

T.C.

HİTİT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON ANABİLİM DALI

**LARİNGEAL MASKE UYGULAMALARINDA  
MİNİMAL AKIMLI ANESTEZİDE  
MANUEL ve HEDEF KONTROLLÜ YÖNTEMLERİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Elif AŞICI**

ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON UZMANLIK TEZİ

**Danışman**

**Doç. Dr. Özgür YAĞAN**

ÇORUM 2021

T.C.  
HİTİT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON ANABİLİM DALI

**LARİNGEAL MASKE UYGULAMALARINDA  
MİNİMAL AKIMLI ANESTEZİDE  
MANUEL ve HEDEF KONTROLLÜ YÖNTEMLERİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Elif AŞICI**

ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON UZMANLIK TEZİ

**Danışman**

**Doç. Dr. Özgür YAĞAN**

**Yardımcı Araştırmacı**

**Dr. Öğr. Üyesi Arzu AKDAĞLI EKİCİ**

ÇORUM 2021

Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi  
TIP19004.19

## I. TEŞEKKÜR

Öncelikle tezimin her aşamasında bana yol gösteren, destek olan, etik ve bilimsel açıdan örnek aldığım, birikimleriyle beni hayatın zor şartlarına hazırlayan, uzmanlık eğitimim boyunca bilgisini ve desteğini esirgemeyen eğitim sorumlumuz, tez danışmanım, sevgili hocam Doç. Dr. Özgür YAĞAN'a;

Tezimi hazırlarken sağladığı imkanlarla bana destek olan, asistanlık eğitimimde özgüven ve cesaret aşılayan, manevi desteğine, bilgisine ve birikimine hayatın her alanında ihtiyaç duyduğum abim, hocam Doç. Dr. Güvenç DOĞAN'a;

Beni gelecekteki meslek hayatıma titizlikle hazırlayan, hekimliğime vicdan kazandıran, güler yüzünü ve samimiyetini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Arzu EKİCİ'ye ve mesleki becerimin gelişmesinde önemli katkısı olan Doç. Dr. Selçuk KAYIR'a;

Üzerimde emeği olan, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan Doç. Dr. Yeliz ŞAHİNER'e, Dr. Öğr. Üyesi Serhat ÖZÇİFTÇİ'ye, Dr. Öğr. Üyesi Hülya TOPÇU, Dr. Alperen KISA, Dr. Mehmet YALVAÇ, Dr. Gülnaz ATEŞ ve Dr. Havva KAVUŞ'a;

Tezimin veri toplama aşamasında desteklerini esirgemeyen, pandemi sürecinde dahi birbirimize olan bağlılığımızı koruyarak huzur içinde çalıştığımız Dr. Sibel ÖNEN, Dr. Sefa ÖZAYDIN ve Dr. Özlem KIRCI başta olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma;

Anestezi teknisyenlerine, genel cerrahi kliniği hekimlerine, hemşirelerine ve ameliyathane personellerine çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında sayısız bardak çay servisi yapan, adını aldığım anneanneme, bana ablalık yapan canım kız kardeşime, tek başına her şeye göğüs gererek beni bu günlerine getiren, bana mücadeleyi ve hayatta kalmayı öğreten kahramanım anneme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından TIP19004.1.001 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Dr. Elif AŞICI

Çorum 2021

## II. İÇİNDEKİLER

|                                                         |      |
|---------------------------------------------------------|------|
| I. TEŞEKKÜR.....                                        | I    |
| II. İÇİNDEKİLER.....                                    | II   |
| III. ÖZET.....                                          | IV   |
| IV. ABSTRACT.....                                       | VI   |
| V. KISALTMALAR.....                                     | VIII |
| VI. TABLO LİSTESİ.....                                  | X    |
| VII. ŞEKİL LİSTESİ.....                                 | XI   |
| VIII. RESİM LİSTESİ.....                                | XII  |
| 1. GİRİŞ ve AMAÇ.....                                   | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                  | 3    |
| 2.1. Genel Anestezi.....                                | 3    |
| 2.2. Supraglottik Hava Yolu Araçları.....               | 3    |
| 2.2.1. I-gel.....                                       | 4    |
| 2.3. İnhalasyon Anestezikleri.....                      | 6    |
| 2.3.1. Tarihçe.....                                     | 7    |
| 2.3.2. Farmakokinetik.....                              | 7    |
| 2.3.3. Farmakodinamik.....                              | 9    |
| 2.3.4. Sevofluran.....                                  | 11   |
| 2.4. Düşük Akımlı Anestezi.....                         | 13   |
| 2.4.1. Düşük Akımlı Anestezi İçin Standartlar.....      | 15   |
| 2.4.2. Düşük Akımlı Anestezinin Avantajları.....        | 16   |
| 2.4.3. Düşük Akımlı Anestezinin Dezavantajları.....     | 18   |
| 2.4.4. Düşük Akımlı Anestezinin Kontrendikasyonlar..... | 19   |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.5. Minimal Akımlı Anestezi.....                         | 21 |
| 2.5. Hedef Kontrollü Anestezi.....                          | 21 |
| 2.5.1. Hedef Kontrollü Yöntemin Çalışma Teorisi.....        | 22 |
| 2.5.2. Hedef Kontrollü Yöntemin Gereksinimleri.....         | 23 |
| 2.5.3. Hedef Kontrollü Yöntemin Uygulanması.....            | 24 |
| 2.5.4. Hedef Kontrollü Yöntemin Güvenlik Mekanizmaları..... | 25 |
| 2.5.5. Hedef Kontrollü Yöntemin Avantajları.....            | 26 |
| 2.5.6. Hedef Kontrollü Yöntemin Kontrendikasyonları.....    | 27 |
| 2.6. Anestezi Derinliği.....                                | 27 |
| 2.6.1. Anestezi Derinliği Monitörizasyonu.....              | 27 |
| 2.6.2. Entropi.....                                         | 28 |
| 3. GEREÇ ve YÖNTEM.....                                     | 30 |
| 3.1. Hasta Seçimi ve İncelenen Parametreler.....            | 30 |
| 3.2. İstatistiksel Yöntem.....                              | 32 |
| 4. BULGULAR.....                                            | 33 |
| 5. TARTIŞMA.....                                            | 45 |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....                                   | 51 |
| 7. KAYNAKLAR.....                                           | 52 |
| 8. EK.....                                                  | 61 |
| 8.1. Ek 1 Hasta Takip Formu.....                            | 61 |

### III. ÖZET

#### LARİNGEAL MASKE UYGULAMALARINDA MİNİMAL AKIMLI ANESTEZİDE MANUEL ve HEDEF KONTROLLÜ YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

**Amaç:** Düşük ve minimal akımlı anestezide taze gaz akımı ve anestezi ajan dağıtımı, anestezi uzmanı tarafından manuel olarak veya hedef kontrollü yöntem ile otomatik ayarlamalar yapılarak sürdürülebilmektedir. Hedef kontrollü yöntem; cihaz üzerinde istenen inhalasyon ajanı ve oksijen değerlerinin anestezi uzmanı tarafından belirlendiği ve hedeflenen seviyelere ulaşmak için ek manuel ayarlamalara gerek kalmadan; taze gaz, inhalasyon ajanı ve oksijen dağıtımının sistem tarafından otomatik ayarlandığı bir gaz sevki modudur. Çalışmamızın amacı; laringeal maske eşliğinde minimal akımlı anestezi uygulamasında hedef kontrollü ve manuel kontrollü yöntemleri güvenilirlik ve kolay uygulanabilirlik açısından karşılaştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmamıza elektif şartlarda inguinal herni cerrahisi için laringeal maske ile genel anestezi uyguladığımız 82 hasta dahil edildi. Minimal akımlı anestezide hedef ve manuel kontrollü yöntemler, hedeflenen değere ulaşma süreleri, inhalasyon ajan stabilitesi ve gaz tüketimi açısından kıyaslandı. Ayrıca hedef kontrollü anestezi yönteminin, benzer anestezi derinliği sağlamak ve hipoksiyi önlemek için yapılan müdahalelerin sayısını azaltıp azaltmadığı da değerlendirildi.

**Bulgular:** Hedef kontrollü grupta manuel kontrole kıyasla ekspiryum sevofluran konsantrasyonu daha az değişkenlik gösterdi. Manuel kontrollü grupta hedeflenen minimal alveoler konsantrasyona ulaşma süresi hedef kontrollü gruba oranla anlamlı derecede kısa bulundu (77 sn'ye karşı 120 sn). Manuel kontrollü grupta hedeflenen oksijen ve anestezi ajan konsantrasyonlarını sürdürmek için cihaza daha fazla sayıda müdahale gerekti (8'e karşı 2,  $P < 0,001$ ). Oksijen ve hava tüketimi manuel kontrollü grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşüktü. Sevofluran tüketimi ve uyanma zamanı açısından ise anlamlı farklılık yoktu.

**Sonuçlar:** Çalışmamız sonucunda laringeal maske uygulamalarında hedef kontrollü yöntemin minimal akımlı anestezi ile güvenli bir şekilde kullanılabileceğini gösterdik. Hedef kontrollü yöntem sevofluran ve oksijen konsantrasyonunu istenilen aralıklarda

sürdürmek için cihaza daha az sayıda müdahale gerektirerek minimal akımlı anestezi yönetimini büyük ölçüde basitleştirdi ve anestezi sürecine olumlu katkı sağladı.

**Anahtar kelimeler:** Hedef kontrol, Manuel Kontrol, Minimal Akım, Laringeal Maske



## IV. ABSTRACT

### MANUAL AND TARGET CONTROLLED METHODS COMPARISON IN MINIMAL FLOW ANESTHESIA WITH LARINGEAL MASK

**Background:** Fresh gas flow and anesthetic agent delivery can be maintained by the anesthesiologist manually or by automatic adjustments with a target-controlled method in low and minimal flow anesthesia. Target controlled method; it is a gas delivery mode in which the desired agent and oxygen values on the device are determined by the anesthesiologist and the agent and oxygen delivery is automatically adjusted by the system without the need for additional manual adjustments to reach the targeted levels. The aim of our study was to compare the manual controlled method of the target controlled method in minimal flow anesthesia with laryngeal mask.

**Materials and Methods:** 82 patients who underwent general anesthesia with laryngeal mask for inguinal surgery under elective conditions were included in our study. Target and manual controlled methods in minimal flow anesthesia were compared in terms of the time to reach the target value, inhalation agent stability and gas consumption. In addition, it was also evaluated whether the target-controlled anesthesia method reduced the number of interventions to provide similar anesthetic depth and prevent hypoxia.

**Results:** End tidal sevoflurane concentration showed less variability in target-controlled anesthesia compared to manual control. The time to reach the targeted minimal alveolar concentration in the manually controlled group was found to be significantly shorter than the target control group (77 seconds versus 120 seconds). More device interventions were required to maintain targeted oxygen and anesthetic agent concentrations in the manually controlled group (8 and 2 respectively,  $P < 0,001$ ). Oxygen and air consumption were statistically significantly lower in the manually controlled group. There was no significant difference in sevoflurane consumption and awakening time.



**Conclusion:** As a result of our study, we showed that the target-controlled method can be used safely with minimal flow anesthesia in laryngeal mask applications. The target-controlled method has greatly simplified the minimal-flow anesthesia management by requiring fewer interventions to the device to maintain sevoflurane and oxygen concentration within desired ranges and contributed positively to the anesthesia process.

**Keywords:** Target control, Manual Control, Minimal Flow, Laryngeal Mask,



## V. KISALTMALAR

|                         |                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>ark</b>              | : Arkadaşları                                   |
| <b>ASA</b>              | : American Society of Anesthesiologists         |
| <b>BKİ</b>              | : Beden kitle indeksi                           |
| <b>°C</b>               | : Santigrat derece                              |
| <b>cm<sup>2</sup></b>   | : Santimetre kare                               |
| <b>cmH<sub>2</sub>O</b> | : Santimetre su                                 |
| <b>CO<sub>2</sub></b>   | : Karbondioksit                                 |
| <b>DE</b>               | : Durum entropisi                               |
| <b>dk</b>               | : Dakika                                        |
| <b>Dr</b>               | : Doktor                                        |
| <b>Doç</b>              | : Doçent                                        |
| <b>EEG</b>              | : Elektroensefalografi                          |
| <b>EKG</b>              | : Elektrokardiyogram                            |
| <b>EtAA</b>             | : End tidal anestezi ajan                       |
| <b>EtO<sub>2</sub></b>  | : End tidal oksijen konsantrasyonu              |
| <b>EtCO<sub>2</sub></b> | : End tidal karbondioksit basıncı               |
| <b>Feajan</b>           | : Fraksiyone ekspiratuar anestezi ajan          |
| <b>FEMG</b>             | : Fasialelektromyografi                         |
| <b>FeO<sub>2</sub></b>  | : Fraksiyone ekspiratuar oksijen konsantrasyonu |
| <b>FiCO<sub>2</sub></b> | : Fraksiyone inspiratuar karbondioksit basıncı  |
| <b>FiO<sub>2</sub></b>  | : Fraksiyone inspiratuar oksijen konsantrasyonu |
| <b>HK</b>               | : Hedef kontrol                                 |
| <b>iv</b>               | : İntravenöz                                    |

|                        |                                  |
|------------------------|----------------------------------|
| <b>KAH</b>             | : Kalp atım hızı                 |
| <b>kg</b>              | : Kilogram                       |
| <b>kPa</b>             | : Kilopaskal                     |
| <b>L</b>               | : Litre                          |
| <b>LMA</b>             | : Laringeal maske airway         |
| <b>MAK</b>             | : Minimum alveoler konsantrasyon |
| <b>mg</b>              | : Miligram                       |
| <b>mL</b>              | : Mililitre                      |
| <b>mmHg</b>            | : Milimetre civa                 |
| <b>N<sub>2</sub>O</b>  | : Azot protoksit                 |
| <b>O<sub>2</sub></b>   | : Oksijen                        |
| <b>OAB</b>             | : Ortalama arter basıncı         |
| <b>SGHA</b>            | : Supraglottik hava aracı        |
| <b>sn</b>              | : Saniye                         |
| <b>SpO<sub>2</sub></b> | : Periferik oksijen saturasyonu  |
| <b>TGA</b>             | : Taze gaz akımı                 |
| <b>TGM</b>             | : Taze gaz modülü                |
| <b>µg</b>              | : Mikrogram                      |
| <b>YE</b>              | : Yanıt entropisi                |

## VI. TABLO LİSTESİ

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1:</b> Farklı MAK değerlerinin tanımı.....                              | 10 |
| <b>Tablo 2:</b> MAK değerini etkileyen durumlar.....                             | 10 |
| <b>Tablo 3:</b> Sevofluranın kimyasal özellikleri.....                           | 11 |
| <b>Tablo 4:</b> Anestezinin akım hızına göre sınıflandırılması.....              | 15 |
| <b>Tablo 5:</b> Anestezi makinelerinde güvenlik özellikleri.....                 | 16 |
| <b>Tablo 6:</b> Hasta özellikleri ve anestezi sürelerinin karşılaştırılması..... | 34 |
| <b>Tablo 7:</b> Anestezik verilerin ve müdahale sayısının karşılaştırılması..... | 35 |
| <b>Tablo 8:</b> Ekspiryum sevofluran konsantrasyonlarının karşılaştırılması..... | 36 |
| <b>Tablo 9:</b> Kalp atım hızlarının karşılaştırılması.....                      | 37 |
| <b>Tablo 10:</b> Ortalama arter basınçlarının karşılaştırılması.....             | 38 |
| <b>Tablo 11:</b> Tepe hava yolu basınçlarının karşılaştırılması.....             | 39 |
| <b>Tablo 12:</b> Ortalama hava yolu basınçlarının karşılaştırılması.....         | 40 |
| <b>Tablo 13:</b> Kompliyansların karşılaştırılması.....                          | 41 |
| <b>Tablo 14:</b> Solunumsal komplikasyonların karşılaştırılması.....             | 42 |
| <b>Tablo 15:</b> Hemodinamik komplikasyonların karşılaştırılması .....           | 42 |
| <b>Tablo 16:</b> Gaz tüketim miktarlarının karşılaştırması.....                  | 43 |
| <b>Tablo 17:</b> Postoperatif hemodinamik verilerin karşılaştırılması.....       | 43 |

## VII. ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1: Manuel kontrollü yöntemde devre kurulumu.....                           | 22 |
| Şekil 2: Hedef kontrollü yöntemde devre kurulumu.....                            | 22 |
| Şekil 3: Et-Kontrol hassasiyet grafiği.....                                      | 23 |
| Şekil 4: Hedef kontrol modu ile CARESCAPE havayolu modülü kurulumu.....          | 24 |
| Şekil 5: Çalışmanın CONSORT akış diyagramı.....                                  | 33 |
| Şekil 6: Ekspiryum sevofluran konsantrasyonlarının zaman içindeki değişimi.....  | 36 |
| Şekil 7: Kalp atım hızlarının zaman içindeki değişimi.....                       | 37 |
| Şekil 8: Ortalama arter basınçlarının zaman içindeki değişimi.....               | 38 |
| Şekil 9: Tepe hava yolu basınçlarının zaman içindeki değişimi.....               | 39 |
| Şekil 10: Ortalama hava yolu basınçlarının zaman içindeki değişimi.....          | 40 |
| Şekil 11: Kompliyansların zaman içindeki değişimi.....                           | 41 |
| Şekil 12: Postoperatif kalp atım hızlarının zaman içindeki değişimi.....         | 44 |
| Şekil 13: Postoperatif ortalama arter basınçlarının zaman içindeki değişimi..... | 44 |

### III. RESİM LİSTESİ

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>Resim 1:</b> I-gel'in temel bileşenleri ve işlevleri..... | 5  |
| <b>Resim 2:</b> I-gel yerleşimi.....                         | 6  |
| <b>Resim 3:</b> Et-Kontrol mod ile anestezi uygulaması.....  | 24 |
| <b>Resim 4:</b> Et-Kontrol mod washout evresi.....           | 25 |



## 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Genel anestezide, indüksiyonla yeterli amnezi, hipnoz (bilinç kaybı) analjezi ve cerrahi uyarana yanıtsızlık oluşturacak şekilde anestezi derinliği sağlandıktan sonra; idame dönemi başlar. Anestezinin idamesi sıklıkla taşıyıcı medikal gaz içinde (oksijen ( $O_2$ )/azot protoksit ( $N_2O$ ) veya  $O_2$ /hava) inhalasyon anesteziklerinin uygulanmasıyla sağlanır. Taşıyıcı gazın miktarı anestezi hızını, derinliğini ve inhale edilen gazların tüketimini belirler [1]. Teknolojik gelişmeler taşıyıcı gaz miktarını önemli ölçüde azaltmaya olanak vermektedir. Düşük akımlı anestezi; yeniden soluma sistemi kullanılarak karbondioksit ( $CO_2$ ) absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gaz karışımının en az % 50'sinin akciğerlere geri dönmesiyle sonuçlanan bir teknik olarak kullanılmaktadır [2]. Taze gaz akımının (TGA) 1 L/dk'ya düşürüldüğü bu anestezi tekniği, ilk kez 1952'de Foldes [3] tarafından uygulanmıştır. Virtue [4] ise 1974'te 0,5 L/dk taze gaz akımı kullanarak düşük akımın bir çeşidi olan minimal akımın ekonomik ve güvenli olduğunu bildirmiştir. Minimal akımlı anestezinin; inhale edilen havanın akım dinamiklerini iyileştirme, mukosiliyer temizlenmeyi artırma, vücudun ve solunan gazların sıcaklığının ve neminin korunmasına yardımcı olma, sekresyonların kurumasının önlenmesiyle mikroatelektazi oluşumunu engellenmesi gibi yararları bildirilmiştir. Ek olarak anestezik gaz tüketimindeki azalma sonucu, operasyon odası çalışanlarında daha az maruziyet gözlenmekte ve tüketilen anestezik gaz miktarında ciddi tasarruf sağlanmaktadır [1, 5].

Genel anestezide hava yolu açıklığı; maske, endotrakeal tüp ya da supraglottik hava araçları (SGHA) ile sağlanmaktadır. SGHA'nın avantajları; hızlı ve kolay yerleştirilebilmesi, göreceli olarak daha iyi bir hemodinamik stabilite sağlaması, daha az anestezik ajan ihtiyacı olması ve entübasyonun istenmeyen etkilerinden kaçınılmasıdır. Laringeal maske airway (LMA) kullanımının, endotrakeal tüpe kıyasla daha fazla volüm kaçağı oluşturduğu düşünülse de yapılan çalışmalar sonucunda LMA ile düşük ve minimal akımlı anestezi yöntemlerinin güvenli bir şekilde kullanıldığı gösterilmiştir [6, 7]. Ancak literatürde LMA ile anestezi uygulamasında hedef kontrollü yöntem kullanımına dair çalışmaya rastlamadık.

Düşük akımlı anestezide hedeflenen minimal alveoler konsantrasyona (MAK) ulaşmak ve idame ettirmek için gereken vaporizatör ayarları anestezi uzmanı tarafından manuel olarak yapılmaktadır. Anestezinin takip parametrelerini dikkate alarak yaptığı ayarlamalara rağmen hastanın bireysel anestezik gaz ihtiyacından az ya da daha fazla tüketim gerçekleşebilmektedir. Düşük akımlı anestezi süresince hastayı hipoksiden korumak amacıyla hastanın end tidal oksijen konsantrasyonu (EtO<sub>2</sub>) değerleri takip edilerek anestezi cihazı üzerinden fraksiyone inspiratuar oksijen konsantrasyonu (FiO<sub>2</sub>) ayarı da manuel olarak yapılmaktadır.

Yeni nesil anestezi cihazlarının bazıları düşük akımlı anestezi uygulamaları için, hedef kontrollü (end tidal kontrol) bir gaz sevki moduna sahiptir. Bu mod sayesinde inhalasyon anesteziklerin konsantrasyonu ve O<sub>2</sub> düzeyi soluk sonu kontrol tekniği kullanılarak otomatik olarak ayarlanır. Soluk sonu tekniğinde; ekshalasyon gaz karışımı örneği alınarak oksijen ve anestezik gaz konsantrasyonlarının düzeyi tespit edilip, hedeflenen değerle ulaşmak amacıyla cihaz otomatik ayarlamalar yapar. Sistemde yaşa göre hedeflenen MAK değerine ulaşmak için gereken end tidal anestezik ajan (EtAA) konsantrasyonu cihaz tarafından, hipoksiyi önlemek amacıyla hedeflenen EtO<sub>2</sub> değerleri ise anestezi uzmanı tarafından ayarlanır. Sistem, hedeflenen EtO<sub>2</sub> ve EtAA değerlerini izleyerek gaz bileşimini ve toplam gaz akışını, belirlenen bu hedef değerleri koruyacak şekilde ayarlar.

Çalışmamızın hipotezi; LMA eşliğinde minimal akımlı anestezide hedef kontrollü yöntemin, manuel kontrollü yöntemden daha kolay ve güvenli bir şekilde uygulanabilir olduğudur. Hipotezimizi test etmek için planladığımız çalışmamızda bu iki yöntemi, hedef sevofluran konsantrasyonlarına ulaşma, sürdürme ve gaz tüketimi açısından karşılaştırmayı amaçladık. Ayrıca hedef kontrollü anestezi yönteminin benzer anestezik derinliği ve stabiliteyi sağlamak için yapılan müdahalelerin sayısını azaltıp azaltmadığını da değerlendirdik.



## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Genel Anestezi**

Genel anestezi; inhalasyon, hipnotik ve kas gevşetici ajanların, opioidlerin, sedatiflerin ve kardiyovasküler ilaçların farklı kombinasyonu ile meydana gelen bilinçsizlik, amnezi, analjezi ve hareketsizlik gibi spesifik davranışsal ve fizyolojik özellikleri içeren, ilaca bağlı, geri döndürülebilir bir durumdur. Anestezik ajanın sürekli bir klinik etki sağlayabilmesi için tanımlanmış bir plazma konsantrasyonunu ve sonuçta etki bölgesi konsantrasyonunu korumak gerekir. Tüm anestezik ajanların, hayati fonksiyonlarda depresyon meydana getirmeden genel anestezi oluşturduğu uygun bir kan konsantrasyon seviyesi mevcuttur [8].

Genel anestezi idamesi, inhalasyon anestezisi ile, sadece intravenöz anestezik ajanlarla ya da inhalasyon anestezisi ve intravenöz anestezi birlikteliği kullanılarak gerçekleştirilebilir. İnhalasyon anestezikleri uygulama kolaylığı ve değişken cerrahi uyarılara karşı doz titrasyonuna elverişli olması yönünden anestezi idamesinde ideal ilaçlardır. İnhalasyon anestezisi balon maske, SGHA ve endotrakeal entübasyon yöntemleriyle uygulanabilmektedir.

