



ACIBADEM MEHMET ALİ AYDINLAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**DENEYİMSİZ UYGULAYICILAR İÇİN ENDOTRAKEAL
ENTÜBASYON BECERİSİ EDİNMEDE MACİNTOSH
LARİNGOSKOP, VİDEOLARİNGOSKOP VE 3D-PRINTED
VİDEOLARİNGOSKOPUN BAŞARISININ CANSIZ MANKEN
ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. ŞEYHMUS MERTER
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ACİL TIP ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Serpil Yaylacı

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI
Uzm. Dr. Kamil Kayayurt

İSTANBUL-2022



ACIBADEM MEHMET ALİ AYDINLAR ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**DENEYİMSİZ UYGULAYICILAR İÇİN ENDOTRAKEAL
ENTÜBASYON BECERİSİ EDİNMEDE MACINTOSH
LARİNGOSKOP, VİDEOLARİNGOSKOP VE 3D-PRINTED
VİDEOLARİNGOSKOPUN BAŞARISININ CANSIZ MANKEN
ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. ŞEYHMUS MERTER
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ACİL TIP ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Serpil Yaylacı

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI
Uzm. Dr. Kamil Kayayurt

İSTANBUL-2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

__/__/2022

Dr. Şeyhmus Merter

İmza

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tıpta uzmanlık eğitimim boyunca beni her zaman destekleyen, her an kapısını çalabildiğim, bilimsel çalışma yapmayı, kriz yönetmeyi, zor hastaya yaklaşımını öğreten, hayatımın her alanında bana mentörlük yapan, ailemden biri saydığım, tez danışmanım sayın Prof. Dr. Serpil Yaylacı'ya; zor tanıları beraber yakaladığımız, öykü alma ve fizik muayene gibi temel becerileri bile bir dedektif gibi yapmayı öğreten, beraber hasta bakarken bana tıbbın bir sanat olduğunu tekrar öğreten, ultrasonu bir parçam haline getiren, hem hekimliğini hem de insani yönünü örnek aldığım tez danışmanım sayın Uzm. Dr. Kamil Kayayurt'a; çalışırken eğlenmenin de mümkün olduğunu gösteren, baktığım her hastada yeni bir şey öğretebilen, hem hekimlikleri hem de hekimlik dışı yönleriyle beni kendilerine hayran bırakan, sayın Uzm. Dr. Cem Gün ve sayın Uzm. Dr. Hasan Aldinç'e; mesleki disiplinleri,engin bilgi birikimleri ve tecrübeleri ile beraber çalışmaktan zevk aldığım, her birinden önemli tecrübeler edindiğim sayın Uzm. Dr. Burçak Kantekin, sayın Uzm. Dr. Taner Bayraktar, sayın Uzm. Dr. Onur Zorbozan ve sayın Uzm. Dr. Tülay Yılmaz Kadioğlu'na; asistanlık eğitimim boyunca beni sürekli destekleyen, gelişimime katkı sağlayan, beraber onlarca uykusuz gece nöbeti tuttuğum, zor anlarımda hep yanımda olabilen, değerli arkadaşım ve kıdemlim sayın Uzm. Dr. Gizem Yıldız'a; tezimin planlaması ve hayata geçirilmesinde bana yol gösteren ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, sayın Dr. Öğr. Üyesi Dilek Kitapçioğlu'na; tezimin yazım süreci boyunca en büyük motivasyon kaynağım ve en büyük destekçim olan sevgili eşim Ezgi Can'a; omuz omuza çalışmaktan gurur duyduğum, her biri iyi birer takım oyuncusu olan acil servisteki tüm sağlık personellerine ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ	vii
RESİMLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	1
ABSTRACT	3
1 GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
2 GENEL BİLGİLER	8
2.1 Havayolu Anatomisi	8
2.1.1 Ağız boşluğu (Oral kavite).....	9
2.1.2 Burun boşluğu	9
2.1.3 Yutak (Farenks).....	11
2.1.4 Gırtlak (Larinks).....	12
2.1.5 Rima glottis	15
2.1.6 Trakea	16
2.2 Havayolu Yönetimi	17
2.2.1 Havayolunun değerlendirilmesi	18
2.2.2 Havayolu açma manevraları	25
2.2.2.1 Çene itme manevrası (Jaw-thrust maneuver)	25
2.2.2.2 Baş geri-çene yukarı manevrası (Head tilt-chin lift maneuver)	25
2.2.3 Yardımcı havayolu cihazları	26
2.2.3.1 Nazofarengeal airway	26
2.2.3.2 Orofarengeal airway	28
2.2.3.3 Balon-valf-maske (BVM).....	29
2.2.3.4 Ağız içi maske	31
2.2.4 İleri havayolu yönetimi	32
2.2.4.1 Hazırlık	32
2.2.4.2 Preoksijenizasyon.....	35
2.2.4.3 Endotrakeal entübasyon prosedürü.....	36
2.2.4.3.1 Direkt laringoskopi	36
2.2.4.4 Videolaringoskopi	40
2.2.4.4.1 C-MAC®	41
2.2.4.4.2 Glidescope®	43
2.2.4.5 Supraglottik havayolu cihazları.....	43

2.2.4.6 Cerrahi havayolu	45
3 GEREÇ VE YÖNTEM	46
3.1 Materyaller	46
3.2 Katılımcılar	48
3.3 Randomizasyon	50
3.4 Uygulama ve Ölçüm	50
3.5 İstatistiksel Analiz.....	52
4 BULGULAR	54
5 TARTIŞMA	65
6 KISITLILIKLAR.....	75
7 SONUÇ	76
8 KAYNAKLAR.....	77
9 EKLER.....	83
EK 1. Ölçek.....	83
EK 2. Etik Kurul Kararı	84

KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ

AC	Akciğer
ARDS	Akut Respiratuar Distres Sendromu
Ark.	Arkadaşları
BiPAP	İki Seviyeli Pozitif Havayolu Basıncı
bkz	Bakınız
BMI	Beden Kitle Endeksi
BVM	Balon-Valf-Maske
CASE	Klinik Simülasyon Eğitim Merkezi ve İleri Düzey Endoskopik/Robotik Cerrahi Eğitim Merkezi (Center of Advanced Simulation and Education)
cc	Santimetreküp
cm	Santimetre
Covid-19	Coronavirus Disease-2019
CPAP	Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı
DL	Direkt Laringoskopi
ETE	Endotrakeal Entübasyon
ETT	Endotrakeal Entübasyon Tüpü
FHD+	Full High Definition Plus
Fr	French
GVL	Glidescope® Videolaringoskop
IPS	In-plane Switching (Düzlem İçi Geçiş)
IV	İntravenöz
kg	Kilogram
KOAH	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
LA	Laringeal Aks
LCD	Liquid-Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
m	Metre
m²	Metrekare
MCL	Macintosh Laringoskop
ml	Mililitre

mm	Milimetre
ms	Milisaniye
N	Sayı
NG	Nazogastrik
OA	Orofarengeal Aks
OTG	On-the-go
PA	Farengeal Aks
PLA	Polylactic Acid (Polilaktik Asit)
PVC	Polivinil Klorür
SD	Standart Deviasyon (Standart Sapma)
SGHC	Supraglottik Havayolu Cihazları
sn	Saniye
SVL	Storz C-MAC® Videolaringoskop
TVL	Tansen® Videolaringoskop
3D	3 Boyutlu
3D-printed	3 Boyutlu Yazıcı ile Oluşturulmuş
3DPVL	3D-printed Videolaringoskop
USB	Universal Serial Bus
USD	Amerikan Doları
vb.	Ve Benzeri
vs	Versus

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Havayolu anatomisi	8
Resim 2. Sağ burun boşluğunun lateral duvarı	10
Resim 3. Nazal septumu oluşturan yapılar.....	10
Resim 4. Üst havayolu anatomisi, midsagittal kesit	12
Resim 5. Larinksin anatomisi.....	13
Resim 6. Sellick manevrası	14
Resim 7. Larinksin ve rima glottisin laringoskopik görüntüsü	16
Resim 8. Trakeanın ve bağlantılı olduğu yapıların anatomisi.....	17
Resim 9. Aksların hizalanması.....	20
Resim 10. 3-3-2 kuralı.....	23
Resim 11. Mallampati sınıflaması.....	24
Resim 12. Havayolu açma manevraları.	26
Resim 13. Nazofarengeal airway takma ve sabitleme yöntemi.	27
Resim 14. Uygun nazofarengeal airway boyutu seçilmesi için burun kenarı-kulak memesi arası mesafe ölçümü	28
Resim 15. Orofarengeal airwayin yerleştirilmesi.....	28
Resim 16. Orofarengeal airway seçimi yapılırken dudak kenarı-kulak memesi arası mesafe ölçümü	29
Resim 17. Balon-valf-maske.....	30
Resim 18. Ağız içi maske (Numask®) ve orofarenkse yerleştirilme pozisyonu	31
Resim 19. Optimal ETE için hasta pozisyonu.	34
Resim 20. A. Kavisli bir bleyde sahip olan Macintosh laringoskop. B. Daha düz bir bleyde sahip olan Miller laringoskop.....	37
Resim 21. Direkt laringoskopi.	38

Resim 22. Cormack-Lehane Sınıflaması.....	39
Resim 23. C-MAC® Videolaringoskop.....	42
Resim 24. Günümüzde sık kullanılan SGHC’ler ve genel özellikleri	44
Resim 25. AirAngel akıllı telefon destekli 3D-printed videolaringoskop	47
Resim 26. TruCorp AirSim® task trainer.....	48



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Zor endotrakeal entübasyonla ilişkili bazı konjenital sendromlar ve açıklamaları	18
Tablo 2. Zor endotrakeal entübasyonla ilişkili bazı edinilmiş sebepler ve açıklamaları	19
Tablo 3. MOANS mnemoniği	22
Tablo 4. LEMON mnemoniği	22
Tablo 5. RODS mnemoniği	23
Tablo 6. SMART mnemoniği	24
Tablo 7. Acil havayolu ekipmanları	33
Tablo 8. Endotrakeal entübasyon basamakları	37
Tablo 9. Örneklem büyüklüğü hesaplaması	49
Tablo 10. Katılımcıların randomizasyon sırası	51
Tablo 11. Katılımcıların demografik verileri	54
Tablo 12. NH ve ZH’de; entübasyon süresi, Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı değişkenlerine ait verilerin kullanılan laringoskop tipine göre dağılımı ...	54
Tablo 13. NH ve ZH’de; ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verilerin kullanılan laringoskop tipine göre dağılımı	55
Tablo 14. NH ve ZH’de cihazların entübasyon süresi açısından karşılaştırılması	57
Tablo 15. Cihazların, NH ve ZH’de entübasyon süresi açısından post hoc ikili analizleri	58
Tablo 16. Cihazların, NH ve ZH’de Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı açısından karşılaştırılması	58
Tablo 17. Cihazların, NH ve ZH’de Cormack-Lehane Derecesi ve kullanım kolaylığı açısından post hoc ikili analizleri	59
Tablo 18. Cihazların, NH ve ZH’de ETT yerleştirme yeri ve başarı oranı açısından karşılaştırılması	60

Tablo 19. Cihazların, NH ve ZH’de ETT yerleştirme açısından post hoc ikili analizleri.....	61
Tablo 20. Entübasyon süresi, Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı değişkenlerine ait verilerin girişimin yapıldığı havayolu senaryosu açısından karşılaştırılması	62
Tablo 21. ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verilerin girişimin yapıldığı havayolu senaryosu açısından karşılaştırılması	63
Tablo 22. Başarı oranına göre cihazların kullanım kolaylığının karşılaştırılması	64



ÖZET

Deneyimsiz Uygulayıcılar İçin Endotrakeal Entübasyon Becerisi Edinmede Macintosh Laringoskop, Videolaringoskop ve 3D-Printed Videolaringoskopun Başarısının Cansız Manken Üzerinde Karşılaştırılması

Giriş ve Amaç: Covid-19 pandemisi ile beraber önemi gitgide artan videolaringoskopi, hem normal hem de zor havayolu senaryolarında DL'ye göre avantajları ile ön plana çıkmakta ve standart haline gelmektedir. Ancak binlerce dolara ulaşan maliyetleri ile videolaringoskoplara, düşük gelirli ülkelerde hem sağlık hizmet sunumunda hem de eğitim faaliyetlerinde standart bir seçenek olmaktan uzak görünmektedir. Bu nedenle kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde veya düşük gelirli ülkelerde; videolaringoskop erişilebilir olmadığında, çok daha düşük maliyetli 3D-printed videolaringoskoplara konvansiyonel videolaringoskoplara yerine geçebilirliğini araştırdık. Bu amaçla deneyimsiz kullanıcılar olan intern doktorlarla; MCL, SVL ve 3DPVL'yi hem normal hem de zor havayolu senaryosunda manken üzerinde karşılaştırdık. Hipotezimiz; deneyimsiz uygulayıcıların kullandığı, 3D-printed videolaringoskopun performansının konvansiyonel Macintosh laringoskopa üstün olacağı ve konvansiyonel videolaringoskoptan geri kalmayacağıdır.

Gereç ve Yöntem: Kasım 2020-Ocak 2022 tarihleri arasında; Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi 6. Sınıf öğrencileri, çalışmaya üniversitenin e-posta grubu yoluyla davet edildi. Başvuran ilk 126 katılımcı dahil edildi. Daha önce bir hastayı entübe etmiş olmak dışlama kriteri idi. Çalışmadan kimse dışlanmadı. Katılımcıların her biri; MCL, SVL ve 3DPVL'yi daha önceden belirlenmiş randomizasyon sırası ile kullanarak önce normal havayolu mankeninde sonra da zor havayolu mankeninde toplamda 6 kez endotrakeal entübasyon girişimi yaptı. Uygulama sonunda üç laringoskop; entübasyon süresi, Cormack-Lehane sınıflaması, kullanım kolaylığı, ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenleri üzerinden karşılaştırıldı.

Bulgular: ZH'de entübasyon süresi açısından; 3DPVL ve SVL arasında fark bulunmazken her iki cihaz da MCL'ye üstün bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$)

Bonferroni düzeltmesi). MCL ile yapılan entübasyonların ortalama süresi diğer iki cihaza göre daha yüksekti (MCL: 28,54 sn; SVL: 26,68 sn; 3DPVL: 26,64 sn). Hem NH'de hem de ZH'de, SVL ve 3DPVL'nin Cormack-Lehane dereceleri benzer iken , her iki cihaz da glottik görüntüleme MCL'ye üstün bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). MCL'nin Cormack-Lehane derecesi ortalaması SVL ve 3DPVL'ye göre daha yüksekti (MCL: 1,73; SVL: 1,29; 3DPVL: 1,25). NH'de kullanımı en kolay (1-çok kolay, 5-çok zor) cihaz SVL iken en zor cihaz MCL idi ve 3DPVL her iki cihazın arasında yer alıyordu (MCL: 2,64; 3DPVL: 1,98; SVL:1,49). ZH'de ise kullanım kolaylığı açısından 3DPVL ile diğer cihazlar arasında anlamlı fark yoktu. ETT yerleştirme ve başarı oranı konusunda 3DPVL ile diğer iki cihaz arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu.

