | 0.023 |
| ES 60.<br>dk | 17.41±3.52<br>(13-25) | 17.44±4.03<br>(12-29) | 19.08±5.58<br>(12-30)  | 18.67±3.16<br>(14-25)  | 19.16±3.62<br>(12-25)        | 19.07±4.52<br>(12-30)      | 21.48±5.75<br>(14-37)              | 18.95±4.24<br>(13-28)      | 0.102 |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Entübasyon sonrası (ES) 1. dakika kompliance (C) ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 20). Grup 1 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 3 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 5. dakika C ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.002) (Tablo 20). Grup 1 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 3 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 10. dakika C ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.004$ ) (Tablo 20). Grup 1 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 3 ve 6. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2, 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 15. dakika C ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 20). Grup 1 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 3. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2, 3 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 30. dakika C ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.009$ ) (Tablo 20). Grup 1, 2, 3, 4 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 45. dakika C ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.001$ ) (Tablo 20). Grup 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 60. dakika C ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.002$ ) (Tablo 20). Grup 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 7 ile karşılaştırıldığında C ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu.

**Tablo 20.** Kompliyans verilerinin gruplara dağılımı (mL/cmH<sub>2</sub>O) [Ort±SS (Min-Maks)]

|              | Grup 1<br>(n=30)       | Grup 2<br>(n=30)          | Grup 3<br>(n=30)         | Grup 4<br>(n=30)          | Grup 5<br>(n=30)            | Grup 6<br>(n=30)             | Grup 7<br>(n=30)                            | Grup 8<br>(n=30)                  | p      |
|--------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| ES 1.<br>dk  | 51.06±9.88<br>(35-74)  | 57.25±14.71<br>(31-80)    | 65.66±24.55*<br>(26-142) | 60.85±20.37<br>(19-105)   | 59.00±11.15<br>(33-91)      | 63.67±19.39<br>*<br>(27-111) | 46.82±13.74<br>+,&,&?,%,++<br>(33-86)       | 51.08±15.17<br>&,&?,++<br>(17-74) | <0.001 |
| ES 5.<br>dk  | 52.67±10.16<br>(32-72) | 58.33±14.55<br>(28-84)    | 66.90±24.28*<br>(26-132) | 60.57±21.35<br>(19.5-107) | 58.90±13.66<br>(34-85)      | 63.90±17.57<br>*<br>(28-94)  | 48.41±13.15<br>+,&,&?,%,++<br>(32-84)       | 52.65±13.71<br>&,+<br>(25-75)     | 0.002  |
| ES 10.<br>dk | 49.13±13.17<br>(28-75) | 56.13±15.57<br>(25.6-84)  | 63.67±23.35*<br>(20-125) | 55.13±19.35<br>(18-120)   | 53.60±15.80<br>&<br>(28-94) | 59.33±19.05<br>*<br>(29-99)  | 45.23±15.35<br>+,&,&?,++<br>(24-82)         | 48.39±13.79<br>&,+<br>(29-75)     | 0.004  |
| ES 15.<br>dk | 45.15±11.85<br>(28-68) | 54.08±18.69<br>(25.4-105) | 56.79±21.09*<br>(22-115) | 50.78±17.78<br>(15.7-99)  | 46.37±16.41<br>&<br>(23-87) | 52.83±17.27<br>&<br>(26-88)  | 35.68±14.39<br>+,&,&?,%,++<br>(21-84)       | 42.61±14.20<br>+,&,+<br>(21-81)   | <0.001 |
| ES 30.<br>dk | 44.22±11.59<br>(27-69) | 44.44±11.26<br>(22.3-64)  | 49.76±20.53<br>(20-127)  | 45.19±15.62<br>(16.3-99)  | 43.87±14.05<br>(28-70)      | 50.90±16.87<br>(24-84)       | 35.27±14.62<br>*,+,&,&?,++<br>(19-82)       | 40.22±11.24<br>&,+<br>(22-64)     | 0.009  |
| ES 45.<br>dk | 45.86±12.15<br>(25-66) | 47.68±12.45<br>(21.7-64)  | 48.82±17.75<br>(20-115)  | 46.02±14.39<br>(20-79)    | 43.41±12.74<br>(27-68)      | 52.43±18.44<br>(24-90)       | 33.81±11.50<br>*,+,&,&?,%,+<br>+<br>(20-57) | 41.67±9.84+<br>+<br>(29-63)       | 0.001  |
| ES 60.<br>dk | 45.50±11.93<br>(28-62) | 48.08±1.12<br>(23.6-71)   | 50.93±19.48<br>(20-110)  | 47.00±11.41<br>(25-71.2)  | 47.84±15.09<br>(29-82)      | 51.82±19.83<br>(23-103)      | 33.13±11.94<br>*,+,&,&?,%,+<br>+<br>(20-65) | 42.56±11.73<br>++,!<br>(26-65)    | 0.002  |

$p<0.05$ : Grup 1 ile karşılaştırıldığında;  $+p<0.05$ : Grup 2 ile karşılaştırıldığında;  $\&p<0.05$ : Grup 3 ile karşılaştırıldığında;  $?p<0.05$ : Grup 4 ile karşılaştırıldığında;  $\%p<0.05$ : Grup 5 ile karşılaştırıldığında;  $++p<0.05$ : Grup 6 ile karşılaştırıldığında;  $!p<0.05$ : Grup 7 ile karşılaştırıldığında

Cerrahi sürecindeki MAK ortalamaları incelendiğinde; ES 1. dakika cerrahi sürecindeki MAK ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 21). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 2, 3, 4 ve 5. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük, 7 ve 8. gruplarda anlamlı yüksek olarak bulundu. Grup 3, 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 5. dakika MAK ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.001$ ) (Tablo 21). Grup 1 ve 2 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 10. dakika MAK ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.009$ ) (Tablo 21). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 4 ve 5. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 15. dakika MAK ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 21). Grup 1 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama

değeri 3, 4, 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 3, 4 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 30. dakika MAK ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 21). Grup 1, 2, 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 1, 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4, 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 7. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 5 ve 6 ile karşılaştırıldığında MAK ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu.

**Tablo 21.** Cerrahi süresince MAK verilerinin gruplara dağılımı (%) [Ort $\pm$ SS (Min-Maks)]

|              | Grup 1<br>(n=30)             | Grup 2<br>(n=30)               | Grup 3<br>(n=30)                | Grup 4<br>(n=30)              | Grup 5<br>(n=30)                      | Grup 6<br>(n=30)                    | Grup 7<br>(n=30)                          | Grup 8<br>(n=30)                          | p      |
|--------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|
| ES 1.<br>dk  | 0.65 $\pm$ 0.19<br>(0.3-0.9) | 0.52 $\pm$ 0.17*<br>(0.06-0.9) | 0.48 $\pm$ 0.18*<br>(0.2-0.9)   | 0.52 $\pm$ 0.17*<br>(0.2-0.9) | 0.43 $\pm$ 0.19*,<br>+<br>(0.2-0.9)   | 0.41 $\pm$ 0.18*,<br>+<br>(0.1-0.8) | 0.65 $\pm$ 0.15+,<br>&,%,,++<br>(0.3-0.9) | 0.67 $\pm$ 0.14+,<br>&,%,,++<br>(0.4-0.9) | <0.001 |
| ES 5.<br>dk  | 0.92 $\pm$ 0.14<br>(0.6-1.3) | 0.92 $\pm$ 0.31<br>(0.6-2.4)   | 0.87 $\pm$ 0.14<br>(0.6-1.1)    | 0.81 $\pm$ 0.17*,+<br>(0.2-1) | 0.91 $\pm$ 0.12?<br>(0.6-1.1)         | 0.79 $\pm$ 0.16*,<br>+,%<br>(0.4-1) | 0.92 $\pm$ 0.15+<br>+<br>(0.6-1.1)        | 0.96 $\pm$ 0.09?,<br>++<br>(0.8-1.2)      | 0.001  |
| ES 10.<br>dk | 1.00 $\pm$ 0.41<br>(0.7-3.1) | 0.92 $\pm$ 0.14<br>(0.4-1.1)   | 0.93 $\pm$ 0.38<br>(0.6-2.91)   | 0.87 $\pm$ 0.07*<br>(0.7-1)   | 0.78 $\pm$ 0.12*,<br>+,&<br>(0.6-1)   | 0.89 $\pm$ 0.09<br>(0.7-1.1)        | 0.95 $\pm$ 0.16%<br>(0.8-1.7)             | 0.94 $\pm$ 0.08%<br>(0.8-1.1)             | 0.009  |
| ES 15.<br>dk | 0.96 $\pm$ 0.10<br>(0.8-1.3) | 0.92 $\pm$ 0.08<br>(0.8-1)     | 0.85 $\pm$ 0.09*,+<br>(0.7-1.1) | 0.86 $\pm$ 0.07*,+<br>(0.7-1) | 0.76 $\pm$ 0.11*,<br>+,&,%<br>(0.6-1) | 0.85 $\pm$ 0.07*,<br>+,%<br>(0.7-1) | 0.96 $\pm$ 0.10&,<br>?,%,,++<br>(0.7-1.1) | 0.96 $\pm$ 0.09&,<br>?,%,,++<br>(0.8-1.1) | <0.001 |