### **2.2. Supraglottik Hava Araçları**

SGHA terimi kör olarak farinkse yerleştirilen çeşitli tıbbi araçlardan oluşan bir aileyi tanımlamaktadır. Bu araçlar ventilasyon, oksijenasyon ve anestezik gazların uygulanabilmesi için endotrakeal entübasyona gerek kalmadan açık bir havayolu sağlar.

Dr. Brain [9] 1980'lerde çalışmalarını ilk supraglottik havayolu araçlarının gelişimi ile perilaringeal yerleştirme mekanizması üzerine yoğunlaştırdı ve deneyimlerinin sonucu olarak SGHA'dan biri olan LMA'yı 1983'te tasarladı.

LMA kolay bir şekilde yerleştirilebilmesi, havayolunu irrite etmemesi ve volatil anesteziklerin hastaya rahat bir şekilde ulaştırılabilmesine olanak verdiği için havayolu yönetiminde yüz maskesi ile endotrakeal tüp arasında önemli bir havayolu aracı olarak

yerini almıştır. Maske balon ventilasyonuna göre daha az gastrik dilatasyon olmasına rağmen yine de aspirasyon riski vardır. İşlem öncesi cerrahi açlık süresi sağlanmış olan hastalar için bu durum sıkıntı oluşturmaz. Kullanımı esnasında hastada minimal somatik ve otonomik yanıtlar oluşturduğundan kalp hızı ve kan basıncı artabilir ancak bu artış trakeal entübasyon ve ekstübasyona göre anlamlı olarak daha düşüktür [10].

LMA genel anestezi uygulamaları arasında endotrakeal tüp veya yüz maskesi yerine zor havayolu olan olgularda ventilasyon ve endotrakeal tüp geçişini kolaylaştırmak için ve ayrıca fiberoptik bronkoskopun yerleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır [11]. Avrupa Resüstasyon Derneği 2015 yılı Kardiyopulmoner Resusitasyon Kılavuzu'nda supraglottik hava araçlarının kardiyak arrest olgularda entübasyonda deneyimsiz kişiler tarafından rahatlıkla kullanabildiği ve daha hızlı olarak solunum yolu kontrolü sağlandığı belirtilmiştir [12].

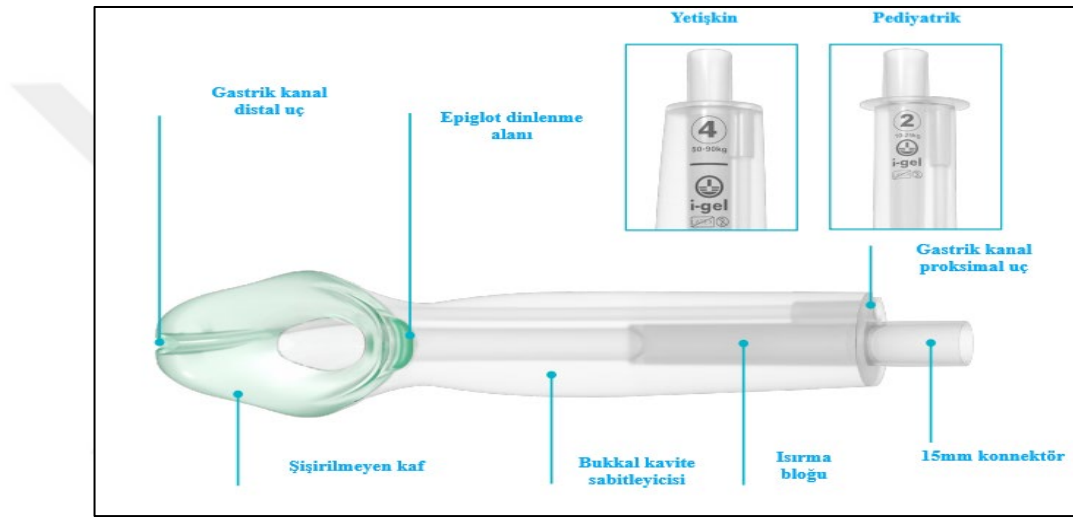
SGHA genel olarak birinci, ikinci ve üçüncü jenerasyon olarak sınıflandırılmaktadır. Birinci jenerasyon basit havayolu tüplerinden oluşur ve aspirasyonu önleyen havayolu koruma mekanizmaları yoktur. Birinci jenerasyon SGHA'lar Klasik LMA, Fleksible LMA ve Fasttrach LMA'yı içerir. İkinci jenerasyon SGHA'lar regürjitasyon, pulmoner aspirasyon riskini azaltmak ve pozitif basınçlı ventilasyonu daha efektif bir hale getirmek için spesifik özelliklerle dizayn edilmişlerdir. İkinci jenerasyon aygıtlar; LMA Proseal, LMA Supreme, I-gel ve Kombitüp bu gruba girmektedir [13]. Günümüzde tanımlanan üçüncü jenerasyon cihazlar ise kendi enerjileriyle yerleşebilen cihazlardır. Piyasadaki tek 3. Jenerasyon SGHA olan Baska 2012 yılından beri kullanılmaktadır [14].

### 2.2.1. I-Gel

I-gel (Intersurgical, Workingham, Berkshire, UK) Dr. Muhammed Aslam Nasir tarafından Pakistan'ın Karachi şehrinde 1990 yıllarında tasarlanmıştır ve ilk olarak 2007 de üretilmiş, ikinci jenerasyon bir SGHA'dır [15]. Archie Brain'in LMA'sından esinlenerek geliştirilen I-gel havayolu güvenliği açısından LMA ile endotrakeal tüp arasında olan bir araç arayışı sonucu ortaya çıkmıştır.

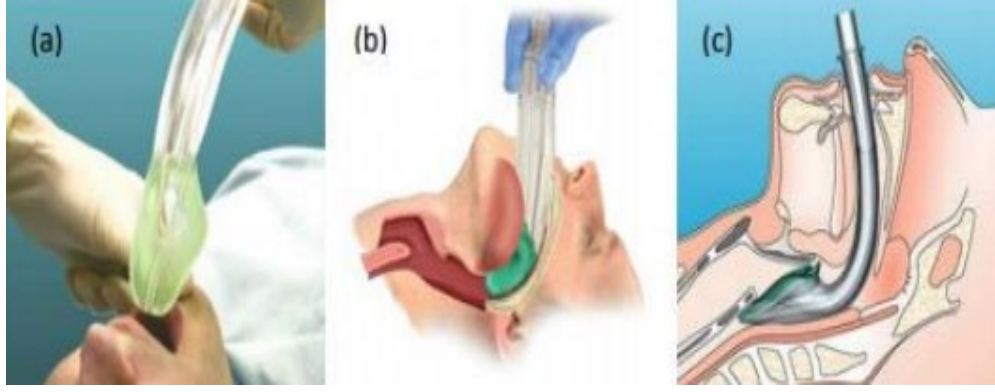
I-gel laringeal ve faringeal anatomik yapıları bası yapmayacak şekilde yerleştirilmek üzere tasarlanmış jelatinöz, şeffaf, termoplastik elastomer yapıya sahip,

tek kullanımlık ve kafsız bir hava yolu aracıdır. Materyal olarak stiren etilen butadien stiren kullanılmıştır. Bu materyal yumuşak, genleşebilir ve sağlam özelliktedir. Vücut sıcaklığıyla esneyerek supraglottik dokuya tam uyum sağlar ve böylelikle oluşabilecek hava kaçağı en aza indirilmiş olur. Nazogastrik sonda girişine izin veren bir gastrik drenaj tüpünün bulunması mide içeriğinin akciğere aspire edilmesi riskini azaltır [16]. Ayrıca basık, genişletilmiş bir kök ve sert bir ısırma bloğuna sahiptir (Resim 1). Isırma bloğu bukkal bir stabilizatör gibi davranarak aksiyel rotasyonu ve pozisyon kaymalarını önler [17]. Yerleştirilmesi için fazla deneyim gerektirmemesi ve çocuklarda da kullanımına olanak sağlayan yedi farklı numarası olması diğer avantajlarındanır.



**Resim 1:** I-gel in temel bileşenleri ve işlevleri [15]

I-gel yerleştirilirken hasta koklama pozisyonuna getirilir ve ısırma bloğuna kadar kayganlaştırılan I-gel açıklığı hastanın çenesine bakacak şekilde tutulur (a, Resim 2). Ağız içine yerleştirilen I-gel yavaşça sert damak kılavuzluğunda itilir. Ağız içinde dirençle karşılaşırsa çene itme (jaw thrust) manevrası denenebilir veya I-gel'e derin rotasyon uygulanabilir (b, Resim 2). Doğru yerleşim I-gel ucunun özefagus girişinde olduğu kafın laringeal yapının içine oturduğu ve dişlerin ısırma bloğunda olduğu yerleşimdir. Diğer havayolu gereçlerinde olduğu gibi ağız içine parmak sokmaya gerek yoktur. Yerinde olup olmadığını doğrulamak için her iki akciğer dinlenmeli, end tidal karbondioksit basıncı (EtCO<sub>2</sub>) trasesi gözlenmeli ve yeterli tidal volüm oluştuğuna bakılmalıdır.



**Resim 2:** I-gel yerleşimi

Acil veya rutin anestezide tok hastada trismus, sınırlı ağız açıklığı, faringofaringeal abse, travma veya kitle varlığında, yeterli anestezi derinliği oluşmadığı durumlarda, aspirasyon riskini arttıracı herhangi bir durum varlığında; örneğin hiatus hernisi, sepsis, morbid obezite, gebelik, üst gastrointestinal cerrahi öyküsü olan hastalarda I-gel kullanımı kontrendikedir [18].

I-gel'in klasik LMA ile kıyaslandığı çalışmalarda havayolunu daha iyi çevrelediği, daha kolay yerleştirildiği ve daha az travmaya yol açtığı bildirilmiştir [19]. I-gel'in kolay ve güvenilir yerleştirilebilirliği, yeterli ventilasyon sağlama ve düşük morbitide oranları ile ilişkili bulunmuştur [20]. Aynı zamanda I-gel endotrakeal entübasyon için bir kanal gibi kullanılarak kurtarıcı hava yolu yönetiminin bir parçası olarak da uygulanabilir [21].

Yapılan çalışmalarda I-gel'in termoplastik yapısı sayesinde vücut ısı ile larinks anatomisine uyum sağlayacak şekilde değişikliğe uğradığı belirtilmiştir [22]. Fakat Komasa ve arkadaşlarının (ark) [23] çalışmasında farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Bir grupta 42°C ye kadar ısıtılmış I-gel, diğer grupta ise oda sıcaklığında olan I-gel yerleştirilmiştir. İki grup arasında ilk yerleştirme başarısı ve orofaringeal kaçak basınçları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

### **2.3. İnhalasyon Anestezikleri**

İnhalasyon anestezikleri genel anestezi uygulamasında en yaygın kullanılan ajanlardır. İnhalasyon yoluyla kolaylıkla uygulanabilmeleri ve hızla titre edilebilmeleri yanında anestezi sırasında uyanıklığı önleyebilecek yüksek emniyet aralığına sahiptirler.

EtAA konsantrasyonu ile takip anestezi derinliğinin hızlı ve güvenilir biçimde ayarlanmasını sağlar. Ayrıca inhalasyon ajanları iskelet kası gevşemesine neden olurlar. Erişkin cerrahi prosedürlerde uygulanan güçlü inhalasyon anestezikleri arasında en popüler olanlar sevofluran, desfluran ve izoflurandır.

### **2.3.1. Tarihçe**

William Morton 16 Ekim 1846'da tıp fakültesinde henüz ikinci sınıf öğrencisi iken, 52 yaşında erkek hastanın boyun bölgesindeki bir tümörün cerrah Warren tarafından çıkarılması sırasında "dietil eter" kullanarak başarılı bir genel anestezi uygulamıştır ve bu uygulama anestezi tarihinde bir dönüm noktası olmuştur [24]. Anestezinin babası olarak bilinen John Snow hastaya verilen inhalasyon anesteziğinin miktarını ölçmek gerektiğine O<sub>2</sub> eksikliğinde ve CO<sub>2</sub> birikiminde ortaya çıkabilecek sorunlara değinmiştir. Snow inhalasyon anesteziklerin büyük kısmının değişmeden atıldığını fark etmiştir. Bu sayede yeniden solutmanın kullanıldığı bir sistemle hastadan dönen inhalasyon anestezikleri tekrar hastaya sunarak anestezi süresini uzatmayı başarmıştır. Foldes ve ark [3] 1952 yılında 1 L/dk'lık taze gaz akımını düşük akımlı anestezi olarak öneren kişilerdir. Virtue [4] 1974 yılında, taze gaz akımının 0,5 L/dk'nın üzerine çıkılmadığı minimal akım adını verdiği bir teknik tanımlamıştır.

İnhalasyon anesteziklerinden halotan 1956'da, metoksifluran 1960'ta, enfluran 1973'te, izofluran 1981'de piyasaya çıkarılmıştır. Halotanın karaciğer üzerine metoksifluranın böbrek üzerine etkileri daha güvenli anestezi ajan bulma çabalarını artırmıştır. Sevofluran 1988'de sentezlenmiş ve 1994'te klinikte uygulanmaya başlanmıştır. Ülkemizde sevofluran 1996 yılında kullanıma girmiştir [25].

### **2.3.2. Farmakokinetik**

İnhalasyon anestezisi solunum yolu ile uygulanan anestezi ilaçların alveoller aracılığıyla kana geçmesi, buradan da beyin dokusuna geçerek, beyin dokusundaki ortam yoğunluğuna göre anestezi etki oluşturmasıyla meydana gelmektedir [26].

İnhalasyon anestezisinin etki başlangıcı, anestezi derinliğinde değişiklikler ve anestezi etkinin sona ermesi, alveollerde inhalasyon anestezi ajan konsantrasyonunun

değişim hızına bağlıdır. Her ajan için farmakokinetik parametreler; alımlarını, yeniden dağılımlarını, metabolizmalarını ve klirensleri arasındaki farklılıkları tanımlar.

### 2.3.2.1. Alım

İnhalasyon anestezikleri uygulandıklarında alveoller membranı basit difüzyonla geçerek kan dolaşımına girerler. Geçiş Henri ve Dalton'un gaz kanunlarına göre olmaktadır; alveol havasındaki ilaç yoğunluğu ne kadar yüksekse parsiyel basıncı da o ölçüde fazladır (Dalton Kanunu), anestezik gazın parsiyel basıncının artması kandaki çözünürlüğünün de artmasına sebep olmaktadır (Henri Kanunu). Bu kanunlara göre kanda çözünen gazlar vücudun tüm kesimlerine taşınırlar.

Anestezi cihazından çıkan taze gaz inspire edilmeden önce solunum devresindeki gazlarla karışır. Bu sebeple hastalar vaporizatörde ayarlanmış konsantrasyonu alamazlar. İmpire edilen taze gaz karışımı, taze gaz akımının miktarına, solunum devresinin volümüne ve absorpsiyonuna bağlıdır. TGA ne kadar fazla solunum devresi ne kadar küçük ve devre absorpsiyonu ne kadar azsa inspire edilen gaz konsantrasyonu taze gaz konsantrasyonuna o kadar yakın olur. Alveoler parsiyel basıncın alım nedeniyle azalması alveoler ventilasyonun artması ile karşılanabilir. Alveol havasındaki inhaler anestezik konsantrasyonu, inspiryum konsantrasyonu ile ilgilidir. İmpirasyonda ventilasyon ile alınan genel anestezik alveollerde var olan hava ile dilüe edilir. Devam eden inspirasyonlar ile alveol havasına her seferinde belirli miktarda inhaler anestezik ilave edilir ve alveol havasındaki konsantrasyon yükselir.

Kan/gaz partiyon katsayısı; anestezi indüksiyonunun, derlenmenin ve anestezi derinliğindeki değişimin hızını belirler. Bir anestezik maddenin kan/gaz partiyon katsayısı ne kadar büyükse anestezik ajanın çözünürlüğü de o kadar büyüktür ve pulmoner dolaşım tarafından alınımı da o kadar fazladır. Bu nedenle alveolar parsiyel basınç daha yavaş yükselecektir ve indüksiyon ile derlenme süresi daha uzun olacaktır [27]. Ajanın anestezik etkisine gerçekleştirmek için beyinde dengeye ulaşma hızını beyin/kan partiyon katsayısı (beyindeki ajan çözünürlüğünün kandaki çözünürlüğüne oranı) belirler. Daha düşük bir beyin/kan partiyon katsayısı inhalasyon ajanının beyinde nispeten çözünmez olduğu anlamına gelir. Bu nedenle beyin bölmesini doyurmak için daha az ajan gerekir, bu da merkezi sinir sistemindeki inhalasyon ajanının konsantrasyonunun dolaşımdaki kandaki konsantrasyonu ile dengeye daha hızlı ulaşmasını sağlayarak daha hızlı indüksiyona yol açar.

### **2.3.2.2. Yeniden Dağılım ve Eliminasyon**

İnhalasyon anestezikleri iyonize olmayan düşük moleköl ağırlıklı ajanlardır ve bu sayede kandan dokulara hızlıca diffüze olmaktadır. Doku/kan partisyon katsayısı (dokudaki madde çözünürlüğünün kandaki çözünürlüğüne oranı) her bir inhalasyon maddesinin yeniden dağıtım hızının birincil belirleyicisidir. Dokular erirlik ve kan akımına göre dört gruba ayrılırlar. Damardan zengin grup (beyin, kalp, karaciğer, böbrekler, endokrin organlar) anesteziklerin önemli miktarını alan ilk gruptur. Kısa sürede anesteziğe doyarlar ve arteriyel doku parsiyel basınçları eşitlenir. Kas grubu iyi perfüze olmadığı için bu grupta alım yavaştır ve uzun zamanda doyuma ulaşılır. Bu az kanlanan dokular rezervuar dokulardır ve burada inhalasyon anesteziklerinin birikmesi anesteziden derlenme süresini etkilemektedir.

### **2.3.2.3. Metabolizma**

Sevofluran, desfluran, izofluran ve N<sub>2</sub>O ihmal edilebilir düzeyde biyotransformasyona ve metabolizmaya uğrar. Halotanın % 50'si karaciğerde metabolize olurken % 50 veya daha fazlası değişmeden ekshale edilir. Halotanın hepatotoksik ara maddelere, özellikle de trifloroasetik aside dönüşmesi, hafif karaciğer hasarından büyük ölçüde sorumlu olduğunu göstermektedir.

### **2.3.3. Farmakodinamik**

İnhalasyon ajanlarının anestezisi oluşturma mekanizması tam olarak anlaşılmamıştır. Ancak inhalasyon anesteziklerinin gama-aminobütirik asit A, glisin ve merkezi sinir sisteminde bulunan glutamat reseptörleri gibi çeşitli iyon kanalları ile etkileşime girdiği bilinmektedir [28]. İnhalasyon anesteziklerinin farmakodinamik etkileri doza bağlıdır ve minimum alveolar konsantrasyon olarak ifade edilir.

#### **2.3.3.1. Minimum Alveoler Konsantrasyon**

MAK, bir inhalasyon anestezisinin ağırlı uyaran sonrası hastaların % 50'sinde iskelet kas hareketini engelleyen, bir atmosfer basınçtaki alveoler konsantrasyonudur. Anesteziklerin etki yeri olan beyindeki parsiyel basınçlarını yansıtmada ve güçlerini kıyaslamada en çok kullanılan tanımdır. MAK değerleri eşit ajanlar santral sinir sisteminde eşit depresyon yapar; ancak solunum ve dolaşım sistemi etkileri farklıdır (Tablo 1). İntraoperatif farkındalığı ve anımsamayı önlemek için eşik MAK değeri en az

0,7 olarak önerilmiş olsa da,  $\geq 0,7$  MAK konsantrasyonlarında hipnoz ve amnezinin tutarlı bir şekilde sağlanıp sağlanmayacağı tam olarak bilinmemektedir [29].

**Tablo 1:** Farklı MAK değerlerinin tanımı

|         |                                                                                                                                 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,3 MAK | Bunun altındaki MAK değeri hastanın bilincinin açılmasına izin verecektir                                                       |
| 1 MAK   | Hastaların % 50' sinde cerrahi uyarana yanıt olarak hareketi önlemek için gerekli anesteziik maddenin soluk sonu konsantrasyonu |
| 1,5 MAK | Cerrahi uyarana yanıt olarak hastaların % 90' ının hareket etmeyeceği MAK değeri                                                |
| 2 MAK   | Hastaların % 50 'sinde cerrahi uyarana karşı otonomik tepkileri engellemek için gereken MAK değeri                              |

Çeşitli fizyolojik ve farmakolojik faktörler MAK değerini etkiler (Tablo 2). İnhalasyon anesteziikleri ile eş zamanlı uygulanan opioid ve sedatifler MAK'ı azaltır [30]. MAK değerleri aditifdir yani iki ajan kullanılıyorsa MAK değeri toplanarak hesaplanır.

**Tablo 2:** MAK değerini etkileyen durumlar

| Artıran durumlar                                                                                                                                                                                                                            | Azaltan durumlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Etkilemeyen durumlar                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Hipertermi (<math>&gt; 42^{\circ}\text{C}</math>)</li> <li>Hipernatremi</li> <li>Yaş (<math>&lt; 12</math> yaş)</li> <li>Alkolizm</li> <li>Sempatomimetikler (amfetamin, kokain, efedrin)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hipotermi</li> <li>Hiponatremi</li> <li>Hiperkalsemi</li> <li>İleri yaş</li> <li>Ciddi hipotansiyon (OAB <math>&lt; 40</math> mmHg)</li> <li>Gebelik</li> <li>Hipoksemi</li> <li>Anemi</li> <li>Ketamin</li> <li>Benzodiazepinler</li> <li>Barbitüratlar</li> <li>Sempatolitikler</li> <li>Lidokain</li> <li>Opioidler</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anestezi süresi</li> <li>Cinsiyet</li> <li>Asidoz</li> <li>Alkaloz</li> <li>Hipotiroidi</li> <li>Hipertiroidi</li> <li>Hipokalemi</li> <li>Hiperkalemi</li> </ul> |



### 2.3.4. Sevofluran

Sevofluran 1960'lı yıllarda sentezlenen ancak 1990'lı yıllarda klinik kullanıma giren inhalasyon anesteziğidir. Hafif eter kokusunda tahriş edici ve iritan olmayan, renksiz ve patlayıcı özelliği olmayan sevofluranın kimyasal özellikleri Tablo 3'te verilmiştir. Alveolar anestezi konsantrasyondaki hızlı artışlar sevofluran'ı pediatrik ve erişkin hastalarda hızlı inhalasyon indüksiyonları için mükemmel bir seçim haline getirmiştir. Yapılan çalışmada % 50 O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O karışımı ve % 4 - % 8 sevofluran konsantrasyonu maske ile uygulamada 60 sn'de bilinç kaybı oluşturmuştur [31]. Sevofluran katkı maddesi ve koruyucu madde gerektirmez. Plastiklerde daha az çözünür. Böylece anestezi devrelerinde daha az ekstraksiyona uğrar.

**Tablo 3:** Sevofluranın kimyasal özellikleri

- Formülü: Florometil-2,2,2-trifloro-1- (triflorometil) etil eter
- Molekül ağırlığı: 200,05 g/mol
- Kan/Gaz partiyon katsayısı: 0,65
- Yağ/Gaz partiyon katsayısı: 47,2
- MAK değeri: 1,8
- Buhar basıncı (20°C'de): 160mmHg
- Kaynama noktası (760 mmHg'da): 58,5°C

Sevofluranın kan : gaz partiyon katsayısı düşük olduğu için indüksiyonu ve anesteziden derlenmesi hızlıdır [32]. Hoş kokusu ile bilinci açık hastalarda kolay inhale edilmesi ve güçlü bronkodilatör özelliklerinden dolayı salivasyon, nefes tutma, öksürük ve laringospazm daha az görülmektedir [33].

#### 2.3.4.1. Kardiyovasküler Sistem Etkileri

Sevofluran ve diğer inhalasyon ajanları arter kan basıncını doz bağımlı olarak düşürürler ve pulmoner arter basıncında ise dozdan bağımsız olarak azalmaya neden olur; bunu kalp ve damar düz kasına direk otonom sinir sistemine indirekt ekileri sayesinde yaparlar. Sempatik iletimi doza bağımlı olarak deprese eder ve parasempatik ileti sistemini ise etkilemediğinden dolayı artan sevofluran konsantrasyonlarında taşikardi meydana gelir [34]. Sevofluran miyokard kontraktilitesini hafif derecede deprese eder. Sistemik vasküler rezistansı ve arter kan basıncını doza bağımlı olarak

düşürür. Sevofluran miyokard perfüzyonunda azalmaya ve koroner çalma sendromuna yol açmaz [35].