Sonuç: 3DPVL, araştırdığımız tüm değişkenlerde MCL'den geri kalmadı. 3DPVL, zor havayolu senaryosunda entübasyon süresi ve hem normal hem de zor havayolu senaryosunda glottik görüntüleme açısından SVL ile denk olup MCL'den üstündü. 3DPVL, kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde; düşük maliyeti ile konvansiyonel videolaringoskoplar için iyi bir eğitim ve klinik alternatif olabilir.

Anahtar Sözcükler: AirAngel, Videolaringoskop, Endotrakeal entübasyon, 3D printing, Tıp öğrencisi

ABSTRACT

Comparison of Macintosh Laryngoscope, Videolaryngoscope and 3D-Printed Videolaryngoscope on Manikin in Acquisition of Endotracheal Intubation Skills for Inexperienced Practitioners

Introduction: Videolaryngoscopy, which has become increasingly important with the Covid-19 pandemic, stands out with its advantages over DL in both normal and difficult airway scenarios and becomes a standard. However, with their costs reaching thousands of dollars, videolaryngoscopes seem far from being a standard option in both health care delivery and educational activities in low-income countries. Therefore, in places where resources are limited or in low-income countries; we investigated whether the much lower cost 3D-printed laryngoscopes can replace the conventional videolaryngoscopes when the videolaryngoscope isn't available. For this purpose, we compared MCL, SVL and 3DPVL on the manikin in both normal and difficult airway scenarios in the hands of the intern doctors who are inexperienced users. Our hypothesis is that in the hands of inexperienced practitioners, the performance of the 3D-printed videolaryngoscope will be superior to the conventional Macintosh laryngoscope and will be non-inferior to the the conventional videolaryngoscope.

Methods: Each participant attempted endotracheal intubation 6 times in total, first on the normal airway manikin and then on the difficult airway manikin using MCL, SVL, and 3DPVL in a randomization order which was previously determined. At the end of the study, three laryngoscopes were compared in terms of intubation time, Cormack-Lehane classification, ease of use, ETT placement and success rate.

Results: In difficult airway scenario, intubation time was significantly longer with the MCL (MCL: 28,54 sec; SVL: 26,68 sec; 3DPVL: 26,64 sec); while there was no difference between 3DPVL and SVL, and both devices were superior to MCL (Wilcoxon test, $p < 0.016$ Bonferroni correction). In both normal and difficult airway scenarios, Cormack-Lehane grades of SVL and 3DPVL were similar, while both devices were superior to MCL in glottic imaging (Wilcoxon test, $p < 0.016$ Bonferroni

correction). The mean Cormack-Lehane grade of MCL was higher than SVL and 3DPVL (MCL: 1.73; SVL: 1.29; 3DPVL: 1.25). In the normal airway scenario, the easiest (1-very easy, 5-very difficult) device to use was the SVL, while the most difficult device was MCL, and 3DPVL was between both devices (MCL: 2.64; 3DPVL: 1.98; SVL:1, 49). In the difficult airway scenario, there was no significant difference between 3DPVL and other devices in terms of ease of use. There was no statistically significant difference between 3DPVL and the other two devices in terms of ETT placement and success rate.

Conclusion: 3DPVL was noninferior to MCL in all the variants we investigated. 3DPVL was equivalent to SVL and superior to MCL in terms of intubation time in the difficult airway scenario and glottic imaging in both normal and difficult airway scenarios. In conditions where resources are limited, 3DPVL can be a good educational and clinical alternative to conventional videolaryngoscopes with its low cost.

Keywords: AirAngel, Videolaryngoscope, Endotracheal intubation, 3D printing, Medical student

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Endotrakeal entübasyon; oksijenizasyon, ventilasyon veya havayolu güvenliğinin sağlanamadığı kritik hastaların yönetiminde kalıcı havayolu sağlamada en önemli prosedürdür. Kalıcı havayolu sağlamak için tasarlanmış yaklaşımlar ve cihazlar çoğalmasına rağmen, direkt laringoskopi (DL) endotrakeal entübasyonun temel prosedürü olmaya devam etmektedir. Endotrakeal entübasyon becerisi temel olarak DL prosedürüne dayanmaktadır ve bu beceri acil serviste çalışan tüm klinisyenlerin edinmesi gereken bir beceridir. DL, videolaringoskopi çağında bile çok önemlidir ve DL’de cihaz arızası veya video kamerayı kaplayan kan, buğu ve salgılar gibi sorunlara rastlanmaz. DL, rutin ve zor havayolu da dahil olmak üzere kalıcı bir acil havayolunun gerekli olduğu herhangi bir klinik durumda endikedir. İki temel blade (bleyd) tasarımı (Miller ve Macintosh) mevcuttur ve yetişkin havayolu anatomisi için kavisli yapıda olan Macintosh bleydler daha uygundur (1).

DL, neredeyse 70 yıldır endotrakeal entübasyon için kullanılan yegane yöntemdir. Klinisyenlerin zor havayolu ile daha sık karşılaşmaya başlamaları, onları daha iyi bir glottik görüntüleme arayışına itti. Bu arayış sonucunda da, rijit fiberoptik laringoskoplara dayanan ilk nesil videolaringoskoplara üretildi. İlk nesil videolaringoskoplara kullanabilmek için uzun eğitim sürelerine ihtiyaç duyulmaktaydı ve bu cihazların komplikasyon oranları yüksekti. 2001 yılında, konvansiyonel Macintosh bleydine sahip ve bleydin ucunda bir kamerası olan, entegre bir ekrana sahip olan Glidescope® (Verathon Inc., Bothell, WA, USA) üretildi. Daha sonra diğer videolaringoskoplara da hayatımıza girmeye başladı (2).

Videolaringoskoplara avantajları klinik pratiğe girdikleri son 20 yıldan bu yana gitgide daha fazla öne çıkmaktadır. Bu avantajlar daha iyi glottik görüntüleme, zor havayolunda daha yüksek entübasyon başarısı, entübasyon için daha az kuvvet gereksinimi, daha az servikal omurga hareketi ve görüntü yakalama kabiliyetini içermektedir (3,4). Videolaringoskoplara ilk denemede başarılı entübasyon oranı DL ile karşılaştırıldığında daha yüksektir, özellikle zor havayolunda bu fark daha da belirginleşmektedir. Son yıllarda ise bazı uzmanlar, videolaringoskopinin tüm acil

entübasyonlar için kullanılmasını ve standart olarak kabul edilmesi gerektiğini önermişlerdir (2,5).

Coronavirus disease-2019 (Covid-19) pandemisi ile beraber, bütün dünyada acil serviste çalışan doktorlar ön saflarda kritik Covid-19 hastalarını yönetmekte rol üstlenmektedirler. Kritik durumdaki Covid-19 hastalarının bir kısmı endotrakeal entübasyona ve mekanik ventilasyona ihtiyaç duymaktadır. Endotrakeal entübasyon esnasında doktorların aerosol maruziyetini minimize etmek ve daha güvenli endotrakeal entübasyon yapmak için videolaringoskopi ön plana çıkmıştır. Videolaringoskopi, avantajları sayesinde özellikle Covid-19 hastalarında standart kalıcı havayolu sağlama yöntemidir. Ancak yüksek fiyatları ve kısıtlı kaynakların olduğu yerlerde ulaşılabilir olmamaları sebebi ile videolaringoskoplara erişim zordur. Bu noktada hem kolay ulaşılabilirlik hem de düşük maliyetli olmaları sebebi ile akıllı telefon ve boroskop kamera (yılan kamera veya endoskop kamera) entegre edilmiş ve 3 boyutlu (3D) yazıcı ile oluşturulmuş (3D-printed) videolaringoskoplar alternatif olarak düşünülmüştür (5, 6).

Türkiye’de tıp fakültesi son sınıf öğrencileri (intern doktorlar) devlet hizmet yükümlülüğü (zorunlu hizmet) kapsamında mezun olduktan hemen sonra ağırlıklı olarak acil servislerde çalışmaya başlamakta ve kritik hastaları yönetmekte rol üstlenmektedirler. Yeni mezun olmuş ve havayolu yönetimi konusunda deneyimsiz olan doktorların; Covid-19 pandemisi sürerken entübasyonu gereken her hastanın Covid-19 olabileceğini göz önünde tutarak havayolu yönetiminde videolaringoskop kullanabilmeleri, salgın yönetiminde bulaş kontrolü ve risk yönetimi açısından kritik görünmektedir. Kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde; videolaringoskop erişilebilir olmadığında, 3D-printed videolaringoskopun yerine geçebilirliği araştırmaya değer görünmektedir.

Deneyimli uygulayıcılar için zor havayolu yönetiminde; 3D-printed bir videolaringoskopun Pentax-AWS® (Pentax-Airway Scope; AWS-S100, Tokyo, Japan) videolaringoskopa karşılaştırıldığı çalışmada, her iki cihazın benzer başarı oranına sahip olduğu gösterilmiştir (5). Ayrıca Macintosh laringoskop ve boroskop

ile modifiye edilerek oluşturulan videolaringoskopun deneyimli kullanıcıların elinde iken başarı oranlarının da standart Macintosh laringoskoptan üstün olduğu ve standart videolaringoskopa benzer olduğu gösterilmiştir (5). Ancak literatürde deneyimsiz uygulayıcılarla 3D-printed videolaringoskopların etkinliği konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada 3D-printed videolaringoskopların intern doktorlarda endotrakeal entübasyon becerisi edindirmede etkinliğini araştırmayı ve 3D-printed videolaringoskopyu, konvansiyonel Macintosh laringoskop ve konvansiyonel videolaringoskop ile karşılaştırmayı amaçladık.

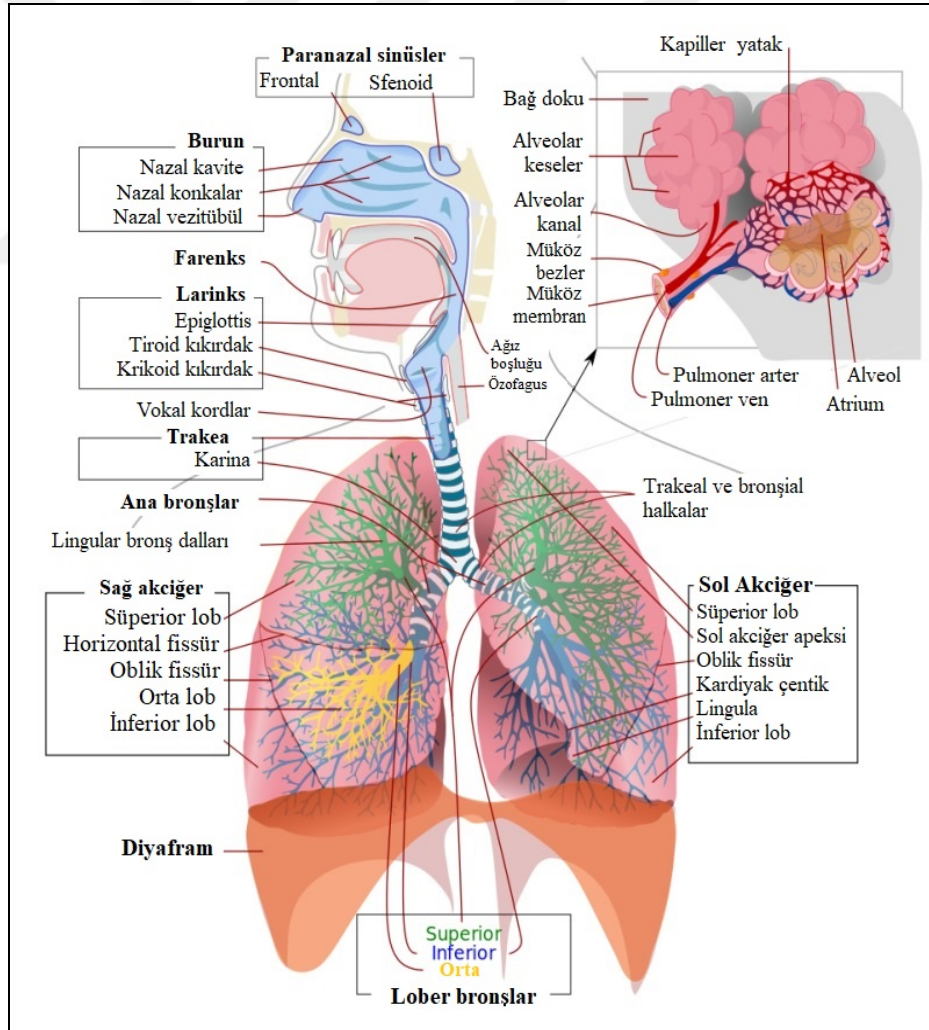
Bu tez çalışması ile intern doktorlarla 3 farklı endotrakeal entübasyon cihazının; videolaringoskopun, 3D-printed videolaringoskopun ve Macintosh laringoskopun hem normal hem de zor havayolu mankenlerinde performansları ve intern doktorların hangi cihazla daha başarılı olduğu karşılaştırılmaktadır. Çalışma sonuçları; kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde deneyimsiz kullanıcılar için, videolaringoskoplara göre çok daha ucuz maliyetli olan 3D-printed videolaringoskopları bir seçenek olarak destekleyebilir. Ayrıca çalışmamız ikincil sonuç olarak da 3D-printed videolaringoskopların endotrakeal entübasyon becerisi edinirken bir eğitim materyali olarak kullanılabileceğini destekleyebilir.

Hipotezimiz; deneyimsiz uygulayıcıların kullandığı, 3D-printed videolaringoskopun performansının konvansiyonel Macintosh laringoskopa üstün olacağı ve konvansiyonel videolaringoskoptan geri kalmayacağıdır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Havayolu Anatomisi

Ağız, burun, boyun, servikal vertebra ve ana havayolunun anatomisinin yeterli derecede bilinmesi hava yolu açma tekniklerinin başarı ile uygulanmasının ilk şartıdır (7). Zaman kaybetme şansının olmadığı acil durumlarda bile, doğru havayolu açma tekniğinin seçilmesi için öncesinde havayolu anatomisinin değerlendirilmesi gerekebilir. Havayolu, ağız ve burun boşluğundan başlayıp alveollerin girişinde sonlanır. Havayolu; üst havayolu (ağız boşluğu, burun, farenks, larinks) ve alt havayolundan (trakea, bronşlar, akciğerler, bronşioller) oluşmaktadır (Resim 1) (2).



Resim 1. Havayolu anatomisi (8)

2.1.1 Ağız boşluğu (oral kavite)

Havayolunun dışarı ile bağlantısı, önde ağız boşluğu ve burun boşluğu tarafından sağlanır. Ağız boşluğu, önde alt ve üst dudakların mukoza ve cilt ile birleştiği yerden; vermillion hattından başlayıp, arkada isthmus faucium'a kadar uzanan boşluktan oluşmaktadır. Ağız boşluğunun sınırları; aşağıda ağız tabanı ve dil, yukarıda sert damak, yan taraflarda yanak mukozası, arka tarafta ise isthmus fauciumdan oluşmaktadır. Ağız boşluğu arkada orofarenkse (pars oralis) ve nazofarenkse (pars nasalis) uzanır. Ağız boşluğunun arka kısmında orofarenks ve nazofarenks birleşmektedir. Ağız kapalı iken üst ve alt dişlerin arkusları, ağız boşluğunu iki anatomik bölgeye ayırır: ön taraf vestibulum oris (oral kavite girişi), arka taraf ise cavum oris propria (esas ağız boşluğu) olarak isimlendirilir.