|                      |                        |                        |                         |                        |                                  |                               |                                  |                                  |        |
|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|
| <b>ES 30.<br/>dk</b> | 0.93±0.15<br>(0.6–1.3) | 0.92±0.09<br>(0.8–1.1) | 0.92±0.14<br>(0.7–1.2)  | 0.90±0.11<br>(0.6–1.2) | 0.76±0.13*,<br>+,&,&?<br>(0.5–1) | 0.83±0.11*,<br>+,&<br>(0.6–1) | 0.98±0.08?,<br>%,++<br>(0.8–1.1) | 0.95±0.12%,<br>,,++<br>(0.6–1.1) | <0.001 |
| <b>ES 45.<br/>dk</b> | 0.78±0.33<br>(0.1–1.1) | 0.90±0.15<br>(0.5–1.1) | 0.91±0.102<br>(0.2–1.2) | 0.88±0.25<br>(0.2–1.3) | 0.81±0.14<br>(0.3–1)             | 0.84±0.16<br>(0.2–1)          | 0.91±0.21<br>(0.3–1.1)           | 0.87±0.23<br>(1–1.1)             | 0.261  |
| <b>ES 60.<br/>dk</b> | 0.89±0.22<br>(0.3–1.1) | 0.86±0.19<br>(0.4–1.1) | 0.85±0.28<br>(0.2–1.1)  | 0.96±0.22<br>(0.1–1.3) | 0.85±0.14<br>(0.4–1.1)           | 0.83±0.17<br>(0.3–1.1)        | 0.87±0.27<br>(0.2–1.1)           | 0.84±0.29<br>(0.2–1.2)           | 0.621  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

İnspiryum sırasındaki sevofluran konsantrasyonlarının cerrahi sürecindeki değerleri incelendiğinde; ES 1. dakika FiSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 22). Grup 1 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 2, 3, 4, 5, 6 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ve 5 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 8. grupta anlamlı yüksek olarak bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı yüksek olarak bulundu.

ES 5. dakika FiSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p=0.004) (Tablo 22). Grup 1 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 5 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 10. dakika FiSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 22). Grup 1, 2 ve 4 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

ES 15. dakika FiSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 22). Grup 1 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 3, 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 30. dakika FiSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 22). Grup 1, 2, 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 5 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 6 ve 7. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 60. dakika FiSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.008$ ) (Tablo 22). Grup 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak

düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında FiSevo ortalama değeri 8. grupta anlamlı olarak düşük bulundu.

**Tablo 22.** FiSevo verilerinin gruplara dağılımı(%) [Ort±SS (Min-Maks)]

|              | Grup 1<br>(n=30)        | Grup 2<br>(n=30)       | Grup 3<br>(n=30)        | Grup 4<br>(n=30)           | Grup 5<br>(n=30)                  | Grup 6<br>(n=30)              | Grup 7<br>(n=30)                  | Grup 8<br>(n=30)                  | p      |
|--------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| ES 1.<br>dk  | 2.42±0.63<br>(1.4-3.6)  | 1.89±0.46*<br>(0.8-3)  | 2.01±0.41*<br>(0.9-2.6) | 2.08±0.49*<br>(1.3-3.3)    | 1.84±0.60*<br>(1.1-3.2)           | 1.75±0.38*,<br>?<br>(1.2-2.7) | 2.02±0.55*,<br>++<br>(1-3.3)      | 2.22±0.62+,<br>%,++<br>(0.9-3.8)  | <0.001 |
| ES 5.<br>dk  | 2.67±0.46<br>(1.8-3.8)  | 2.56±0.39<br>(1.6-3.2) | 2.71±0.49<br>(1.32-3.5) | 2.64±0.46<br>(1.8-3.6)     | 2.80±0.51+<br>(1.9-3.8)           | 2.48±0.32&<br>%,<br>(1.8-3.1) | 2.43±0.44*,<br>&%,<br>(1.8-3.5)   | 2.44±0.30*,<br>&%,<br>(1.9-3.2)   | 0.004  |
| ES 10.<br>dk | 2.54±0.39<br>(2.1-3.4)  | 2.50±0.48<br>(1-3.3)   | 2.43±0.31<br>(1.9-3.05) | 2.51±0.30<br>(2.05-3.09)   | 2.22±0.39*,<br>+,&?,<br>(1.4-3.4) | 2.53±0.33%<br>(1.9-3.2)       | 2.25±0.34*,<br>+?,++<br>(1.6-3.1) | 2.26±0.19*,<br>+?,++<br>(1.9-2.7) | <0.001 |
| ES 15.<br>dk | 2.50±0.35<br>(2-3.4)    | 2.45±0.33<br>(2-3.1)   | 2.35±0.26*<br>(1.8-2.8) | 2.40±0.24<br>(2.02-2.89)   | 2.09±0.25*,<br>+,&?,<br>(1.6-2.6) | 2.36±0.31%<br>(1.8-3.1)       | 2.28±0.27*,<br>+%,<br>(1.8-2.9)   | 2.28±0.21*,<br>+%,<br>(1.8-2.6)   | <0.001 |
| ES 30.<br>dk | 2.40±0.38<br>(1.6-3.3)  | 2.40±0.29<br>(1.9-3)   | 2.38±0.34<br>(1.7-2.9)  | 2.41±0.28<br>(1.7-2.92)    | 2.11±0.25*,<br>+,&?,<br>(1.5-2.6) | 2.26±0.27%<br>(1.8-2.9)       | 2.29±0.25%<br>(1.8-2.9)           | 2.20±0.24*,<br>+,&?,<br>(1.5-2.6) | <0.001 |
| ES 45.<br>dk | 1.98±0.90<br>(0.3-3)    | 2.28±0.41<br>(1.1-2.9) | 2.29±0.55<br>(0.32-3.1) | 2.31±0.67<br>(0.4-3)       | 2.19±0.45<br>(0.6-3.1)            | 2.22±0.44<br>(0.4-2.9)        | 2.13±0.49<br>(0.6-2.9)            | 1.90±0.66<br>(0.4-2.8)            | 0.081  |
| ES 60.<br>dk | 2.27±0.68<br>(0.8-3.22) | 2.18±0.56<br>(0.8-2.9) | 2.12±0.74<br>(0.3-2.8)  | 2.58±0.32+,&<br>(1.77-3.1) | 2.25±0.45<br>(0.9-3.2)            | 2.21±0.42?<br>(0.6-3)         | 1.95±0.73?<br>(0.1-3)             | 1.90±0.66?,<br>%<br>(0.4-2.8)     | 0.008  |

p<0.05: Grup 1 ile karşılaştırıldığında; +p<0.05: Grup 2 ile karşılaştırıldığında; &p<0.05: Grup 3 ile karşılaştırıldığında; ?p<0.05: Grup 4 ile karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

End-tidal sevofluran konsantrasyonlarının cerrahi sürecindeki değerleri incelendiğinde; ES 1. dakika EtSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p<0.001) (Tablo 23). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 2, 3, 4, 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı yüksek, 6. Grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 5 ve 6. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ve 6 ile



karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 7 ve 8. gruplarda anlamlı yüksek olarak bulundu.

ES 5. dakika EtSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.008$ ) (Tablo 23). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 3, 4, 6 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 6 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 8. grupta anlamlı yüksek olarak bulundu.

ES 10. dakika EtSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 23). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 3, 5, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 3, 5 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 6. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 6 ve 8. gruplarda anlamlı yüksek olarak bulundu.