#### **2.3.4.2. Solunum Sistemi Etkileri**

Sevofluran doza bağımlı solunum depresyonuna neden olur. Anestezi derinliği arttıkça tidal volüm ve CO<sub>2</sub> cevap eğrisi düşer [36]. İndüksiyonda nefes tutma, apne, laringospazm ve öksürük gibi solunum komplikasyonlarının görülme sıklığı azdır. Anestezi sonrasında solunum depresyonundan çıkış hızlıdır. Anaflaktoid reaksiyon durumunda ve astıma yatkınlığı olan kişilerde iyi tolere edilir. Sevofluranın histaminin neden olduğu bronkospazmı azaltmaktadır [34]. Ayrıca hipoksik pulmoner vazokonstriksiyondan korumaktadır [37].

#### **2.3.4.3. Santral Sinir Sistemi Etkileri**

Sevofluran serebral metabolik O<sub>2</sub> tüketimini azaltır, epileptik aktiviteye neden olmaz. Kitaguchi ve ark'nın [38] çalışmasında serebrovasküler hastalığı olanlarda 0,88 MAK sevofluran ile serebral otoregülasyonun korunduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada farklı MAK değerlerindeki sevofluran anestezisinde otoregülasyonun sürdürüldüğü gösterilmiştir [39].

#### **2.3.4.4. Nöromusküler Etkileri**

Sevofluran sinir-kas kavşağını deprese eder. Nöromusküler blokerlerin etkisini doza bağılı olarak potansiyalize eder ve nöromusküler bileşkeyi duyarlılaştırır [40]. Çocuklarda kas gevşetici kullanmadan entübasyona olanak verebilir.

#### **2.3.4.5. Hepatik Etkileri**

Sevofluranın özel metabolizması ile trifluoroasetik asite yıkılmayan bir inhalasyon anestezisi olduğundan dolayı hızlı glukronidasyonu ve metabolitlerinin hızlı atılımı sayesinde hepatotoksisite ve immünolojik hepatit riski çok düşüktür [41]. Sevofluran portal ven kan akımını azaltır. Hepatik arter kan akımını ise artırır. Sonuç olarak total karaciğer kan akımı ve O<sub>2</sub> sunumu korunur. Hepatotoksisite riski yok denecek kadar azdır.

#### **2.3.4.6. Renal Etkileri**

Sevofluran renal kan akımını önemsiz derecede düşürür. Ancak Compound A sevofluran anestezisi sırasında CO<sub>2</sub> absorbanları ile etkileşim sonucunda oluşan yıkım

ürünü olup nefrotoksiktir. Böbrek tübül epitelinde geri dönüşümlü hasar ve böbrek işlevinde hafif bozulmalar yapmaktadır. Compound A birikiminin, yüksek sevofluran konsantrasyonu ve uzun süreli kullanımı, yüksek sıcaklıkta gaz solunması, düşük akımlı anestezi uygulanması ve kuru baralime kullanılması ile arttığı bildirilmiştir [42].

Düşük akımlı sevofluran anestezisinin renal güvenilirliği ratlarda gözlenen Compound A ve flor bağımlı nefrotoksisite nedeniyle uzun yıllar sorgulanmıştır [43]. Kharasch ve ark [44] ratlarla yaptığı çalışmada sevofluran anestezisi sırasında Compound A'ya maruz kalan cerrahi hastalarda nefrotoksisite gelişmemesini; ratlar ve insanların Compound A maruziyetine duyarlılık düzeylerinin farklı olması ile açıklamışlardır.

Bazı araştırmacılar düşük akım sevofluran anestezisi sonrasında bazı biyogöstergelerin ( $\alpha$ -glutatyon-S-transferaz, albümin, glukoz gibi) idrarla atılımının yükseldiğini göstermişlerdir [45]. Ancak hiçbir çalışmada kan üre azotu ve serum kreatinin düzeylerinin yükseldiği gösterilmemiştir [46]. ASA I-II skorunda 40 hasta ile yapılan bir çalışmanın sonucunda minimal akımlı anestezide Compound A düzeylerinin karaciğer ve böbrek hasarı arasında anlamlı ilişkisi bulunmamıştır [47].

#### **2.3.4.7. Metabolizma ve Biyotransformasyon**

İnhalasyon anestezikleri asıl olarak oksidasyon reaksiyonu ile metabolize olurlar. Dehalojenizasyon ve oksidohalojenizasyon metabolizmalarından sorumlu başlıca reaksiyonlardır [48].

Sevofluranın biyotransformasyonu sonucunda inorganik flor ve karbondioksitin çıkmasıyla heksafloro-izopropanol üretir. Bu ürün hızla glukuronik asitle konjuge edildikten sonra idrar metaboliti olarak elimine edilir. Sevofluran metabolik ürünlerinin daha ileri metabolizma ve ekskresyonu için faz II biyotransformasyon (glukuronidasyon) gereken tek halojenli inhalasyon anestezisi ajanıdır. Sevofluranın % 5'ten daha az kısmı karaciğerde sitokrom p450 enzim sistemi tarafından metabolize olur.

#### **2.4. Düşük Akımlı Anestezi**

Gelişen anestezi cihazları ve monitorizasyon imkanları artan çevresel duyarlılık, yeni fakat pahalı inhalasyon anesteziklerinin kullanıma girmesi ve sağlık alanındaki ekonomik kaynak sıkıntıları düşük akımlı anestezi uygulamasının giderek daha popüler olmasını sağlamıştır. Anestezik gazların konsantrasyonu ve anestezi makinelerinin

uygunluğu konusunda şüphelerin olması, düşük akımlı anestezi yöntemlerine karşı anesteziistlerde tedirginlik yaratmaktadır. Ancak günümüz anestezi makinelerinin yüksek standartlara sahip olması, anestezi gaz bileşimini sürekli ve ayrıntılı bir biçimde analiz eden monitörlerin varlığı, inhalasyon anesteziğlerinin farmakodinami ve farmakokinetikleri konusunda bilgi artışı düşük akımlı anestezinin güvenli şekilde uygulanabilmesini büyük ölçüde kolaylaştırmıştır.

İnhalasyon anestezisinde solutma sistemleri teknik özelliklerine göre yeniden solutmalı, yeniden solutmasız, gaz rezervuarı olmayan sistemler olarak üç sınıfa ayrılırlar. Yeniden solutmalı sistemlerde ekshale edilen havadaki kullanılmamış anestezi gazlar CO<sub>2</sub>'den arındırıldıktan ve taze gaz ile karıştırıldıktan sonra inspirasyonda tamamen ya da kısmen hastaya geri döner. Böylece kullanılan toplam anestezi gaz miktarı azaltılır ve atık gaz miktarında da azalma gözlenir.

TGA isteğe göre dakika hacminin altındaki herhangi bir değere ayarlanabilir. TGA azaltıldıkça sistemden atılan gaz miktarı da o denli azalmakta ve yeniden solutma oranı yükselmektedir. Yeniden solutma oranını belirleyen en önemli etken ise TGA hızıdır. Taze gaz akımı 4 L/dk olarak kullanıldığında yeniden solutma oranı yaklaşık % 20'ye çıkar. Akım 2 L/dk ya da altına düşürüldüğünde ise yeniden solutma oranı % 50'ye ya da daha üzerindedir [49]. Düşük akımlı anestezi terimi yeniden solutmalı bir sistemde uygulanan ve yeniden solutma oranının en az % 50 olduğu inhalasyon anestezisi yöntemidir. TGA'nın 1 L/dk'ya düşürüldüğü bu anestezi tekniği ilk kez 1952'de Foldes ve ark [3] tarafından 10000'den fazla hastada başarıyla uygulandıktan sonra yayınlanmıştır. 1974 yılında Virtue [4] taze gaz akımının 0,5 L/dk'nın üzerine çıkılmadığı minimal akım olarak tanımladığı bir teknik tariflemiştir. Baxter [50] tarafından önerilen ve genel kabul görmekte olan anestezi devresindeki gaz akış hızının sınıflandırılması Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4:** Anestezinin akım hızına göre sınıflandırılması

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| • Metabolik akım  | < 250 mL/dk    |
| • Minimal akım    | 250-500 mL/dk  |
| • Düşük akım      | 500-1000 mL/dk |
| • Orta akım       | 1-2 L/dk       |
| • Yüksek akım     | 2-4 L/dk       |
| • Çok yüksek akım | > 4 L/dk       |

#### 2.4.1. Düşük Akımlı Anestezi İçin Standartlar

Düşük akımlı anestezi uygulamaları için bazı cihaz donanımları ve monitörizasyonlar hastanın güvenliği için şarttır. Ulusal standartları birbiriyle uyumlu hale getirmek amacıyla 13 Haziran 1998'den itibaren Avrupa Birliği ülkelerindeki tüm üretici firma ve anesteziistleri bağlayan “Anestezi Makineleri ve Modülleri Temel Gereksinimler” başlıklı ortak Avrupa standardı EN – 740 yürürlüğe girmiştir [51]. Bu standartlara göre bir anestezi cihazında Tablo 5’te yer alan özellikler bulunmalıdır.

TGA < 1 L/dk ise rutin monitörizasyona (Elektrokardiyografi (EKG), periferik oksijen saturasyonu (SpO<sub>2</sub>), kan basıncı, vücut ısısı) ilave olarak anestezi cihazında anestezi gaz, oksijen ve hava yolu basınç değerleri monitörize edilip takip edilmelidir. FiO<sub>2</sub> % 30' un altına düşerse, O<sub>2</sub> akışı toplam gaz akışının % 10' u kadar artırılmalıdır (yaklaşık 100 mL/dk) [52]. Hava yolu basıncı ve solunum volümünün takibi ise solunum devresinin yeterli miktarda gaz ile dolu olmasının izlenmesi ile sağlanır. Devreden ayrılma alarmı olarak tepe basıncının 5 mbar altı devre tıkanması için 30 mbar ve solunum volümü için hedeflenen dakika solunum volümünün 0,5 L/dk altı olarak limitler ayarlanmalıdır. Ekspiryumdaki CO<sub>2</sub> düzeyi hiperkarbiyi önlemek amacıyla sürekli monitörize edilmelidir. Düşük akımlı anestezi uygulamalarında CO<sub>2</sub> absorpsiyon yükü artmaktadır.

**Tablo 5:** Anestezi makinelerinde güvenlik özellikleri

- Enerji yetersizlik alarmı
- Oksijen desteği yetersizlik alarmı
- Azotprotoksit akımı durdurucusu
- Oksijen bypass
- Oksijen oranı denetleyicisi
- Tek bir vaporizörün çalışmasını güvenceye alan cihaz
- İnspire edilen oksijen konsantrasyonu izlemi
- Havayolu basınç izlemi
- Ekspire edilen gaz hacminin izlemi
- Solutulan karbondioksit konsantrasyonunun izlemi
- Volatil anestezi konsantrasyonunun izlemi

#### **2.4.2. Düşük Akımlı Anestezinin Avantajları**

Anestezi ajan ve taze gaz tüketimini azaltması solutulan gazın ısı ve nemini iyileştirerek anestezi sonrası akciğer komplikasyonlarını azaltması, vücut ısısını koruması, ozon tabakasına verilen zararın azaltılması ve ameliyathane atmosferinin kirlenmesinin önlenmesi bu uygulamanın üstünlükleridir [1].

##### **2.4.2.1. Solutulan Gaz Karışımındaki Isı ve Nemliliğin Korunması**

Genel anestezi esnasında hava yolu aracı uygulandığında spontan solunumda inspire edilen havanın fizyolojik yolla ısıtılıp, nemlendirildiği alan olan nazofarenks devre dışı bırakılmış olur. Solutulan gazların nemi ve ısısı solutma sisteminin teknik tasarımı, absorbanın büyüklüğü, hasta hortumlarının boyu ve ısı iletkenliği, ortam ısısı ve yeniden solutma oranı ile belirlenir. İnspire edilen gazın sıcaklığının ve neminin yetersiz olması sekresyonları kurutur, mukus retansiyonu yapar. Bronşiyollerde kısmi tıkanıklık ile mikroatektaziler meydana gelir. Anestezi gazlarının uygun şekilde nemlendirilmesinin ve ısıtılmasının silyalı epitelin işlevi ve mukosilyer temizlik için önemi büyüktür [53]. Kuru havanın bu etkilerini engellemek için anestezi esnasında 28-32°C'lik bir ısı sağlanmalıdır [54]. Nemlenmiş ve ısınmış olan ekshale edilen gazın düşük akımlı anestezi eşliğinde yeniden soluma oranının artırılması ve aynı zamanda soğuk ve kuru taze gaz oranının düşürülmesi ile anestezi gaz iklimi önemli düzeyde

iyileştirilebilir [53]. Trakeabronşiyal iklimdeki iyileşme solunum yolunda ısı ve sıvı kaybını azaltır [55].

#### **2.4.2.2. Maliyetin Azaltılması**

Günümüzde sıklıkla kullandığımız sevofluran ve desfluran gibi inhalasyon anestezikleri nöromusküler blokerlerinden sonra en yüksek maliyete sahiptirler [56]. Düşük kan ve doku çözünürlüklerine sahip olduklarından solunum sisteminde yeterli parsiyel basınç oluşturmaları için hastaya fazla miktarda anestezi gaz verilmelidir. Bu sebeple yüksek TGA uygulandığında fazla miktarda ajan kullanımı olur ve hastadan dönen fazla anestezi ajan ekshalasyon valfinden atılır. Düşük akım tekniğini kullanarak yeniden solutma ile hastadan dönen anestezi ajan tekrar kullanıldığından ekonomiye büyük ölçüde katkı sağlanmaktadır. Anestezi ajan tüketimindeki azalma doğal olarak maliyeti de azaltır. Yapılan çalışmaların farklı sonuçları toplanacak olursa akımdaki azalmanın boyutuna ve seçilen anestezi ajana bağımlı olarak 60 dakikalık bir anestezi uygulamasında gaz tüketiminin % 50 ile % 75 arasında azaldığı ve bu bağlamda ekonomik olarak tasarruf edildiği söylenebilir [57]. Daha kısa süren vakalarda da minimal akım anestezi uygulanarak maliyetten tasarruf edildiği gösterilmiştir [58].

#### **2.4.2.3. Ekolojik İyileşme**

1989 yılında Logan ve Farmer [59] gibi yazarlar anestezi ajanlar nedeniyle çevresel tehlikelere dikkat çekmiştir. Ryan ve Nielsen [60] halojenli volatil anesteziklerin küresel ısınmaya etkileri konusunda daha önce yapılmamış bir çalışma yapmışlardır. Söz konusu çalışma bütün inhalasyon anesteziklerinin küresel ısınma üzerinde önemli etkileri olduğunu öne sürmektedir. N<sub>2</sub>O gazının ise CO<sub>2</sub>'in 300 kat daha fazla küresel ısınmayı artırma potansiyeli vardır [61]. N<sub>2</sub>O molekülleri stabildir ve atmosferde 150 yıl varlıklarını sürdürürler. Günümüzde ileri teknolojiye sahip yeniden solutmalı sistemlerin akılcı kullanımı ile anestezi gazların çevre kirliliğindeki payı büyük ölçüde azaltılabilir.

Yüksek akımlı anestezi ile kaçak kontrolü ve atık sistemlerinin kullanılmasına rağmen volatil anesteziklere maruziyet oluşabilmektedir. Bu maruziyet ameliyathane personeline spontan abortus, konjenital anomali, karaciğer, böbrek hastalıkları ve kanser insidansını artırmaktadır. Düşük akımlı anestezinin kullanımı atık gaz sistemlerinden atmosfere atılan inhalasyon ajan konsantrasyonunun azalmasına da yardımcı olur.

### **2.4.3. Düşük Akımlı Anestezinin Dezavantajları**

Düşük akımlı anestezi yavaş indüksiyon ve uzun zaman sabiti gibi özelliklere sahip olması acil cerrahilerde kullanımını kısıtlamaktadır. Diğer yandan geri solutmalı sistem sonuçlarından olan hipoksik karışımları, CO<sub>2</sub> absorban tüketimi artışına bağlı hiperkarbiyi, anestezi ajanlarının aşırı dozajını önlemek için yakın takip edilerek oksijen ve anestezi ajan konsantrasyonunda ayarlamalar gerekmektedir.

#### **2.4.3.1. Hipoksi**

TGA azaldıkça solutma sistemi içindeki gazların içeriği ile hastaya ulaşan taze gazın içeriği arasında fark artar, inspire edilen O<sub>2</sub> konsantrasyonu düşer ve hipoksik karışımlar meydana gelir. Hipoksinin önlenmesi ve yeterli oranda oksijen sunumu sağlanması gerekmektedir. FiO<sub>2</sub> % 30-35 aralığında tutmak için TGA düşürüldüğünde FiO<sub>2</sub> artırılmalıdır [52].

#### **2.4.3.2. Hipoventilasyon**

Kaçaklar nedeniyle önemli düzeyde kayıp olursa solutma sistemi içindeki gaz hacmi eksilir ve solutulan dakika hacmi azalır. Bu sebeple düşük akımlı anestezi uygulanacaksa önce anestezi makinesi, solutma sistemi ve ventilatöre yönelik kaçak testi yapılmalıdır. Düşük TGA'ları ile kullanmak için anestezi gaz rezervuarı bulunan anestezi makineleri çok daha uygundur. Rezervuar yeterince dolu olduğu sürece belirtilen sorunlar ortaya çıkmayacaktır. Bütün önlemlere rağmen gaz hacim eksikliği oluştuğunda TGA en az 1-2 dk süreyle artırılmalıdır.

#### **2.4.3.3. Hiperkarbi**

Geri soluma oranı arttıkça absorban kullanımı artarak absorbanın daha hızlı tükenmesine ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun inhale edilen gaz karışımında artmasına sebep olmaktadır. Inspire ve ekspire edilen CO<sub>2</sub> monitörizasyonu hasta güvenliği açısından önemlidir [62]. Düşük akımlı anestezi uygulamasında FiCO<sub>2</sub> izlemi yapılarak sodalime daha sık aralıklarla değiştirilmelidir. Absorbanın kullanım süresi geri solumanın derecesine bağlıdır. Anestezide 4 L/dk kadar yüksek bir taze gaz akımı kullanılması durumunda 1 litrelik kanisterdeki absorbandan yararlanma süresi 40 - 60 saat arasında değişmektedir. Ancak her uygun olduğunda gaz akımı 0,5 L/dk'ya düşürülürse bu süre 10-15 saate inmektedir [63].



#### **2.4.3.4. Volatil Anestezik Doz Aşımı**

Geri solumasız sistemlerde veya yüksek akımın kullanıldığı durumlarda inspire edilen anestezik ajan ayarlanan miktarın üzerine çıkmazken, düşük akım anestezisi ile birlikte geri solumalı sistemlerde istenilen hedeften fazla ya da az ajan konsantrasyonu oluşabilmektedir. 1 L/dk'nın altında TGA kullanıldığında ideal anestezisi derinliğini güvenli bir şekilde sürdürmek için ajan konsantrasyonu monitörizasyonu şarttır [64].

#### **2.4.3.5. Toksik Gaz Birikimi**

Düşük akımlı anestezisi sırasında nitrojen, aseton, etanol, karbonmonoksit, argon, metan, hidrojen, volatil haloalkenleri (Compound A) birikimi görülebilir. 1 L/dk taze gaz akım hızı sürekli yıkama etkisi oluşturarak eser gazların uzaklaştırılmasını güvenli şekilde sağlar [62].

Dekompanse diabetes mellitus, uzamış açlık, kronik alkol kullanımında ve fazla sigara içen hastalarda aseton veya etanolün yeterli düzeyde uzaklaştırılması için taze gaz akımlarının en az 1 L/dk olması gerekir [65]. Aseton yapımının yüksek olduğu alkolik ve diyabetik hastalarda daha belirgin olmak üzere 1,5-2 saati aşan uygulamalarda kan aseton konsantrasyonunun sürekli olarak arttığı, bu artışın anesteziden uyanmayı geciktirebildiği, postoperatif bulantı kusma ve stupora yol açabileceği belirtilmiştir [66].

#### **2.4.4. Düşük Akımlı Anestezinin Kontrendikasyonları**

Düşük akımlı anestezinin kontrendike olduğu durumlar mutlak ve göreceli olarak iki kısma ayrılabilir [62].

##### **2.4.4.1. Mutlak Kontrendikasyonlar**

Tehlikeli veya toksik gazların sürekli olarak yıkanmasını gerektiren veya son derece yüksek gaz alımı gerektiren durumlar kesin kontrendikedir:

- Duman veya gaz zehirlenmesi
- Malign hipertermi
- Septisemi varlığı

Yeniden solutmalı tekniklerin hasta güvenliğine yönelik temel gereksinimleri karşılamadığı durumlarda kontrendikedir:

- Sodalime tükenmesi
- Oksijen monitörü yetersizliği
- Anestezik ajan monitörü yetersizliği

#### **2.4.4.2. Göreceli kontrendikasyonlar**

10-15 dakikadan daha kısa süren inhalasyon anestezisinde taze gaz akımının düşürülmesi aşağıdaki olumsuz durumlara sebebiyet verebileceğinden uygun değildir:

- Yetersiz denitrojenasyon
- Yetersiz anestezi derinliği
- Gaz hacmi eksikliği (N<sub>2</sub>O kullanıldığında)

Kullanılan araç ve gerecin teknik ön koşulların sağlanamadığı durumlarda oluşabilecek göreceli kontrendike durumlar ortaya çıkar:

- Solutma sistemi ya da ventilatörün gaz sızdırmazlığının yeterli olmaması
- Gaz akım ayarlarının düşük akım aralıklarından duyarlı yapılamaması
- Yüz maskesi ile anestezi uygulaması
- Rijid bronkoskopi işlemi
- Kafsız endotrakeal tüp kullanımı
- Yeniden solutmasız sistemlerin kullanımı
- Akut bronkospazmlı hastalarda, gaz rezervuarı bulunmayan ve körüğün

ekspiratuvar dolumu ek bir güçle desteklenmeyen anestezi makinelerinin kullanımı

Olası tehlikeli eser gaz birikimi riskinde bir artış varsa, sürekli yıkama etkisini güvence altına almak için TGA en az 1 L/dk olmalıdır. Aşırı derecede düşük TGA (minimal akımlı ya da kapalı sistemle anestezi) kullanımının kontrendike olduğu durumlar aşağıda belirtilmiştir [67].

- Dekompanse diabetes mellitus
- Uzun süreli açlık durumu
- Kronik alkoliklerde anestezi uygulaması
- Akut alkol zehirlenmesi olan hastalarda anestezi uygulaması
- Bölgesel kanlanması ileri derecede azalmış ve yoğun transfüzyon yapılan

aşırı sigara içicisi hastalar

#### 2.4.5. Minimal Akımlı Anestezi

Virtue [4] 1974 yılında TGA'nın 0,5 L/dk'nın üzerine çıkılmadığı minimal akım adını verdiği tekniği tanımlamıştır. Uygulanabilecek olası en düşük gaz hacmi ile gerçek anlamda yeniden solutmanın sağlandığı minimal akımlı anestezi düşük akımlı anestezinin bir alt tipi olarak düşünülebilir. Modern anestezi cihazlarının olanakları ile güvenle uygulanabilir.

Virtue'nin FiO<sub>2</sub>'nin sürekli izlenmesi gerektiğini belirtmesi anestezi süresince hipoksik karışım olasılığı nedeniyle. Minimal akımlı anestezinin FiO<sub>2</sub> takibi açısından düşük akımlı anesteziye kıyasla önemli bir farkı yoktur.

Anestezi makinelerinde kaçak miktarının izin verilen sınırın üzerinde olmadığına emin olunmalıdır. Bunun için cihaz uygun şekilde test edilmelidir. Sistemden gaz kaçağı olmamasına ilişkin gereksinim minimal akımlı anesteziye daha yüksektir. Sistem içinde 2 kPa (~20 cmH<sub>2</sub>O) basınç oluşturulduğunda kaçaklardan olan gaz kaybı 100 mL/dk'yı aşmamalıdır [68]. Daha fazla kayıp minimal akımlı anestezi ile solutma sisteminde gaz hacmi yetersizliğine yol açar.