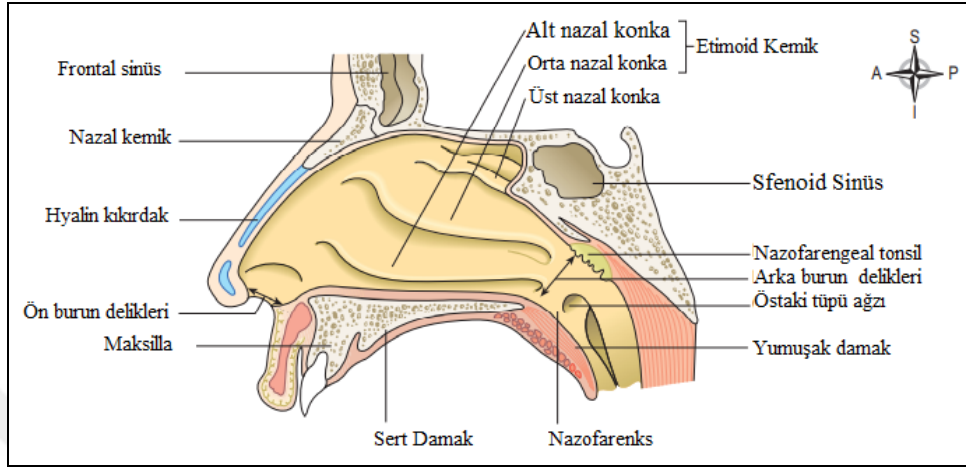
Hastanın havayolu yönetimine başlanmadan önce mutlaka ağız boşluğu anatomisi incelenmeli ve hayayolu yönetiminde problem yaratabilecek obstrüksiyon, sekresyon, takma dişler, kanama veya travmaya sekonder olarak anatomik yapıların ayırt edilememesi gibi patolojiler tespit edilmelidir (9).

2.1.2 Burun boşluğu

Burun kemik ve kıkırdak yapıdan oluşan; üzeri deri ve kas ile kaplı olan, hava iletimini ve koku alımını sağlayan bir organdır. Üst havayollarında enfeksiyon, sekresyon veya kitle nedeniyle obstrüksiyon gelişmedikçe burun başlıca solunum organımızdır. Burun; solunan havanın filtre edilip, ısıtılıp nemlendirilerek alt havayoluna iletilmesini de sağlar (9).

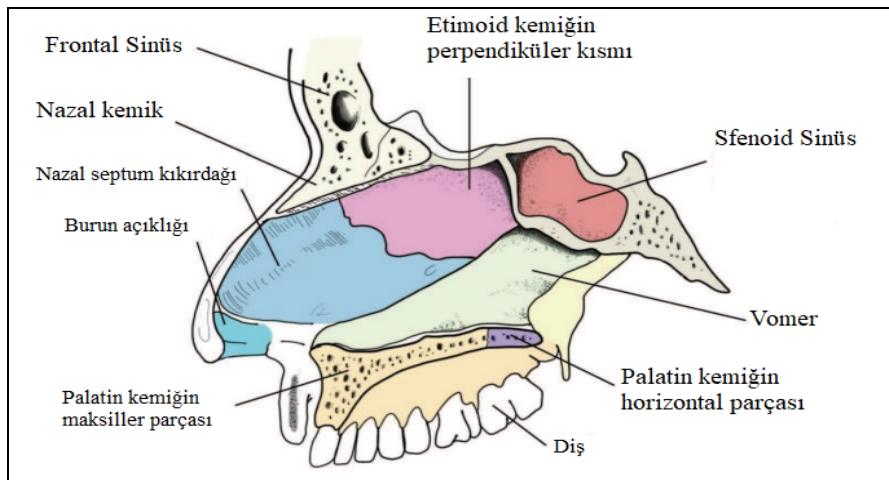
Burun, kranyal ektodermden köken alır. Burun anatomik olarak dış burun ve burun boşluğu olarak ikiye ayrılır. Dış burun yüzün ortasında yer alan tabanı yüz kemiklerine oturan ve apeksi öne doğru çıkıntılı olan piramidal bir yapıdır (10). Burun boşluğu ise hava girişinin merkezidir. Burun boşluğu, nazal septum ile iki eşit kanala bölünmüş olan büyük, düzensiz bir boşluktur. Nazal septumun kemik kısmının posterioru, etimoid kemiğin perpendiküler laminası ve vomer tarafından

oluşturulmaktadır. Anterioru ise hyalin kıkırdaktan oluşmaktadır. Burnun tavanı; etimoid kemiğin kribriform laminası ile sfenoid, frontal ve nazal kemikler tarafından oluşturulmaktadır (Resim 2 ve Resim 3).



Resim 2. Sağ burun boşluğunun lateral duvarı (11)

Burun boşluğunun tabanı; ağız boşluğu tavanı ile birlikte önde sert damak ve arkada yumuşak damak tarafından oluşturulur. Sert damak; maksilla ve palatin kemikler tarafından oluşturulur. Yumuşak damak ise ağız tavanındaki düz kaslar tarafından oluşturulmaktadır (11). Burun boşluğunun medial duvarını nazal septum oluşturmaktadır. Lateral duvarlarını ise maksilla, etimoid kemikler ve alt nazal konkalar oluşturur.



Resim 3. Nazal septumu oluşturan yapılar (11)

Burun boşluğu çok iyi kanlanan ve fragil damar ağına sahip bir yapı olduğu için havayolu açma manevraları esnasında; örneğin nazal airway uygulanması esnasında bile ciddi burun kanamaları oluşabileceği unutulmamalıdır (9).

2.1.3 Yutak (Farenks)

Farenks; kafa tabanında sfenoid sinüsten altıncı servikal vertebra hizasına kadar uzanan, yaklaşık 12-14 cm uzunluğunda, tüp şeklinde tarif edilebilecek anatomik bir yapıdır. Hem solunum hem de sindirim sisteminin ortak pasajıdır. Ağız boşluğu, burun boşluğu ve larinksin arkasında uzanmaktadır. Farenks üst tarafta kafa tabanı, alt tarafta özofagus, ön tarafta larinks, arka tarafta ise düz kaslar ve hemen altındaki servikal vertebra gövdeleri ile komşudur (11).

Farenks; nazofarenks, orofarenks ve laringofarenks olmak üzere 3 kısma ayrılmaktadır. Orofarenks ve laringofarenks fonksiyonel olarak epiglottis (epiglot) tarafından ayrılmaktadır. Epiglottis larinks ve dil kökü arasında yer alan müköz bir membranla kaplı kıkırdak bir yapıdır. Ana görevi yutma esnasında larinks girişini kapatmaktır. Böylece yiyecek, içecek, sekresyon ve yabancı cisimlerin aspirasyonu önlenmiş olur.

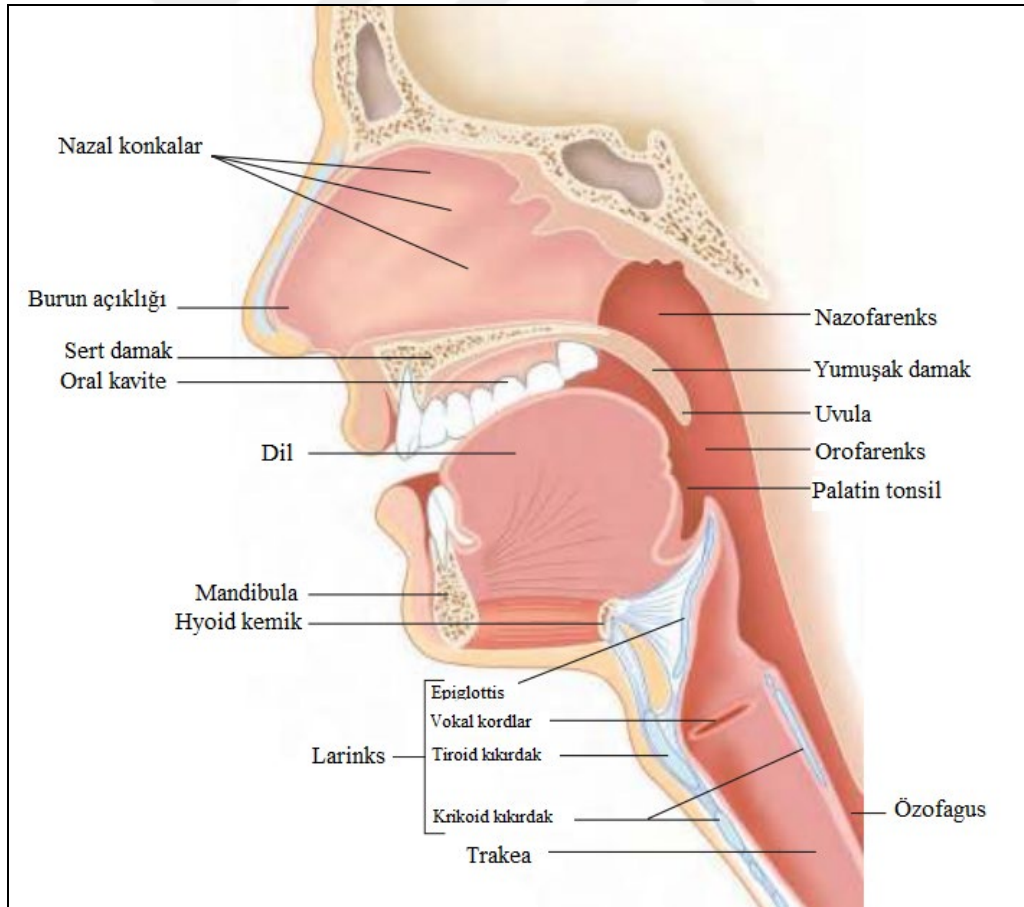
Farenks; hava ve gıda için pasaj oluşturma, havanın ısıtılması ve nemlendirilmesi, tat duyusu, işitme ve konuşma gibi fonksiyonlarda görev almaktadır. Ayrıca, bir görevi de solunum yolu ile alınan patojenlere karşı barındırdığı lenfoepitelyal dokular ile vücudun savunulmasıdır.

Farenkste bol miktarda lenfoepitelyal doku bulunmaktadır. Bu dokudalardaki hipertrofi farenksten hava akımını engelleyebilir. Ayrıca; dilin yukarıda ve önde durmasını sağlayan genioglossus kasının tonusunda kayıp olması da, dilin arkaya ve aşağıya doğru kaçıp farenksin obstrüksiyonuna sebep olabilir (9). Bir hastanın bilinci tamamen kapandığında, bu durum dil tonusunun kaybı sonucunda görülebilir.

2.1.4 Gırtlak (larinks)

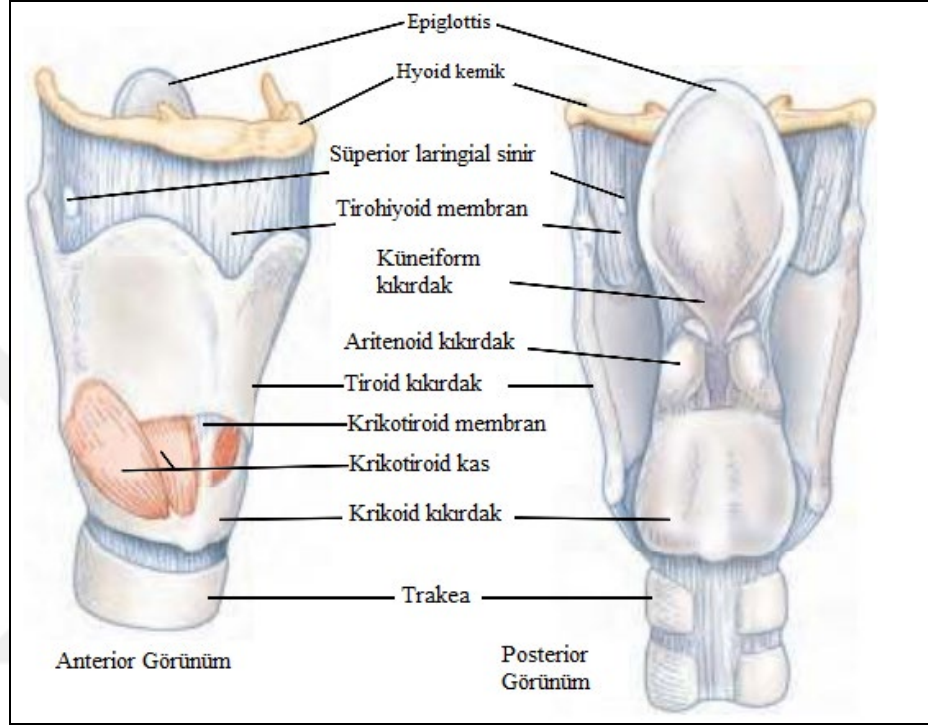
Larinksin birincil işlevi sesin oluşturulması ve havayolunun korunmasıdır. Larinks veya “vocie box” (ses kutusu) laringofarenks ile trakeayı birbirine bağlayan yapıdır. 3,4,5 ve 6. servikal vertebra seviyesinde yer almaktadır. Puberteye kadar larinks büyüklüğü her iki cinsiyette birbirine yakındır. Puberte sonrası ise, erkek cinsiyette daha büyük boyutlara ulaşır ve sesin kalınlaşmasını sağlar. Larinks, adem elması olarak adlandırılan ciltteki çıkıntının oluşmasını sağlar.

Larinks süperiorda hyoid kemik ve dil kökü ile; inferiorda ise trakea ile komşudur. Anteriorda hyoid kemiğe tutunan boyun kasları ile, posteriorda laringofarenks ile, lateralde ise tiroid bezinin lobları ile komşu bir yapıdır (Resim 4) (11).



Resim 4. Üst havayolu anatomisi, midsagittal kesit (12)

Larinksin 3 adet çift sayıda ve 3 adet tek sayıda kırkıdağı mevcuttur. Aritenoid, kornikulat ve kuneiform kırkırdalar çift halindedir ve nispeten daha küçük boyutludur. Tiroid, epiglottik ve krikoid kırkırdaklar ise birer tane olup biraz daha büyük boyutludur (Resim 5).



Resim 5. Larinksin anatomisi. Resimde larinks, sağ anterolateral ve posteriordan görünmektedir.

Tiroid kırkıdak, larinksin diğer küçük kırkıdak yapılarına kalkan şeklinde konumlanmaktadır (12).

Krikoid kırkıdak; trakeanın C şeklindeki halkalarının aksine mühür yüzüğüne benzeyen bir yapıdır ve sadece larinksin değil tüm havayolunun tam halka şeklindeki tek kırkıdağıdır. Tam halka şeklinde olduğu için diğer yapıların aksine genişlemez ve özellikle çocuklarda endotrakeal entübasyon esnasında engel teşkil edebilir. Krikoid kırkıdak tam bir halka şeklinde olduğu için buraya bası yapmak posteriorunda bulunan özofagusun kapanmasını sağlar. Entübasyon sırasında krikoid kırkıdağı posteriora doğru uygulanan direkt bası “Sellick Manevrası” olarak

isimlendirilir (Resim 6). Sellick manevrası, aktif kusmadan kaynaklanan regürjitasyonu önlemez ancak bu manevranın pasif kusmadan kaynaklı regürjitasyonu ve takiben oluşabilecek aspirasyonu engellediği gösterilmiştir. Ancak bu manevra entübasyon esnasında laringoskopun ve endotrakeal entübasyon tüpünün (ETT) yerleştirilmesini engelleyebilir ve obstruksiyona yol açabilir (12). Krikoid kırıkda ayrıca krikotiroid membranın lokalizasyonu için önemli bir anatomik belirteçtir. Krikotiroid membran tiroid kırıkdağın altında ve krikoid kırıkdağın üzerinde; her iki kırıkdağın arasında ön yüzde yer alır. Krikotiroid membran genelde 6. servikal vertebra hizasına denk gelir ve acil krikotiroidotominin yapıldığı yer olduğu için lokalizasyonu çok önemlidir.