ES 15. dakika EtSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 23). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 3, 4, 5, 6 ve 7. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 3 ve 5. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 30. dakika EtSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.001$ ) (Tablo 23). Grup 1 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 5, 6 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 2, 3 ve 4 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 5. grupta anlamlı olarak düşük bulundu. Grup 5 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak yüksek bulundu.

ES 60. dakika EtSevo ortalamaları gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu ( $p=0.020$ ) (Tablo 23). Grup 2 ve 3 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 4. grupta anlamlı olarak yüksek bulundu. Grup 4 ile karşılaştırıldığında EtSevo ortalama değeri 5, 6, 7 ve 8. gruplarda anlamlı olarak düşük bulundu.

**Tablo 23.** EtSevo verilerinin gruplara dağılımı(%) [Ort±SS (Min-Maks)]

|              | Grup 1<br>(n=30)       | Grup 2<br>(n=30)       | Grup 3<br>(n=30)            | Grup 4<br>(n=30)           | Grup 5<br>(n=30)                   | Grup 6<br>(n=30)                   | Grup 7<br>(n=30)                   | Grup 8<br>(n=30)                   | p      |
|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|
| ES 1.<br>dk  | 1.44±0.45<br>(0.4-2.1) | 1.03±0.42*<br>(0.8-2)  | 1.01±0.44*<br>(0.07-1.71)   | 1.17±0.43*<br>(0.12-1.98)  | 0.93±0.49*,<br>?<br>(.4-2.2)       | 0.78±0.43*,<br>+,&,%?<br>(0.2-1.8) | 1.30±0.34+,<br>&,%++,<br>(0.7-1.8) | 1.30±0.30+,<br>&,%++,<br>(0.4-1.9) | <0.001 |
| ES 5.<br>dk  | 1.99±0.38<br>(1.3-2.9) | 1.80±0.33<br>(0.8-2.6) | 1.79±0.36*<br>(0.9-2.5)     | 1.82±0.28*<br>(1.2-2.4)    | 1.95±0.30<br>(1.3-2.5)             | 1.69±0.34*,<br>%<br>(0.4-2.1)      | 1.81±0.30*<br>(1.3-2.4)            | 1.85±0.20+<br>+<br>(1.5-2)         | 0.008  |
| ES 10.<br>dk | 2.01±0.39<br>(1-2.9)   | 1.95±0.39<br>(0.7-2.6) | 1.79±0.26*,+<br>(1-2.35)    | 1.91±0.22<br>(1.53-2.5)    | 1.66±0.33*,<br>+,%<br>(1.1-2.6)    | 1.93±0.20%<br>(1.4-2.3)            | 1.80±0.23*,<br>+<br>(1.3-2.2)      | 1.82±0.16*,<br>%<br>(1.6-2.2)      | <0.001 |
| ES 15.<br>dk | 2.06±0.33<br>(1.4-2.9) | 1.96±0.27<br>(1.6-2.5) | 1.78±0.22*,+<br>(1.45-2.27) | 1.91±0.21*<br>(1.54-2.33)  | 1.58±0.26*,<br>+,&,%?<br>(1.1-2.1) | 1.85±0.26*,<br>%<br>(1.3-2.4)      | 1.88±0.20*,<br>%<br>(1.5-2.2)      | 1.86±0.28*,<br>%<br>(1.1-2.9)      | <0.001 |
| ES 30.<br>dk | 1.99±0.30<br>(1.5-2.9) | 1.97±0.27<br>(1.6-2.6) | 1.97±0.30<br>(1.4-2.45)     | 2.03±0.28<br>(1.42-2.96)   | 1.62±0.25*,<br>+,&,%?<br>(1-2.1)   | 1.84±0.28*,<br>%<br>(1.3-2.3)      | 1.94±0.24%<br>(1.4-2.4)            | 1.84±0.20*,<br>%<br>(1.4-2.2)      | <0.001 |
| ES 45.<br>dk | 1.63±0.82<br>(0.1-2.6) | 1.93±0.35<br>(1-2.6)   | 1.95±0.47<br>(0.2-2.61)     | 1.95±0.58<br>(0.2-2.59)    | 1.71±0.37<br>(0.4-2.3)             | 1.79±0.45<br>(0.2-2.4)             | 1.80±0.45<br>(0.4-2.5)             | 1.60±0.57<br>(0.2-2.2)             | 0.058  |
| ES 60.<br>dk | 1.92±0.62<br>(0.3-2.6) | 1.83±0.52<br>(0.5-2.6) | 1.80±0.71<br>(0.1-2.59)     | 2.19±0.26+,&<br>(1.57-2.7) | 1.78±0.38?<br>(0.7-2.5)            | 1.82±0.39?<br>(0.4-2.4)            | 1.72±0.60?<br>(0.4-2.5)            | 1.69±0.61?<br>(0.2-2.5)            | 0.020  |

$p<0.05$ : Grup 1 ile karşılaştırıldığında;  $+p<0.05$ : Grup 2 ile karşılaştırıldığında;  $\&p<0.05$ : Grup 3 ile karşılaştırıldığında;  $?p<0.05$ : Grup 4 ile karşılaştırıldığında;

karşılaştırıldığında; %p<0.05: Grup 5 ile karşılaştırıldığında; ++p<0.05: Grup 6 ile karşılaştırıldığında; !p<0.05: Grup 7 ile karşılaştırıldığında

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı sürücü gaz sistemlerine sahip anestezi iş istasyonlarının (piston, türbin, körük ve volüm reflektör sistemleri), düşük ve orta taze gaz akımı altında inhaler anestezi ajan tüketimi ve 1 MAK'a ulaşma süreleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla hastanemizde operasyona alınan 240 hastanın verileri kaydedilmiş ve incelenmiştir. Hastaların demografik verileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde gruplar arasında homojen bir dağılım gözlenmiştir. Bu hastalar Primus<sup>®</sup>, Perseus<sup>®</sup>, FLOW-i<sup>®</sup>, Avance CS<sup>2</sup> Pro<sup>TM</sup> anestezi iş istasyonlarından birine ve wash-in fazında 1 L/dk TGA - %8 sevofluran veya 2 L/dk TGA - %4 sevofluran indüksiyonundan birine dahil olacak şekilde toplamda 8 gruba rastgele olarak ayrılmıştır. Ardından hastaların 1 MAK değerine ulaşma süreleri, 1 MAK değerine ulaştığı andaki inhaler AA tüketim miktarları, anestezi süresi boyunca toplam inhaler AA ve oksijen tüketim miktarları gruplar arasında kıyaslanmıştır. Çalışmamız sonucunda 1 MAK değerine ulaşma süresi (wash-in) en kısa olan grubun, Avance CS<sup>2</sup> Pro<sup>TM</sup> iş istasyonu kullanılan ve 1 L/dk TGA - %8 sevofluran indüksiyonu (Grup 7) uygulanan grup olduğu görülmüştür. 1 MAK değerine ulaşma süresi (wash-in) en uzun olan grubun ise, FLOW-i<sup>®</sup> anestezi iş istasyonu kullanılan ve 2 L/dk TGA - %4 sevofluran indüksiyonu (Grup 6) uygulanan grup olduğu görülmüştür. Bütün iş istasyonlarında 1 MAK değerine ulaşma sürelerinin; 1 L/dk TGA - %8 sevofluran indüksiyonu uygulanan gruplarda, 2 L/dk TGA - %4 sevofluran indüksiyonu uygulanan gruplara göre daha kısa olduğu görülmüştür (4 cihazın ortalamaları alındığında; 1 L/dk TGA -

%8 sevofluran altında 251,1 saniye ve 2 L/dk TGA - %4 sevofluran altında 376,35 saniye). Ancak anestezi iş istasyonları kendi aralarında kıyaslandığında, kullanılan TGA hızı ve sevofluran yüzdesinden bağımsız olarak 1 MAK değerine ulaşma süresinin Avance CS2 Pro<sup>TM</sup> cihazında en kısa olduğu görülmüştür. Aynı zamanda 1 MAK değerine ulaştığı andaki inhaler AA tüketim miktarları değerlendirildiğinde Avance CS2 Pro<sup>TM</sup> cihazında tüketim miktarının en düşük olduğu görülmüştür. İnhaler AA saatlik tüketimine bakıldığında ise FLOW-i<sup>®</sup> cihazının diğer cihazlara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük olduğu görülmüştür. Vaporizatörün kapatıldığı andan ekstübasyona kadar geçen sürede ise cihazlar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Modern anestezi uygulamalarında, inhalasyon anestezik ajanların güvenli, etkin ve ekonomik şekilde uygulanabilmesi önemli bir hedeftir. Bu bağlamda, düşük akım anestezi (DAA) yöntemi; anestezik gaz tüketimini azaltması, çevresel etkileri sınırlaması ve maliyetleri düşürmesi nedeniyle giderek daha fazla tercih edilmektedir. DAA uygulamasının başarısı, yalnızca kullanılan volatil ajanların farmakokinetiğine değil; aynı zamanda anestezi cihazının teknik donanımına, solutma sisteminin hacmine ve ventilatörün sürücü sistemine de doğrudan bağlıdır. Bu nedenle, inhalasyon anestezisinde kullanılan sistemlerin fiziksel özelliklerinin, anestezi derinliğine ulaşma süresi ve ajan tüketimi üzerindeki etkileri önem kazanmaktadır.