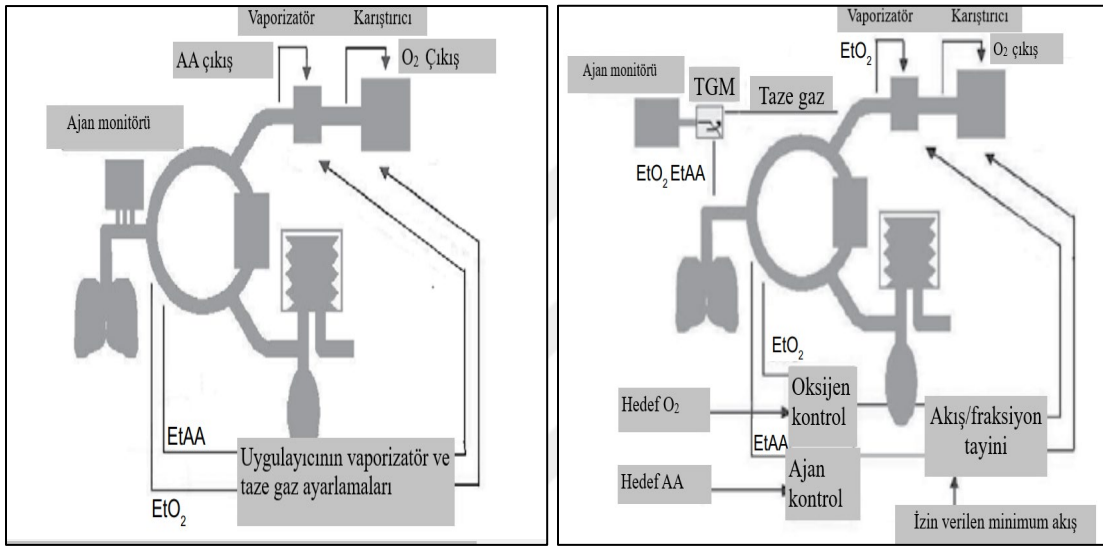
#### 2.5. Hedef Kontrollü Anestezi

Düşük akımlı anestezi uygulamaları, kanıtlanmış birçok avantajı olmasına rağmen, O<sub>2</sub> ve gaz konsantrasyonlarının güvenli aralıklarda tutulması için yüksek akımlı anestezi uygulamasına kıyasla daha yakın takip gerektirmesi sebebiyle, halen yeterli düzeyde ilgi görmemektedir. Düşük akım uygulamalarında anestezistin yeterli ve güvenli bir anestezi derinliği sağlamak amacıyla EtO<sub>2</sub> ve EtAA konsantrasyonunu sürekli olarak takip ederek hedeflenen değerler arasında tutmak için manuel müdahaleler yapması gerekmektedir. Ancak yapılan takip ve müdahalelere rağmen hipoksi, hiperkapni ve aşırı veya düşük dozda anestezik madde alımı gibi riskler tam anlamıyla ortadan kaldırılamamıştır [69, 70].

Hızlı gaz analizörleri, elektronik olarak kontrol edilen dozaj sistemleri ve geri bildirim kontrolü algoritmaları dahil olmak üzere anestezi cihazlarındaki son yenilikler, rutin klinik uygulama için tasarlanmış kapalı devre ventilatörlerin geliştirilmesini mümkün kılmıştır. Tüm bu gelişmeler modern anestezi cihazları tarafından sunulan

soluk sonu kontrolü olarak da adlandırılan hedef kontrollü yöntem olan alternatif gaz dağıtım sistemini meydana getirmiştir.

Hedef kontrollü yöntem ile anesteziist hedef EtO<sub>2</sub> ve EtAA değerlerini cihaza giriş yaptıktan sonra sistem sürekli olarak hastadan gelen EtO<sub>2</sub> ve EtAA değerlerini izler ve belirlenen hedef değerlere ulaşmak ve bu değerleri korumak için gaz dağıtımını ve toplam akışı otomatik olarak ayarlamaktadır [71]. Şekil 1’de manuel kontrollü (hedef kontrol olmaksızın) devre kurulumu, Şekil 2’de ise hedef kontrol modülü eşliğinde devre kurulumu şematize edilmiştir.



Şekil 1: Manuel kontrollü yöntemde kurulum

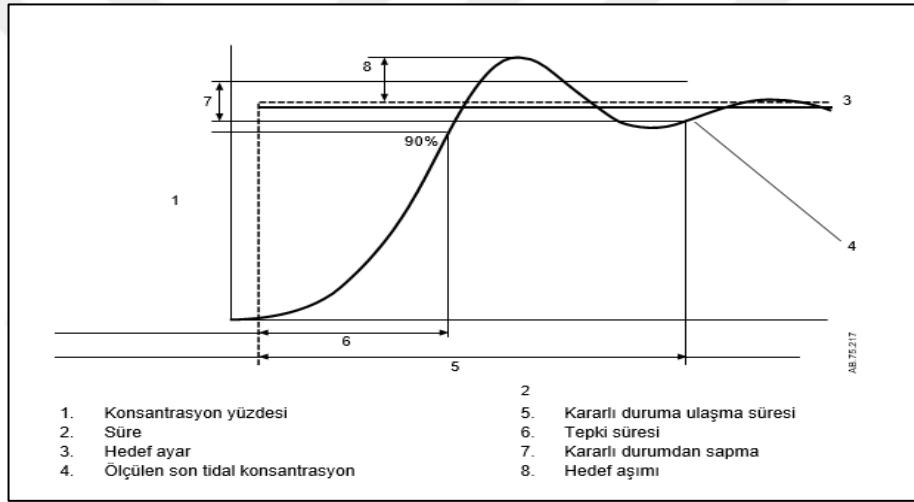
Şekil 2: Hedef kontrollü yöntemde kurulum

### 2.5.1. Hedef Kontrollü Yöntemin Çalışma Teorisi

GE Aisys Carestation™ (GE Healthcare, Madison, WI, ABD) soluk sonu taze gaz ve ajan konsantrasyonunu hedef düzeylere getirecek dengeleme süresini azaltmak için kompakt bir solunum devresiyle birlikte hem taze gaz akışı hem de buharlaştırıcı çıkışı için dijital kontrole sahiptir. 2010 yılında hedef tidal konsantrasyona ulaşmak için gaz akışını ve buharlaştırıcı çıkışını otomatik olarak ayarlayan isteğe bağlı bir Et-Kontrol modülü kullanıma sunulmuştur. Bu modülle Aisys Anesthesia Carestation soluk sonu anestezi gaz ve oksijen konsantrasyonlarının yanı sıra TGA'nın ayarlanmış değerlerini garanti ettiğinden hastaları yeterli şekilde ventile edip hedeflenen anestezi düzeyini sağlar [74]. Sistemin amacı hedeflenen seviyede anestezi ajan ve O<sub>2</sub> konsantrasyonunu ve manuel solunum torbasında ekspirasyon sonunda sabit bir devre

basıncı sağlamaktır (Şekil 3). Bu basınç azalırsa yanıt olarak TGA otomatik olarak artırılır, tersine basınç yükselirse TGA azaltılır. Bu nedenle sabit durumda kapalı bir sistemde tipik olarak çok az veya hiç gaz atığı yoktur [74]. Sistem anestezi ve taze gaz dağıtımını solunum devresine doğrudan enjeksiyon kullanılarak geri bildirim kontrollünde olup belirlenen hedef değerleri korumak üzere bir algoritma kullanarak sağlar. TGA otomatik olarak minimum ayar değerine düşer ancak sistem sızıntılarını telafi etmek için vaka sırasında TGA'nı artırmaktadır. Anestezi süresince ventilasyon, vapoizasyon ve gaz uygulamalarının her biri dijital olarak kontrol edilir ve ölçülür.

Hedef kontrollü modu kullanırken hastaya mutlaka bir havayolu (örneğin endotrakeal tüp veya LMA) yerleştirilmeli ve sürekli kontrol edilmelidir. Et-Kontrol modu bir maske havayoluyla birlikte kullanılamaz [75].

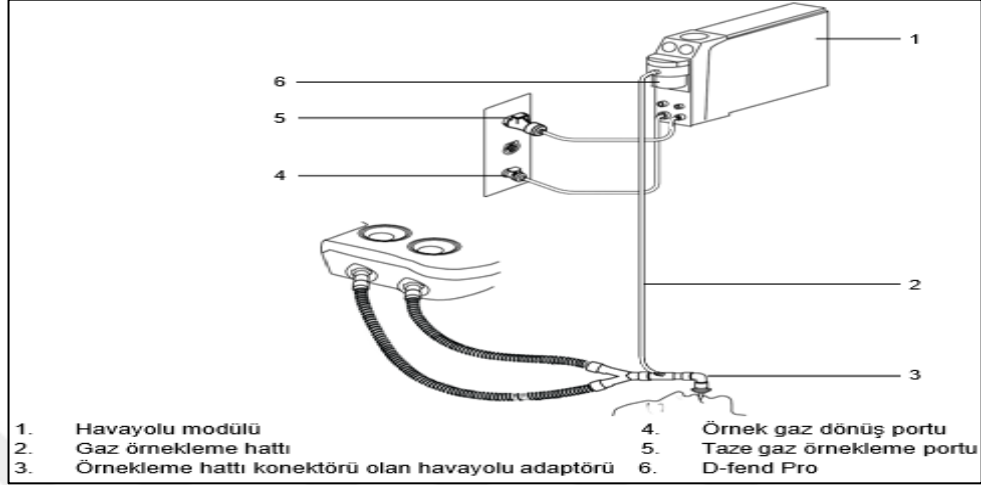


Şekil 3: Et-Kontrol hassasiyet grafiği [75]

### 2.5.2. Hedef Kontrollü Yöntemin Gereksinimleri (Aisys, GE)

- Et-Kontrol seçeneği sistemde kurulu ve etkin halde olmalıdır.
- CARESCAPE havayolu modülleri için havayolu modülünde bir D-fend kurulu olmalıdır (Şekil 4).
- Sistemde ya hiçbir ajan kaseti takılı olmamalı ya da sistemde bir ajan kaseti doğru şekilde takılı olmalıdır. Ajan kaseti tipi desfloran, sevofloran veya izofloran olmalıdır.
- Sistem ölçülebilir bir dakika hacmi kaydediyor ve solunum sayısı  $< 35/\text{dk}$  olmalıdır.

- Belirlenmiş havayolu modülü gereksinimleri karşılanmalıdır. Et-Kontrol modu için havayolu modülü gereksinimleri: Modül tipi E-sCAiOE veya E-sCAiOVE olmalıdır. Modül kurulu/takılı ve kalibre edilmiş olmalıdır.



Şekil 4: Hedef Kontrol modu ile CARESCAPE havayolu modülü kurulumu

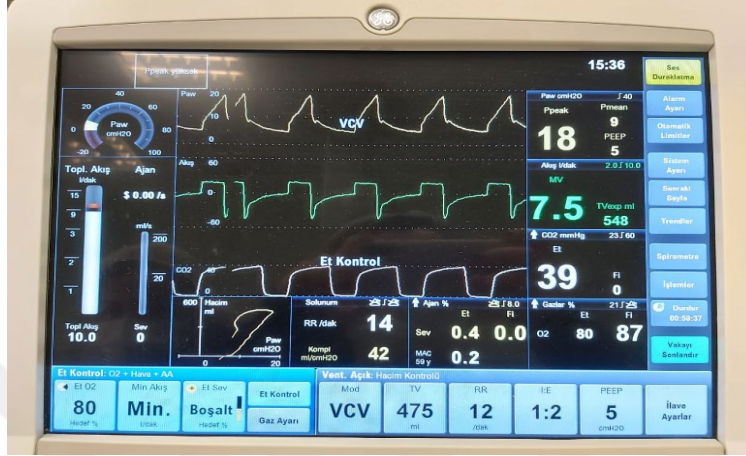
### 2.5.3. Hedef Kontrollü Yöntemin Uygulanması

Cihaz üzerinde Et-Kontrol modu başlatıldıktan sonra EtO<sub>2</sub> ve EtAA değerleri uygulayıcı tarafından ayarlanır. EtAA ayarlandıktan sonra kısayol tuşu üzerinde tahmini bir MAK değeri görüntülenir. Bu ayarlanmış EtAA değerine karşılık gelen ayarlanmış yaş MAK değeridir. Bu tahmini değer, geçerli N<sub>2</sub>O değerini de esas almaktadır. Cihaz tarafından hesaplanan hastanın yaşına göre MAK 1 değerini hedefleyen ekspiryum ajan konsantrasyonu ya da hedeflenen EtAA konsantrasyonu cihaza giriş yapılır. Hedeflenen taze gaz akışı ve EtO<sub>2</sub> değerleri ayarlanır. Cihaz mümkün olan en kısa sürede hedef değerlere ulaşır ve bu hedef değerleri korumak için otomatik ayarlamalar yapar.



Resim 3: Et-Kontrol mod ile anestezi uygulaması

Anestezistin başlangıç ayarları dışında ek olarak takip ve müdahale yapmasına gerek kalmaksızın anestezi idamesi cihaz tarafından kontrol edilir (Resim 3). Cerrahi bitiminde hedef kontrollü metodun özelliği olan end tidal boşalt yöntemi ile washout işlemi (akış 10 L/dk, FiO<sub>2</sub> kullanıcı tarafından belirlenir) başlatılır (Resim 4).



**Resim 4:** Et-Kontrol mod washout evresi

#### 2.5.4. Hedef Kontrollü Yöntemin Güvenlik Mekanizmaları

Hedef kontrollü yöntem hastayı koruyan çeşitli güvenlik mekanizmalara sahiptir. Et-Kontrol modülü için güvenlik mekanizmaları; sistem kontrolünü, kaçak kontrolünü, taze gaz örneği kontrolünü ve Et-Kontrol gözetmenini içerir. Et-Kontrol modu başlatıldığında güvenlik mekanizmaları otomatik olarak çalışmaya başlar. Bu kontroller kullanım öncesi kontroller sırasında yapılan testlerden bağımsız olarak Et-Kontrol modu süresince çalışmaya devam eder.

Kaçak kontrolü modül kalibrasyonu başarılı olduktan sonra uygulanır. CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub>'nin dış ortama kaçıp kaçmadığı izlenir. Kaçak tespit edilirse kontrol yapılamaz ve sistem hedef kontrollüde iken akımı artırır.

Taze gaz örneği kontrolü havayolu modülünün kalibrasyonunu doğrular. Hedef kontrol modu sırasında bu kontrol yaklaşık 3 dk'da bir tekrarlanır. Taze gaz örneği solunum devresindeki örnekleme hattından değil taze gaz örneği portu kullanılarak anestezi sisteminden alınır. Ölçülen taze gaz değeri beklenen taze gaz çıkışıyla karşılaştırılır. Ölçülen değer limitin dışındaysa kontrol başarısız olur. Havayolu modülünü kalibre etmek gerekebilir. Kontrol başarısız olursa Et-Kontrol modundan otomatik olarak çıkarılır.

Et-Kontrol esnasında sistem tarafından herhangi bir sorun algılanırsa, TGA otomatik olarak 6 L/dk'ya ayarlanır. Et-Kontrol bu artan akım durumu süresince aktif halde kalır.

Et-Kontrol gözetmeni, hatalı O<sub>2</sub> ve ajan sevkini önlemek amacıyla tasarlanmış bir güvenlik önlemidir. Bir Et-Kontrol gözetmeni arızası olduğunda sistem taze gaz kontrolüne girer. Hedef ajan ve O<sub>2</sub> değerlerine ulaşılmazsa Et-Kontrol modundan otomatik olarak çıkılır.

Çözüm için anesteziist müdahalesi gerektiren ya da vaka sürerken çözme olanağı olmayan sorunlarda Et-Kontrol modundan otomatik olarak çıkılır (örneğin havayolu modülünün kalibre edilmesini gerektiren sorunlarda). Böyle durumlarda Et-Kontrol moduna manuel olarak yeniden girmek gerekir [75].

### **2.5.3. Hedef Kontrollü Yöntemin Avantajları**

Otomatik EtO<sub>2</sub> ve EtAA düzenleme ve izleme aracı Et-Kontrol, klinisyeni yorucu, zaman alan ve dikkat dağıtabilen görevlerden kurtarır ve hasta takip sürecine olumlu etki yapar. Artan ekonomik zorluklar karşısında Et-Kontrol mod güvenli bir biçimde düşük akımlı anestezi uygulanmasını sağlayarak inhalasyon anesteziklerinin ve taze gaz kullanımının en aza indirilmesine yardımcı olarak maliyetler üzerinde olumlu bir etki yapar [72, 76].

Hedef kontrollü yöntemin istenilen bir EtAA konsantrasyona ulaşmak için gereken süreyi en aza indirdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur [77, 78].

Anestezik ajan aşımı ve dalgalanmalarını azaltır. Böylelikle istenilen anestezi derinliğine daha kısa sürede ulaşmamıza olanak sağlar ve yetersiz anestezi derinliğinden kaynaklanacak komplikasyonlardan korur [79].

Hedef kontrollü yöntem ile taze gaz ve anestezi ajan tüketiminin azaldığı çalışmalarla gösterilmiştir [80]. Lortat-Jacob ve ark [81] hedef kontrollü anestezinin klinik faydalarını ve ekonomik etkisini geleneksel manuel kontrollü anestezi ile kıyaslamışlardır. Hedef kontrol modunun manuel olarak kontrol edilen anestezide olduğu gibi benzer hemodinamik stabilite ve bispektral kontrol sağladığı, ancak klinik olarak daha kabul edilebilir bir iş yükü, taze gaz ve ajan tüketiminde bir azalma sağladığı sonucunu elde etmişlerdir.



#### **2.5.4. Hedef Kontrollü Yöntemin Kontrendikasyonları**

Sistem Et-Kontrol modundayken % 100 O<sub>2</sub> sevk edebilir. % 100 O<sub>2</sub> sevkinin hastaya zarar verebileceği durumlarda Et-Kontrol modunun kullanılmaması önerilir. Halotan, enfloran, açık devre durumlarında, kardiyak bypass ve toraks cerrahilerinde hedef kontrol modu kullanımı önerilmemektedir [75].

#### **2.6. Anestezi Derinliği**

Genel anestezi uygulamaları sırasında amaç hastada farkındalık hissi, hemodinamik instabilite ve cerrahi uyarılara ağrı oluşturmaksızın yeterli anestezi derinliğini sağlamaktır. Anestezi derinliği hipnoz oluşturulması, amnezi sağlanması ve ağrılı uyarılara karşı refleks cevabın baskılanması olarak tanımlanır.

Derin anestezi ve intraoperatif hipotansiyon postoperatif mortalite ve morbidite ile ilişkilendirilmiştir. Kalp dışı cerrahi geçiren 1064 hastanın incelendiği prospektif bir çalışmada derin anestezi (BIS < 45 tanımlı) postoperatif 1 yıl içerisindeki mortalite için bağımsız risk faktörü olarak değerlendirilmiştir [82].

Yeterli anestezi derinliğinin sağlanması hastanın intraoperatif farkındalık ve hatırlama riskini en aza indirmek, hem yüzeysel anestezi hem de aşırı derin anestezinin yan etki ve komplikasyonlarından korunmak için gerekmektedir. Bu nedenle anestezi derinliğinin tespiti ve monitörizasyonu amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

##### **2.6.1. Anestezi Derinliğinin Monitörizasyonu**

Anestezi derinliği klinik belirtiler ve geleneksel yöntemler kullanılarak izlenebilir. Hastanın hareket etmesi, kirpik, kornea refleksleri, pupil büyüklüğü ve ışığa karşı reaksiyonu, emirlere itaat, göz açma, terleme ve göz yaşarması, göz küresinin hareketleri hastanın uyanıklığına işaret eden klinik belirtiler arasındadır. Bu belirtiler anestezi uzmanını artmış nosisepsiyon ve uyarılma konusunda harekete geçirmelidir [83]. Anestezi derinliğini saptamada klinik belirtilerle birlikte kan basıncı, kalp atım hızı, EtAA analizi ve kapnografi gibi temel izleme yöntemleri kullanılabilir.

Elektroensefalografi (EEG) alna yerleştirilen elektrodlar aracılığıyla kortikal hücrelerin oluşturduğu elektroensefalografik aktivitenin kaydedilmesi işlemidir. EEG

bazlı monitörler anestezi ajanına maruz kalmış beynin aktivitesindeki değişikliklerin temelini anlaşılmada önemli katkı sağlamışlardır. Tüm monitörler hastaların alınlarından ölçülen EEG sinyallerinin potansiyel dalgalanmalarını analiz eden cihazlardır. Elektroensefalik analog sinyal dijital değere dönüştürölüp yükseltilir. Ham EEG ve işitsel uyarılmış potansiyellerden elde edilen frekans, amplitüd, latans veya faz ile ilişkili veriler tek bir sayı oluşturmak üzere işleme tabi tutulur. Sıklıkla index olarak sunulan bu sayı 0 ila 100 (uyanık) arasında derecelendirilmiştir [84]. EEG serebral fizyolojiyi yansıması sürekli ve noninvaziv bir ölçüm olması bakımından değerli bir yöntemdir. Ancak anestezi derinliğini ölçen altın standart bir yöntem olmaması anestezi ilaçların beynin farklı bölgelerini etkileyerek EEG dalgaları üzerinde farklı etkiler oluşturması ve birçok ham EEG parametresi içerisinde hangisinin seçilip kullanılacağı ile ilgili bir standartın bulunmaması nedeniyle klinik pratiğe girmesi gecikmiştir [85].

### **2.6.2. Entropi**

GE Healthcare Entropi modülü spontan beyin ve yüz kas aktivitesindeki düzensizliği ölçerek, EEG ve frontal elektromyografi (FEGM) sinyalleri veri alımı yöntemiyle anestezi derinliğini takip amacıyla geliştirilmiştir.

Modülün EEG analizleri sonucunda elde ettiğı iki değerdan ilki yanıt entropisi (YE), hem EEG hem de FEMG sinyallerine dayanan hızlı reaksiyon gösteren bir parametredir ve yüz kas aktivasyonuna duyarlıdır. Yüksek elektromiyografik baskın frekansları içeren 0,8 ila 47 Hz frekans aralığında hesaplanan 0 ila 100 (uyanık) arasında değışen bir endektir ve bu nedenle yetersiz analjeziden kaynaklanan artan elektromiyografik aktiviteye de cevap verecektir. Nöromuskuler blok ajanları kullanılmamışsa hastanın entübasyon ve ciltte kesikler gibi dış uyaranlara tepkisine ilişkin bir gösterge olabildiğı gibi erken uyanışı da işaret edebilir. İkinci değeri olan durum entropisi (DE); 0 ile 91 (uyanık) arasında değışen, hastanın kortikal durumunu yansıtan, frekans aralığı 0,8 ila 32 Hz arasındadır. EEG'ye dayanan kararlı bir parametredir ve anestezi ajanların beyindeki hipnotik etkisini değerlendirmek için kullanılabilir. Yeterli anestezi derinliğinin sağlandığı entropi değeri 40 - 60 arası olarak kabul edilmektedir [86]. DE değeri bu aralığın dışındaysa hipnotik ajanın dozunun değıştirilmesi gerekmektedir.

Yanıt entropisindeki hızlı yükselmelerin analjezik yetersizliğini yansıttığı bildirilmiştir. Durum entropisinin 60'ın üzerine çıkması daha yüksek anestezi ajan ihtiyacını göstermektedir. DE'nin yeterli, ancak YE'nin DE'ne göre 5-10 birimden daha yüksek olması halinde hastada artmış müsküler aktiviteden bahsedilir ve bu durum ilave analjezik gerekliliğini göstermektedir [87]. Hipotezlere göre paralizik olmayan bir hastada eksik analjezi varlığında elektromiyografik fasiyal aktivite herhangi bir EEG değişikliğinden önce ortaya çıkmakta ve DE'de herhangi bir değişiklik olmadan önce YE'deki bir artışla kendini göstermektedir [88].

Entropinin klinik kullanımında sensör hastanın alına yerleştirildikten sonra sensör bütünlüğü ve empedans seviyesi kontrol edilerek monitör ölçümü başlatılır. Uyanık durumda ve indüksiyon esnasında yüzdeki müsküler aktiviteyi belirleyen her iki entropi değeri arasında fark vardır. Entropi ölçümlerindeki düşüş hastanın uyarılara cevap verebilirliğindeki azalmayı gösterir. Vaka bitiminde entropi değerlerinde artış görülür.

Bir çok klinik çalışmada entropi monitörizasyonu eşliğinde göz açma, komuta yanıt süresinde kısalma ve anestezi ilaçların tüketiminde azalma bildirilmiştir. Vakkuri ve ark'nın [89] bildirdiği çalışmada propofol kullanımında entropi monitörizasyonu özellikle hastayı uyandırma aşamasında propofol dozu ayarlanmasında yol gösterici olmuştur. Entropi ile izlenen grupta daha yüksek entropi değerleri, düşük propofol tüketimi ve anesteziden daha hızlı uyanma gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada ise entropi ile izlenen grupta sevofluran kullanımının standart klinik uygulamaya göre % 29 oranda azaltıldığı bildirilmiştir [90].

Tüm monitörizasyonlarda olduğu gibi entropide de sık göz hareketleri, öksürük ve hasta hareketleri artefaktlara neden olabilir ve entropi değerlerinde farklılık oluşturabilmektedir. Nörolojik bozuklukları, kafa travmaları veya sekelleri, epileptik nöbet öyküsü, psikoaktif ilaç kullanımı olan hastaların entropi ölçümlerinde tutarsız sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. BIS indeksinde olduğu gibi durum ve yanıt entropisi ölçümleri ketamin ile yükselebilmektedir [91].