Resim 6. Sellick manevrası (12)

Çift sayıda olan diğer üç kırıkdağ yapı (aritenoid, kornikulat, kuneiform), posterior yerleşimlidir. Bu üç kırıkdağ yapı, anatomik yerleşimleri sebebiyle travmaya karşı savunmasız olsalar da işlem esnasında yaralanmaları çok nadirdir.

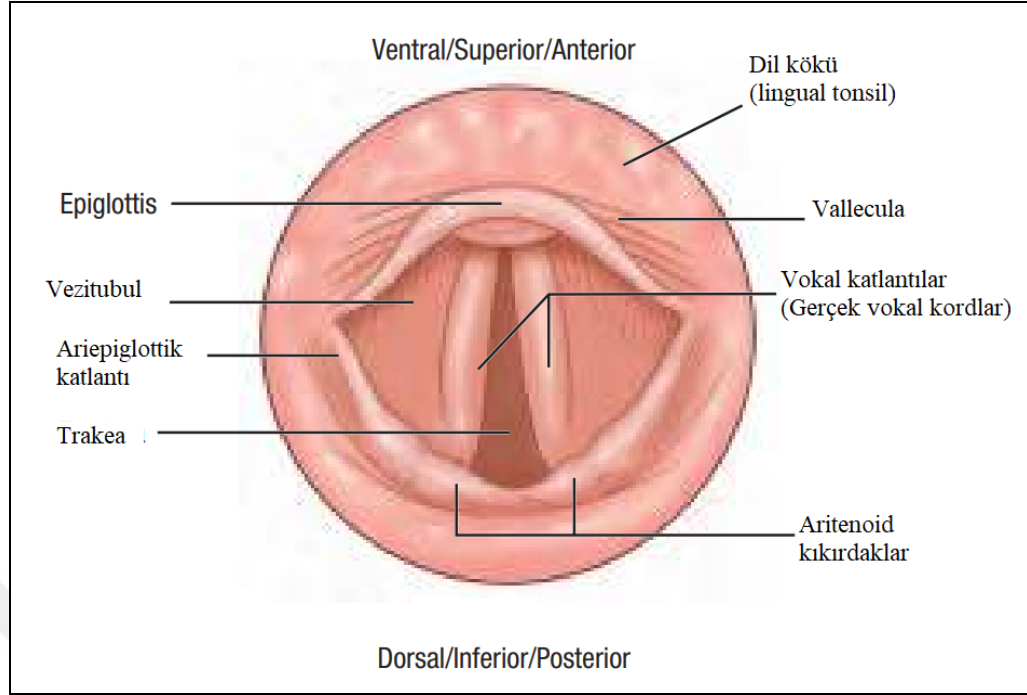
Hyoid kemik larinksin bir parçası değildir ancak önemli bir destekleyici yapıdır. Larinks ile hem ligamentöz hem de muskuler bir çok bağlantıya sahiptir. Hyoid kemik ile larinksi bağlayan hipoepiglottik ligament, valleculanın tabanında yer

almaktadır. Entübasyon esnasında laringoskopun ucu bu ligamentin olduğu yere oturur ve epiglot laringoskop yardımı ile öne alınarak görüş açısından çıkartılır. Bu sebeple bu ligamentin anatomik lokasyonu da klinisyen tarafından iyi bilinmelidir.

Larinksin innervasyonu solunum yolundaki diğer yapılara göre daha basittir. Süperior laringeal sinirin internal dalı, vokal kordların üstünde kalan kısmın duysal innervasyonunu sağlar. Altında kalan kısmın duysal innervasyonunu ise nervus laryngeus recurrens sağlar. Nervus laryngeus recurrens, krikotiroid kas haricindeki intrinsik larinks kaslarının motor innervasyonunu da sağlar. Krikotiroid kasının motor innervasyonu ise süperior laringeal sinirin external dalı tarafından sağlanır. Bilateral nervus laryngeus recurrensin hasarı durumunda; vokal kord addüktörü olan krikotiroid kasın sürekli stimülasyonu sebebi ile larinksin sağladığı havayolu açıklığı tamamen kapanacaktır (12). Bu durum tiroid cerrahisi sonrasında görülebilmektedir ve afoniye sebep olabilmektedir.

2.1.5 Rima glottis

Aditus larinks (larinks girişi) epiglottis tarafından oluşturulur. Epiglottisten, krikoid kıkırdığın alt ucuna kadar uzanan alan laringeal kavite olarak isimlendirilir. Laringeal kavitenin içerisinde fibröz bantlardan oluşan vesitibuler kıvrımlar yer alır. Bu kıvrımlar yalancı vokal kordlar olarak isimlendirilir. Gerçek vokal kordlar, beyaz renkte ligamentöz yapılardır. İki vokal kordun arasında yer alan üçgen şeklindeki alana trianguler fissür veya rima glottis (glottik giriş) adı verilir (Resim 7). Rima glottis inspiryumda genişlerken ekspiryum sırasında vokal kordların birbirine yaklaşması ile daralır. Rima glottis erişkinlerde larinksin en dar yeridir. Çocuklarda larinksin en dar yeri krikoid kıkırdaktır. Burası; çocuklarda supraglottik darlık olarak da isimlendirilir. Çocuk ve erişkin havayolları arasında anatomik ve fonksiyonel farklılıklar mevcuttur. Bu sebeple, havayolu yönetimi açısından da farklar bulunmaktadır.

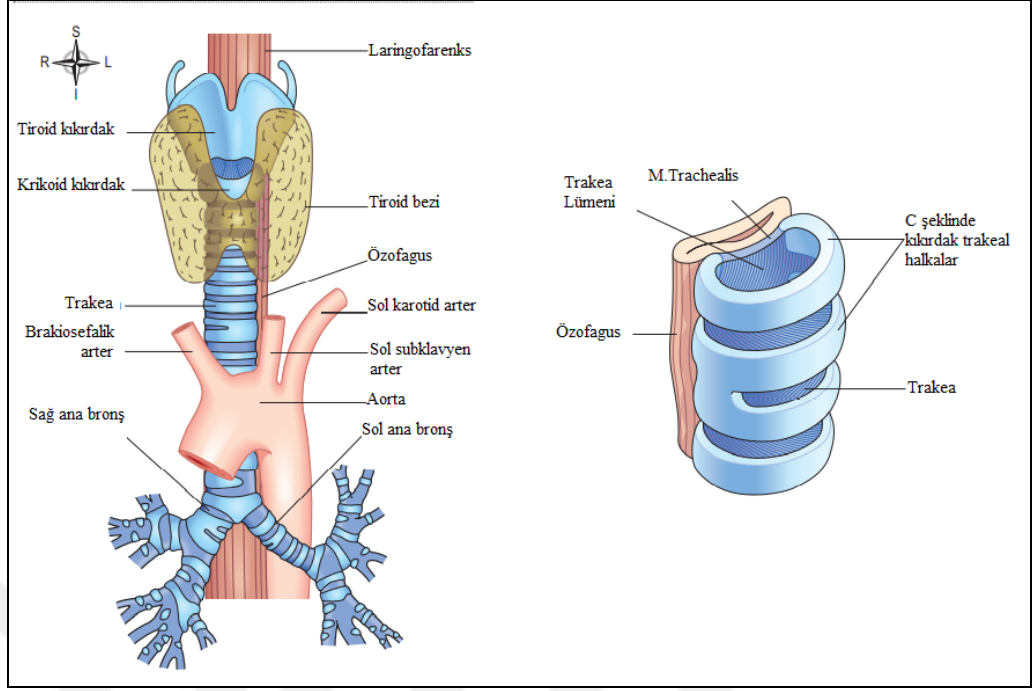


Resim 7. Larinksin ve rima glottisin laringoskopik görüntüsü (13)

2.1.6 Trakea

Trakea larinksin devamı niteliğindedir. Altıncı servikal vertebra seviyesinden başlayıp beşinci torakal vertebra seviyesinde; karina denilen noktada biter. Karina trakeanın her biri bir akciğere giden sağ ve sol ana bronşlara ayrıldığı bifürkasyona verilen isimdir. Trakea, yaklaşık 15 cm uzunluğundadır. Trakeanın yarısı boyunda yer alırken diğer yarısı ise mediastende yer almaktadır. Özofagusun önünde uzanım gösterir. 16-20 adet C şeklinde hyalin kıkırdak halkanın birbirine fibroelastik ligamentlerle bağlanıp üst üste yerleşmesinden oluşur. Kıkırdak halkaların posterior kısımları açık olup, düz kas demeti ve bağ dokusu ile birleşmişlerdir. Bu bağ ve kas dokular, trakeanın arka duvarını oluşturur ve özofagus ile temas halindedirler (Resim 8).

Trakea karinada sağ ve sol ana bronşa ayrılır. Sağ ana bronş; sol ana bronşa göre orta hatla daha dar bir açığa sahiptir ve daha dik bir konumdadır. Bu sebeple sağ ana bronшта yabancı cisim aspirasyonu daha sık görülür. ETT'ler ve aspirasyon kataterleri gereğinden fazla ilerletildiklerinde sıklıkla sağ ana bronşa yönelir (9, 11).



Resim 8. Trakeanın ve bağlantılı olduğu yapıların anatomisi (12)

2.2 Havayolu Yönetimi

Havayolu yönetimi acil tıbbın en temel ve en önemli konularından biridir. Havayolu yönetiminin birincil amacı, oksijenin akciğerlere ulaşmasını sağlayarak serebral perfüzyonu sürdürmektir. Havayolu yönetiminin ikincil amacı ise havayolunu kan, sıvı, gıda aspirasyonundan korumak ve açık tutmaktır. Bazen bir hastanın çenesini yukarı kaldırabilmek kadar basit, bazen de uyanık bir hastaya fiberoptik bir cihazla entübasyon yapabilmek kadar karmaşıktır. Havayolu yönetiminin temel ilkeleri; kalıcı bir havayolu sağlamak, ek oksijen desteği vermek ve pozitif basınçlı ventilasyon yapmak olarak özetlenebilir. Havayolu yönetiminde, zaman da en yaşamsal faktörlerden biridir. Tamamen sağlıklı ve %100 oksijen solutulan bir erişkin yaklaşık 5 dakikalık apneden sonra hipoksik kalır ve beyin hasarı hemen başlar (14).

Havayolu yönetimi; havayolunun değerlendirilmesi, zor havayolunun öngörülmesi, havayolu açma manevraları, yardımcı havayolu cihazları, ileri havayolu

yönetimini içeren ve klinisyenin olası senaryolara hazırlığını sağlayan bir planlar bütünüdür.

2.2.1 Havayolunun değerlendirilmesi

Zor havayolu; tamamen deneyimli bir klinisyenin tanımlamasına bağlı olan, subjektif bir kavramdır. Eğer havayolu yönetimi konusunda deneyimli bir klinisyen hastayı endotrakeal entübe edemiyor veya hastayı ventile ederken zorluk yaşıyor ise zor havayolundan bahsetmek mümkündür. Zor havayolu artmış mortalite ve morbidite ile ilişkilidir (15).

Havayolunun değerlendirilmesine başlanmadan önce eğer mümkünse hastanın öyküsü alınmalıdır. Öyküde hastanın daha önce entübe edilip edilmediği, edildi ise zorluk yaşanıp yaşanmadığı sorgulanmalıdır. Ek olarak hastanın diş yapısı ve geçmişi, havayoluna yakın bir operasyon geçirip geçirmediği sorgulanmalıdır. Havayolu yönetimini komplike hale getirebilecek birçok konjenital ve edinilmiş sebep mutlaka akılda tutulmalı ve değerlendirilmelidir (Tablo 1 ve Tablo 2) (14).

Tablo 1. Zor endotrakeal entübasyonla ilişkili bazı konjenital sendromlar ve açıklamaları

Sendrom	Açıklaması
Down Sendromu	Servikal omurgalarda spondilolistezis, büyük dil, küçük ağız laringoskopiye zorlaştırır; sık laringospazm görülür.
Goldenhar Sendromu (okülo-aurikülo-vertebral anomaliler)	Mandibular hipoplazi ve servikal omurga anomalisi laringoskopiye zorlaştırır.
Klippel-Feil Sendromu	Servikal vertebral füzyon nedeniyle boyun sertliği olur ve laringoskopi zorlaşır.
Pierre Robin Sendromu	Küçük ağız, büyük dil, mandibular anomali vardır; yenidoğanlarda uyanık entübasyon şarttır.
Treacher Collins Sendromu(mandibulo-fasial dizostoz)	Yüz kemiklerindeki şekil bozukluğu laringoskopiye zorlaştırır.
Turner Sendromu	Zor entübasyon olasılığı yüksektir.

Tablo 2. Zor endotrakeal entübasyonla ilişkili bazı edinilmiş sebepler ve açıklamaları

Edinilmiş Sebep	Açıklaması
Akromegali	Makroglossi, prognatizm
Akut Yanıklar	Havayolu ödemi: havayolu hızla güvene alınmalıdır.
Anjioödem	Obstruktif ödem, entübasyon ve ventilasyonu zorlaştırır.
Tümörler	Hvayolunda darlığa veya distorsiyona sebep olabilir.
Diabetes Mellitus	Atlantooksipital eklemin hareketliliği azalmış olabilir.
Yabancı Cisim	Havayolu obstruksiyonuna yol açar.
Ludwig Anjini	Trismusa, havayolunda distorsiyon ve stenoza yol açabilir.
Obezite	Obez hastalarda kısa, kalın boyun ve büyük dil olabilir.
Travma	Havayolu ödemi, kanama, unstabil maksiller ve mandibuler kırıklar, intralaringeal yaralanma, servikal dislokasyon olabilir.
Gebelik	Havayolu ödemi olabilir.