Halka sisteminin toplam hacmi, sistemin gaz kompozisyonunun değişim hızını belirleyen başlıca faktörlerden biridir. Büyük hacimli sistemlerde gaz karışımının dengelenmesi daha uzun sürerken, daha düşük hacimli sistemlerde

hedeflenen alveoler konsantrasyona daha kısa sürede ulaşılabilir. Bu bağlamda, anestezi iş istasyonlarının sahip olduğu teknik özelliklerin ve havuz modeli üzerinden hesaplanan toplam hacimlerin, wash-in sürecine ve ajan kullanımına etkileri araştırılmıştır. Shin ve arkadaşları (55) yaptıkları çalışmada, hedef sevofluran konsantrasyonuna ulaşmak için gereken sürenin taze gaz akış hızı (FGF) ve anestezi makinesinin tipine göre değişip değişmediğini araştırmışlardır. Bu amaçla bir test akciğeri kullanmış; 0,5 L/dk, 1 L/dk ve 3 L/dk şeklindeki 3 farklı taze gaz akımı parametresi ile Perseus<sup>®</sup>, Primus<sup>®</sup>, Zeus<sup>®</sup> anestezi makinelerini hedef sevofluran düzeyine (2 MAK) ulaşma süreleri açısından kıyaslamışlardır. Toplamda 10 farklı grubu karşılaştırdıklarında, tüm anestezi makinelerinde taze gaz akım düzeyi arttıkça, hedef sevofluran düzeyine çıkma süresinin kısaldığını bulmuşlardır. Ancak aynı taze gaz akımını kullandıklarında, farklı anestezi makinelerinde hedef sevofluran düzeyine ulaşma sürelerinin anlamlı şekilde değiştiği sonucuna ulaşmışlardır; en hızlı ulaşan anestezi makinesi Perseus<sup>®</sup> iken (0,5 L/dk akımda 920 saniye), bunu Primus<sup>®</sup> takip etmiştir (0,5 L/dk akımda 1190 saniye) ve en uzun süre Zeus<sup>®</sup>'ta (0,5 L/dk akımda 1560 saniye) bulunmuştur. Araştırmacılar, hedef inhaler anestezi ajan konsantrasyonuna ulaşmak için gereken sürenin daha kısa oluşunu; yüksek taze gaz akımı oranları, daha küçük iç hacme sahip anestezi makinelerinin kullanımı, taze gaz girişlerinin hastalara yakınlığı, decoupling sisteminin olmaması ve piston tipi sürücü sisteme sahip ventilatörlerin kullanımıyla ilişkilendirilmiştir.

Yamashita ve arkadaşları (56) yaptıkları bir çalışmada, farklı anestezi iş istasyonlarında desfluran wash-out süresini kıyaslamışlardır. Bu amaçla

birbirinden farklı iç hacimleri olan 3 cihazı; bir körük sürücü sistemine sahip Aisys<sup>TM</sup>, bir piston sürücü sistemini kullanan Fabius GS<sup>®</sup> ve yine bir körük sürücü sisteme sahip olan Pro-next<sup>TM</sup> cihazlarını karşılaştırmışlardır. Test akciğeri kullanarak yaptıkları bu çalışmada %6 desfluran düzeyine ulaştıktan sonra tüm cihazlarda desfluran vaporizatörünü kapatarak inhaler anestezi ajanının eliminasyon sürelerine bakmışlardır. Çalışma neticesinde total wash-out süresinin Aisys<sup>TM</sup> makinesinde 902 saniye, Fabius<sup>®</sup>'ta 1060 saniye ve Pro-next<sup>TM</sup> makinesinde 1363 saniye olduğunu bulmuşlardır. Buradan yola çıkarak farklı iç hacme sahip anestezi makinelerinin, inhaler anestezi ajanının eliminasyon süresi üzerinde anlamlı etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Leijonhufvud ve arkadaşları (57) yaptıkları bir çalışmada, farklı taze gaz akım düzeylerini (1, 2 ve 4 L/dk) ve iki farklı anestezi makinesini (GE Aisys<sup>TM</sup> ve Maquet FLOW-i<sup>®</sup>) kullanarak, gruplar arasında end tidal 1 MAK anestezi düzeyine ulaşma süresini (wash-in), wash-in süresince gaz tüketimini ve anestezi ajanının eliminasyon sürelerini (wash-out) kıyaslamışlardır. Çalışma sonucunda artan taze gaz akımı hızı ile wash-in ve wash-out sürelerinde belirgin kısalma gözlemlenmiştir. Anestezi makinelerini kıyasladıklarında ise, 4 L/dk'ya kadar olan taze gaz akımlarında FLOW-i<sup>®</sup> wash-in süresinin, Aisys<sup>TM</sup> wash-in süresine kıyasla anlamlı ölçüde kısa olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışma neticesinde hem taze gaz akımının hem de kullanılan anestezi cihazının, hedef inhaler anestezi ajan düzeyine ulaşmada önemli rolleri olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak çalışmalarında Aisys<sup>TM</sup> wash-in süresinin kısa olmasının nedenine yönelik detay paylaşılmamıştır.

Kern ve arkadaşları (58) yaptıkları bir çalışmada, yenidoğan test akciğeri kullanarak Avance™ (3.31 L iç hacim) ve Primus® (5.31 L iç hacim) anestezi makinelerini, aynı taze gaz akım hızları ve sevofluran yüzdesi kullanımı koşullarında wash-in ve wash-out süreleri açısından kıyaslamışlardır. 1.5 L/dk taze gaz akımı kullandıklarında %95 hedef sevofluran düzeyine ulaşma süresini (wash-in), Avance™ için ortalama 60 saniye, Primus® için 310 saniye olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde vaporizatör kapatıldıktan sonra hedef sevofluran düzeyinin %95'ten %5'e düşme süresini (wash-out), Avance™ için 90 saniye, Primus® için 398 saniye bulmuşlardır. 3 L/dk taze gaz akımı kullandıklarında da benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Çalışma sonucunda, diğer tüm değişkenler aynı kabul edildiğinde, daha az internal hacime sahip olan Avance™ anestezi makinesi kullanımının, inhaler anestezi ajanının wash-in ve wash-out sürelerinde daha büyük iç hacme sahip olan Primus®'a göre anlamlı ve belirgin ölçüde azalma sağladığını ortaya koymuşlardır. Bu sonuç, havuz modellemesinin inhalasyon anestezisi üzerindeki etkilerini açıkça desteklemektedir.

Dosch ve arkadaşları (59) yaptıkları bir çalışmada; düşük hacime sahip solunum sistemi ve yüksek taze gaz akımının, oksijen düzeyinin dengeye ulaşma hızını artıracak hipoteziyle yola çıkmışlardır. Çalışma için farklı iç hacimlere sahip 3 anestezi makinesini (ADU®-4,5 L, Fabius® GS-5,2 L, Aestiva® 5,6 L), farklı taze gaz akımı parametrelerini kullanarak, oksijen konsantrasyonunun %50, 63, 66 ve 90'a ulaşma süreleri açısından kıyaslamışlardır. Çalışmalarının neticesinde, en düşük iç hacme sahip olan ADU® anestezi makinesi 1 ve 2 L/dk taze gaz akımı kullanıldığında, oksijenin %90 denge seviyesine ulaşma süresinin,



Fabius GS<sup>®</sup> ve Aestiva<sup>®</sup> anestezi makinelerine kıyasla çok daha kısa olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sayede anestezi makinelerinin iç hacimlerinin, medikal gaz wash-in süresine etki ettiğini göstermişlerdir.