Entropi modülünün uygulamaya geçişi ile birlikte edinilen klinik deneyimlerle günümüzde anestezi derinliğinin değerlendirilmesinde güvenle kullanılan bir yöntem haline gelmiştir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Hasta Seçimi ve İncelenen Parametreler

Çalışmamız Hitit Üniversitesi Erol Olçok Eğitim Araştırma Hastanesi'nde Mayıs 2019 – Mart 2020 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Prospektif olarak planlanan çalışmamıza, Hitit Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu onayı sonrası (Tarih: 25.04.2019, No: 2019/135) elektif şartlarda tek taraflı inguinal herni cerrahisi planlanan, yazılı onamları alınmış 82 hasta dahil edildi. Dahil edilme kriterleri Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA) I - II fiziksel risk durumu ve 18 - 75 yaş aralığı olarak belirlendi. Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, koroner arter hastalığı, konjestif kalp yetmezliği, belirgin anemi, BKİ > 24 kg/cm<sup>2</sup> olma, ağır sigara tüketimi, kronik alkol alımı durumlarında olgular çalışma dışı bırakıldı. Çalışma için minimal akımlı anestezi kullanma imkanı veren GE Aisys Carestation™ anestezi istasyonu (GE Healthcare, Madison, WI, USA) kullanıldı. Anestezi uygulaması öncesi tüm cihazlara solunum devresi kaçak kontrolünü de içeren self-test uygulandı ve sodalime etkinliği kontrol edildi.

Premedikasyon uygulanmadan operasyon odasına alınan hastalar internet kaynaklı bir yazılım programı (Research Randomizer, <http://www.randomizer.org/>) kullanılarak; Grup M (manuel yöntemle minimal akım uygulananlar) ve Grup H (hedef kontrollü yöntemle minimal akım uygulananlar) olmak üzere 2 gruba randomize edildi.

Rutin monitörizasyona (EKG, non invaziv kan basıncı, SpO<sub>2</sub>) ek olarak Entropy Easy Fit Sensor (Entropy™, GE Healthcare) monitörizasyonu yapıldı. Demografik veriler ve vital ölçümler kaydedildi. Hastanın yaş ve kilo bilgileri anestezi cihazına kaydedildikten sonra tüm olgulara yüz maskesi ile 6 L/dk % 80 O<sub>2</sub> - % 20 hava ile 3 dk süreyle preoksijenizasyon yapıldı. Ön koldan 20 gauge intravenöz (iv) branül ile damar yolu açılmasını takiben 20 mg lidokain, 2,5 mg/kg propofol ve 1 µg/kg fentanil ile indüksiyon sonra hastanın kilosuna uygun I-gel LMA yerleştirildi. Havayolu zorluğu sebebiyle LMA yerleştirilemeyen hastalar çalışma dışı bırakıldı. LMA sonrası manuel havalandırmada kaçak olmadığı saptandıktan sonra hasta solunum devresi bağlantısı yapıldı. Anestezi idamesi O<sub>2</sub>, medikal hava ve sevoflurandan oluşan inhaler karışım ve

iv remifentanil infüzyonu (0,05-0,1 µg/kg/dk) ile sağlandı. Cerrahi süresince yeterli anestezi derinliğini gösteren 40 - 60 entropi değer aralığı hedeflenerek opioid infüzyon doz ayarlaması yapıldı. İntraoperatif dönemde entropi değeri > 60 olan hastalar yeterli anestezi derinliği oluşturulamadığından çalışma dışı bırakıldı. Hastalar volüm kontrollü modda, tidal hacim 6 - 7 mL/kg, solunum sayısı 12/dk, ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP) 5 cmH<sub>2</sub>O olacak şekilde ventile edildi. EtCO<sub>2</sub> değeri 30 - 40 mmHg, end tidal O<sub>2</sub> % 35 - 40 aralığında hedeflendi.

Grup M'deki hastalara toplam TGA 4 L/dk, FiO<sub>2</sub> % 50, vaporizatör sevofluran konsantrasyonu % 4 olacak şekilde ayarlandı. Anestezik gaz açılma zamanı başlangıç kabul edilerek MAK 1 olma zamanı kayıt altına alındı. MAK 1 değerine ulaşıldığında; minimal akıma geçmek için akım 0,5 L/dk'ya düşürülüp FiO<sub>2</sub> % 70'e ve sevofluran konsantrasyonu % 5'e ayarlandı. MAK 0,9 - 1,1 aralığında, EtO<sub>2</sub> % 35 - 40 arasında tutmak için gerekli vaporizatör ayarı ve FiO<sub>2</sub> ayarı yapıldı ve cihaza müdahale sayısı kayıt altına alındı. Cerrahi işlemin bitmesine 15 dk kala anestezik gaz kapatılıp, gaz kapatma zamanı kaydedilip, akım hızı 0,5 L/dk olarak devam edildi. Cilt altı sütürasyonuna başlandığında remifentanil infüzyonu sonlandırıldı. Cilt sütürasyonu ile birlikte washout işlemi (akış 10 L/dk, FiO<sub>2</sub> % 80) başlatıldı. Spontan solunum başladığında manuel solutma ile devam edilip yeterli tidal volüm oluşturduğunda LMA çıkartıldı.

Grup H'deki hastalara, hastanın yaşına göre cihaz tarafından hesaplanan MAK 1 değerini hedefleyen EtAA konsantrasyonu seçildi. TGA 4 L/dk, EtO<sub>2</sub> % 40 olacak şekilde ayarlandı. MAK 1 değerinin görüldüğü süre kaydedilip akım 0,5 L/dk'ya düşürüldü. MAK değerini 0,9 - 1,1 aralığında tutmak için anesteziist tarafından cihaza müdahale edildi ve müdahale sayısı kayıt altına alındı. Cerrahi işlemin bitmesine 15 dk kala anestezik gaz kapatıldı, akım hızı 0,5 L/dk olarak devam edildi. Cilt altı sütürasyonuna geçildiğinde remifentanil infüzyonu sonlandırıldı. Cilt sütürasyonuna başlandığında hedef kontrollü metodun özelliği olan end tidal boşalt yöntemi ile washout işlemi (akış 10 L/dk, FiO<sub>2</sub> % 80) başlatıldı. Spontan solunum başladığında manuel solutma ile devam edilip yeterli tidal volüm oluşturduğunda LMA çıkartıldı.

Çalışmamızdaki takip parametrelerimiz; MAK 1 değerine ulaşma süresi, cihaza müdahale sayısı, uyanma zamanı (washout başlangıcından göz açmaya kadar geçen süre) ve cihazdan elde edilen taze gaz (oksijen, hava, sevofluran) tüketimi verileri idi.

Diğer takip parametrelerimiz olan kalp atım hızı (KAH) ortalama arter basıncı (OAB), SpO<sub>2</sub>, tepe ve ortalama hava yolu basınçları, kompliyans, FiO<sub>2</sub>, fraksiyone ekspiratuar oksijen konsantrasyonu (FeO<sub>2</sub>) ve fraksiyone ekspiratuar ajan konsantrasyonu (Feajan) 2., 5., 10., 15. ve 30. dakikalarda kayıt altına alındı.

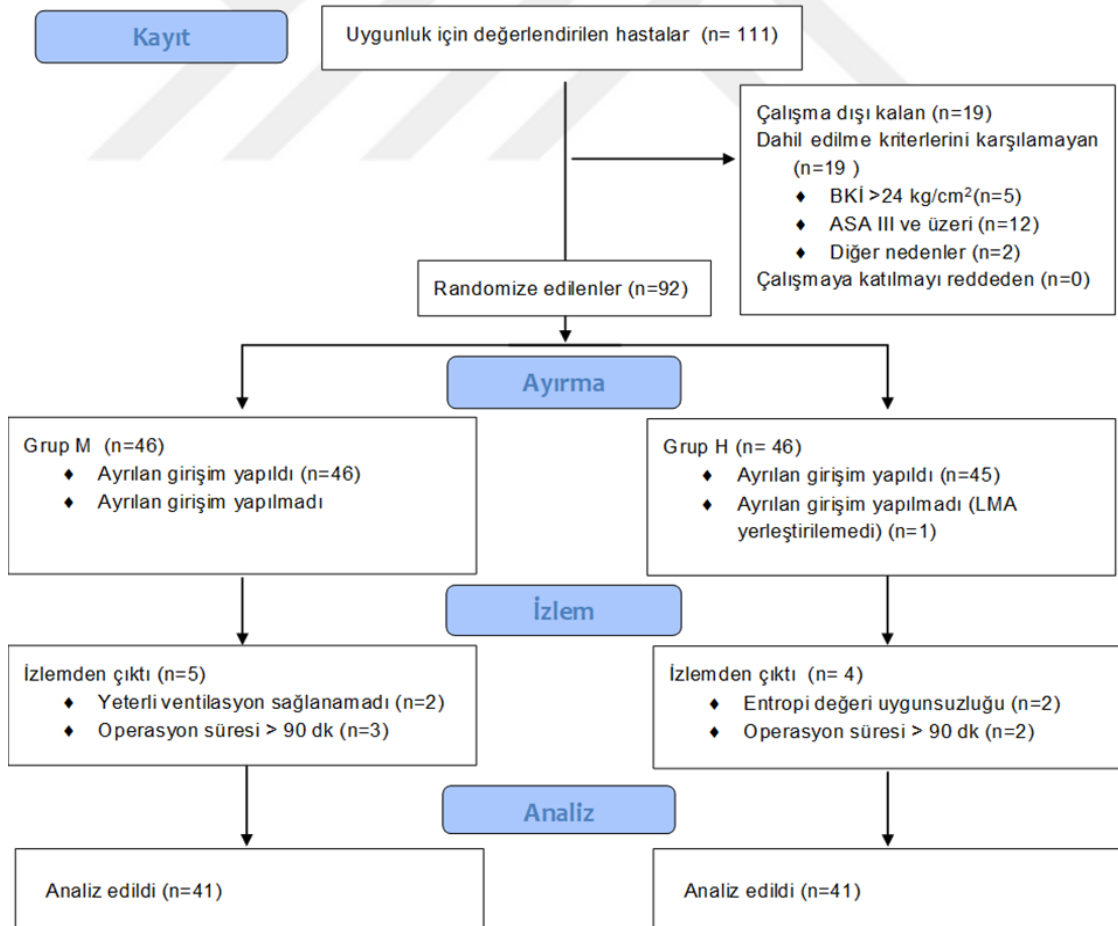
İntraoperatif takiplerde kaçak kaynaklı körük sönmesi ve sürüklenmemesi halinde hastanın akımı artırıldı ve hasta çalışma dışı bırakıldı. İntraoperatif ve postoperatif dönemde OAB’de % 25 ve üstü düşüş hipotansiyon olarak değerlendirildi. İv sıvı desteğine rağmen yanıt alınamayan hastalara 5 mg efedrin iv olarak uygulandı. KAH < 50 atım/dk bradikardi olarak değerlendirildi ve atropin 0,5 mg iv uygulandı. Öksürük, hıçkırık, ısırma, desatürasyon, nefes tutma ve bronkospazm gibi komplikasyonlar oluştuğunda kayıt altına alındı. Operasyon süresi 90 dk’yı aşan vakalar çalışma dışı bırakıldı. Hastalar derlenme odasında postoperatif hemodinamik bulgular ve komplikasyon açısından takip edildi.

### **3.2. İstatistiksel Yöntem**

Bu çalışmada istatistiksel analizler SPSS (Version 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA Hitit Üniversitesi Lisanslı) paket programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler normal dağılan sürekli veriler için ortalama  $\pm$  standart sapma, normal dağılmayan veriler için medyan (min - max) ve kategorik veriler için sayı ve yüzde olarak sunuldu. Normallik dağılımı Kolmogorov – Smirnov ve Shapiro - Wilk testleri ile incelendi. Sürekli değişkenler için bağımsız iki örneklem ortalama karşılaştırmalarında normal dağılım gösteren veriler için bağımsız gruplarda t - testi, normal dağılım göstermeyen veriler için Mann - Whitney U testi kullanıldı. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler çapraz tablo gözelerindeki veri sayısına bağlı olarak Ki - kare (Chi - square) testi veya Fisher’s Exact test ile araştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $P < 0,05$  olarak değerlendirildi.

#### 4. BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilmek üzere 111 hasta değerlendirildi. CONSORT akış diyagramı Şekil 5'te sunulmuştur. Dahil edilme kriterlerini karşılamayan 19 hasta çalışma dışı bırakıldı. Doksan iki hasta minimal akımın manuel olarak kontrol edildiği grup (Grup M) ve hedef kontrollü modun kullanıldığı grup (Grup H) olarak iki gruba randomize edildi. Grup M'de bulunan 46 hastadan 2 hasta izlem süresince yeterli tidal volüm sağlanamaması, 3 hasta ise anestezi süresinin 90 dakikadan fazla sürmesi sebebiyle çalışma dışı bırakıldı. Grup H'de 1 hastaya LMA yerleştirilemedi ve çalışma dışı bırakıldı. Kırk beş hasta ile çalışmaya devam edilen Grup H'de 2 hasta entropi değeri uygunsuzluğu, 2 hasta ise anestezi süresinin 90 dakikadan fazla sürmesi sebebiyle çalışma dışı bırakıldı. Çalışma her iki gruptan 41'er hasta ile tamamlandı.



Şekil 5: Çalışmanın CONSORT akış diyagramı [92]

Grup M’de 7 (% 17,1) kadın, 34 (% 82,9) erkek, Grup H’de 3 (% 7,3) kadın ve 38 (% 92,7) erkek bulunmaktaydı. Gruplar arasında cinsiyet dağılımları istatistiksel olarak benzer idi ( $P = 0,177$ ). Grup M’deki hastaların yaş ortalaması  $49,92 \pm 14,05$ , Grup H’deki hastaların yaş ortalaması  $50,07 \pm 14,80$  idi. Grupların yaş ortalamaları arasında anlamlı fark yoktu ( $P = 0,964$ ). Gruplar arasında ASA ve BKİ değerlerinde de istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (Sırasıyla  $P = 0,506$ ,  $P = 0,920$ ). Grup M’de anestezi süresi 51 dk, Grup H’de ise 50 dk idi. Gruplar arası anestezi süresinde istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $P = 0,525$ , Tablo 6).

**Tablo 6:** Hasta özellikleri ve anestezi sürelerinin karşılaştırılması

|                      |       | Grup M<br>(n = 41) | Grup H<br>(n = 41) | P değeri           |
|----------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Yaş                  |       | $49,92 \pm 14,05$  | $50,07 \pm 14,80$  | 0,964 <sup>a</sup> |
| Cinsiyet             | Erkek | 34 ( % 82,9)       | 38 ( % 92,7)       | 0,177 <sup>c</sup> |
|                      | Kadın | 7 ( % 17,1)        | 3 ( % 7,3)         |                    |
| ASA                  | I     | 20 ( % 48,8)       | 17 ( % 41,5)       | 0,506 <sup>c</sup> |
|                      | II    | 21 ( % 51,2)       | 24 ( % 58,5)       |                    |
| BMI                  |       | $25,90 \pm 3,24$   | $25,97 \pm 3,53$   | 0,920 <sup>a</sup> |
| Anestezi süresi (dk) |       | 51 (30 - 88)       | 50 (30 - 95)       | 0,525 <sup>b</sup> |
|                      |       | $53,26 \pm 14,83$  | $52,24 \pm 16,17$  |                    |

<sup>a</sup> Bağımsız gruplarda t - testi (Ort  $\pm$  SS)

<sup>b</sup> Mann Whitney U testi (Medyan (min - max))

<sup>c</sup> Ki - kare test (n ( % ))



MAK 1 olma süresi Grup M’de 77 sn, Grup H’de ise 120 sn idi. Grup M’de süre anlamlı olarak kısa idi ( $P < 0,001$ ). Maksimum inspiryum ajan konsantrasyonları Grup M’de 3,1 (2,1 - 3,9), Grup H’de ise 2,7 (2,2 - 4,1) idi ve bu parametre Grup M’de anlamlı olarak yüksekti. Uyanma zamanı Grup M’de 7,5 dk, Grup H’de ise 6,9 dk idi. Gruplar arasında uyanma süreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ( $P = 0,251$ ). Hedeflenen O<sub>2</sub> düzeyi ve anestezi ajan konsantrasyonuna ulaşmak için cihaza yapılan müdahale sayısı Grup M’de 8, Grup H’de ise 2 idi ve fark istatistiksel olarak anlamlıydı ( $P < 0,001$ , Tablo 7).

**Tablo 7:** Anestezi verilerin ve müdahale sayısının karşılaştırılması

|                                              | Grup M<br>(n = 41)             | Grup H<br>(n = 41)               | P değeri                       |
|----------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| MAK 1 olma süresi (sn)                       | 77 (40 - 192)<br>78,07 ± 26,85 | 120 (37 - 222)<br>125,90 ± 49,75 | <b>&lt; 0,001<sup>b*</sup></b> |
| Maksimum inspiryum<br>ajan konsantrasyonları | 3,1 (2,1 - 3,9)<br>3,01 ± 0,38 | 2,7 (2,2 - 4,1)<br>2,82 ± 0,44   | <b>0,018<sup>b*</sup></b>      |
| Uyanma zamanı (dk)                           | 7 (3 - 16)<br>7,57 ± 2,53      | 7 (3 - 13)<br>6,92 ± 2,09        | 0,251 <sup>b</sup>             |
| Müdahale sayısı                              | 8 (4 - 12)<br>8,65 ± 1,76      | 2 (2 - 5)<br>2,39 ± 0,77         | <b>&lt; 0,001<sup>b*</sup></b> |

<sup>a</sup> Bağımsız gruplarda t - testi (Ort ± SS)

<sup>b</sup> Mann Whitney U testi (Medyan (min - max))

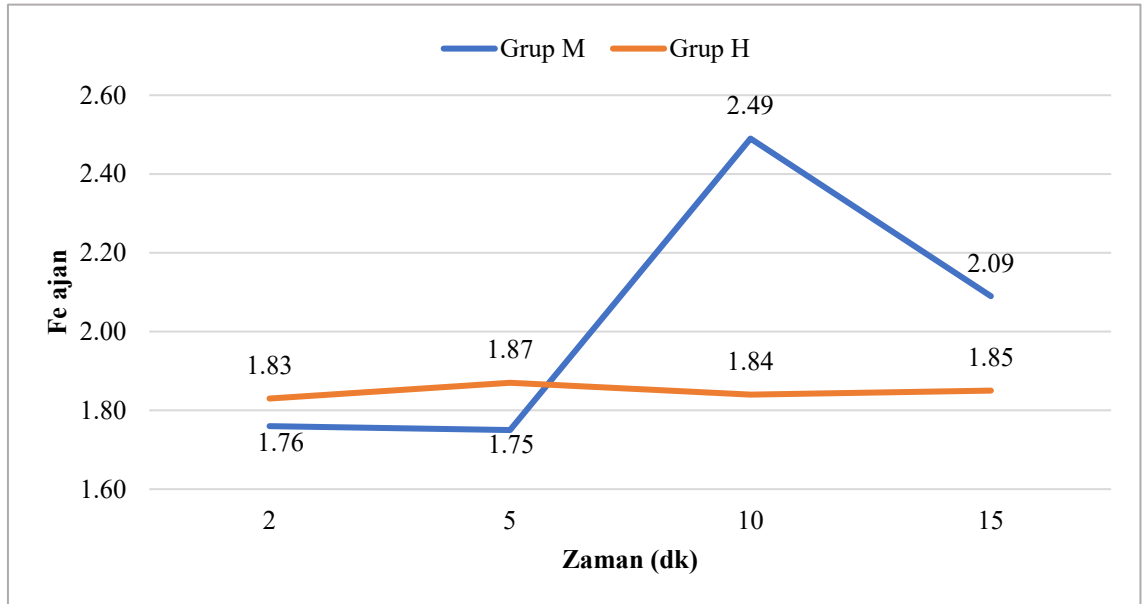
Ekspiryum sevofluran konsantrasyonunun grup içi değerlendirmesinde; Grup M’de 2., 5., 10. ve 15. dk’lar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ( $P < 0,001$ ). Grup H’de ise anlamlı farklılık yoktu ( $P = 0,719$ ). Gruplar arası karşılaştırmada 5., 10. ve 15. dk’larda ekspiryum sevofluran konsantrasyonlarındaki fark anlamlı idi (sırasıyla P değerleri; 0,007, < 0,001, < 0,001, Tablo 8).

**Tablo 8:** Ekspiryum sevofluran konsantrasyonlarının karşılaştırılması

| Grup     | Feajan2<br>(1)     | Feajan5<br>(2)     | Feajan10<br>(3)      | Feajan15<br>(4)      | P                   | Post-<br>hoc P                                  |
|----------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| <b>M</b> | Mean±SD            | 1,76 ± 0,32        | 1,75 ± 0,25          | 2,49 ± 2,81          | <0,001 <sup>a</sup> | 1-3<br><0,001                                   |
|          | Median (min-max)   | 1,7 (1,3-3,2)      | 1,8 (1,3-2,8)        | 2,1 (1,4-20)         |                     | 1-4<br><0,001<br>2-3<br><0,001<br>2-4<br><0,001 |
| <b>H</b> | Mean±SD            | 1,83 ± 0,23        | 1,87 ± 0,18          | 1,84 ± 0,17          | 0,719 <sup>a</sup>  | -                                               |
|          | Median (min-max)   | 1,8 (1,4-2,5)      | 1,9 (1,6-2,3)        | 1,8 (1,6-2,3)        |                     |                                                 |
| <b>P</b> | 0,088 <sup>b</sup> | 0,007 <sup>b</sup> | < 0,001 <sup>b</sup> | < 0,001 <sup>b</sup> |                     |                                                 |

<sup>a</sup>:Friedman testi, <sup>b</sup>:Mann Whitney U test

Her iki grupta ekspiryum sevofluran konsantrasyonlarının zaman içindeki değişimi Şekil 6’da sunulmuştur.

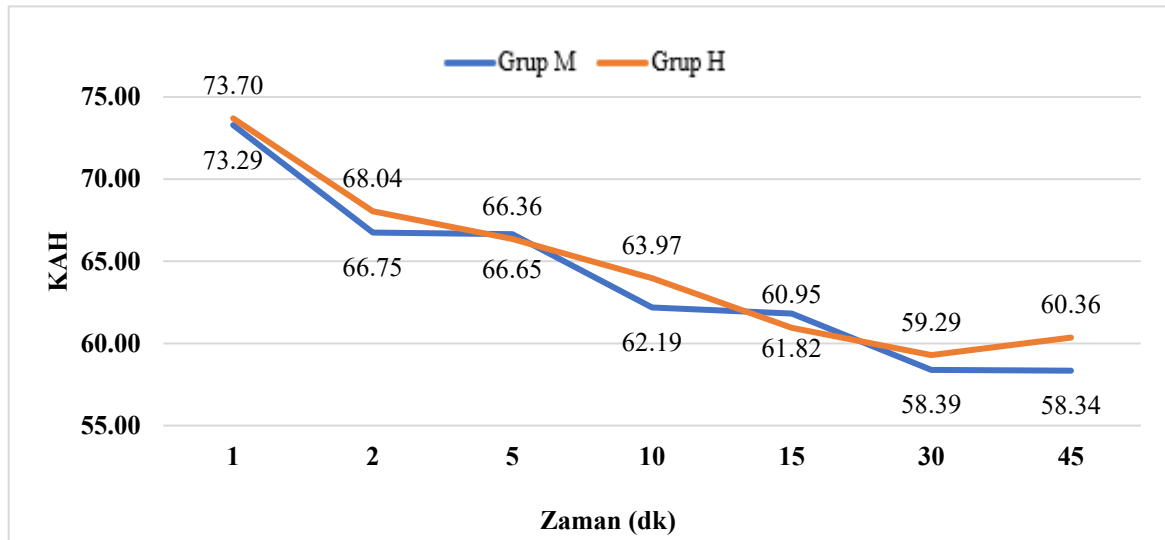
**Şekil 6:** Ekspiryum sevofluran konsantrasyonlarının zaman içindeki değişimi

Gruplar arasında tüm ölçüm zamanlarında KAH açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. Grup içi karşılaştırmalarda; Grup M’de başlangıç ölçüm değerlerine göre 10., 15., 30., 45. dk’larda, Grup H’de ise 5., 10., 15., 30. ve 45., dk’larda anlamlı farklılık bulundu (Tablo 9). Her iki grupta KAH’ın zaman içinde değişimi Şekil 7’de sunulmuştur.