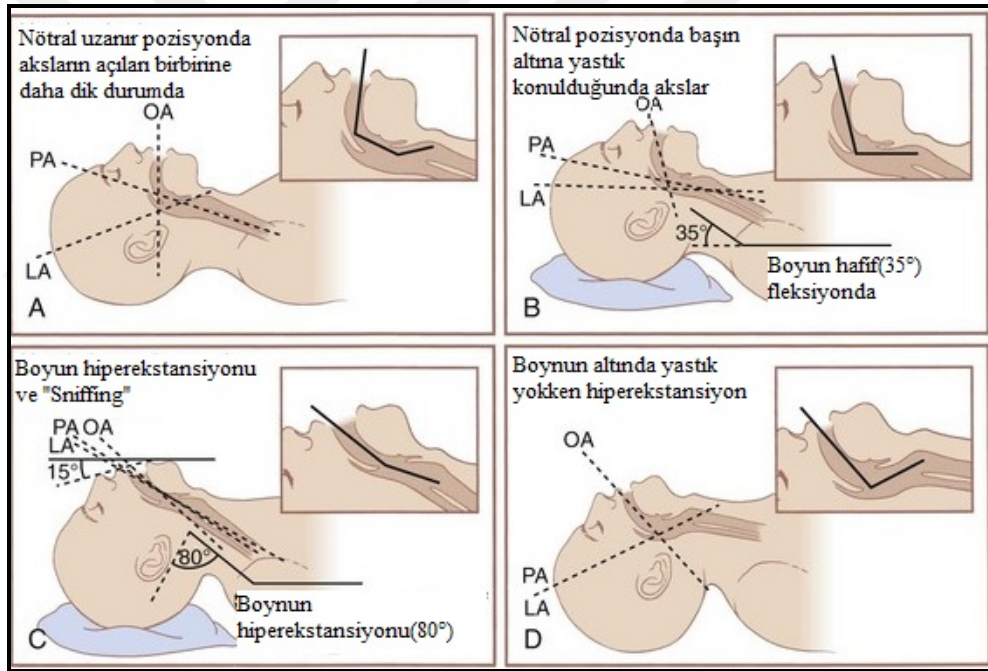
Havayolunun eksternal değerlendirilmesi, entübasyon başarısı ve zor entübasyonu öngörebilmek için kritik bir basamaktır. Eksternal inspeksiyonda öncelikle maskenin yüze oturup oturmayacağı değerlendirilmelidir. Maskenin yüze tam oturmasını ve görüş açısını engelleyebilecek; sakal, bıyık gibi engeller veya boyun hareketlerini kısıtlayabilecek servikal kollar varsa belirlenmelidir. Havayolu yönetimine başlarken buna göre hazırlık yapılmalıdır. Ayrıca ileri mikrogna, maksillofasyal travma, obezite gibi durumlar da eksternal inspeksiyonda mutlaka dikkat edilmesi gereken durumlardır.

Eksternal değerlendirmenin ikinci adımında, olası zor havayolunu saptamak gereklidir. Tiroid kıkırdağın üst ucundan mentuma uzanan tiromental mesafe yetişkinlerde en az 5 cm veya 3 büyük parmak genişliğinde olmalıdır. Bundan daha kısa bir tiromental mesafe mevcut ise hastanın epiglottisinin daha önde yerleşimli olduğu ve larinksin görüntülenmesinin çok daha zor; hatta imkansız olabileceği kabul edilmelidir.

Eğer uygunsa, hastadan oturur veya yarı oturur pozisyonunda ağzını sonuna kadar açması istenir. Yetişkin bir hastada maksiller ve mandibuler kesici dişler arasındaki mesafe 3-5 cm veya 2 büyük parmak genişliğinde olmalıdır. Sınırlı ağız açıklığı olan

hastalarda havayolunun görüntülenmesi zor olabilir ve entübasyon esnasında ön dişler zarar görebilir.

Yetişkinler, servikal omurgalarıyla atlantookspital eklemi kullanarak 35 derece fleksiyon ve 80 derece ekstansiyon yapabilmelidir. Bu hareket aralığı endotrakeal entübasyon öncesinde laringeal, faringeal ve oral aksların hizalanabilmesine olanak sağlar. Aksların bu şekilde hizalanabilmesi başarılı bir glottik görüntülemeye ve başarılı bir entübasyona olanak sağlar. Aksların birbirine olabildiğince paralel hizalandığı konumda hastanın burnu havayı koklar gibi bir pozisyonda duracaktır. Endotrakeal entübasyon için en ideal pozisyon “sniffing” (koklama) olarak da adlandırılan pozisyonudur (Resim 9) (16).



Resim 9. Aksların hizalanması.

Çeşitli pozisyonlarda Orofarengeal aksın (OA), farengeal aksın (PA) ve laringeal aksın (LA) birbiri ile açısı gösterilmiştir. Üç aksın birbirine en paralel olduğu pozisyon (sniffing) C’de gösterilmiştir (16).

Kanıtlar, bebeklerde ve küçük çocuklarda omuzlarının arkasına sarılmış bir havlu koyarak hafif baş yükseltmenin; farengeal ve laringeal aksları daha iyi hizalandığını göstermektedir. Ayrıca havayolunu değerlendirirken hastanın boynunu uzunluk ve kalınlık açısından gözlemlemek gerekir. Kısa, aşırı uzun veya kalın

boyun; hastayı koklama pozisyonuna getirmede ve hava yolu eksenlerini hizalamada zorluk olacağını gösterebilir.

Eğer imkan var ise internal inspeksiyonda hastanın diş yapısı, damak ve dili değerlendirilmelidir. Çıkıntılı kesici dişlere, gevşek, kırık dişlere ve dental cihazlara dikkat edilmelidir. Belirgin üst kesici dişler laringoskop bleydinin yerleştirilmesini zorlaştırabilir, laringoskopiye zorlaştırabilir ve hastayı dental travmaya yatkın hale getirebilir. Damağın normal, yüksek, kemerli veya yarık olup olmadığı değerlendirilmelidir. Ağız boşluğuna kıyasla dilin normalden daha yüksek, daha büyük veya daha geniş olup olmadığını belirlenmelidir. Bu değerlendirmede tespit edilen herhangi bir anomali entübasyonu zorlaştırabilir (12).

Zor havayolunu belirlemede anesteziistlerce sık kullanılan bir yöntem Mallampati sınıflamasıdır. Bu değerlendirmede hasta oturur pozisyonda iken ağzını sonuna kadar açıp dilini dışarı çıkarması istenir. Bu sınıflandırmanın prediktif değerine göre, direkt laringoskopi sırasında, sınıf I hava yollarının %100'ünde, sınıf II hava yollarının %65'inde, sınıf III hava yollarının %30'unda ve sınıf IV hava yollarının %0,1'inde tüm glottis görüntülenebilmektedir (17). Ancak bu sınıflamayı acil servislerdeki ajite, unstabil hastalarda uygulamak sıklıkla mümkün olmamaktadır.

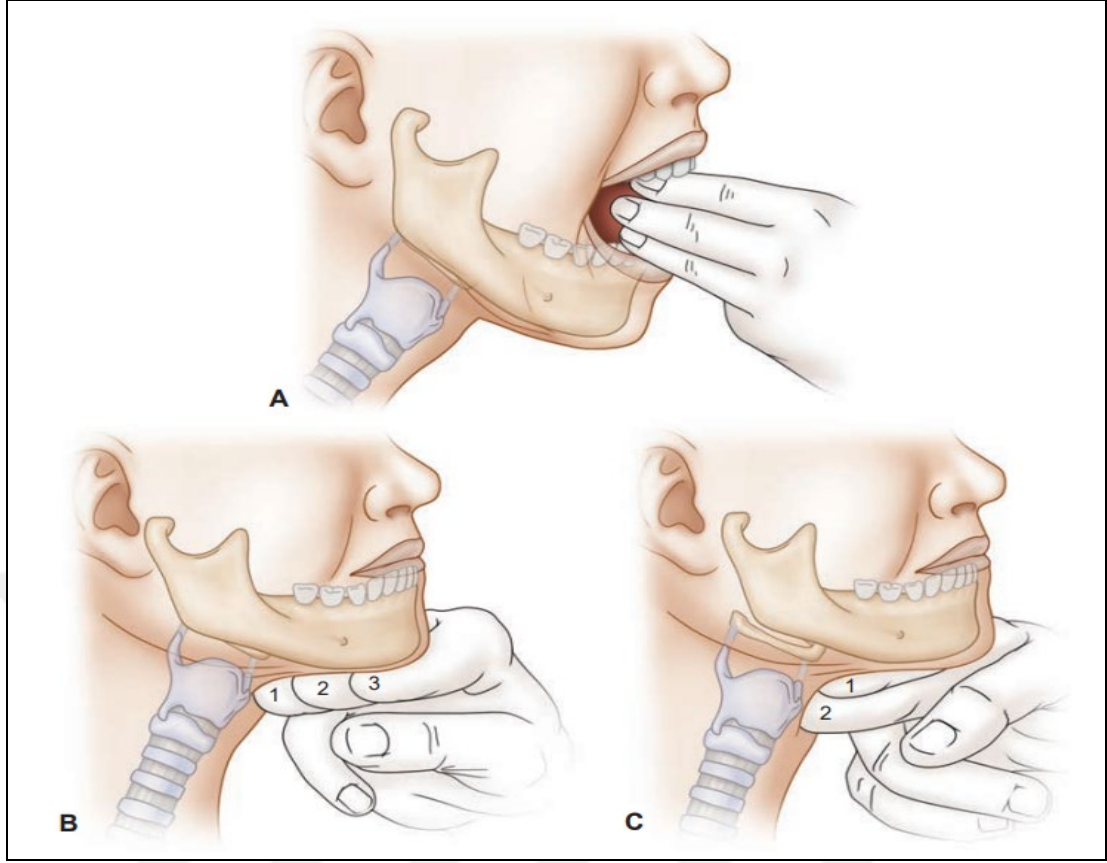
Acil servislerde zor havayolunu öngörmede bazı mnemonikler kullanılabilir. Balon-valf-maske (BVM) uygulaması için MOANS (Tablo 3), endotrakeal entübasyon için LEMON (Tablo 4), supraglottik havayolu cihazları (SGHC) için RODS (Tablo 5) ve cerrahi havayolu için SMART (Tablo 6) mnemonikleri kullanılabilir (18).

Tablo 3. MOANS mnemoniği

M	Mask Seal/Male Sex/Mallampati (Maske Yerleşimi/Erkek cinsiyet/Mallampati)	Gür sakal, kan, döküntü, yüz devamlılığının bozulmuş olması gibi durumlar maskenin uygun yerleştirilmesini engelleyebilir. Erkek cinsiyet ve 3-4 Mallampati skoru da maske yerleşimini zorlaştırabilecek bağımsız risk faktörleridir.
O	Obstruction/Obesity (Hava yolu obstrüksiyonu/Obezite)	BMI>26 kg/m2 olan hastaların ve gebeliğin 3. trimesterinde olan hastaların BVM ile uygun şekilde ventile edilmeleri zordur. Anjiyoödem, Ludwig anjini, Üst hava yolundaki abseler, Epiglottit gibi sebepler obstrüksiyon yaratıp ventilasyonu zorlaştırır.
A	Advanced Age (İleri Yaş)	55 yaş üzerindeki hastaların havayolunda kas dokuları azaldığı için elastik dokular azalır ve BVM ile ventile edilmeleri zorlaşır.
N	No Teeth (Dişsizlik)	Dişsiz hastada BVM sızdırabilir çünkü maske yüze yeterince oturmayabilir. Bu nedenle varsa takma dişler entübasyona kadar çıkarılmamalı ve BVM ile bu şekilde ventilasyon yapılmalıdır.
S	Stiff/Snoring (Dirençli havayolu/Horlama)	Dirençli havayoluna sahip hastaları ifade eder. KOA, AC ödemi, ARDS, pnömoni veya horlama öyküsü olan hastaların havayolu, BVM ile ventilasyon açısından dirençlidir.

Tablo 4. LEMON mnemoniği

L	Look externally (Dışardan bak)	Aslında klinik gestalt; klinisyenin dışardan baktığında zor havayolu olacağını hissettiği durumdur. Küçük çene, kısa boyun, büyük dil, büyük dişler gibi dışardan bakılınca fikir verebilecek durumlar klinisyenin zor havayolu olacağına dair hissetmesine neden olabilir. Klinisyen bu kararı veriyse çoğunlukla zor entübasyon söz konusu olur.
E	Evaluate 3-3-2 rule (3-3-2 kuralını değerlendir) (Resim 10)	3: Ağız tam açık iken ön dişler arasındaki mesafe en az 3 parmak genişliğinde olmalıdır. 3: Tiromental mesafe en az 3 parmak genişliğinde olmalıdır. 2: Tirohyoid mesafe en az 2 parmak genişliğinde olmalıdır.
M	Mallampati score (Mallampati Skoru) (Resim 11)	Mallampati skoru 3-4 olan hastalarda başarısız entübasyon oranları belirgin şekilde yüksektir.
O	Obstruction/Obesity (Obstrüksiyon/Obezite)	Obezite ve üst havayolu obstrüksiyonu entübasyonu zorlaştırır. Üst havayolu obstrüksiyonu olan hastalarda boğuk ses (sıcak patates yemiş gibi), stridor, dispne ve sekresyonlarını yutamama gibi bulgular olabilir.
N	Neck Mobility (Boyun mobilitesi)	Servikal omurga immobilizasyonu (servikal kollar), romatoid artrit, ankilozan spondilit gibi boyun mobilitesini kısıtlayıcı durumlar entübasyonu zorlaştırır.

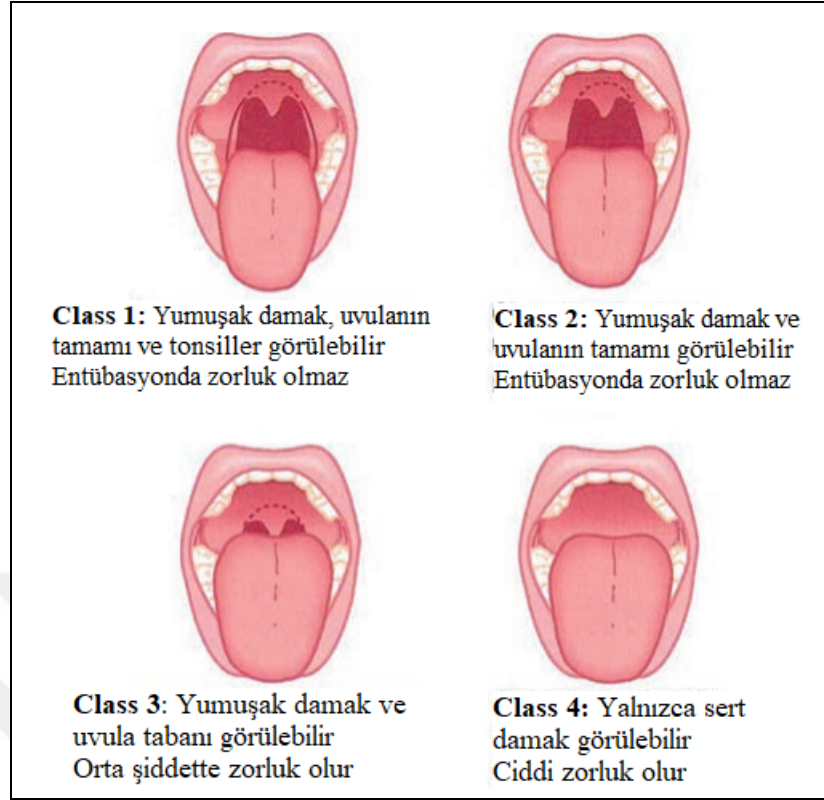


Resim 10. 3-3-2 kuralı.

A: Ağız tam açık iken ön dişler arasındaki mesafe 3 parmak genişliğinde olmalı. B: Tiromental mesafe en az 3 parmak genişliğinde olmalı. C: Tirohyoid mesafe en az 2 parmak genişliğinde olmalı (18).