Bizim çalışmamızda kullanılan cihazların internal hacimleri teknik dokümanlarından (Primus<sup>®</sup> 4,7 L, Perseus<sup>®</sup> 2,18 L, FLOW-i<sup>®</sup> 2,9 L, Avance CS<sup>2</sup> Pro<sup>™</sup> 2,7 L) elde edilmiştir (Tablo 3). Üstte sıraladığımız çalışmalarda test akciğerindeki konsantrasyon değişimi ölçüm olarak kullanılırken, bizim çalışmamızda farklı olarak FRC ve hastaların fizyolojik dolaşımsal parametreleri dahil edilmiştir. En küçük iç hacme sahip olan anestezi iş istasyonu Perseus<sup>®</sup> (iç hacim 2,18 L; FRC, solunum sistemi, kanister dâhil hacim = 8,08 L) olmasına rağmen, yapısal olarak körüklü sistem kullanan Avance CS<sup>2</sup> Pro<sup>™</sup> (iç hacim 2,7 L; FRC, solunum sistemi, kanister dahil hacim = 8.6 L) daha kısa sürede 1 MAK değerine ulaşmıştır. (1 L/dk - %8 sevofluran ile sırasıyla ortalama 232,8 saniye ve 172,2 saniye; 2 L/dk - %4 sevofluran ile sırasıyla ortalama 366 saniye ve 265,8 saniye). Bu durumun nedeni Dräger cihazlarının, halka sistemi içerisine balon hacmini dahil etmesi, sodalime kanisterinin daha büyük olması, taze gaz giriş yerlerindeki farklılıklar ve decoupling özelliği nedeniyle taze gaz akımının inspiriyuma dahil edilmemesi olabilir. Bu faktörlerin daha detaylı çalışmalarla karşılaştırılması gerektiği kanaatindeyiz. Benzer olarak 1 MAK değerine ulaşma süresi en kısa olan körüklü sistemde, inhaler anestezik ajan tüketimi de en az ölçülmüştür.

Anestezi indüksiyonu, idamesi ve derlenmesi aşamalarında inhaler anestezik ajanın wash in ve wash out sürelerini etkileyen bir diğer faktör de taze

gaz akım hızıdır. Ryu ve arkadaşları (20), yaptıkları çalışmada düşük taze gaz akım hızlarının sevofluran tüketimine olan etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, kliniklerinde düşük akım modeli (1 L/dk'dan düşük taze gaz akımı) kullanmaya başlamış, bu uygulamanın hayata geçirilmesinden öncesi ve sonrasındaki süreçte sevofluran tüketimine bakmışlardır. Araştırmalarının sonucunda, düşük akım kullanılan süreçte tüketilen 1 sevofluran şişesine karşılık gelen genel anestezi süresinde saat cinsinden yaklaşık %38,3 artış gözlemlemişlerdir. Neticede, taze gaz akımı düzeyinin inhaler anestezi ajan tüketimi üzerinde belirgin etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Şimşek ve arkadaşları (60) yaptıkları prospektif randomize kontrollü bir çalışmada, taze gaz akım miktarının wash-in süresi ve inhaler anestezi ajan tüketimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla 60 kadın hastayı 4 L/dk taze gaz akımı - %2,5 sevofluran veya 1 L/dk taze gaz akımı - %8 sevofluran olmak üzere 2 gruba randomize etmiş, tüm hastalarda 1 MAK'a ulaştıktan sonra taze gaz akımını 0,5 L/dk'ya indirmiş; hastaların 1 MAK'a ulaşma süresini ve toplam sevofluran tüketimini kaydederek kıyaslamışlardır. Çalışmaları sonucunda, yüksek akım kullanılan grupta toplam sevofluran tüketiminin düşük akım kullanılan gruba kıyasla 3 kat fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Wash-in sürelerine baktıklarında ise düşük akım-yüksek inhaler anestezi ajan yüzdesi kullanılan grupta sürenin oldukça kısaldığını gözlemlemişlerdir. Buradan yola çıkarak düşük akım anestezi uygulamasının inhaler anestezi ajan tüketiminde azalma sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Horwitz ve arkadaşları (61) yaptıkları çalışmada, laparoskopik cerrahiye alınan 100 hastayı, 0,5 L/dk TGA- %18 desfluran, 1 L/dk TGA- %18 desfluran, 0,5 L/dk TGA- % 6 sevofluran ve 1 L/dk TGA- %6 sevofluran olmak üzere 4 gruba ayırmışlardır. Hastaların 1 MAK değerine ulaşma sürelerini, wash-out sürelerini ve toplam inhaler anestezi ajan tüketimlerini gruplar arasında karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, 1 MAK'a ulaşma sürelerini 0,5 L/dk TGA-desfluran grubunda 8,5 dakika, 1 L/dk TGA-desfluran grubunda 3,7 dakika, 0,5 L/dk TGA-sevofluran grubunda 15,2 dakika ve 1 L/dk TGA-sevofluran grubunda 6,2 dakika olarak bulmuşlardır. Gruplar arası toplam inhaler ajan tüketimini incelediklerinde ise 1 L/dk TGA kullanıldığında, desfluran tüketiminde %30, sevofluran tüketiminde ise %20 artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Buradan yola çıkarak, taze gaz akım hızının inhaler anestezi ajan tüketimi ve wash-in sürelerinde anlamlı etkisinin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Okur ve arkadaşları (19) yaptıkları çalışmada, klinikleri bünyesinde görev yapan anestezi hekimlerine düşük akım anestezisi eğitimi vermiş, eğitim öncesi ve sonrasındaki süreçte ilgili ameliyathane salonundaki operasyonlara ait desfluran, azot protoksit ve oksijen tüketimini karşılaştırmışlardır. Grupları kıyasladıklarında gaz tüketimlerinde belirgin bir düşüş gözlemlemişlerdir; ortalama desfluran tüketimin eğitim öncesinde 0,60 mL/dk ve düşük akım kullanımı sonrasında 0,43 mL/dk olduğunu, ortalama oksijen tüketiminin ise eğitim öncesinde 2,15 L/dk iken eğitim sonrasında 1,1 L/dk olduğunu ortaya koymuşlardır. Sonuçların tamamının istatistiksel olarak anlamlı olduğu bu çalışma neticesinde

araştırmacılar; düşük taze gaz akımı hızlarının, hem inhaler anestejik ajan hem de oksijen tüketimi üzerinde belirgin etkiye sahip olduğunu gösterebilmişlerdir.

Bozan ve arkadaşlarının (62) yaptıkları çalışmada, düşük akım anestezi (<1 L/dk) ile orta ve yüksek akım anestezi (>1 L/dk) kullanımının, inhaler anestejik ajan ve medikal gaz tüketimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmaya dâhil edilen 147 hastayı, düşük akım (<1 L/dk) ve orta-yüksek akım (>1 L/dk) olmak üzere 2 gruba ayırmışlar; çalışmanın neticesinde düşük akım anestezi grubunda, diğer gruba kıyasla inhaler anestejik ajan ve oksijen tüketiminde istatistiksel olarak anlamlı düşüş gözlemlenmiştir. Neticede taze gaz akımının inhaler anestejik ajan ve medikal gaz tüketimi üzerinde belirgin etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Chowdappa ve arkadaşları (63) düşük akım anestezinin desfluran ve sevofluran tüketimine olan etkisini göstermek amacıyla 700 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, düşük taze gaz akımı (<1 L/dk) ve yüksek taze gaz akımını (>2 L/dk) kıyaslamışlardır. Sonuçta düşük akım anestezi grubunda ortalama desfluran tüketiminin 12,1 mL/MAK saat, ortalama sevofluran tüketiminin ise 3,4 mL/MAK saat olduğunu; yüksek akım anestezi grubunda ise ortalama desfluran tüketiminin 43,1 mL/MAK saat, ortalama sevofluran tüketiminin ise 5,2 mL/MAK saat olduğunu bulmuşlardır. Çalışmalarının neticesinde hem desfluran kullanılan grupta hem de sevofluran kullanılan grupta, düşük taze gaz akımı düzeylerinin yüksek taze gaz akımına kıyasla inhaler anestejik ajan tüketiminde azalma sağladığını ortaya koymuşlardır.