**Tablo 9:** Kalp atım hızlarının karşılaştırılması

| Grup | KAH 1<br>(1)                                                 | KAH 2<br>(2)              | KAH 5<br>(3)              | KAH 10<br>(4)             | KAH 15<br>(5)             | KAH 30<br>(6)              | KAH 45<br>(7)            | P                   | Post-hoc P                                                                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M    | Mean±SD<br>73,29±11,78<br>Median<br>(min-max)<br>72 (51-99)  | 66,75±8,77<br>68 (49-89)  | 66,65±11,37<br>65 (50-98) | 62,19±10,09<br>61 (49-95) | 61,82±9,89<br>62 (43-92)  | 58,39±10,43<br>58 (43-101) | 58,34±9,24<br>58 (43-88) | <0,001 <sup>a</sup> | 1-4: <0,001<br>1-5: <0,001<br>1-6: <0,001<br>1-7: <0,001<br>2-6: <0,001<br>2-7: 0,001<br>3-6: 0,001<br>3-7: 0,010                              |
| H    | Mean±SD<br>73,70±11,40<br>Median<br>(min-max)<br>73 (50-105) | 68,04±11,46<br>68 (46-90) | 66,36±10,52<br>66 (46-90) | 63,97±11,49<br>63 (45-97) | 60,95±10,06<br>61 (44-87) | 59,29±9,70<br>58 (45-85)   | 60,36±8,83<br>58 (48-86) | <0,001 <sup>a</sup> | 1-3: 0,035<br>1-4: <0,001<br>1-5: <0,001<br>1-6: <0,001<br>1-7: <0,001<br>2-5: 0,002<br>2-6: <0,001<br>2-7: <0,001<br>3-6: 0,002<br>3-7: 0,029 |
| P    | 0,872 <sup>b</sup>                                           | 0,568 <sup>b</sup>        | 0,904 <sup>b</sup>        | 0,466 <sup>c</sup>        | 0,692 <sup>b</sup>        | 0,731 <sup>c</sup>         | 0,343 <sup>c</sup>       |                     |                                                                                                                                                |

<sup>a</sup>: Friedman testi, <sup>b</sup>:Student’s t test, <sup>c</sup>:Mann Whitney U



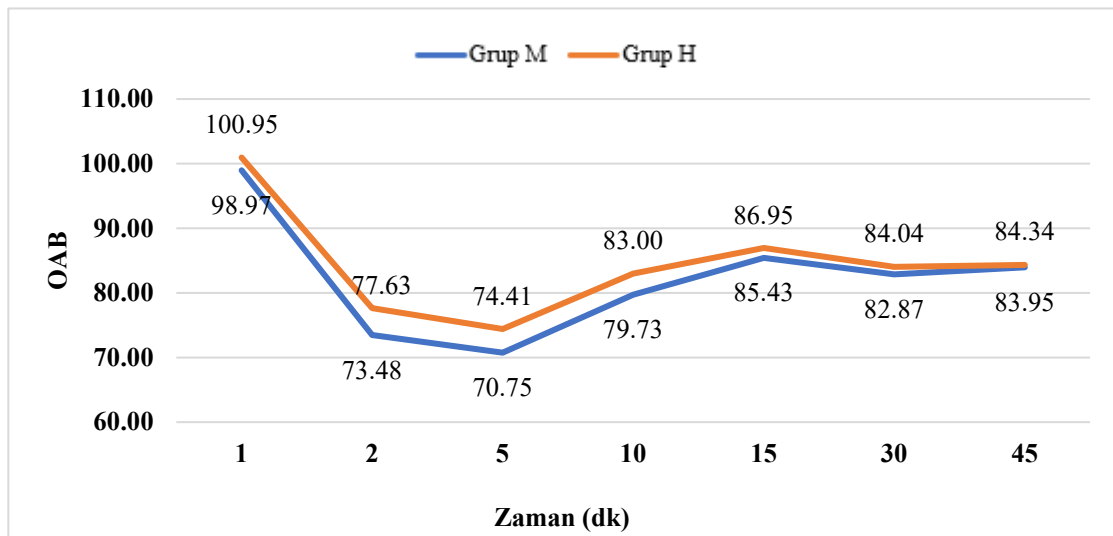
**Şekil 7:** Kalp atım hızlarının zaman içindeki değişimi

Gruplar arasında tüm ölçüm zamanlarında OAB değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. Grup içi karşılaştırmalarda; Grup M’de başlangıç ölçüm değerlerine göre 2., 5., 10., 15., 30. ve 45. dk’larda Grup H’de ise 2., 5., 10., 15., 30. ve 45. dk’larda anlamlı farklılık bulundu (Tablo 10). Grup M ve H’de zaman içinde OAB değişimini gösteren grafik Şekil 8’de sunulmuştur.

**Tablo 10:** Ortalama arter basınçlarının karşılaştırılması

| Grup | OAB 1<br>(1)        | OAB 2<br>(2)       | OAB 5<br>(3)       | OAB 10<br>(4)      | OAB 15<br>(5)      | OAB 30<br>(6)      | OAB45<br>(7)       | P           | Post-hoc P          |             |
|------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------|---------------------|-------------|
| M    | Mean±SD             | 98,9±12,4          | 73,4±12,5          | 70,7±8,4           | 79,7±12,7          | 85,4±13,7          | 82,8±13,0          | 83,95±11,7  | <0.001 <sup>a</sup> | 1-2: <0,001 |
|      | Median<br>(min-max) | 97(79-122)         | 71(47-115)         | 70(57-92)          | 79(54-124)         | 82(62-120)         | 82(55-111)         | 83(60-104)  |                     | 1-3: <0,001 |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-4: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-5: 0,021  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-6: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-7: 0,005  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2-5: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2-6: 0,029  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2-7: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-4: 0,019  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-5: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-6: 0,003  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-7: <0,001 |                     |             |
| H    | Mean±SD             | 100,9±13,6         | 77,6±13,7          | 74,4±14,4          | 83±13,3            | 86,9±11,9          | 84,0±11,5          | 84,3±11,5   | <0.001 <sup>a</sup> | 1-2: <0,001 |
|      | Median<br>(min-max) | 101(78-130)        | 76(53-107)         | 71(48-112)         | 82(60-109)         | 87(61-120)         | 83(60-114)         | 83(67-110)  |                     | 1-3: <0,001 |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-4: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-5: 0,007  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-6: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 1-7: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2-5: 0,007  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-4: 0,008  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-5: <0,001 |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-6: 0,010  |                     |             |
|      |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 3-7: 0,006  |                     |             |
| P    | 0.401 <sup>c</sup>  | 0.154 <sup>c</sup> | 0.166 <sup>b</sup> | 0.237 <sup>c</sup> | 0.596 <sup>b</sup> | 0.668 <sup>b</sup> | 0.880 <sup>b</sup> |             |                     |             |

<sup>a</sup>: Friedman testi, <sup>b</sup>:Student’s t test, <sup>c</sup>:Mann Whitney U

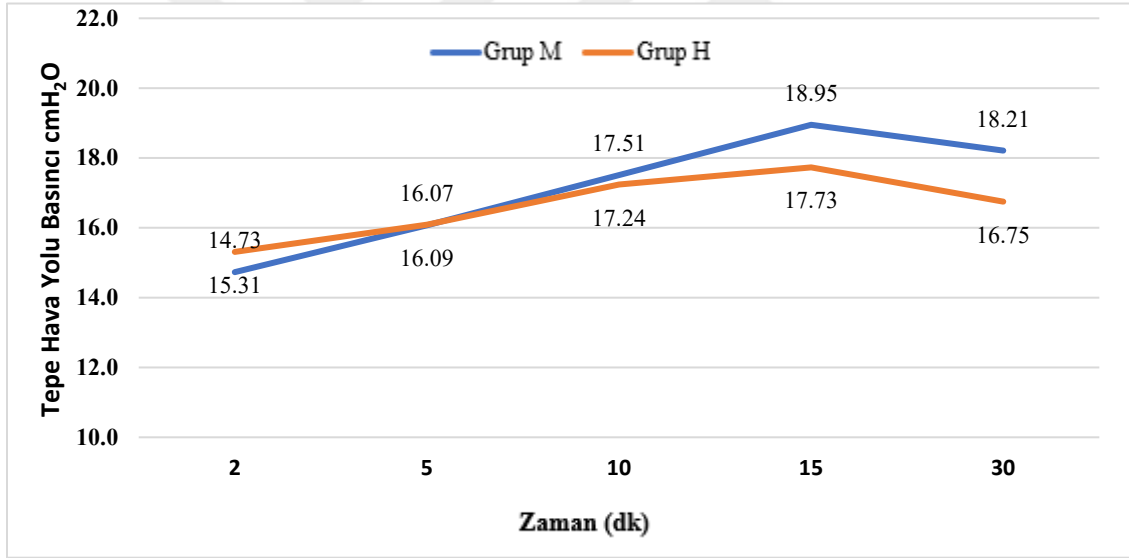


**Şekil 8:** Ortalama arter basınçlarının zaman içindeki değişimi

Grup M ve H’de tüm zamanlarda tepe hava yolu basınçları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (Tablo 11). Tepe hava yolu basınçlarının zaman içindeki değişimi Şekil 9’da sunulmuştur.

**Tablo 11:** Tepe hava yolu basınçlarının karşılaştırılması

|        | Grup M<br>Medyan (min - max)<br>Ort $\pm$ SS | Grup H<br>Medyan (min - max)<br>Ort $\pm$ SS | P değeri |
|--------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------|
| 2. dk  | 14 (11 - 24)<br>14,73 $\pm$ 2,57             | 14 (12 - 24)<br>15,31 $\pm$ 2,84             | 0,443    |
| 5. dk  | 15 (11 - 27)<br>16,07 $\pm$ 3,22             | 15 (12 - 25)<br>16,09 $\pm$ 2,84             | 0,797    |
| 10. dk | 17 (13 - 29)<br>17,51 $\pm$ 3,69             | 17 (13 - 26)<br>17,24 $\pm$ 3,12             | 0,952    |
| 15. dk | 18 (13 - 32)<br>18,95 $\pm$ 4,67             | 17 (13 - 28)<br>17,73 $\pm$ 3,27             | 0,358    |
| 30. dk | 18 (12 - 32)<br>18,21 $\pm$ 4,41             | 16 (13 - 23)<br>16,75 $\pm$ 2,74             | 0,160    |



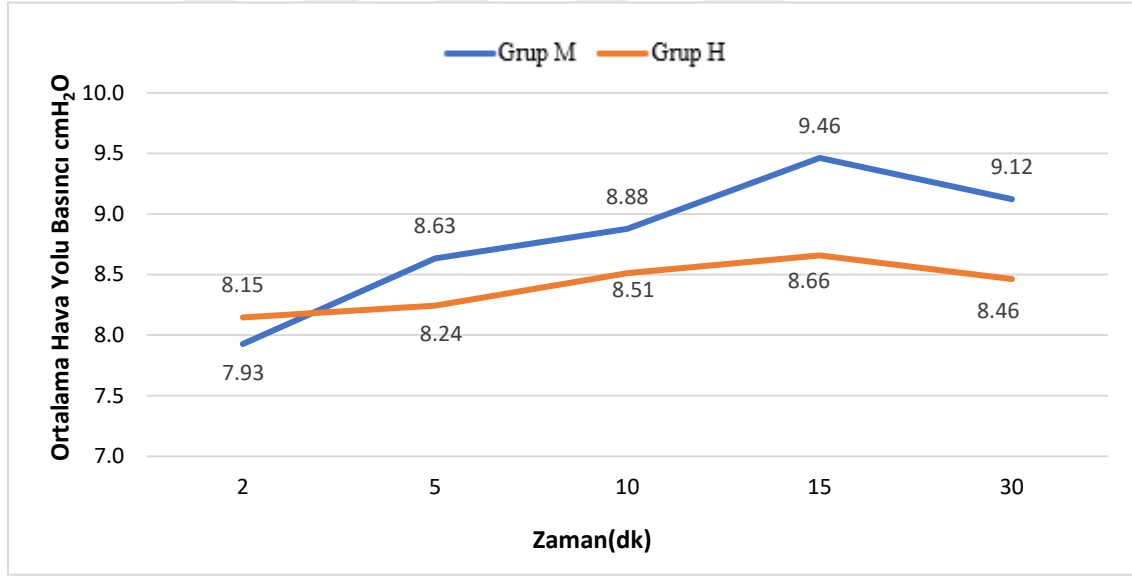
**Şekil 9:** Tepe hava yolu basınçlarının zaman içindeki değişimi

Grup M ve H’de ortalama hava yolu basınçları karşılaştırıldığında 2., 5. ve 10. dk’larda istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (sırasıyla *P* değerleri 0,848, 0,183, 0,310, Tablo 12). 15. ve 30. dk’larda ise Grup M’de istatistiksel olarak anlamlı yüksekti (sırasıyla *P* = 0,026, *P* = 0,019, Tablo 12). Ortalama hava yolu basıncının zaman içindeki değişimi Şekil 10’da sunulmuştur.

**Tablo 12:** Ortalama hava yolu basınçlarının karşılaştırılması

|        | Grup M<br>Medyan (min - max)<br>Ort $\pm$ SS | Grup H<br>Medyan (min - max)<br>Ort $\pm$ SS | P değeri      |
|--------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|
| 2. dk  | 8 (3 - 11)<br>7,92 $\pm$ 1,45                | 8 (6 - 16)<br>8,14 $\pm$ 1,65                | 0,848         |
| 5. dk  | 8 (7 - 12)<br>8,63 $\pm$ 1,21                | 8 (7-11)<br>8,24 $\pm$ 0,91                  | 0,183         |
| 10. dk | 9 (6 - 13)<br>8,87 $\pm$ 1,43                | 8 (7 - 12)<br>8,51 $\pm$ 1                   | 0,310         |
| 15. dk | 9 (8 - 14)<br>9,46 $\pm$ 1,56                | 9 (5 - 11)<br>8,65 $\pm$ 0,96                | <b>0,026*</b> |
| 30. dk | 9 (7 - 15)<br>9,12 $\pm$ 1,51                | 8 (7 - 11)<br>8,46 $\pm$ 0,92                | <b>0,019*</b> |

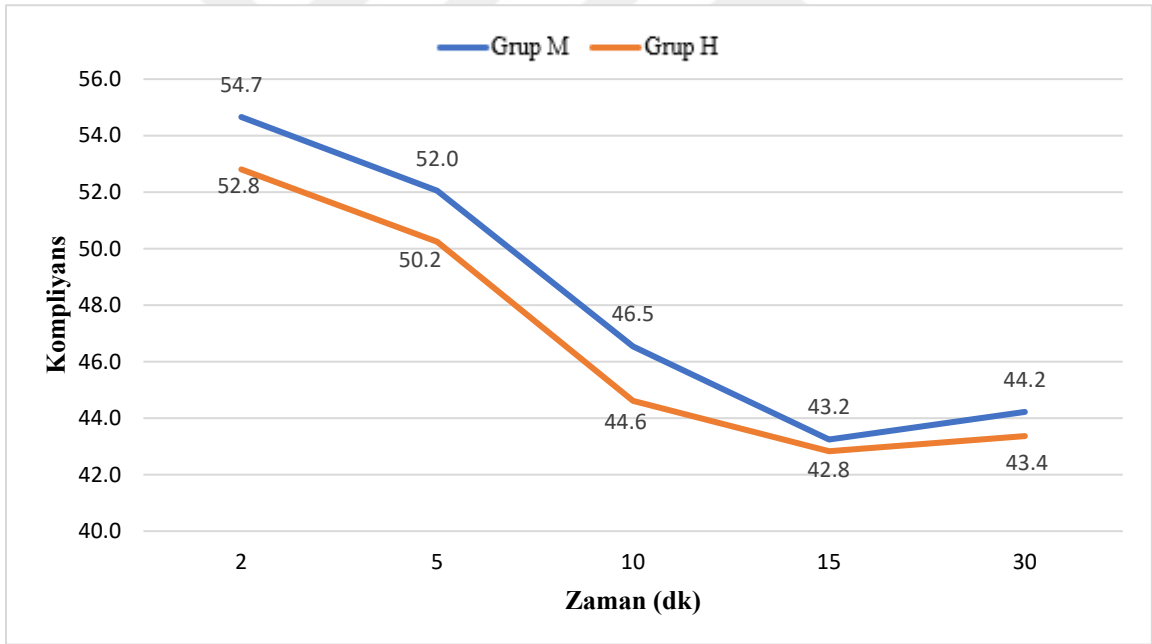
\*Mann Whitney U testi (Medyan (min - max))

**Şekil 10:** Ortalama hava yolu basıncının zaman içindeki değişimi

Grup M ve Grup H’de tüm zaman dilimlerinde hava yolu kompliyansı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (Tablo 13). Kompliyansın zaman içinde değişimi Şekil 11’de sunulmuştur.

**Tablo 13:** Kompliyansların karşılaştırılması

|        | Grup M<br>Medyan (min - max)<br>Ort $\pm$ SS | Grup H<br>Medyan (min - max)<br>Ort $\pm$ SS | P değeri           |
|--------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|
| 2. dk  | 52 (31 - 90)<br>54,65 $\pm$ 12,63            | 52 (25 - 74)<br>52,80 $\pm$ 10,31            | 0,469 <sup>a</sup> |
| 5. dk  | 51 (27 - 89)<br>52,04 $\pm$ 14,19            | 50 (20 - 74)<br>50,24 $\pm$ 11,39            | 0,527 <sup>a</sup> |
| 10. dk | 45 (25 - 92)<br>46,53 $\pm$ 13,25            | 43 (21 - 68)<br>44,60 $\pm$ 11,05            | 0,623 <sup>b</sup> |
| 15. dk | 42 (20 - 83)<br>43,24 $\pm$ 12,65            | 43 (20 - 61)<br>42,82 $\pm$ 10,06            | 0,870 <sup>a</sup> |
| 30. dk | 43 (24 - 77)<br>44,21 $\pm$ 11,59            | 43 (22 - 68)<br>43,36 $\pm$ 10,40            | 0,727 <sup>a</sup> |

<sup>a</sup> Bağımsız Örneklem t - testi (Ort  $\pm$  SS)<sup>b</sup> Mann Whitney U testi (Medyan (min - max))**Şekil 11:** Kompliyansların zaman içindeki değişimi

Solunumsal komplikasyonlar karşılaştırıldığında, Grup M’de 1 hastada ( % 2,4) öksürük, 3 hastada ( % 7,3) LMA ısıрма, Grup H’de 1 hastada ( % 2,4) LMA ısıрма, 2 hastada ( % 4,9) bronkospazm görüldü. Solunumsal komplikasyonlar açısından gruplar arası anlamlı farklılık yoktu ( $P = 0,363$ , Tablo 14). Her iki grupta da 2’şer hastada ( % 4,9) devreden ayrılma meydana geldi.

**Tablo 14:** Solunumsal komplikasyonlar

|                            |             | Grup M<br>(n = 41) | Grup H<br>(n = 41) | P değeri           |
|----------------------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Solunumsal<br>Komplikasyon | Öksürük     | 1 ( % 2,4)         | 0 ( % 0)           | 0,363 <sup>a</sup> |
|                            | Isırma      | 3 ( % 7,3)         | 1 ( % 2,4)         |                    |
|                            | Bronkospazm | 0 ( % 0)           | 2 ( % 4,9)         |                    |
|                            | Yok         | 37 ( % 90,2)       | 38 ( % 92,7)       |                    |

<sup>a</sup> Fisher's Exact Test (n ( % ))

Grup M’de 1 hastada ( % 2,4) hipotansiyon, 8 hastada ( % 19,5) bradikardi; Grup H’de 1 hastada ( % 2,4) hipotansiyon 6 hastada ( % 14,6) bradikardi görüldü. Hemodinamik komplikasyonlar açısından gruplar arası anlamlı farklılık yoktu ( $P = 0,883$ , Tablo 15).

**Tablo 15:** Hemodinamik komplikasyonlar

|                             |              | Grup M<br>(n = 41) | Grup H<br>(n = 41) | P değeri           |
|-----------------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Hemodinamik<br>komplikasyon | Hipotansiyon | 1 ( % 2,4)         | 1 ( % 2,4)         | 0,883 <sup>a</sup> |
|                             | Bradikardi   | 8 ( % 19,5)        | 6 ( % 14,6)        |                    |
|                             | Yok          | 32 ( % 78)         | 34 ( % 82,9)       |                    |

<sup>a</sup> Fisher's Exact Test (n ( % ))

Grup M’de oksijen ve hava tüketim değerleri Grup H’ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktü (Sırasıyla  $P = 0,038$ ,  $P = 0,002$ ). Sevofluran tüketimi açısından ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (  $P = 0,395$ , Tablo 16).



**Tablo16:** Gaz tüketim miktarlarının karşılaştırması

|                  | Grup M<br>(n = 41)                | Grup H<br>(n = 41)                | P değeri                  |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Oksijen L/dk     | 2,00 ± 0,74<br>1,95 (0,87 - 4,18) | 2,40 ± 0,94<br>2,37 (0,85 - 4,65) | <b>0,038<sup>a*</sup></b> |
| Hava L/dk        | 0,30 (0,18 - 0,82)<br>0,39 ± 0,19 | 0,48 (0,20 - 1,88)<br>0,63 ± 0,41 | <b>0,002<sup>b*</sup></b> |
| Sevofluran mL/dk | 0,16 (0,11 - 0,52)<br>0,18 ± 0,07 | 0,17 (0,11 - 0,33)<br>0,18 ± 0,04 | 0,395 <sup>b</sup>        |

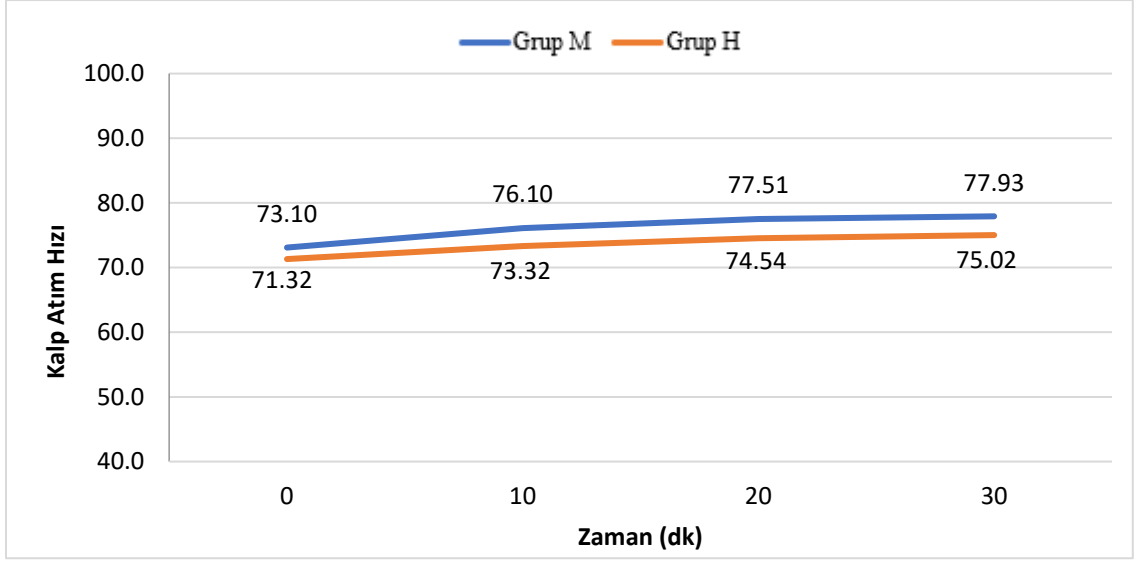
<sup>a</sup> Bağımsız gruplarda t - testi (Ort ± SS)<sup>b</sup> Mann Whitney U testi (Medyan (min - max))

Postoperatif hemodinamik takiplerde gruplar arasında istatistiksel olarak fark yoktu (Tablo 17). OAB ve KAH'ın postoperatif takip sürecinde değişimi Şekil 12 ve 13'te sunulmuştur.