Tablo 5. RODS mnemoniği

R	Restricted mouth opening (Azalmış ağız açıklığı)	Supraglottik havayolu cihazlarının uygulanması için öncelikle yeterli ağız açıklığı gereklidir.
O	Obstruction/Obesity (Obstrüksiyon/Obezite)	Obez hastalarda havayolu direnci artmıştır. Bu sebeple SGHC'nin tam yerleşmesi zor olabilir ve daha yüksek ventilasyon basınçları gerektirebilir. Üst hava yolu obstrüksiyonu SGHC uygulanmasını imkansız hale getirebilir.
D	Disrupted or distorted airway (Bozulmuş havayolu anatomisi veya bütünlüğü)	Boynun fleksiyon deformiteleri, penetran travmaları, hematoma, abse gibi durumlar anatomiyi bozup farenkse konulan SGHC'nin uygun şekilde havayoluna yerleşmesine engel olabilir.
S	Stiff (Direnci)	KOAH, Astım, ARDS, Pulmoner ödem gibi havayolu direncini arttıran durumlar SGHC uygulanmasını zorlaştırabilir ve daha yüksek ventilasyon basınçları gerektirebilir.



Resim 11. Mallampati sınıflaması (18)

Tablo 6. SMART mnemoniği

S	Surgery (recent or remote) Geçirilmiş cerrahi öyküsü (Yeni veya eski)	Yakın zamanlı cerrahi öyküsü, ödem ve işlem esnasında kanama ile ilişkilidir. Anatomi bütünlük bozulmuş olabilir işlem sırasında anatomik belirteçlerin tanımlanması zor olabilir.
M	Mass (Kitle)	Travmatik hematoma, abse veya havayolundaki herhangi bir kitle işlemi engelleyebilir, anatomik belirteçlerin tanınmasını zorlaştırabilir.
A	Access/Anatomy (Erişim/Anatomi)	Obezite, kısa boyun, subkutanöz amfizem, servikal kollar gibi dışardan engelleyici objeler belirlenen anatomik bölgeye erişimi engelleyebilir.
R	Radiation (Radyasyon)	Radyoterapi dokularda skar dokusu yaratmış olabilir, anatomik bütünlüğü bozmuş olabilir.
T	Tumor (Tümör)	Havayolu içerisinde veya havayoluna dışardan bası yapan herhangi bir tümör hem erişimi engelleyebilir hem de kanama gibi komplikasyonlara sebep olabilir.

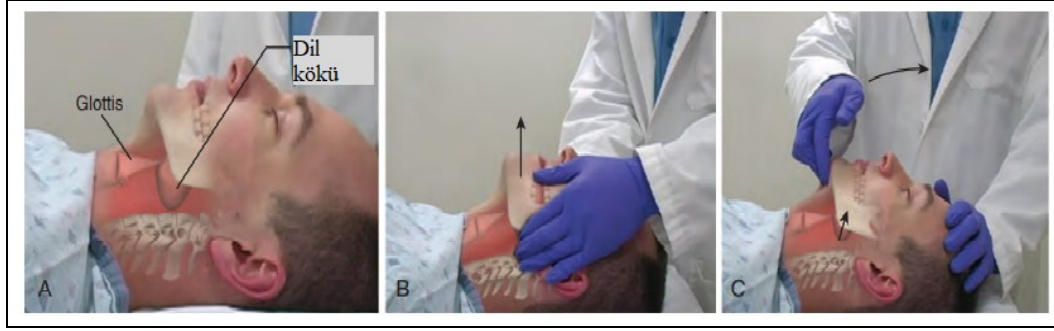
2.2.2 Havayolu açma manevraları

2.2.2.1 Çene itme manevrası (Jaw-thrust maneuver)

Çene itme manevrası en temel manevralardan biridir. Sırtüstü yatan bir hastanın dili mandibulaya yapışıktır. Dil tonusunu kaybedebilir ve farengeal obstrüksiyona sebep olabilir. Çene itme manevrasının amacı dili farenksin arka duvarından ve damaktan uzaklaştırmaktır. Böylece hava akımı engellenmeden dilin arkasından larinkse ulaşır. Klinisyen hastanın başında durup her iki elin 2,3,4 ve 5. parmaklarını mandibulanın sağ ve sol köşesine koyup avuç içleri sağ ve sol maksiller sinüslere denk gelecek şekilde çeneyi kaldırarak bu manevrayı gerçekleştirebilir (Resim 12). Servikal travmalı olgularda havayolunu açık tutabilmek için baş geri-çene yukarı manevrasının güvenle uygulanabilir olduğuna dair kanıt yoktur. Bu sebeple bu hastalarda havayolunu açık tutmak için yalnızca çene itme manevrasının uygulanması daha doğru olacaktır (19).

2.2.2.2 Baş geri-çene yukarı manevrası (Head tilt-chin lift maneuver)

Sırt üstü yatan bir hastada baş geri-çene yukarı manevrasını uygulamak için sağ elin işaret ve orta parmakların uçlarını hastanın çenesinin altına yerleştirip mandibulayı yukarı ve geriye doğru açıldırırken sol elin avuç içini de hastanın alnına yerleştirip başı geriye doğru eğmek gerekir. Bu manevra sırasında baş geriye doğru eğildiğinde boynun üst kısmı doğal olarak uzayacaktır. Çeneyi yukarı kaldırırken submandibular bölgenin yumuşak dokularına değil, sadece çenenin kemik çıkıntısına dijital baskı uygulamak gerekir. Bu manevradaki son adım sağ elin baş parmağı ile hastanın ağzını açmaktır (Resim 12).



Resim 12. Havayolu açma manevraları.

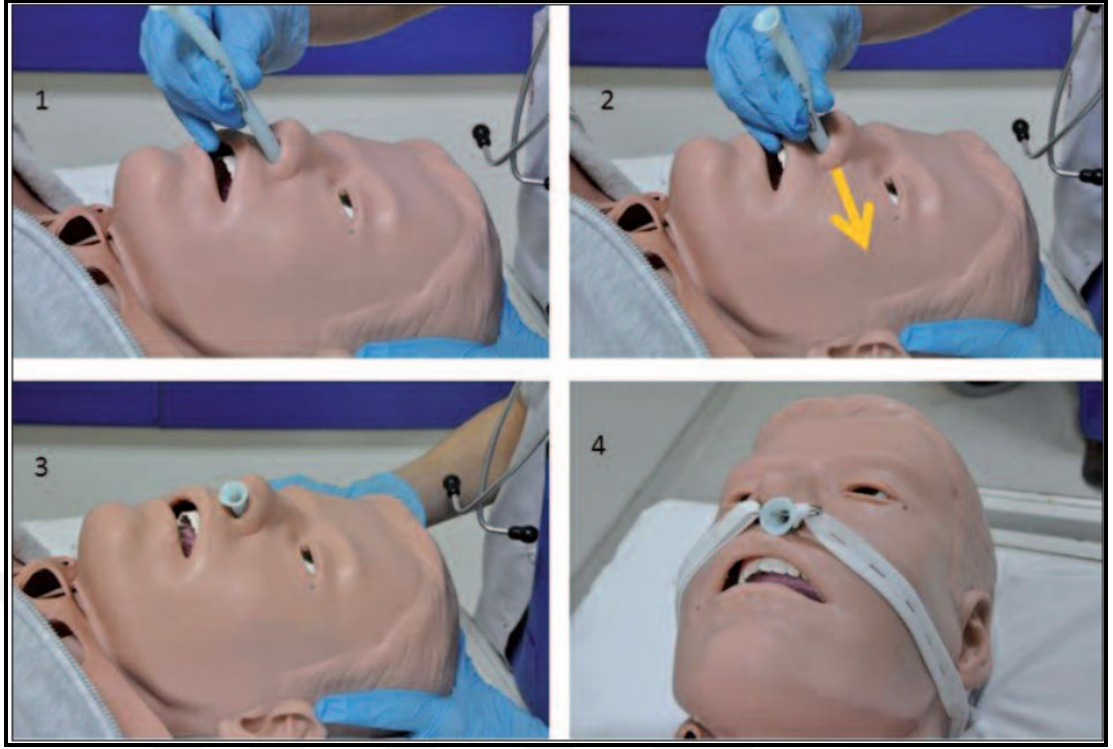
A: Bilinci kapalı hastada havayolu obstruksiyonunun en sık sebebi dil tonusunun kaybıdır. B: Jaw-Thrust Manevrası. C: Head tilt-chin lift manevrası (20)

2.2.3 Yardımcı havayolu cihazları

Yardımcı havayolu cihazları; hastanın ileri havayolu sağlanana kadar havayolu açıklığının devamını ve hastanın ventile edilmesini sağlayan cihazlardır. Yardımcı havayolu cihazları nazofarengeal airway, orofarengeal airway, BVM ve ağız içi maskeyi içerir. Bu cihazların kullanımı hızlıdır ve hemen hemen her ortamda kullanılabilirler. Bir çalışmada, hastane öncesinde sadece BVM kullanılarak solutulan hastalar ve BVM kullanılıp ardından endotrakeal entübe eden hastalar karşılaştırılmış ve nörolojik sağkalım açısından farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışma BVM'nin ve yardımcı havayolu cihazlarının kullanımını iyi bilmenin ne derece önemli olduğunu göstermektedir (21, 22).

2.2.3.1 Nazofarengeal airway

Yumuşak bir yapıya sahip kauçuk ya da polivinil klorür (PVC) malzemeden üretilir. Burun deliğinden farenkse kadar uzanarak havayolu açıklığını sağlamaya yarar. Yerleştirmeyi kolaylaştırmak ve travmadan kaçınmak için uygulama öncesi dış yüzeyine mutlaka kayganlaştırıcı kullanmak gereklidir. Deviasyon ya da obstruksiyon olmayan burun deliğinden uygulamak gerekmektedir. Uygulama sonrasında burun ucunun dışında kalan ucundan sabitlenmelidir (Resim 13) (22).



Resim 13. Nazofarengeal airway takma ve sabitleme yöntemi.

Sarı ok burun tabanına doğru ilerletilme yönünü göstermektedir (22).

Orofarengeal airway uygulamada güçlük yaşanan, öğürme refleksi aktif olup yarı bilinçli olan, trismus olan veya çenesi açılmayıp ağız açıklığı sağlanamayan solunum sıkıntılı hastalarda kullanılabilir. Ayrıca uzamış nöbet aktivitesi olan, sık nazotrakeal aspirasyon ihtiyacı olan veya dilin geriye kaçması sonucu havayolu açıklığının engellendiği hastalarda kullanılabilir (14).

Uygulama, komplikasyon olarak hastaların yaklaşık %30 kadarında burun kanamasına yol açabilir. Kafa tabanı kırığı veya şüphesi olan hastalarda, antikoagülan (aspirin, heparin, warfarin vb.) kullandığı bilinen hastalarda, bilinen koagülopatisi olan hastalarda, transsfenoidal cerrahi özgeçmişli olan hastalarda veya son zamanlarda rinoplasti ve septoplasti operasyonu geçiren hastalarda nazofarengeal airway kullanımı kontraendikedir (22,23). Nazofarengeal airway boyunu seçerken hastanın burun kanadından kulak memesine kadar olan mesafe hesaplanmalıdır. Kolay akılda tutulması açısından ortalama olarak erişkin kadınlarda 6, erişkin erkeklerde ise 7 numara tercih edilebilir (Resim 14).



Resim 14. Uygun nazofarengeal airway boyutu seçilmesi için burun kenarı-kulak memesi arası mesafe ölçümü (22)

2.2.3.2 Orofarengeal airway

Sert plastik malzemeden üretilen ve sık kullanılan yardımcı havayolu cihazıdır. Açıklığı yukarı bakacak şekilde ağızdan geçirilip, sert damağa kadar ilerletilip ardından 180 derece döndürüldükten sonra orofarenkse ilerletilerek yerleştirilir (Resim 15). Ağız mukozası ıslak olduğundan uygulama esnasında kayganlaştırıcıya gerek yoktur. Havayolu açıklığının devamını sağlamakla beraber, dilin ve ETT'nin ısırılmasını engeller. Orofarengeal airwayin kanalı; oksijen iletimine ve orofarenksin ve trakeanın aspirasyonuna olanak sağlar (22).



Resim 15. Orofarengeal airwayin yerleştirilmesi.

A: Açıklığı yukarı bakacak şekilde sert damağa kadar ilerletilmesi B: Orofarengeal airwayin 180 derece döndürülmesi C: Orofarengeal airwayin farenkse kadar ilerletilmesi (24)

Orofarengeal airway bilinci kapalı apneik hastada kullanılabilir. Bilinci açık veya bilinci tamamen açık olmasa da öğürme refleksi aktif olan hastada, kusmayı tetikleyebileceğinden kullanılmamalıdır.

Orofarengeal airway boyunu seçerken ağız kenarından kulak memesine kadar olan mesafe veya ön dişler ile angulus mandibulaya kadar olan mesafe ölçülmelidir. Kolay akılda tutulması açısından ortalama olarak erişkin kadınlarda 3, erişkin erkeklerde ise 4 veya 5 numara tercih edilebilir (Resim 16) (22).

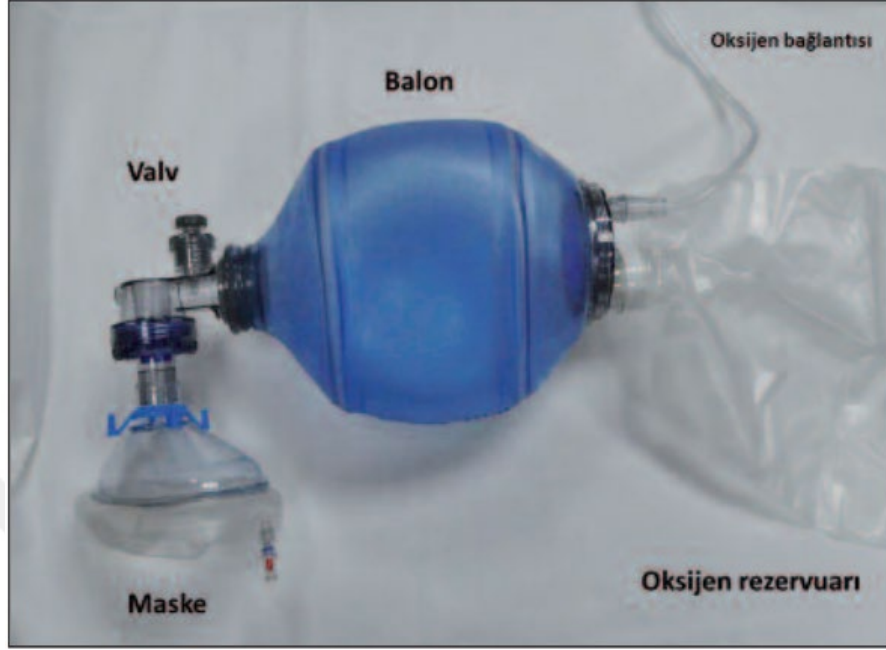


Resim 16. Orofarengeal airway seçimi yapılırken dudak kenarı-kulak memesi arası mesafe ölçümü (24)

2.2.3.3 Balon-valf-maske (BVM)

BVM acil servislerde en sık kullanılan yardımcı havayolu cihazıdır. Temelde hastaya pozitif basınçlı ventilasyon sağlamaya yarar. Üretici firmaya göre değişmekle beraber, hastanın yaşına göre çeşitli boyutlarda üretilir. Çoğunlukla erişkinler için 1000-1500 ml çocuklar için 500-650 ml, yenidoğanlar için 240-280 ml arasında balon hacmine sahiptirler. Balon-valf-maske sistemi 3 kısımdan oluşur: 1.