Bizim çalışmamızda, wash-in sürecinde kullandığımız TGA parametreleri kıyaslandığında; 1 MAK değerine ulaşma süresinin, kullanılan 4 cihazın ortalamaları alındığında 1 L/dk TGA - %8 sevofluran altında 251,1 saniye ve 2 L/dk TGA - %4 sevofluran altında 376,35 saniye olduğu görülmüştür. Bu süreçte 1 MAK değerine ulaşılan esnadaki sevofluran tüketim değerleri ise kullanılan 4 cihazın ortalamaları alındığında 1 L/dk TGA - %8 sevofluran altında **1,75 mL** ve 2 L/dk TGA - %4 sevofluran altında **2,89 mL** olarak bulunmuştur. Tüm cihazlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde wash-in sürecinde kullandığımız 1 L/dk TGA - %8 sevofluran ve 2 L/dk TGA - %4 sevofluran indüksiyonları altında 1 MAK değerine ulaştığı andaki tüketim; sırasıyla Primus® anestezi iş istasyonunda 1,93 mL ve 2,8 mL, Perseus® anestezi iş istasyonunda 2,33 mL ve 3,35 mL, FLOW-i® anestezi iş istasyonunda 1,65 mL ve 3,56 mL ve Avance CS<sup>2</sup> Pro<sup>TM</sup> anestezi iş istasyonunda 1,1 mL ve 1,87 mL olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda kullanılan cihazlar saatlik inhaler anestezi ajan tüketimi açısından kendi aralarında kıyaslandığında, en düşük tüketim değerinin Getinge FLOW-i® anestezi iş istasyonunda olduğu (1 L/dk TGA - %8 sevofluran wash-in süreciyle başlayan operasyonlarda 5,08 mL/saat, 2 L/dk TGA - %4 sevofluran wash-in süreciyle başlayan operasyonlarda 6,69 mL/saat) görülmüştür. Çalışmamız sonucunda saatlik inhaler anestezi ajan tüketimi açısından en verimli cihazın Getinge FLOW-i® olduğu söylenebilir. Bu sonuç 2 nedene bağlı olabilir. Birincisi diğer cihazlarda bypass odacıklı vaporizatör kullanılırken FLOW-i® cihazında enjeksiyonlu vaporizatör kullanılması; ikinci olarak gruplar kendi aralarında kıyaslandığında ortalama cerrahi süresinin en uzun olduğu hastalar,

FLOW-i® anestezi iş istasyonu kullanılan gruplara aittir; genel anestezi süresi boyunca en yüksek sevofluran tüketiminin wash-in sürecinde olduğu göz önüne alındığında, cerrahi süresinin uzaması FLOW-i® cihazının en verimli cihaz olarak sonuçlanmasında etkili olmuş olabilir.

Çalışmamız, literatürde kısıtlı sayıda yer bulan cihaz temelli karşılaştırmalı değerlendirme çalışmalarına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Özellikle düşük akım anestezinin yaygınlaştığı günümüzde, anestezi iş istasyonlarının teknik farklılıklarının klinik uygulamaya yansımalarını anlamak; hem hasta güvenliği hem de kaynakların rasyonel kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda elde ettiğimiz bulguların, anestezi pratiğinde cihaz seçimi, ajan yönetimi ve çevresel etki minimizasyonu konularında yol gösterici olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kısıtlayıcı faktörler olarak cihazlar arasında vaporizatör türlerinde ve ortalama cerrahi süreleri arasında farklılıklar olması, halka sisteminin komponentlerinin her birinin ayrı ayrı wash in sürecine katkısının bilinmemesi sayılabilir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı sürücü gaz sistemlerine sahip dört modern anestezi iş istasyonunun, düşük ve orta TGA koşullarında inhaler AA tüketimi ve hedef alveoler konsantrasyona ulaşma süreleri karşılaştırılmıştır. Bulgular, cihaz teknolojisinin ve kullanılan akım-konsantrasyon kombinasyonlarının, klinik anestezi pratiğinde hem ajan kullanımını hem de indüksiyon hızını anlamlı şekilde etkilediğini ortaya koymuştur.

Çalışmamız sonucunda;

- 1 MAK değerine ulaşma süresinin kullanılan 4 cihazın ortalamaları alındığında 1 L/dk TGA - %8 sevofluran uygulaması ile 1 MAK'a ulaşma süresi kısalmış (**251,1** saniye ve **376,35** saniye), aynı zamanda inhaler AA tüketimi 2 L/dk TGA - %4 sevofluran protokolüne kıyasla daha düşük bulunmuştur (**1,75** mL ve **2,89** mL).
- Cihazlar kendi arasında kıyaslandığında ise Avance CS<sup>2</sup> Pro™ iş istasyonunun, her iki TGA-sevofluran protokolünde de hem en kısa wash-in süresine hem de en düşük inhaler AA tüketimine sahip olduğu görülmüştür. Buna karşılık FLOW-i® cihazında 2 L/dk TGA - %4 sevofluran protokolü en uzun hedef konsantrasyona ulaşma süresini göstermiştir.
- Cihazlar saatlik inhaler anestezik ajan tüketimi açısından kendi aralarında kıyaslandığında, en düşük tüketim değerinin Getinge FLOW-i® anestezi iş

istasyonunda olduğu (1 L/dk TGA - %8 sevofluran wash-in protokolüyle **5,08 mL/saat**, 2 L/dk TGA - %4 sevofluran wash-in protokolüyle **6,69 mL/saat**) görülmüştür.

Bu veriler, düşük akım anestezi uygulamalarında cihaz seçiminin yalnızca teknik özellikler açısından değil, aynı zamanda ajan tasarrufu ve çevresel etki açısından da önemli olduğunu göstermektedir. Sürücü gaz sisteminin tipi, sistem hacmi ve gaz dağıtım dinamikleri; hedef alveoler konsantrasyona ulaşma süresi ve ajan tüketimi üzerinde doğrudan belirleyici olmaktadır. Bu nedenle, özellikle uzun süreli cerrahilerde ve maliyet-etkinlik odaklı anestezi yönetiminde, düşük akım anesteziye uygun cihazların tercih edilmesi önerilmektedir.



## 7. KAYNAKLAR

1. Brown EN, Lydic R, Schiff ND. General anesthesia, sleep, and coma. *N Engl J Med.* 2010 Dec 30;363(27):2638-50. doi: 10.1056/NEJMra0808281. PMID: 21190458; PMCID: PMC3162622.
2. Darwish D, Kumar P, Urs K, Dave S. Inhaled Anesthetics: Beyond the Operating Room. *Journal of Clinical Medicine.* 2024; 13(24):7513.
3. Steve Capey, Inhalation Anesthetics, xPharm: The Comprehensive Pharmacology Reference, Elsevier, 2007, Pages 1-4,
4. Ehrenwerth J, Eisenkraft JB, Berry JM. Anesthesia Equipment: Principles and Applications. 2. baskı. Elsevier Health Sciences; 2013, Pages 25-100. DOI:10.1016/B978-0-323-11237-6.00050-9
5. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 573
6. Baum AJ. Low flow anaesthesia: Theory, practice, technical preconditions, advantages and foreign gas accumulation. *J Anesth.* 1999;13(3):166-74. doi:10.1007/s005400050050.
7. Upadya M, Saneesh PJ. Low-flow anaesthesia - underused mode towards "sustainable anaesthesia". *Indian J Anaesth.* 2018 Mar;62(3):166-172. doi: 10.4103/ija.IJA\_413\_17. PMID: 29643549; PMCID: PMC5881317.
8. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 541
9. Low-flow, minimal-flow and metabolic-flow anesthesia Clinical techniques for use with rebreathing systems Christian Hönemann Bert Mierke
10. Hönemann C, Hagemann O, Doll D. Inhalational anaesthesia with low fresh gas flow. *Indian J Anaesth.* 2013 Jul;57(4):345-50. doi: 10.4103/0019-5049.118569. PMID: 24163447; PMCID: PMC3800325.
11. Kamil Mehmet Tuğrul, Ali Emre Çamcı, İnhalasyon Anestezisi, 1. Baskı, 2019, Sayfa 24