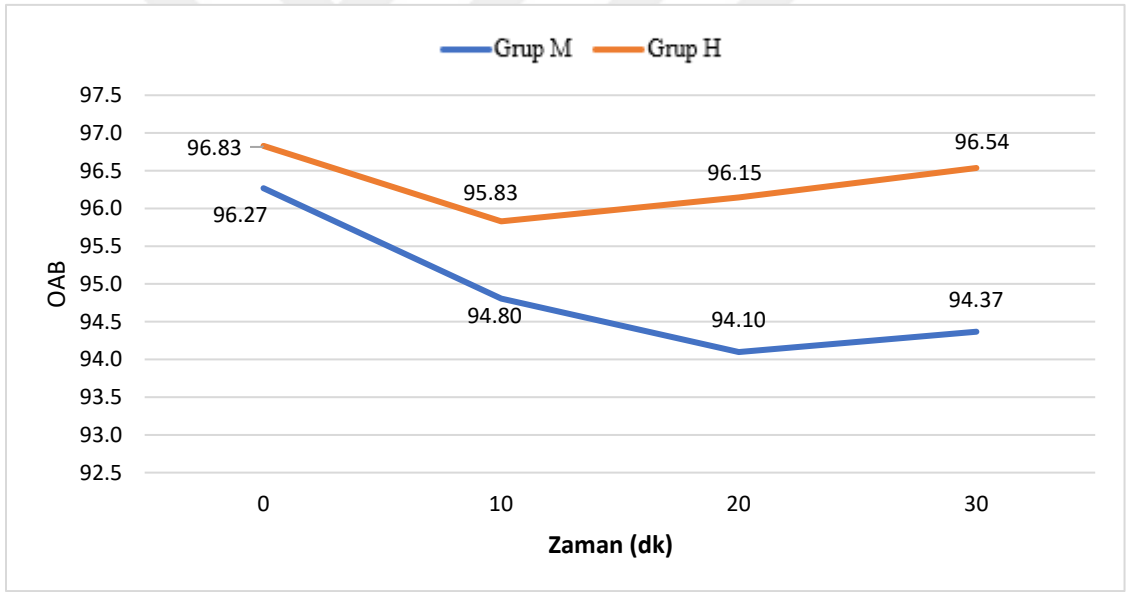
**Tablo 17:** Postoperatif hemodinamik verilerin karşılaştırılması

|        | Grup M<br>Medyan (min - max)<br>Ort ± SS | Grup H<br>Medyan (min - max)<br>Ort ± SS | P değeri           |
|--------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| KAH 0  | 74 (56 - 99)<br>73,09 ± 12,02            | 70 (50 - 100)<br>71,31 ± 12,70           | 0,516 <sup>a</sup> |
| KAH 10 | 76 (54 - 99)<br>76,09 ± 12,66            | 72 (54 - 100)<br>73,31 ± 11,13           | 0,294 <sup>a</sup> |
| KAH 20 | 77 (59 - 100)<br>77,51 ± 11,97           | 74 (53 - 98)<br>74,53 ± 10,62            | 0,237 <sup>a</sup> |
| KAH 30 | 77 (59 - 98)<br>77,92 ± 11,14            | 75 (55 - 101)<br>75,02 ± 10,85           | 0,236 <sup>a</sup> |
| OAB 0  | 95 (11 - 120)<br>93,85 ± 17,77           | 96 (69 - 130)<br>96,82 ± 13,40           | 0,777 <sup>b</sup> |
| OAB 10 | 96 (56 - 120)<br>94,80 ± 12,77           | 95 (72 - 1110)<br>120,19 ± 158,96        | 0,941 <sup>b</sup> |
| OAB 20 | 96 (58 - 115)<br>94,09 ± 12,48           | 97 (75 - 120)<br>96,14 ± 11,50           | 0,597 <sup>b</sup> |
| OAB 30 | 96 (59 - 704)<br>109,73 ± 95,88          | 98 (75 - 117)<br>96,53 ± 11,09           | 0,788 <sup>b</sup> |

<sup>a</sup> Bağımsız Örneklem t - testi (Ort ± SS)<sup>b</sup> Mann Whitney U testi (Medyan (min - max))



Şekil 12: Postoperatif kalp atım hızlarının zaman içindeki değişimi



Şekil 13: Postoperatif ortalama arter basınçlarının zaman içindeki değişimi

## TARTIŞMA

LMA ile minimal akım uygulamasında manuel ve hedef kontrollü yöntemleri karşılaştırdığımız çalışmamız, hedef kontrollü yöntemin daha stabil bir anestezi seviyesi sağladığını gösterdi. Ayrıca hedef kontrollü yöntem ile istenilen değerlere ulaşmak için cihaza daha az sayıda müdahale gerekti.

Anestezik gazların tüketimini önemli düzeyde azaltması ve aynı zamanda nemlendirilmesini ve ısıtılmasını sağlaması nedeniyle düşük akımlı anestezi tekniklerine karşı duyulan ilgi giderek artmaktadır [93]. Düşük akımlı anestezi yöntemlerinin kullanılması, anestezik gazlara maruziyeti ve çevre kirliliğini de azaltmaktadır [94].

Minimal akımlı anestezi TGA'nın  $< 0,5$  L/dk olarak kullanıldığı bir tekniktir [4]. Düşük ve minimal akımlı anestezide taze gaz ve anestezik ajan dağıtımı, manuel ayarlamalarla veya hedef kontrol yöntem ile otomatik olarak sürdürülebilmektedir. Manuel olarak kontrol edilen minimal akım yönteminde; hedeflenen ajan ve  $O_2$  değerlerine ulaşılması ve sürdürülmesi için cihaza çok sayıda müdahale yapılması gerekmektedir. Hedef kontrollü yöntem; kullanıcı tarafından belirlenen hedef seviyelere ulaşmak için cihaz tarafından anestezik ajan konsantrasyonunun otomatik olarak ayarlandığı bir gaz dağıtım sistemidir. Bu yöntem soluk sonu anestezik gaz ve  $O_2$  konsantrasyonlarını ve TGA'nın ayarlanmış değerlerini de garanti etmektedir [73].

Çalışmamızda manuel kontrollü grupta MAK değerinin 1'e ulaşma süresini hedef kontrollü gruba kıyasla anlamlı derecede kısa bulduk (77 sn'ye karşı 120 sn). Literatürde benzer çalışmalarda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Potdar ve ark [77] laparoskopik cerrahilerde hedef ve manuel kontrollü düşük akım anestezi uygulamalarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, hedefledikleri EtAA konsantrasyonu olan % 1,5'a ulaşma süresini hedef kontrollü grupta daha kısa olarak bulmuşlardır (3 dk'ya 13 dk). Wetz ve ark'nın [79] minimal akımlı anestezide end tidal ve manuel kontrollü yöntemleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, sevofluran hedeflenen EtAA konsantrasyonu olan % 1,2 - % 1,4'e ulaşma süresini manuel kontrol grubunda 275 sn, hedef kontrol grubunda ise 178 sn olarak bulmuşlardır. Bu iki çalışmada manuel

yöntemde hedeflenen sevofluran düzeyine ulaşmak için gereken sürenin daha uzun olmasının sebebi protokollerinde inhalasyon anestezisinin başlangıcında yüksek TGA kullanmamaları olabileceğini düşünmekteyiz.

Yeniden soluma, TGA düzeyine bağlı olarak inhalasyon anesteziklerinin verilen ve solunan konsantrasyonlarında farklılığa yol açar. Bu nedenle soluk sonu anestezik konsantrasyonun hızlı kontrolünü sağlamak için anestezinin başlangıcında yüksek bir TGA gereklidir [95]. Biz de çalışmamızda anestezi başlangıcında akım hızını 4 L/dk olacak şekilde uyguladık. Yüksek ve düşük akımlı anestezide manuel ve hedef kontrol yöntemlerin karşılaştırıldığı in vitro bir çalışmada; MAK 0,9'a ulaşma süresini, 1 L/dk TGA ile hedef kontrollü yöntemde, 6 L/dk akımda ise manuel kontrollü yöntemde daha kısa sürede ulaşıldığı gösterilmiştir [96].

End tidal ve manuel kontrollü yöntemleri anestezik stabilite ve gaz tüketimi açısından karşılaştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada ise MAK 1'e ulaşma sürelerinde gruplar arasında anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir [97].

Lucangelo ve ark'nın [98], 1 L/dk TGA kullanılarak manuel ve hedef kontrollü yöntemleri karşılaştırdıkları çalışmalarında %1 ekspiryum sevofluran konsantrasyonuna ulaşmak için gereken süreyi çalışmamızla benzer şekilde manuel kontrollü grupta daha kısa bulmuşlardır.

Çalışma protokolümüzde başlangıçta yüksek TGA kullanarak cerrahi için yeterli anestezi derinliğini daha kısa sürede sağlamayı hedefledik. Bu süreçte maksimum inspiryum ajan konsantrasyon değerleri Grup M'de % 3,1 Grup H'de ise % 2,7 idi. Litaretürde manuel ve hedef kontrollü yöntemlerin maksimum inspiryum ajan konsantrasyonu açısından kıyaslandığı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Potdar ve ark [77] 1,5 L/dk TGA ile uyguladıkları manuel ve hedef kontrollü anestezide inspire edilen maksimum ajan konsantrasyonunu hedef kontrol grubunda anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır (% 2,66 - % 2,11). Sturys ve ark [96] ise farklı hızda TGA kullanarak hedef ve manuel kontrollü yöntemi karşılaştırdıkları çalışmalarında; 6 L/dk TGA kullanıldığında maksimum ajan konsantrasyonunu manuel grupta % 2,7, hedef kontrollü grupta % 2,2 ve 1 L/dk TGA kullanıldığında hedef kontrollü grupta % 2,2 manuel kontrollü grupta ise % 2,4 olarak bulmuşlardır. Bu çalışma ve bizim sonuçlarımız, başlangıçta yüksek TGA kullanıldığında manuel kontrollü yöntemde maksimum ajan konsantrasyonunun daha yüksek olduğunu göstermiştir. Çalışmamızda

başlangıçta yüksek TGA uygulanmasının sonucu olarak maksimum inspiryum ajan konsantrasyondaki artış, manuel kontrollü yöntemde MAK 1 olma süresinin daha kısa olması ile de uyumludur.

Hedef kontrollü yöntem tarafından sunulan geri bildirim kontrolünün avantajlarından biri, manuel kontrollü yöntemde gözden kaçabilecek bir anestezi ajan doz aşımını önlemektir [81]. Çalışmamızda hedef kontrollü grupta ekspiryum sevofluran konsantrasyonu manuel kontrollü yöntemle kıyasla zaman içinde daha az değişim göstermiştir. Wetz ve ark [79] minimal akımlı anestezide end tidal ve manuel kontrollü yöntemleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, hedef kontrollü grupta daha stabil ekspiryum anestezi ajan seviyeleri bildirmişlerdir. Tüm ölçüm zamanlarında manuel kontrollü yöntemde, sevofluran konsantrasyonunun hedeflenen aralık dışındaki süresi daha uzun bulunmuştur. Ekspiryum O<sub>2</sub> konsantrasyonunun hedeflenen aralık dışındaki süresi ise ilk 15 dk'lık süreçte manuel kontrollü yöntemde daha fazla olup devam eden süreçte bu oranın azaldığını bildirmişlerdir.

Yeniden solutmalı sistemde oluşan hipoksik karışımlar düşük akımlı anestezi kullanımının risklerindendir. Düşük akımlı anestezide sabit EtAA konsantrasyonunu ve yeterli O<sub>2</sub> sunumunu koruyabilmek için TGA azaltıldıkça anestezi ajan konsantrasyonunun ve O<sub>2</sub> düzeyinin daha yüksek tutulması önerilmiştir [99]. Manuel kontrollü yöntem, hedef ajan konsantrasyonu aşarak derin anestezi veya hedef altında kalarak yetersiz anestezi risklerini taşımaktadır [1]. Anestezistlerin takip ve ilgisi hemodinamik stabilitenin, ideal anestezi derinliğinin ve yeterli oksijenizasyonun sağlanmasına odaklanmaktadır. Anestezi ajan ve O<sub>2</sub> konsantrasyonunun manuel kontrolü için ayrılan süre, anestezistin hasta üzerindeki dikkatinin dağılmasına sebep olabilir. Hedef kontrollü yöntemin daha az takip ve müdahale gerektirdiği, iş yükünü azalttığı literatürdeki bir çok çalışma tarafından gösterilmiştir [97, 98].

Wetz ve ark [79], anestezinin ilk 60 dk'lık zaman dilimini değerlendirdikleri çalışmalarında, anestezi ajan ve O<sub>2</sub> konsantrasyonu için yapılan müdahale sayılarını karşılaştırmışlardır. Manuel kontrolü yöntemde sevofluran düzeyini hedefledikleri aralıkta tutmak için anestezi cihazına 8 kez, ekspiryum O<sub>2</sub> düzeyini % 35 - % 40 aralığında korumak için 5 kez müdahale etmişlerdir. End tidal kontrollü grupta ise başlangıçta hedef değerleri belirleme dışında cihaza ek müdahale gerekmediğini bildirmişlerdir. Lucangelo ve ark [98], manuel kontrollü anestezi sırasında hedeflenen

değerleri sürdürebilmek için 40 hastada toplam ajan konsantrasyonu için 137, oksijen konsantrasyonu için 107 defa cihaz ayarlaması yapmışlardır. Sadece anestezi ajan ayarlamalarını değerlendiren başka bir çalışmada ise hedeflenen sevofluran düzeyi için hedef kontrol grubunda ilk akış ayarları olarak kabul edilen müdahalelerin sayısı 3 iken, manuel kontrol grubunda müdahale sayısı 5 ile 12 arasında değişmiştir [77].

Bizim çalışmamızda da manuel kontrollü yöntem, hedef kontrollü yöntemle kıyasla istenilen hedef aralıklarını korumak için daha fazla sayıda müdahale gerektirdi. EtAA konsantrasyonunu ve EtO<sub>2</sub> düzeyini hedeflenen aralıklarda sürdürmek için uygulanan müdahale sayısı manuel kontrolde 8 (4 - 12), hedef kontrolde ise 2 (2 - 5) idi. Çalışmamızda manuel kontrollü yöntemde müdahale sayısı fazla olmasına rağmen hedef kontrollü gruba kıyasla anestezi ajan konsantrasyonunda daha büyük değişimler gerçekleşti. Hedef kontrollü yöntem, manuel kontrollü yöntemle kıyasla daha stabil bir anestezi ajan konsantrasyonu sağlayabilmektedir.

Entropi monitörizasyonu eşliğinde anestezi derinliğini her iki grupta da ideal aralıkta takip ettiğimiz çalışmamızda, gruplar arasında uyanma süreleri açısından istatistiksel olarak fark yoktu. Lortat - Jacob ve ark [81], desfluran ve N<sub>2</sub>O kullandıkları düşük akımlı anestezide manuel ve hedef kontrollü yöntemlerde uyanma süreleri arasında anlamlı fark bulmadıklarını bildirmişlerdir. Düşük akımlı sevofluran anestezisinde BIS monitörizasyonu eşliğinde uyanma sürelerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda da hedef ve manuel kontrollü yöntemler arasında anlamlı fark bulunmamıştır [97, 98]. Uyanma sürelerinde farklılık olmamasının, benzer hasta özellikleri, aynı tip cerrahi ve anestezi yöntemlerin bir sonucu olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda anestezi süresince entropi değerinde 40 - 60 aralığı hedeflendi ve sürdürüldü. Sevofluran konsantrasyonu protokolümüz gereği sabit tutulduğundan ihtiyaç halinde opioid infüzyon dozu ayarlandı. Çalışmamızda gruplar arasında KAH ve OAB değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark görülmedi. Literatürdeki hedef ve manuel kontrollü yöntemin karşılaştırıldığı çalışmalarda da gruplar arasında hemodinamik açıdan anlamlı fark bulunmamıştır [81, 97, 100]. Grup içi karşılaştırmalarımızda her iki grupta da, başlangıç ölçümlerine göre KAH ve OAB değerlerinde istatistiksel anlamlı bir düşüş saptandı. Hastaların hemodinamik verilerinde, uyanık ve cerrahi stres altında iken ölçülen başlangıç değerlere göre anlamlı düşüş olması anestezinin beklenen etkisi olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda

hipotansiyon, bradikardi, LMA'yı ısırma, öksürük, bronkospazm gibi komplikasyonlar açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi.

Düşük akımlı anestezi ve LMA birlikteliğinde volüm kaçaklarının LMA'nın doğru yerleşimi sayesinde tolere edilebilir düzeyde olduğu ve güvenli anestezi idamesi sağlanabildiği çalışmalar tarafından gösterilmiştir [6, 7]. Hedef kontrollü yöntem çalışma prensibine göre manuel solunum torbasında ekspirasyon sonunda sabit bir devre basıncı sağlar. Bu basınç azalırsa yanıt olarak TGA otomatik olarak artırılır. TGA artışına rağmen yeterli devre basıncı sağlanamadığında hedef kontrollü yöntem otomatik olarak sonlandırılır [74]. Çalışmamızda manuel kontrollü gruptaki 2 hastada vaka sırasında kaçak sebebiyle yeterli tidal oluşmadı ve körük sürüklenmediği için akım hızı artırıldı ve bu hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hedef kontrollü grupta kaçak sebebiyle çalışma dışı bırakılan hasta olmadı. Hedef kontrollü yöntem TGA'yı artırarak devre hava basıncını koruduğundan, çalışmamızda Grup H'de ventilasyonu bozacak düzeyde hava yolu kaçağı oluşmadığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda Et - Kontrol modülü ile uyguladığımız hedef kontrollü yöntemle ilişkili herhangi bir komplikasyona da rastlanılmadı.

Hedef kontrollü yöntemi anestezi ajan ve taze gaz tüketimi açısından değerlendiren literatür verileri birbirinden farklı sonuçlar içermektedir. Lucangelo ve ark [98] 1 L/dk TGA kullanarak manuel ve end tidal kontrol yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, anestezi ajan ve taze gaz tüketimi açısından anlamlı fark bulmamışlardır. Ancak çalışmalarında sevofluran konsantrasyonu için tek bir hedef belirlemek yerine hedeflerini hasta gereksinimlerine göre değiştirdiklerinden karşılaştırmanın sınırlı kaldığını belirtmişlerdir.

Lortat - Jacob ve ark [81], Zeus anestezi cihazında 1 L/dk TGA kullandıkları ve ortalama cerrahi sürenin 3 saatten fazla olduğu çalışmalarında, hedef kontrol ile desfluran ve O<sub>2</sub> tüketiminde % 65, N<sub>2</sub>O tüketiminde ise % 80 oranında tasarruf sağlandığını bildirmişlerdir. Hedef kontrollü yöntemin ekonomik avantajının uzun süren vakalarda fark edilebilir düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Ponsonnard ve ark'nın [76] yaptığı retrospektif çalışmada, 2011 ve 2012 yılları arasında manuel ve hedef kontrollü anestezi uygulamalarını inceleyerek iki hastane arasında inhalasyon ajan maliyetleri karşılaştırılmıştır. Hedef kontrollü yöntemin daha uygun bir maliyet fayda oranına sahip olduğu gösterilmiştir. Aisys Carestation® ile

donatılmış hastanede 1 dk'lık anestezi maliyetinin % 13 oranında azaldığı bildirilmiştir. Hedef kontrollü yöntemi destekleyen 3 anestezi makinesinin ekstra maliyetinin 6 yılda elde edilen tasarruf ile karşılanabileceği belirtilmiştir.

Manuel ve hedef kontrollü yöntemleri inhalasyon ajan (izofluran, sevofluran ve desfluran) maliyeti açısından karşılaştıran 3675 vakalılık prospektif bir çalışmada; hedef kontrollü yöntemin inhalasyon ajan maliyetini % 27 oranında düşürdüğü gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada sera gazı emisyonu açısından karşılaştırıldığında, 100 yıllık küresel ısınma potansiyel endeksi manuel kontrollü yöntemde 23,2 kg/saat, hedef kontrollü yöntemde 13,0 kg/saat olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur [72].

Çalışmamızda sevofluran tüketimi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. Taze gaz tüketimini karşılaştırdığımızda ise manuel kontrollü grupta O<sub>2</sub> ve hava tüketimini anlamlı derecede daha düşük bulduk. Hedef kontrollü yöntemde taze gaz tüketiminin daha fazla olmasını, başlangıç yüksek TGA kullanımı ve kısa cerrahi süre ile ilişkilendirebiliriz.

Benzer sonuçlar elde edilen Wetz ve ark [79] da çalışmalarında end tidal kontrollü yöntemde anlamlı yüksek bulunan sevofluran tüketimini; çalışma prensibi sebebiyle hedef kontrollü yöntemde yüksek TGA kullanımıyla açıklamışlardır. Tüketimdeki bu farkın daha uzun anestezi süreleri ile azalabileceğini savunmuşlardır. Ayrıca çalışmalarında anestezinin ilk 15 dk'lık sürecinde, end tidal kontrollü yöntemde O<sub>2</sub> akımı anlamlı derecede yüksek bulunmuş olup gruplar arasındaki bu farkın ilerleyen zaman dilimlerinde azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir.

Anestezik ajana doyumluk fazı (yıkama aşaması) nedeniyle kısa süreli cerrahilerde hedef kontrollü yöntem için anestezik ajan ve taze gaz tasarrufu belirgin düzeyde olmayabilir. Anestezi süresi uzadıkça hedef kontrollü yöntem ile elde edilen anestezik ajan tasarrufunun artacağı çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir [101, 102]. Anestezik ajan tüketimi karşılaştırmaları; kullanılan anestezi cihazı, TGA miktarı, hedef anestezik ajan konsantrasyonu ve uygulanan protokol farklılıklardan dolayı kısıtlı kalmaktadır.



## SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda hava yolu kontrolünde LMA kullanımının tercih edildiği kısa süreli vakalarda hedef kontrollü yöntemin minimal akımlı anestezi ile güvenli bir şekilde kullanılabileceğini gösterdik. Hedef kontrollü yöntemde istenilen sevofluran konsantrasyonlarına daha geç ulaşılmasına rağmen inhalasyon anestezisi idamesinde daha stabil bir anestezi ajan ve O<sub>2</sub> konsantrasyonu sağlandı. Ayrıca hedef kontrollü yöntem, sevofluran ve EtO<sub>2</sub> konsantrasyonunu istenilen aralıklarda sürdürmek için cihaza daha az sayıda müdahale gerektirdiğinden, minimal akımlı anestezi yönetimini büyük ölçüde basitleştirmekte ve anestezi yorucu, zaman alan ve dikkat dağıtabilen görevlerden kurtararak, hasta takip sürecine olumlu katkı sağlamaktadır.

Çalışmamız sonucunda hedef kontrollü yöntemin stabil bir anestezi idamesi ve uygulama kolaylığı sağlayarak, düşük akımlı anestezi yönteminin kullanımını yaygınlaştırabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Brattwall M, Warrén- Stomberg M, Hesselvik F and Jakobsson J, “Brief review: Theory and practice of minimal fresh gas flow anesthesia,” *Can. J. Anesth.*, 2012, vol. 59, no. 8, pp. 785–797, doi: 10.1007/s12630-012-9736-2.
- [2] Baum J A, “Low flow anesthesia: Theory, practice, technical preconditions, advantages and foreign gas accumulation,” *J Anesth.* 1999 .vol. 13, pp. 166–174.
- [3] Foldes C S, Ceravolo A J, “The administration of nitrous oxide - oxygen anesthesia in closed systems,” *Ann Surg*, 1952, vol. 136, pp. 978-981.
- [4] Virtue RW, “Minimal flow nitrous oxide anesthesia,” *Anesthesiology*, 1974. vol. 40, pp. 196–198.
- [5] Hönemann C, Hagemann O, and Doll D, “Inhalational anaesthesia with low fresh gas flow,” *Indian J. Anaesth.*, 2013, vol. 57, no. 4, pp. 345–350, doi: 10.4103/0019-5049.118569.
- [6] Möllhoff T, Burgard G, and Prien T, “Low-flow and minimal-flow anaesthesia using the laryngeal mask airway,” *Eur. J. Anaesthesiol.*, 1996, vol. 13, no. 5, pp. 456–462, doi: 10.1097/00003643-199609000-00005.
- [7] Hönemann C W, Hahnenkamp K, Möllhoff T and Baum J A, “Minimal-flow anaesthesia with controlled ventilation: Comparison between laryngeal mask airway and endotracheal tube,” *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2001, vol. 18, no. 7, pp. 458–466, doi: 10.1046/j.1365-2346.2001.00868.x.
- [8] Everett T M, “Maintenance of anaesthesia,” *Anaesth Intens Care*, 2014, vol. 15, no. 2, pp. 51–5.
- [9] Brain A I J, “The laryngeal mask-a new concept in airway management,” *Br. J. Anaesth.*, 1983, vol. 55, no. 8, pp. 801–806, doi: 10.1093/bja/55.8.801.
- [10] Fujii Y, Tanaka H and Toyooka H, “Circulatory responses to laryngeal mask airway insertion or tracheal intubation in normotensive and hypertensive patients,” *Can. J. Anaesth.*, 1995, vol. 42, no. 1, pp. 32–36.
- [11] Mackey DC B J M., “Clinical Anesthesiology,” in Ed. Cuhruk H. Güneş Tıp Kitabevi, 2015, pp. 309–42.
- [12] Soar J, Jerry P N, Bernd W B, Gavin D P, Carsten L, Pierre C et al., “European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. Section 3. Adult advanced life support.”

Resuscitation, 2015, vol. 95, pp. 100–147, doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.016.