Havanın kendiliğinden dolduğu balon kısmı 2. Tek yönlü hava akımına izin veren valf kısmı 3. Hastanın yüzüne mühür şeklinde oturan maske kısmı (Resim 17) (22).



Resim 17. Balon-valf-maske (22)

Balon parçası; içerisine dolan havanın pozitif basınçla valfe ve oradan da maske aracılığıyla akciğerlere iletilmesini sağlar. Uygulama yapılırken balon kısmı mutlaka yüksek akımlı oksijen kaynağına bağlanmalıdır. Daha yüksek akımlı oksijen verebilmek için ise balonun arkasına oksijen rezervuarı yerleştirilmelidir. Valf parçası; balondan gelen pozitif basınçlı havanın dışarı kaçmasını önleyip tek yönlü olarak iletir ve hastadan gelen ekspiryum havasının balonun içerisine geri dolmadan çıkmasını sağlar. Maske parçası, bir mühür gibi ağıza tam oturarak kenarlardan hava kaçışını engeller. Maskenin yüze oturan kısmının kenarlarında üreticiye göre değişmekle beraber bazen silikon bazen ise hava ile şişirilebilen ve hacimi ayarlanabilen plastik kenarlıklar bulunur. Acil serviste hastanın sekresyon ve kusmuklarını görebilmek için mutlaka şeffaf maske kullanılmalıdır.

BVM ile verilen pozitif basınçlı havanın solunum yoluna daha iyi iletilebilmesi için BVM mutlaka orofarengeal airway ile kullanılmalıdır. BVM ile ventilasyonun bazı zorlukları da mevcuttur. Maskenin yüze tam oturmaması, hastanın yüzünde

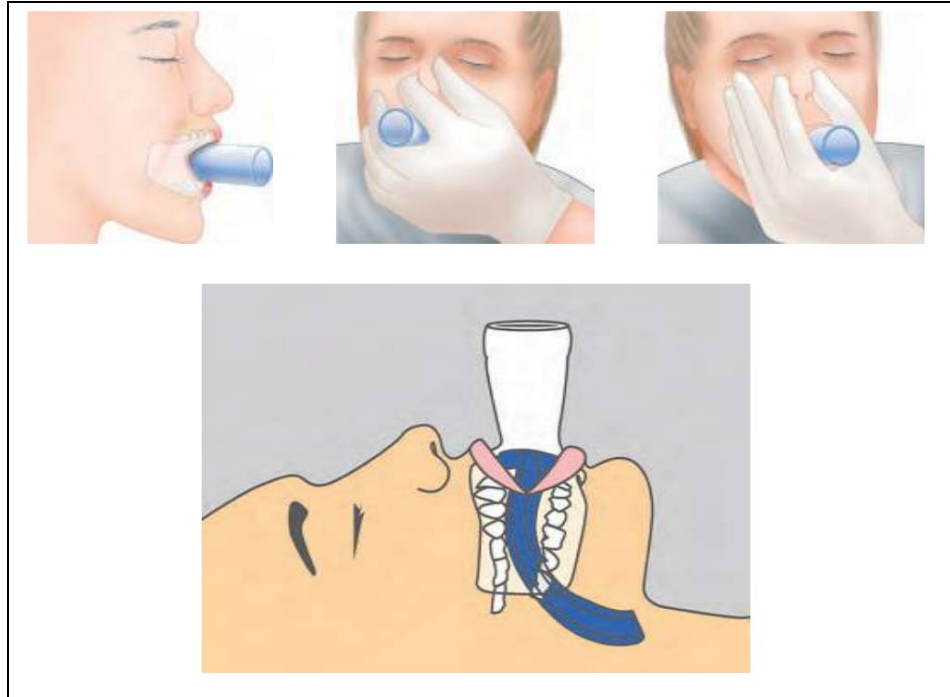
sakal veya bıyık olması, hastanın obez olması, hastanın alt çenesinin önde veya geride olması gibi nedenler BVM ile ventilasyonu zorlaştırabilir (22).

2.2.3.4 Ağız içi maske

BVM ile kullanımda geleneksel yüz maskesi yerine kullanılabilen, ağız içi yardımcı hava yolu cihazıdır. Şu anda tek örneği Numask® (NuMask Inc., Woodland Hills, CA) adı altında üretilmektedir. Numask ağız içinin ve sekresyonların görülebileceği şeffaf yapıda bir cihazdır. Özellikle geleneksel yüz maskesinin mühür şeklinde tam oturmadığı hastalar için kullanılabilir.

Cihazın uygulanması kolaydır. Doğrudan hastanın ağzının içerisine yerleştirilir. Cihazın yumuşak kanatları dişler ve dudaklar arasına yerleştirilerek tam bir mühür şeklinde ağız açıklığına oturur ve hava kaçağını engellemeye yarar (Resim 18).

Numask küçük ellere sahip uygulayıcılar için veya tek uygulayıcı ile ventilasyon için; kolay kullanımı ve daha az hava kaçağı olması sebebi ile idealdir (25,26,27).



Resim 18. Ağız içi maske (Numask®) ve orofarenkse yerleştirilme pozisyonu (14)

2.2.4 İleri havayolu yönetimi

Endotrakeal entübasyon (ETE), acil hava yolu yönetiminin en temel taşıdır ve trakeaya doğrudan ulaşım sağlayarak havayolu açıklığını ve bunun kalıcılığını sağlar. Ayrıca oksijenizasyon ve ventilasyona yardımcı olup ve aspirasyonu önlemeye yarar. Bazı hastalarda tanı veya tedavide yeteri kadar sedasyona güvenli şekilde izin vermek için de endotrakeal entübasyon gerekebilir.

Öncelikle hastanın endotrakeal entübasyon ihtiyacının olup olmadığına karar vermek gereklidir. Acil durumlarda ETE endikasyonları oldukça geniştir fakat ETE ihtiyacı olan hastalar kısaca; havayolu açıklığını korumak ve sürdürmekte yetersiz kalan hastalar, ventilasyon ve oksijenizasyon yetersizliği olan hastalar, klinik seyrinde bozulma beklenen hastalar olarak özetlenebilir.

Başarılı bir ETE için uygun bir hazırlık yapmak gerekmektedir. Bu her durumda mümkün olmayabilir. Özellikle arrest olan veya klinik durumu aniden kötüleşen hastalara, bazen hazırlık olmadan da klinisyenin ETE yapması gerekebilir. Ancak eğer hazırlık imkanı varsa mutlaka yapılmalıdır. İyi bir hazırlıktan sonra, hasta entübe edilmeden önce mutlaka iyi bir preoksijenizasyon da sağlanmalıdır. ETE prosedürü esnasında olası komplikasyonlar ve karşılaşılabilecek zorluklar sebebiyle serebral perfüzyonun devamlılığı sağlanmalı ve bu sebeple hastada iyi bir preoksijenizasyon sağlanmalıdır.

2.2.4.1 Hazırlık

ETE'ye başlamadan önce hastanın başındaki acil arabasında acil havayolu ekipmanlarının (bkz: Tablo 7) hazır bulunması gerekmektedir. Temel havayolu ekipmanları, yardımcı havayolu cihazları, endotrakeal entübasyon ekipmanı, cerrahi havayolu ekipmanı ve supraglottik havayolu cihazları hemen erişilebilir olmalı ve bunların hepsi aynı acil arabasında tutulmalıdır. Pediatrik hastalar için de uygun boyutlardaki ekipman erişilebilir olmalıdır.

Tablo 7. Acil havayolu ekipmanları

-
- Oksijen tüpü veya kaynağı
 - Balon-valf-maske
 - Çeşitli ebatlarda yüz maskeleri
 - Çeşitli ebatlarda orofarengeal airwayler
 - Çeşitli ebatlarda nazofarengeal airwayler
 - Trakeal aspirasyon katateri, Yankauer katateri, nazogastrik aspirasyon katateri
 - Aspirasyon ünitesi
 - Pulse oksimetre
 - Karbondioksit dedektörü
 - Çeşitli ebatlarda ETT'ler
 - Laringoskop ve bleydleri
 - Çeşitli ebatlarda şırıngalar
 - Magill forseps
 - Stile
 - Dil basacağı
 - Gum elastik buji
 - Su bazlı lubrikan (kayganlaştırıcı) jel
 - Kurtarıcı cihazlar: Videolaringoskop, Laringeal mask airway, i-gel® (Intersurgical Inc., Liverpool, NY), King LT® (King Systems, Noblesville, IN) gibi diğer supraglottik cihazlar
 - Cerrahi krikotiroidotomi seti
 - Çeşitli sedasyon, analjezi ve indüksiyon ajanları
-

ETE'ye başlamadan evvel hastanın nabızı, kalp ritmi, kan basıncı, oksijen satürasyonu ve end-tidal karbondioksit basıncı monitörize edilmelidir. Hastanın intravenöz (IV) erişimi olmalıdır ve ihtiyaç halinde uygun sıvılar ve ilaçlar IV yol ile verilebilmelidir.

Entübe edilecek hasta, sedyede tamamen supin pozisyonda olmalı ve klinisyenin ksifoidinin seviyesine kadar yükseltilmelidir. Hastanın dış kulağını, sternal çentiğinin hizasına getirerek pozisyon vermek rima glottisin görüntülenmesini kolaylaştıracaktır (Resim 19).



Resim 19. Optimal ETE için hasta pozisyonu.

Hastanın dış kılak yolu ve sternal çentik aynı hizada olmalıdır (28).

Hastanın başında BVM, aspirasyon katateri ve aspirasyon ünitesi, orofarengeal ve nazal airwayler hazır olmalıdır. BVM, oksijen kaynağına bağlı olmalıdır. Bazı hastalarda orofarenksin aspirasyonu için bir yardımcıyı hazır bulundurmak gerekebilir. Laringoskopun bleydi ve ışığı, videolaringoskopun ekranı, ETT'ler ve kafları kontrol edilmelidir. Hastaya uygun seçilmiş bir ETT ve bir boy daha küçüğü mutlaka hazır olmalıdır. Ayrıca olası bir başarısız entübasyon durumunda B planı ve buna uygun ekipmanla beraber supraglottik cihazlar da hazır bulundurulmalıdır.

Entübasyona başlamadan önce mümkünse hasta ile ilgili tüm klinik bilgi ve hasta öyküsü öğrenilmelidir. Ayrıca hastanın anatomik ve fizyolojik durumu da değerlendirilmeli, entübasyon ve sonrasındaki bakım planları buna göre yapılmalıdır. Hastanın klinik veya anatomik durumu başarılı endotrakeal entübasyon olasılığını azaltacaksa uyanık entübasyon seçeneği de düşünülmelidir.

Özet olarak acil havayolu yönetimi için acil servis içerisinde başarısızlığı öngörebilen, alternatifler sunabilen bir plan yapmak ve kontrol listeleri hazırlamak yerinde olacaktır (28).

2.2.4.2 Preoksijenizasyon

Yüzde 70'in altındaki oksijen saturasyonları; artmış disritmi, kalp yetmezliği ve dekompanzasyon ile ilişkilidir. Preoksijenizasyonda amaç alveollerdeki azotu uzaklaştırmak ve alveolleri oksijen ile doldurarak olası bir apneyi engellemek için rezerv oluşturmaktır. Ameliyathane koşullarında entübe edilen sağlıklı hastalarda preoksijenizasyonun apneye girme süresini birkaç dakika kadar uzattığı gösterilmiştir. Ancak kritik hastalarda preoksijenizasyona rağmen apneye girme süresi oldukça kısadır.

Belirgin bir hipoksisi veya hipoksemisi olmayan hastalarda bile mutlaka preoksijenizasyon yapmak gereklidir. Yanıtsız ve apneik hastalarda ETE ekipmanının hazırlandığı kısa sürede bile preoksijenizasyon yapılabilir. Eğer crash entübasyon yapmıyor isek, hasta en az 3 dakika boyunca geri-solumasız maske yoluyla %100 oksijen ve en az 15 L/dk akım kullanılarak solutulmalıdır. Preoksijenizasyon aşamasında eğer hastada spontan solunum ile %95'in üzerinde oksijen saturasyonuna ulaşamıyor ise BVM, sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP) veya iki seviyeli pozitif hava yolu basıncı (BiPAP) kullanımı düşünülebilir (28). Ayrıca laringoskopi esnasında vokal kordlar görüntülenirken preoksijenizasyonun devamı amacıyla hastaya nazal kanül aracılığıyla oksijen verilerek apneik oksijenasyon yapılabilir. Apneik oksijenasyon tekniğinde düşük oksijen akımlı nazal kanül kullanıldığında desatürasyon açısından önemli bir fark görülme de; yüksek akımlı nazal oksijen preoksijenizasyon amacıyla kullanılabilir ve daha çok fayda sağlayabilir (29, 30).

2.2.4.3 Endotrakeal entübasyon prosedürü

Laringoskopinin amacı; oral, faringeal ve laringeal aksları hizalayıp rima glottisi doğrudan görüntülemek ve ETT'yi vokal kordların arasından kolayca geçirebilmektir (Resim 9 ve 21).

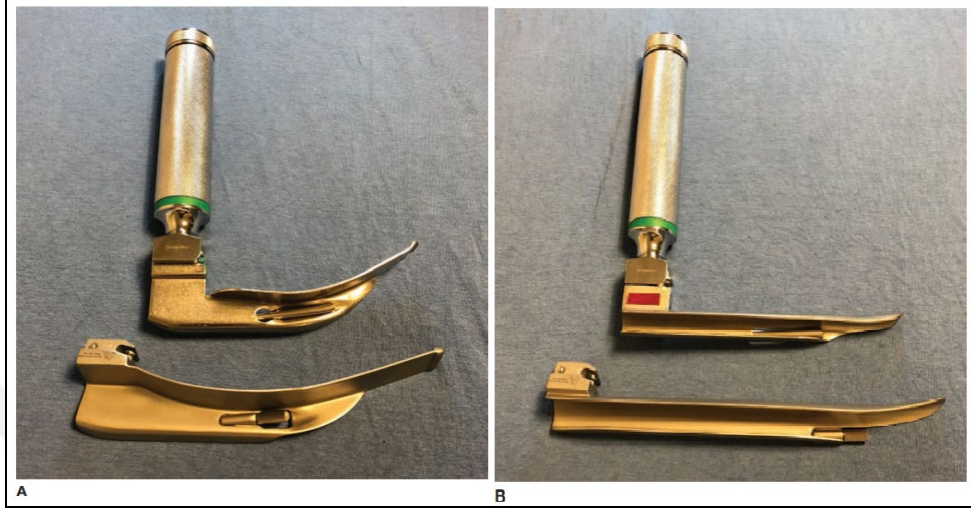
Endotrakeal entübasyon için en sık kullanılan yöntem geleneksel direkt laringoskopi ile entübasyondur. Fakat bunun dışında videolaringoskopi, fiberoptik laringoskopi veya gum elastik buji ile laringoskopi gibi yöntemler de mevcuttur. Birden çok yöntem olsa da tüm yöntemlerde teknik direkt laringoskopi tekniğine dayalıdır. Bu sebeple direkt laringoskopi ile entübasyon prosedürüne hakim olunmalıdır.