12. Lara Herbert, Patrick Magee, Circle systems and low-flow anaesthesia, BJA Education, Volume 17, Issue 9, September 2017, Pages 301–305,
13. Doğan G, Kayır S, Demir E, Yavuz Y, Hancı V. Minimal, Düşük ve Orta Akım Hızlı Anestezi Uygulamalarının İntraoperatif Kas Gevşetici Tüketimine Etkisi: Prospektif Kohort Çalışma. J Ankara Univ Fac Med. 2019 Dec;72(3):356-361.
14. Geoffrey Nunn, Low-flow anaesthesia, Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain, Volume 8, Issue 1, February 2008, Pages 1-4.
15. Baker AB. Low flow and closed circuits (Editorial). Anaesth Intensive Care 1994; 22: 341-2.
16. Simionescu R. Safety of low flow anaesthesia. Circular 1986; 3: 7-9.
17. Eger E 2nd. Anesthetic systems: construction and function. In: Anesthetic Uptake and Action. Baltimore: Williams and Wilkins, 1974; 206–27
18. Welch, E. (2002). Low-flow anaesthesia (how to do it). Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia, 8(5), 36–39.
19. Okur O, Tekgül ZT, Yeniay O, Direnç Külünk E. Düşük akım anestezi eğitiminin kısa dönemde anestezi gaz tüketimi üzerine etkisi. Tepecik Eğit. ve Araşt. Hast. Dergisi 2016; 26(2):146-150.
20. Ho-Geol Ryu<sup>1</sup>, Ji-Hyun Lee<sup>2</sup>, Kyung-Ku Lee<sup>2</sup>, Nam-Su Gill, Chong Soo Kim<sup>1</sup>, Sung-Eun Sim<sup>1</sup>, Sang Chul Lee<sup>2</sup>, Seong-Won Min<sup>1</sup>. The effect of low fresh gas flow rate on sevoflurane consumption. Korean J Anesthesiol. 2011;60(2):75-77.
21. Got K, Dolling S. Anaesthetic breathing systems. Anaesth Intensive Care Med. 2013;14:103–6.
22. Düşük akım anestezisinde sevofluran ve desfluranın nefrotoksitelerinin karşılaştırılması, Uzmanlık Tezi Dr. Halide Fulya ULUDAĞ KIZILTEPE
23. YÜKSEK AKIMLI VE DÜŞÜK AKIMLI, SEVOFLURAN ANESTEZİSİNİN HEMODİNAMİK ETKİLERİ İLE DERLENME

DÖNEMİ ÖZELLİKLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI ( Uzmanlık Tezi ), Dr. Hakan Tanrıöver

24. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 601
25. Metzner J, et al. Clinical Anaesthesiology. 2011;25:263.
26. Hendrickx JFA, et al. Inhaled anesthetics and soda lime: consequences and clinical relevance. Curr Opin Anaesthesiol. 2003;16(4):381–386.
27. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 602
28. Dorsch JA, Dorsch SE. The circle systems. In: Dorsch JA, Dorsch SE, editors. Understanding Anesthesia Equipment. 5th ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2007. p. 224.
29. Lee C, et al. Unidirectional valve malfunction by the breakage or malposition of disc - two cases report - Korean J Anesthesiol. 2013;65:337
30. Kodali BS., Capnography Outside The Operating Rooms. Anesthesiology. 2013;118:192.
31. Modern Anestezi Sistemlerini Anlamak. Telford, PA: Dräger Medical; 2009:83-126
32. ISO 5356-1: 2015 , Anaesthetic and respiratory equipment
33. Parthasarathy S. The closed circuit and the low flow systems. Indian J Anaesth. 2013 Sep;57(5):516-24. doi: 10.4103/0019-5049.120149. PMID: 24249885; PMCID: PMC3821269.
34. ASTM: Standard specification for minimum performance and safety requirements for anesthesia breathing systems (ASTM F1208-89), In: Medical Devices and Services, vol. 13.01. Conshohocken, PA: ASTM International; 2005:474.
35. Anaesthetic breathing systems, McCarthy, Áine et al. Anaesthesia & Intensive Care Medicine, Volume 25, Issue 12, 818 – 822
36. Johnstone RE, Smith TC. Anesthesiology. 1973;38:192.
37. Blanshard HJ, Milne MR. Anaesthesia. 2004;59(1):77.

38. Draegerwerk AG & Co., n.d. Perseus A500® and Perseus A500® Ceiling Technical Documentation IPM. Lubeck, Germany: Draegerwerk AG & Co.: n.d.
39. Haupt J. The History of Anesthesia at Draeger. Lubeck, Germany: Draegerwerk AG; 1996
40. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 614
41. Modak RK, Olympio MA. Anesthesia Ventilators. In: Ehrenwerth J, Eisenkraft JB, Berry JM, eds. Anesthesia Equipment: Principles and Applications. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2013.
42. Anestezi makinesi: Teknik referans. Madison WI: Datex-Ohmeda; 2005.
43. Schreiber P. Safety Guidelines for Anesthesia Systems. Telford, Pa: North American Dräger; 1984.
44. Yoder M, Ventilators: In Understanding modern anesthesia systems, Telford, Pa, 2009, Dräger Medical, p 145.
45. Dorinka N., South Afr J Anaesth Analg. 2023;29(5 Suppl 1):S49-53
46. Dräger Primus® Kullanma Kılavuzu, Anestezi Cihazı Yazılım 2.n, Sayfa 22
47. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 618
48. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 620
49. Maquet Critical Care. FLOW-i® 4.2 User's Manual. Solna, Sweden: Maquet Critical Care; 2015.
50. Maquet Critical Care. FLOW-i® 1.2 Anestezi Sistemi. Solna, Sweden: Maquet Critical Care; 2011. Rev. 11.
51. Thille AW, et al. Int Care Med. 2009;35:1368.
52. Miller, R.D. (2019) Miller's Anesthesia. 9th Edition, Page 621
53. Dräger Perseus A500® Kullanma Kılavuzu, Anestezi Cihazı Yazılım 2.n, Sayfa 36

54. Biro P. Calculation of volatile anaesthetics consumption from agent concentration and fresh gas flow. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014 Sep;58(8):968-72. doi: 10.1111/aas.12374. Epub 2014 Jul 24. PMID: 25060161.
55. Shin HW, Yu HN, Bae GE, Huh H, Park JY, Kim JY. The effect of fresh gas flow rate and type of anesthesia machine on time to reach target sevoflurane concentration. *BMC Anesthesiol*. 2017 Jan 19;17(1):10. doi: 10.1186/s12871-016-0294-y. PMID: 28103806; PMCID: PMC5248460.
56. Comparing the washout profiles of desflurane in various anesthesia workstations, June 2016, *Global Anesthesia and Perioperative Medicine* 2(4):207-209, DOI:10.15761/GAPM.1000156
57. Leijonhufvud F, Jöneby F, Jakobsson JG. The impact of fresh gas flow on wash-in, wash-out time and gas consumption for sevoflurane and desflurane, comparing two anaesthesia machines, a test-lung study. *F1000Res*. 2017 Nov 13;6:1997. doi: 10.12688/f1000research.13064.2. PMID: 29333245; PMCID: PMC5754744.
58. Kern D, Larcher C, Basset B, Alacoque X, Fesseau R, Samii K, Minville V, Fourcade O. Inside anesthesia breathing circuits: time to reach a set sevoflurane concentration in toddlers and newborns: simulation using a test lung. *Anesth Analg*. 2012 Aug;115(2):310-4. doi: 10.1213/ANE.0b013e318257570f. Epub 2012 May 14. PMID: 22584556.
59. Dosch MP, Loeb RG, Brainerd TL, Stallwood JF, Lechner S. Time to a 90% change in gas concentration: a comparison of three semi-closed anesthesia breathing systems. *Anesth Analg*. 2009 Apr;108(4):1193-7. doi: 10.1213/ane.0b013e3181949afd. PMID: 19299785.
60. Simsek T, Derman S, Kordi RGM, Saracoglu A, Saracoglu KT. The effect of different flow levels and concentrations of sevoflurane during the wash-in phase on volatile agent consumption: a randomized controlled trial. *J Clin Monit Comput*. 2022 Oct;36(5):1257-1262. doi: 10.1007/s10877-022-00846-w. Epub 2022 Apr 19. Erratum in: *J Clin Monit Comput*. 2022 Oct;36(5):1575. doi: 10.1007/s10877-022-00875-5. PMID: 35438367.
61. Horwitz M, Jakobsson JG. Desflurane and sevoflurane use during low- and minimal-flow anesthesia at fixed vaporizer settings. *Minerva Anesthesiol*. 2016 Feb;82(2):180-5. Epub 2015 Jul 22. PMID: 26198766.