- [13] Ramachandran S K and Kumar A M “Supraglottic airway devices,” *Respir. Care*, 2014, vol. 59, no. 6, pp. 920–932, doi: 10.4187/respcare.02976.
- [14] Michálek P and Miller D M, “Airway management evolution - in a search for an ideal extraglottic airway device,” *Prague Med. Rep.*, 2014, vol. 115, no. 3–4, pp. 87–103, doi: 10.14712/23362936.2014.40.
- [15] Radhakrishna S, Hon Secretary DAS, “Citation for Dr.Muhammed Aslam Nasir. UK: Difficult airway society.,” DAS Medal, 2015.
- [16] Jeon W J, Cho S Y, Baek S J and Kim K H, “Comparison of the Proseal LMA and intersurgical I-gel during gynecological laparoscopy,” *Korean J. Anesthesiol.*, 2012, vol. 63, no. 6, pp. 510–514, doi: 10.4097/kjae.2012.63.6.510.
- [17] Erdoğan Arı D, Yıldırım Ar A, Karip C Ş, Siyahkoç İ, Arslan A H, and Akgün F N, “Comparison of I-gel with classic laryngeal mask airway regarding the ease of use and clinical performance,” *Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Dern. Derg.*, 2015, vol. 43, no. 5, pp. 299–303, doi: 10.5152/TJAR.2015.71542.
- [18] Weik M H, “User Guide,” *Comput. Sci. Commun. Dict.*, 2000, pp. 1873–1873, doi: 10.1007/1-4020-0613-6\_20584.
- [19] Ragazzi R, Finessi L, Farinelli I, Alvisi R, and Volta C A, “LMA Supreme™ vs i-gel™- a comparison of insertion success in novices,” *Anaesthesia*, 2012, vol. 67, no. 4, pp. 384–388, doi: 10.1111/j.1365-2044.2011.07002.x.
- [20] Uppal V, Fletcher G, and Kinsella J, “Comparison of the i-gel with the cuffed tracheal tube during pressure-controlled ventilation,” *Br. J. Anaesth.*, 2009, vol. 102, no. 2, pp. 264–268, doi: 10.1093/bja/aen366.
- [21] Campbell J, Michalek P and Deighan M, “I-gel supraglottic airway for rescue airway management and as a conduit for tracheal intubation in a patient with acute respiratory failure,” *Resuscitation*, 2009, vol. 80, no. 8, p. 963, doi: 10.1016/j.resuscitation.2009.04.037.
- [22] Russo S G, Cremer S, Eich C, Jipp M, Cohnen J, Strack M et al., “Magnetic resonance imaging study of the in vivo position of the extraglottic airway devices i-gel™ and LMA-Supreme™ in anaesthetized human volunteers,” *Br. J. Anaesth.*, 2012, vol. 109, no. 6, pp. 996–1004, doi: 10.1093/bja/aes314.
- [23] Komasa N, Nishihara I, Tatsumi S and Minami T, “Does prewarming the i-gel supraglottic airway device fit the larynx better compared to keeping it at room temperature for non-paralysed, sedated patients: A randomised controlled trial,” *BMJ Open*, 2015, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, doi:

10.1136/bmjopen-2014-006653.

- [24] Stoelting K M D, “Temel Anestezi,” in (V. Baskı) (Akkaya T, Ateş Y, Batislam Y, Çev.) İstanbul, Güneş Kitabevi, 2010, pp. 3–10.
- [25] Larson M D, “History of Anesthetic Practice Chapter 1,” in Ronad D Miller (ed): Miller ’s Anesthesia 6th Ed, Elsevier Inc, 2005, pp. 3–52.
- [26] Dean C C E, “Induction of anaesthesia.,” *Anaesth Intens Care*, 2018, vol. 19, no. 8, pp. 383–8.
- [27] Eger E I and Shafer S L, “Tutorial: Context-sensitive decrement times for inhaled anesthetics,” *Anesth. Analg.*, 2005, vol. 101, no. 3, pp. 688–696, doi: 10.1213/01.ANE.0000158611.15820.3D.
- [28] Franks N P, “General anaesthesia: From molecular targets to neuronal pathways of sleep and arousal,” *Nat. Rev. Neurosci.*, 2008, vol. 9, no. 5, pp. 370–386, doi: 10.1038/nrn2372.
- [29] Shanks A M, Avidan M S, Kheterpal S, Tremper K K, Vandervest J C, Cavanaugh J M, et al., “Alerting thresholds for the prevention of intraoperative awareness with explicit recall,” *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2015, vol. 32, no. 5, pp. 346–353, doi: 10.1097/EJA.000000000000123.
- [30] Torri G, “Inhalation anesthetics: A review,” *Minerva Anesthesiol.*, 2010, vol. 76, no. 3, pp. 215–228.
- [31] Kayaalp O., “Genel anestezinin farmakolojik yönü ve Genel anestezipler,” in *Akılclı Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji* Ankara: Pelikan Yayıncılık, 2012, pp. 690–9.
- [32] Gauthier A, Girard F, Boudreault D, Ruel M and Todorov A, “Sevoflurane provides faster recovery and postoperative neurological assessment than isoflurane in long-duration neurosurgical cases,” *Anesth. Analg.*, 2002, vol. 95, no. 5, pp. 1384–1388, doi: 10.1097/00000539-200211000-00052.
- [33] Ebert T and Lindenbaum L, *Inhaled Anesthetics: Clinical Anesthesia*, 7th ed. 2013, pp. 183-189.
- [34] Elar Z K A, “Klinik Anestezi El Kitabı,” in İstanbul: Logos Yayıncılık: Zahide Elar., 3rd ed., 1999, p. 238.
- [35] Zhou T, Guo S, Wang S, Li Q and Zhang M, “Protective effect of sevoflurane on myocardial ischemia-reperfusion injury in rat hearts and its impact on HIF-1 $\alpha$  and caspase-3 expression,” *Exp. Ther. Med.*, 2017, vol. 14, no. 5, pp. 4307–4311, doi: 10.3892/etm.2017.5078.
- [36] Lytle F T and Brown D R, “Appropriate ventilatory settings for thoracic surgery: Intraoperative and postoperative,” *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.*, 2008, vol. 12, no. 2, pp. 97–108, doi: 10.1177/1089253208319869.
- [37] Uhlig C, Bluth T, Schwarz K, Deckert S, Heinrich L, De Hert S, et al., “Effects of Volatile

- Anesthetics on Mortality and Postoperative Pulmonary and Other Complications in Patients Undergoing Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis”, *Anesthesiology*, 2016, no. 6, pp. 1230–1245.
- [38] Kitaguchi K H Y, Ohsumi H, Kuro M, Nakajima T, “Effects of sevoflurane on cerebral circulation and metabolism in patients with ischemic cerebrovascular disease.” *Anesthesiology*, 1993, vol. 79, pp. 704–709.
- [39] Dagal A and Lam A M, “Cerebral autoregulation and anesthesia,” *Curr. Opin. Anaesthesiol.*, 2009, vol. 22, no. 5, pp. 547–552, doi: 10.1097/ACO.0b013e32833020be.
- [40] Morita T, Kurosaki D, Tsukagoshi H, Sugaya T, Saito S, Sato H et al., “Sevoflurane and isoflurane impair edrophonium reversal of vecuronium-induced neuromuscular block,” *Can. J. Anaesth.*, 1996, vol. 43, no. 8, pp. 799–805, doi: 10.1007/BF03013032.
- [41] Frink E J, “The hepatic effects of sevoflurane,” *Anesth. Analg.*, 1995, vol. 81, no. 6, pp. 46–50.
- [42] Butterworth JF W J, Mackey DC, “Bölüm 8: İnhalasyon Anestezikleri,” in Morgan & Mikhail Klinik Anesteziyoloji (5. Baskı). (Cuhruk H, Çev.) Ankara, Güneş Kitabevi, 2015, pp. 154–159, 162–164, 170–172.
- [43] Eger EI, Koblin DD, Bowland T, Ionescu P, Laster MJ, Fang Z et al., “Nephrotoxicity of sevoflurane versus desflurane anesthesia in volunteers,” *Anesth. Analg.*, 1997, vol. 84, no. 1, pp. 160–168, doi: 10.1097/00000539-199701000-00029.
- [44] Kharasch E D, Schroeder J L, Sheffels P, Liggitt H D. “Influence of sevoflurane on the metabolism and renal effects of compound a in rats,” *Anesthesiology*, 2005, vol. 103, no. 6, pp. 1183–1188, doi: 10.1097/00000542-200512000-00012.
- [45] Eger E I, Gong D, Koblin D D, Bowland T, Ionescu P, Laster M J et al., “Dose-related biochemical markers of renal injury after sevoflurane versus desflurane anesthesia in volunteers,” *Anesth. Analg.*, 1997, vol. 85, no. 5, pp. 1154–1163, doi: 10.1097/00000539-199711000-00036.
- [46] Higuchi H, Adachi Y, Wada H, Kanno M and Satoh T, “The effects of low-flow sevoflurane and isoflurane anesthesia on renal function in patients with stable moderate renal insufficiency,” *Anesth. Analg.*, 2001, vol. 92, no. 3, pp. 650–655, doi: 10.1213/00000539-200103000-00019.
- [47] Faizov II E A, Levshankov AI, Shchegolev AV, “Mass-spectrometric control of compound A during minimal flow anesthesia and its influence on liver and kidneys functions,” *Anesteziol Reanimatol*, 2013, vol. 4, no. 14, p. 18.
- [48] Yontem M K F, Akkaya A, Kaleli S, Erci F, “Effects of Sevoflurane and Desflurane on Some Biochemical Parameters,” *Asian J. Biomed. Pharm. Sci.*, 2015, vol. 5, no. 43, p. 01.

- [49] Baum J.A., “Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama,” in (Tomatır E.,Çev.) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. ( Orjinal Basım Tarihi 2000)., 2002, pp. 54–71.
- [50] Baxter A D, “Low and minimal flow inhalational anaesthesia,” *Can. J. Anaesth.*, 1997, vol. 44, no. 6, pp. 643–653, doi: 10.1007/bf03015449.
- [51] T. European, “SVENSK STANDARD SS-EN 740,” *Anaesth. Work. their Modul. Part. Requir.*, 1999.
- [52] Upadya M S P, “Low-flow anaesthesia - underused mode towards ‘sustainable anaesthesia,’” *Indian J. Anaesth.*, 2018, vol. 62, pp. 166–72.
- [53] Baum JA, “Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama,” in (Tomatır E, Çev.) İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 2002, pp. 96–101.
- [54] Mills G H, “Respiratory complications of anaesthesia,” *Anaesthesia*, 2018, vol. 73, pp. 25–33, doi: 10.1111/anae.14137.
- [55] Bilgi M, Goksu S, Mizrak A, Cevik C, Gul R, Koruk S et al., “Comparison of the effects of low-flow and high-flow inhalational anaesthesia with nitrous oxide and desflurane on mucociliary activity and pulmonary function tests,” *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2011, vol. 28, no. 4, pp. 279–283, doi: 10.1097/EJA.0b013e3283414cb7.
- [56] Odin I and Feiss P, “Low flow and economics of inhalational anaesthesia,” *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.*, 2005, vol. 19, no. 3 SPEC. ISS., pp. 399–413, doi: 10.1016/j.bpa.2005.01.006.
- [57] Astley B A and Walker J S, “Cost of anaesthesia,” *Br. Med. J.*, 1982, vol. 285, no. 6336, pp. 189–191, doi: 10.1136/bmj.285.6336.189.
- [58] Lindqvist M and Jakobsson J, “Minimal flow anaesthesia for short elective day case surgery; high vaporiser settings are needed but still cost-effective,” *Ambul. Surg.*, 2011, vol. 17, no. 2, pp. 27–29.
- [59] Logan M and Farmer J G, “Anaesthesia And The Ozone Layer,” *Br. J. Anaesth.*, 1989, vol. 63, no. 6, pp. 2–4.
- [60] Ryan S M and Nielsen C J, “Global warming potential of inhaled anesthetics: Application to clinical use,” *Anesth. Analg.*, 2010, vol. 111, no. 1, pp. 92–98, doi: 10.1213/ANE.0b013e3181e058d7.
- [61] Maskell K, Callander B A and Mintzer I M, “Basic science of climate change,” *Lancet*, 1993, vol. 342, no. 8878, pp. 1027–1031, doi: 10.1016/0140-6736(93)92883-U.

- [62] Baum JA, “Düşük akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama,” in (Tomatır E, Çev.) İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri., 2002, pp. 191–206, 213–214.
- [63] Baum G S J, Enzenauer J, Krausse T, “Soda lime--service life, consumption and costs in relation to fresh gas flow,” *Anesth. Reanim.*, 1993, vol. 18, no. 4, pp. 108–113.
- [64] Meakin G H, “Low-flow anaesthesia in infants and children,” *Br. J. Anaesth.*, 1999, vol. 83, no. 1, pp. 50–57, doi: 10.1093/bja/83.1.50.
- [65] Kaharasch E, “Low flow anaesthesia and the role of sevoflurane: A contemporary clinical perspective,” *Adis Int. Inc*, 1998, pp. 15–25.
- [66] Tomatır E Ş Y, Sabuncu C, “İnhalasyon anesteziinde güncel yöntem: Kapalı devre,” *Anestezi Derg.*, 1997, vol. 5, pp. 95–100.
- [67] Baker A B , “Low Flow and Closed Circuits”, *Anaesth Intensive Care*, 1994, no. 4, pp. 341–342.
- [68] Sykes O, “Metabolic oxygen requirements,” *Anaesthesia*, 2017, vol. 72, no. 3, pp. 415–416, doi: 10.1111/anae.13819.
- [69] BAUM J A, AITKENHEAD A R, “Low-flow anaesthesia,” *Anaesthesia*, 1995, vol. 50, pp. 37–44, doi: 10.1111/j.1365-2044.1995.tb06189.x.
- [70] Schober P and Loer S A, “Closed system anaesthesia - Historical aspects and recent developments,” *Eur. J. Anaesthesiol.*, 2006 vol. 23, no. 11, pp. 914–920, doi: 10.1017/S0265021506000871.
- [71] H. EP, Heinonen TJ, Haggblom H., “Inhalation anaesthesia delivery system and method,” *United States Pat. Appl. Publ. No. US 2009/0050148 A1*.
- [72] Tay S, Weinberg L, Peyton P, Story D and Briedis J, “Financial and environmental costs of manual versus automated control of end-tidal gas concentrations,” *Anaesth. Intensive Care*, 2013, vol. 41, no. 1, pp. 95–101, doi: 10.1177/0310057x1304100116.
- [73] Meyer J U, Kullik G, Wruck N, Kück K and Manigel J, “Advanced technologies and devices for inhalational anesthetic drug dosing,” *Handb. Exp. Pharmacol.*, 2008, vol. 182, pp. 451–470, doi: 10.1007/978-3-540-74806-9-21.
- [74] Singaravelu S and Barclay P, “Automated control of end tidal inhalation anaesthetic concentration using the GE Aisys Carestation™,” *Br. J. Anaesth.*, 2013, vol. 110, no. 4, pp. 561–566, doi: 10.1093/bja/aes464.
- [75] K. Kılavuzu, “Aisys CS<sup>2</sup> Et-Kontrol opsiyonu.” Yazılım sürümü 11- 2093501-TR, pp. 3-28.
- [76] Ponsonnard S, Galy A, Cros J, M. Daragon A and Nathan N, “Target-controlled inhalation anaesthesia: A cost-benefit analysis based on the cost per minute of anaesthesia by inhalation,”

- Anaesth. Crit. Care Pain Med., 2017, vol. 36, no. 1, pp. 33–37, doi: 10.1016/j.accpm.2016.02.005.
- [77] Potdar M P, Kamat L L and Save M P, “Cost efficiency of target-controlled inhalational anesthesia,” *J. Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.*, 2014, vol. 30, no. 2, pp. 222–227, doi: 10.4103/0970-9185.130026.
- [78] Sieber T J, Frei C W, Derighetti M, Feigenwinter P, Leibundgut D and Zbinden A M, “Model-based automatic feedback control versus human control of end-tidal isoflurane concentration using low-flow anaesthesia,” *Br. J. Anaesth.*, vol. 85, no. 6, pp. 818–825, 2000, doi: 10.1093/bja/85.6.818.
- [79] Wetz AJ, Mueller MM, Walliser K, Foest C, Wand S, Brandes IF et al., “End-tidal control vs. manually controlled minimal-flow anesthesia: a prospective comparative trial,” *Acta Anaesthesiol. Scand.*, 2017, vol. 61, no. 10, pp. 1262–1269, doi: 10.1111/aas.12961.
- [80] Nunn G, “Low-flow anaesthesia,” *Contin. Educ. Anaesthesia, Crit. Care Pain*, 2008, vol. 8, no. 1, pp. 1–4, doi: 10.1093/bjaceaccp/mkm052.
- [81] Lortat-Jacob B, Billard V, Buschke W and Servin F, “Assessing the clinical or pharmacoeconomical benefit of target controlled desflurane delivery in surgical patients using the Zeus® anaesthesia machine,” *Anaesthesia*, 2009, vol. 64, no. 11, pp. 1229–1235, doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.06081.x.
- [82] Monk T G, Saini V, Weldon B C and Sigl J C, “Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery,” *Anesth. Analg.*, 2005, vol. 100, no. 1, pp. 4–10, doi: 10.1213/01.ANE.0000147519.82841.5E.
- [83] Brown E N, Lydic R, Schiff N D, “General anesthesia, sleep, and coma,” *New Engl. J. Med.* 2010, vol. 363, no. 27, pp. 2638–50.
- [84] Devika Rani D and Harsoor S S, “Depth of general anaesthesia monitors,” *Indian J. Anaesth.*, 2012, vol. 56, no. 5, pp. 437–441, doi: 10.4103/0019-5049.103956.
- [85] Aho A J, Yli-Hankala A, Lyytikäinen L P, and Jäntti V, “Facial muscle activity, Response Entropy, and State Entropy indices during noxious stimuli in propofol-nitrous oxide or propofol-nitrous oxide-remifentanyl anaesthesia without neuromuscular block,” *Br. J. Anaesth.*, 2009, vol. 102, no. 2, pp. 227–233, doi: 10.1093/bja/aen356.
- [86] Lysakowski C, Elia N, Czarnetzki C, Dumont L, Haller G, Combescure C et al., “Bispectral and spectral entropy indices at propofol-induced loss of consciousness in young and elderly patients,” *Br. J. Anaesth.*, 2009, vol. 103, no. 3, pp. 387–393, doi: 10.1093/bja/aep162.
- [87] Viertiö-Oja H, Maja V, Särkelä M, Talja P, Tenkanen N, Tolvanen-Laakso H et al., “Description



- of the Entropy algorithm as applied in the Datex-Ohmeda S/5 Entropy Module.” no. 8, pp. 1–8, *Acta Anaesthesiol Scand.*, 2004 Feb;48(2), pp.154-61, doi: 10.1111/j.0001-5172.2004.00322.x.
- [88] Morley A and Strandvik G, “Depth of anaesthesia and neurophysiological monitoring,” *Ward’s Anaesth. Equip.*, 2012, vol. Sixth edit, pp. 369–383, doi: 10.1016/b978-0-7020-3094-9.00017-6.
- [89] Vakkuri A, Yli-Hankala A, Sandin R, Mustola S, Høymork S, Nyblom S et al., “Spectral entropy monitoring is associated with reduced propofol use and faster emergence in propofol-nitrous oxide-alfentanil anesthesia,” *Anesthesiology*, 2005, vol. 103, no. 2, pp. 274–279, doi: 10.1097/00000542-200508000-00010.
- [90] Aimé I, Verroust N, Masson-Lefoll C, Taylor G, Laloë PA, Liu N et al., “Does monitoring bispectral index or spectral entropy reduce sevoflurane use?,” *Anesth. Analg.*, 2006, vol. 103, no. 6, pp. 1469–1477, doi: 10.1213/01.ane.0000246838.93153.23.
- [91] Hans P, Dewandre P Y, Brichant J F and Bonhomme V, “Comparative effects of ketamine on Bispectral Index and spectral entropy of the electroencephalogram under sevoflurane anaesthesia,” *Br. J. Anaesth.*, 2005, vol. 94, no. 3, pp. 336–340, doi: 10.1093/bja/aei047.
- [92] Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, et al., “CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials,” *BMJ*, 2010, vol. 340, doi: 10.1136/bmj.c869.
- [93] Lockwood G G and White D C, “Measuring the costs of inhaled anaesthetics,” *Br. J. Anaesth.*, 2001, vol. 87, no. 4, pp. 559–563, doi: 10.1093/bja/87.4.559.
- [94] Eger E I, White P F and Bogetz M S, “Clinical and economic factors important to anaesthetic choice for day- case surgery,” *Pharmacoeconomics*, 2000, vol. 17, no. 3, pp. 245–262, doi: 10.2165/00019053-200017030-00003.
- [95] Quénet E, Weil G and Billard V, “Optimisation de l’administration des agents anesthésiques inhalés : débit de gaz frais ou fraction délivrée ?,” *Ann. Fr. Anesth. Reanim.*, 2008, vol. 27, no. 11, pp. 900–908, doi: 10.1016/j.annfar.2008.07.097.
- [96] Struys MM, Kalmar AF, De Baerdemaeker LE, Mortier EP, Rolly G, Manigel J et al., “Time course of inhaled anaesthetic drug delivery using a new multifunctional closed-circuit anaesthesia ventilator. In vitro comparison with a classical anaesthesia machine,” *Br. J. Anaesth.*, 2005, vol. 94, no. 3, pp. 306–317, doi: 10.1093/bja/aei051.
- [97] Skalec T, Górecka-Dolny A, Zieliński S, Gibek M, Stróżecki Ł, Kübler A, “Comparison of anaesthetic gas consumption and stability of anaesthesia using automatic and manual control over the course of anaesthesia,” *Anaesthesiol. Intensive Ther.*, 2017, vol. 49, no. 1, pp. 34–39,

doi: 10.5603/AIT.2017.0008.

- [98] Lucangelo U, Garufi G, Marras E, Ferluga M, Turchet F, Bernabè F et al., “End-tidal versus manually-controlled low-flow anaesthesia,” *J. Clin. Monit. Comput.*, 2014, vol. 28, no. 2, pp. 117–121, doi: 10.1007/s10877-013-9516-8.
- [99] Tomatır E Ş Y, Sabuncu C, “Minimal akım anestezi rutin olarak kullanılabilir mi?,” *Türk Anest Rean Cem Mecmuası*, vol. 25, pp. 257–262, 1997.
- [100] Swami A, Arora K and Puppala P, “Comparative Study of Automated End Tidal Control Versus Manual Fresh Gas Flow Adjustment with Respect to Gas Usage and Delivery during Low Flow Anesthesia,” *Anesth. Crit. Care*, 2020, vol. 02, no. 02, pp. 39–51, doi: 10.26502/acc.014.
- [101] Hendrickx J F A, Soetens M, Van Der Donck A, Meeuwis H, Smolders F and De Wolf A M, “Uptake of desflurane and isoflurane during closed-circuit anesthesia with spontaneous and controlled mechanical ventilation,” *Anesth. Analg.*, 1997, vol. 84, no. 2, pp. 413–418, doi: 10.1097/00000539-199702000-00032.
- [102] De Cooman S, De Mey N, Dewulf BB, Carette R, Deloof T, Sosnowski M, et al., “Desflurane consumption during automated closed-circuit delivery is higher than when a conventional anesthesia machine is used with a simple vaporizer-O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>O fresh gas flow sequence,” *BMC Anesthesiol.*, 2008, vol. 8, pp. 2–7, doi: 10.1186/1471-2253-8-4.

## 8. EK

### 8.1. Ek 1 Hasta Takip Formu

#### LMA Eşliğinde Manuel ve Hedef Kontrollü İnhalasyon Anestezisinin Karşılaştırılması

| Barkod                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|--|
| <p>Yaş : ..... ASA:..... Tarih : .....</p> <p>Ek hastalık:.....</p> <p>Boy/Kilo: .....cm / .....kg</p> <p>Mac 1 ulaşma süresi:.....dk.....sn</p> <p>Fi ajan max:.....</p> <p>Gaz kapatma:.....MAC: ..... <math>F_{E_{O_2}}</math> <math>F_{I_{O_2}}</math>.....</p> <p>Washout zamanı:..... MAC: ..... <math>F_{E_{O_2}}</math> <math>F_{I_{O_2}}</math>.....</p> <p>Göz açma zamanı:..... MAC: ..... <math>F_{E_{O_2}}</math> <math>F_{I_{O_2}}</math>.....</p> |      | <p>Grup: MK .....HK.....</p> <p>LMA No: .....Süre:.....</p> <p>Cerrahi tip:.....</p> <p>Cihaz : .....</p> <p>Anestezi tüketim miktarı</p> <p>Oksijen:.....</p> <p>Hava:.....</p> <p>Sevofluran: .....</p> <p>Anestezi süresi:.....</p> <p>Cerrahi başlangıç</p> <p>Süre : ..... MAC:.....</p> |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | İkiz | İma                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2.dk | 5.dk | 10.dk | 15.dk | 30.dk | 45.dk | 60.dk | 90.dk | 120.dk | 0.dk | 10.dk | 20.dk | 30.dk |  |
| Nabız                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| OAB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| SpO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| Ppeak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| Pmean                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| EtCO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| FiCO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| Kompliyans                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| $F_{E_{O_2}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| $F_{I_{O_2}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| MAC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| EtO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| FiO <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| Cihazın müdahale sayısı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |
| Devreden ayrılma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |      |       |       |       |       |       |       |        |      |       |       |       |  |