62. Bozan B, İbrahimbeyli L, Medetoğlu EN, Al S, Çelik EC. DÜŞÜK AKIM İLE ORTA VE YÜKSEK AKIM ANESTEZİ ALTINDAKİ HASTALARDA İNHALER ANESTEZİK VE MEDİKAL GAZ TÜKETİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. Atatürk Univ Fac Med J Surg Med Sci. Temmuz 2022;1(2):20-23.
63. Chowdappa GK, Iolov SI, Abuamra KS, Kulkarni PP, Shariff JA, Abdelaziz HMK, Kumar JA. Precision in practice: An audit study on low-flow anesthesia techniques with desflurane and sevoflurane for cost-effective and sustainable care. Saudi J Anaesth. 2024 Jul-Sep;18(3):388-394. doi: 10.4103/sja.sja\_142\_24. Epub 2024 Jun 4. PMID: 39149724; PMCID: PMC11323908.

## 8. ÖZET

### **FARKLI SÜRÜCÜ GAZ SİSTEMİ KULLANAN ANESTEZİ VENTİLATÖRLERİNDE TAZE GAZ AKIM DÜZEYLERİNİN İNHALER ANESTEZİK AJAN TÜKETİMİNE ETKİSİ**

Bu çalışma, farklı sürücü gaz sistemlerine (piston, türbin, körük ve volüm reflektör) sahip anestezi iş istasyonlarının, düşük ve orta taze gaz akımı (TGA) koşullarında inhaler anestezi ajan (AA) tüketimi ve 1 minimum alveoler konsantrasyon (MAK) değerine ulaşma süreleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla planlandı. Çalışmaya, elektif cerrahi planlanan toplam 240 hasta dahil edildi. Hastalar; Dräger Primus®, Dräger Perseus®, Maquet FLOW-i® ve GE Avance CS<sup>2</sup> Pro™ iş istasyonlarından biri ile, wash-in fazında 1 L/dk TGA - %8 sevofluran veya 2 L/dk TGA - %4 sevofluran protokollerinden biri uygulanacak şekilde sekiz gruba randomize edildi.

Bulgular, tüm cihazlarda 1 L/dk TGA - %8 sevofluran uygulamasında 1 MAK'a ulaşma süresinin 2 L/dk TGA - %4 sevofluran uygulamasına kıyasla anlamlı olarak daha kısa olduğunu gösterdi. Cihazlar arasında karşılaştırma yapıldığında ise, kullanılan TGA ve sevofluran konsantrasyonundan bağımsız olarak Avance CS<sup>2</sup> Pro™ iş istasyonunun en kısa 1 MAK'a ulaşma süresine ve en düşük inhaler AA tüketim miktarına sahip olduğu saptandı. En uzun wash-in süresi ise FLOW-i® cihazında, 2 L/dk TGA - %4 sevofluran protokolünde gözlemlendi.

Sonuç olarak, sürücü gaz sistemlerinin ve kullanılan TGA ile sevofluran konsantrasyon kombinasyonlarının, inhaler AA tüketimi ve hedef alveoler konsantrasyona ulaşma süreleri üzerinde belirgin etkileri olduğu görülmektedir. Bu bulgular, düşük akım anestezi uygulamalarında cihaz seçiminin ve akım-konsantrasyon stratejisinin optimize edilmesinin hem ekonomik hem de çevresel açıdan önem taşıdığını göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Düşük akım anestezi, taze gaz akımı, sürücü gaz sistemi, inhaler anestezik ajan, sevofluran, wash-in süresi

**Danıřman:** Prof. Dr. Yusuf ÜNAL



## **9. SUMMARY**

### **EFFECT OF FRESH GAS FLOW LEVELS ON INHALATIONAL ANESTHETIC AGENT CONSUMPTION IN ANESTHESIA VENTILATORS WITH DIFFERENT DRIVING GAS SYSTEMS**

This study was designed to compare the effects of anesthesia workstations with different driving gas systems (piston, turbine, bellows, and volume reflector) on inhalational anesthetic agent (AA) consumption and the time to reach 1 minimum alveolar concentration (MAC) under low and medium fresh gas flow (FGF) conditions. A total of 240 patients scheduled for elective surgery were included. Patients were randomized into eight groups according to the anesthesia workstation used (Dräger Primus®, Dräger Perseus®, Maquet FLOW-i®, and GE Avance CS<sup>2</sup> Pro™) and the wash-in protocol applied: either 1 L/min FGF with 8% sevoflurane or 2 L/min FGF with 4% sevoflurane.

The results showed that in all devices, the time to reach 1 MAC was significantly shorter with the 1 L/min FGF - 8% sevoflurane protocol compared to the 2 L/min FGF - 4% sevoflurane protocol. Among the devices, regardless of the FGF rate and sevoflurane concentration used, the Avance CS<sup>2</sup> Pro™ workstation achieved the shortest time to reach 1 MAC and the lowest inhalational AA consumption. The longest wash-in time was observed in the FLOW-i® device with the 2 L/min FGF - 4% sevoflurane protocol.

In conclusion, both the driving gas system type and the combination of FGF and sevoflurane concentration have significant effects on inhalational AA

consumption and the time to achieve the target alveolar concentration. These findings highlight the importance of optimizing device selection and flow-concentration strategies in low-flow anesthesia, both from an economic and environmental perspective.

**Keywords:** Low-flow anesthesia, fresh gas flow, driving gas system, inhalational anesthetic agent, sevoflurane, wash-in time

**Advisor:** Prof. Dr. Yusuf ÜNAL

## 10. EKLER

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.11.2024-E.1103507



T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-1103507  
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

28.11.2024

**Sayın Prof. Dr. Yusuf ÜNAL**  
**Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanlığı - Öğretim Üyesi**

Tez danışmanı olduğunuz, araştırmacı grubu Yusuf ÜNAL, Kerem Berk ŞİMŞEK, Metin ALKAN, Ömer KURTİPEK ve Hazal MURAT ŞİMŞEK'ten oluşan, Üniversitemiz Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı **Arş.Gör.Kerem Berk ŞİMŞEK'in**, uzmanlık tez çalışması olan **"Farklı Sürücü Gaz Sistemi Kullanan Anestezi Ventilatorlerinde Taze Gaz Akım Düzeylerinin İnhaler Anestezik Ajan Tüketimine Etkisi"** başlıklı tez çalışması ile ilgili araştırma önerisi Komisyonumuzun **26.11.2024** tarih ve **19** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

Çalışmanın, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Araştırma Kod No: 2024 - 1774

**Prof. Dr. İsmail KARAKAYA**  
**Komisyon Başkanı**

Ek:1 Liste

Belge Doğrulama Kodu :BSUMDD63V3

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA  
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76  
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>  
Kep Adresi: [gaziuniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:gaziuniversitesi@hs01.kep.tr)

Bilgi için :Nursel Gtner  
Genel Evrak Sorumlusu  
Telefon No:202 20 57



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.11.2024-E.110350/ GAZİ ÜNİVERSİTESİ

ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ

| TOPLANTI TARİHİ : 26.11.2024                  |  | TOPLANTI SAYISI : 19 |  |
|-----------------------------------------------|--|----------------------|--|
| ADI – SOYADI                                  |  | İMZA                 |  |
| Prof. Dr. İsmail KARAKAYA<br>BAŞKAN           |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. Zehra GÖÇMEN BAYKARA<br>BAŞKAN YRD. |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. C. Haluk BODUR                      |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. Seçil ÖZKAN                         |  | KATILAMADI           |  |
| Prof. Dr. İlkay ULUTAŞ                        |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. Kemalettin DENİZ                    |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. Makbule GEZMEN KARADAĞ              |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. İlyas OKUR                          |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. Nihan KAFA                          |  | KATILDI              |  |
| Prof. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN                  |  | KATILDI              |  |
| Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU                    |  | KATILDI              |  |
| Doç. Dr. Elvan İNCE AKA                       |  | KATILDI              |  |
| Doç. Dr. Adem TEKEREK                         |  | KATILAMADI           |  |
| Doç. Dr. Derya YÜREĞİLLİ GÖKSU                |  | KATILDI              |  |
| Doç. Dr. Ahmet ÖZASLAN                        |  | KATILDI              |  |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

## 11. ÖZGEÇMİŞ

**Adı:** Kerem Berk

**Soyadı:** Şimşek

**Eğitimi:**

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi (2013-2019)

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon  
Anabilim Dalı (2020-2023)

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı  
(2023-2025)

**Yabancı Dili:** İngilizce

**Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar:** TARD

**Katıldığı Bilimsel Etkinlikler:**

TARK 2024

EUROANESTHESIA 2024

EUROANESTHESIA 2025