2.2.4.3.1 Direkt laringoskopi

Direkt laringoskopi yapılabilecek iki temel konvansiyonel bleyd tasarımı (Miller ve Macintosh) mevcuttur ve yetişkin havayolu anatomisi için kavisli yapıda olan Macintosh bleydler daha uygundur (Resim 20) (31). Kavisli olan Macintosh bleydin ucu, vallecula epiglotticaya yerleşir ve bleyd yukarı kaldırıldığında, dolaylı olarak epiglottis larinksin önünden kalkmış olur (Resim 21). Düz yapıya sahip olan Miller bleydi, larinksi görüntülemek için epiglottisi doğrudan yukarı kaldırmaya yarar. Ortalama erişkin bir hasta için 3 numara veya daha iri hastalar için 4 numara Macintosh bleyd tercih edilebilir. Uygun boyuttaki bleyd seçildikten sonra mutlaka bleydin ucundaki ışığın çalışır durumda olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Bleyd seçimi kadar hastaya uygun boyutta ETT'nin seçimi de önemlidir. Ortalama bir yetişkin erkek için 8.0 – 8.5 mm iç çapı olan veya ortalama bir yetişkin bir kadın için 7.0 – 8.0 mm iç çapı olan ETT'ler tercih edilmelidir. ETT kafi mutlaka 10 mL'lik bir şırınga ile şişirilip söndürülerek hava kaçağı veya olası yırtıklar açısından kontrol edilmelidir. Yüksek hacimli ve düşük kaf basınçlı ETT'ler tercih edilmelidir. ETT'nin larinkse yerleşen ucu tıkanır ise tüpün ucundaki ikinci delik (Murphy gözü), hava akışına izin verir. Tüpü ağız içerisinde kolayca

yönlendirebilmek ve bükülmesini engellemek için, ETT lümeninin içerisine hafifçe kayganlaştırılmış bir stile koymak fayda sağlayacaktır. Olası tıkanıklık durumunda hava akışı sağlanması açısından stilenin ucu Murphy gözünden dışarı çıkmamalıdır.



Resim 20. A. Kavisli bir bleyde sahip olan Macintosh laringoskop. B. Daha düz bir bleyde sahip olan Miller laringoskop (28)

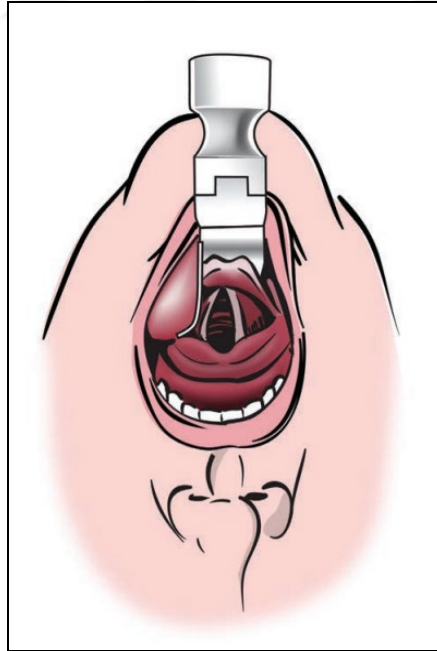
Hastaya uygun pozisyon verildikten, uygun bir hazırlık yapıldıktan sonra, gerek halinde indüksiyon ve sedasyon ajanları verilerek endotrakeal entübasyona başlanır. Direkt laringoskopi ile endotrakeal entübasyon basamakları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo 8) (28).

Tablo 8. Endotrakeal entübasyon basamakları

1	Orofarenksi temizleyin.	Takma dişler çıkartılır, kusmuk veya kan gibi tıkalıcı materyaller aspire edilir.
2	Sol el ile laringoskopi tutun.	Bleydin ucundaki ışık ağız içerisine yönelecek şekilde laringoskop sol el ile sapından tutulur.
3	Sağ el ile ağız açılır, aspirasyon katateri kullanılır ve gerekirse larinks manipulasyonu yapılabilir.	Baş parmağınızla hastanın alt kesici dişlerine kaudal olarak ve işaret parmağınızla hastanın üst kesici dişlerine kraniyal olarak bastırarak ağzın açık kalmasını sağlayın.
4	Laringoskopi sol el ile tutun. Baş hiperekstansiyona getirilir, laringoskop ağzın sağ tarafından sokulup dil bleyd yardımıyla sola doğru itilir.	Dili sola itmek için Macintosh bleydin kavisli yapısını kullanın ve rima glottisin vizualizasyonunu engelleyen dili kenara çekin.

Tablo 8. Endotrakeal entübasyon basamakları (devam)

5	Laringoskop bleydini hafifçe ileri itin, epiglottisi görüntüleyin ve bleydin ucunu vallecula epiglotticaya yerleştirin.	Laringoskopu kendinizden uzağa ve yukarıya doğru 45 derecelik açıyla uzaklaştırıp epiglottisi yukarıya kaldırın.
6	Vokal kordları ve rima glottisi görüntüleyin (Resim 21).	Bleydin fazla ileri gitmesi olasılığına karşın mutlaka aritenoid kıkırdakları (vokal kordları) görüntüleyin. Görüntüyü iyileştirmek için backward-upward-rightward pressure (BURP) manevrası kullanılabilir.
7	Endotrakeal entübasyon tüpünü vokal kordların arasından ilerletin.	İçine önceden stile yerleştirilmiş ve kaf kontrolü yapılmış uygun boyutlardaki ETT, ağzın sağ kenarından sokulup ucu vokal kordları geçene kadar ilerletilir. Tüpün ucunun vokal kordları geçtiği mutlaka görülmelidir. Tüp ucu trakeal karinanın 2 cm üstüne kadar uzanmalıdır. Bu mesafe dudak kenarından ölçüldüğünde 21-23 cm kadar olmalıdır.
8	Yerleştirilmiş olan ETT'nin kafını şişirin.	5-7 ml hava kullanılarak kafı şişirin. Kaf basıncını ölçün (Hedef basınç: 25-40 cm su).
9	ETT yerleşimini doğrulayın.	Her iki akciğerin bazali ve apeksinde eşit solunum sesi alınmalı ve epigastrik ses alınmamalıdır. Kapnograf ile de konfirmasyon yapılabilir.
10	ETT'yi sabitleyip güvene alın.	ETT sabitleyici veya yapışkan bant kullanarak ETT'yi sabitleyin.

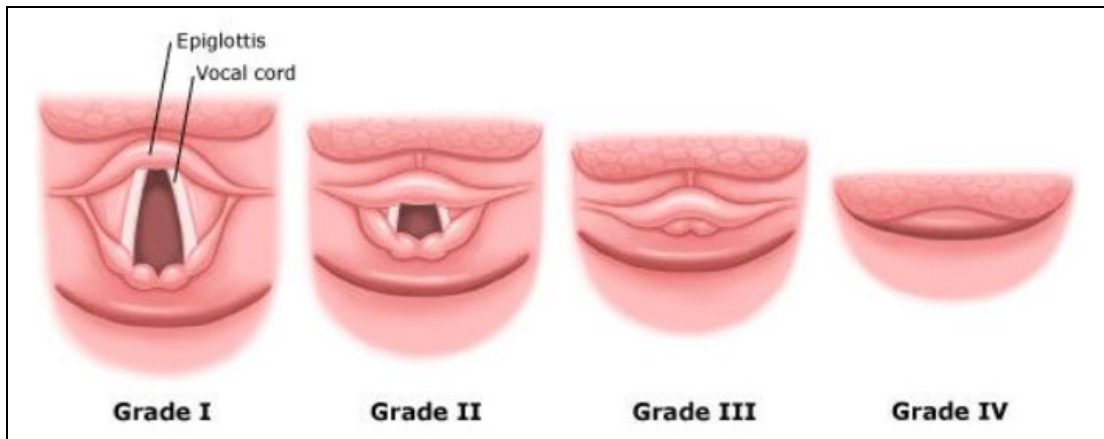


Resim 21. Direkt laringoskopi.

Laringoskop ağzın sağ tarafından sokulup dil sola doğru çekilir, ardından laringoskopun ucu ilerletilip valleculaya yerleştirilir. Laringoskop kendimizden uzağa ve yukarıya doğru 45 derecelik açıyla hareket ettirildiğinde rima glottis görüntülenebilir.

Optimal laringoskopi, glottisin herhangi bir sebeple engellenmeden tamamen görüntülenmesi demektir. Eğer glottis tam görüntülenmeden ETT yerleştirilirse çoğunlukla tüp özofagusa yerleştirilmiş olur. Entübasyon esnasında eğer vokal kordlar görülemiyor ise vizualizasyonu kolaylaştırmak için BURP manevrası kullanılabilir. Bu manevrada hastanın tiroid kıkırdığı baş ve işaret parmakları arasına alınıp BURP (Backwards, Upwards and Right Pressure-Sırasıyla arkaya, yukarıya ve sağa doğru bastırarak) şeklinde uygulama yapılarak glottik görüntüleme iyileştirilebilir.

Glottisi görüntülemenin ve ETE'nin zor olacağı hastalar entübasyon öncesinde bazı tarama testleri, mnemonikler (LEMON, MOANS vb.) ve değerlendirmeler yapılarak tahmin edilebilir. ETE esnasında ise zorluk değerlendirilmesi Cormack-Lehane sınıflaması kullanılarak yapılabilir. Cormack-Lehane sınıflaması; I. Derece (Grade I): Glottisin tamamı görünüyor; II. Derece (Grade II): Glottis ve vokal kordlar kısmen görünüyor; III. Derece (Grade III): Sadece epiglottis görünüyor; IV. Derece (Grade IV): Epiglottis de görünmüyor şeklindedir (Resim 22) (33,34). Cormack-Lehane sınıflaması, endotrakeal entübasyon zorluğunu değerlendirmede en yaygın kabul gören değerlendirme yöntemidir (32).



Resim 22. ETE sırasında vokal kordların ne kadar görüntülenebildiğini değerlendiren böylece ETE zorluğunu değerlendirmeye yarayan Cormack-Lehane Sınıflaması (34)

2.2.4.4 Videolaringoskopi

1941 yılında Miller ve 1943 yılında Macintosh bleydler; konvansiyonel direkt laringoskoplar tanıtıldı. 2001 yılında videolaringoskopi ortaya çıkana kadar entübasyonlar büyük ölçüde Miller ve Macintosh bleydleri ile yapılıyordu. Laringoskopiye yönelik bu yeni yöntem ve yeni cihaz (videolaringoskop), glottik görüntüleri bir monitöre iletmek için laringoskop bleydi boyunca uzanan bir mikro-video kamerayı içermektedir. Videolaringoskopi; operatörün doğrudan hastanın ağzının içine bakması yerine videolaringoskop ekranını izlerken trakeal entübasyon yapmasına olanak tanımaktadır.

Videolaringoskopinin geleneksel direkt laringoskopiye göre birkaç önemli avantajı vardır. Geleneksel direkt laringoskopi oral, faringeal ve laringeal aksların hizalanmasını gerektirir. Videolaringoskopi; direkt laringoskopinin aksine, entübasyonu hastanın ağzının dışından rima glottise kadar düz bir görüş hattı gerektiren bir teknik olmaktan çıkartır. Görüntünün; hastanın dilinin arkasından video kamera tarafından kolayca alındığı ve düz bir görüş hattı gerektirmeyen bir tekniğe dönüştürür. Bunun sayesinde baş hiperekstansiyona getirilmeden de iyi bir görüntü elde edilebilir. Bu özellik, servikal stabilizasyon gerektiren hastalarda ciddi bir avantaj sağlamaktadır.

Videolaringoskop elde edilen havayolu görüntüsünü büyütür ve operatörün hava yolunu daha ayrıntılı şekilde görmesine olanak tanır. Videolaringoskopi, geleneksel direkt laringoskopiye göre 15 derece daha geniş görüş açısı sağlar. Bazı videolaringoskoplar, daha kavisli ve öne doğru açılı bir bleyd yapısına sahiptir ve operatörün doğrudan görmesinin zor veya imkansız olduğu yapıları görmesini sağlar (35, 36). Videolaringoskopi, zor havayolunda daha yüksek entübasyon başarısı, daha kısa bir entübasyon süresi, entübasyon için daha az kuvvet gereksinimi, ön dişlere daha az zarar verme olasılığı gibi avantajlar da sağlamaktadır. Videolaringoskopi ile ilk denemede başarılı entübasyon oranı direkt laringoskopi ile karşılaştırıldığında daha yüksektir, özellikle zor havayolunda bu fark daha da belirginleşmektedir. Son

yıllarda ise bazı uzmanlar, videolaringoskopin tüm acil entübasyonlar için kullanılmasını ve standart olarak kabul edilmesi gerektiğini önermişlerdir (37).

Ayrıca, videolaringoskopi, henüz deneyimsiz olan operatörlerin veya diğer sağlık hizmet sağlayıcılarının anatomiye görselleştirme ve endotrakeal entübasyon becerisi edinme sürecine rehberlik edip, eğitimi iyileştirebilir. Videolaringoskopen kullanılması, endotrakeal entübasyonun prosedürünün kayıt altına alınmasına olanak sağlar ve bu da operatörlerin eğitim sürecine katkı sağlayabilir (35).

Videolaringoskopin bazı dezavantajları da mevcuttur. Kameranın kan, salgı gibi materyaller ile kaplanması ve görüntü almanın zorlaşması, çok farklı karakteristiğe sahip cihazların olması, kör noktalarda ETT ilerletilirken mukozal travma olabilmesi, bazen cihazın kapladığı alan sebebiyle tüpün iletilebileceği yeterli ağız açıklığının kalmaması gibi sebepler önemli dezavantajları olarak gösterilebilir. Ancak videolaringoskopin en önemli dezavantajı cihazların maliyetidir. Cihazların yüksek maliyetleri, videolaringoskoplara pratikte altın standart olmaktan alıkoymaktadır. Ayrıca birçok videolaringoskopi cihazının, bled uçlarının tekrar kullanılabilir olmaması da uzun dönem maliyetlerini arttırmaktadır. Yüksek maliyetler sebebi ile videolaringoskoplara her hastanenin veya tıp eğitimi veren kurumun kolaylıkla ulaşabildiği cihazlar değildir. Konvansiyonel Macintosh ve Miller laringoskoplara ise düşük maliyet ve kullanılabilirlik nedeni ile halen en sık tercih edilen laringoskoplardır.

İlk tanıtıldıkları tarihten bu yana birden çok videolaringoskop modeli üretilmiştir. Entegre veya harici ekranlı, tüp kanalı olan veya olmayan, tekrar kullanılabilir bled ucuna sahip olan veya olmayan çeşitli videolaringoskop modelleri mevcuttur.

2.2.4.4.1 C-MAC®

C-MAC® (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) videolaringoskop (Resim 23), 2003 yılında Almanya’da üretilip kullanıma sunulmuştur. Konvansiyonel Macintosh bled

tasarımına sahiptir. Pediatrik hastalar için Miller, zor havayolu için ise daha kavisli olan D-bleyd tasarımına sahip bleyd seçenekleri de mevcuttur. Bleydinin ucunda, buğu engelleyici (anti-fogging) özelliği olan entegre bir kameraya sahiptir. Kamera çözünürlüğü bleyd modellerine göre değişmektedir. Çalışmamızda kullandığımız 8401AXC modeli 1280x800 piksel çözünürlüğe sahiptir. Kamera aracılığıyla elde edilen görüntü kablo yardımıyla harici bir monitöre iletilir. Harici monitör özellikleri de modeline göre değişebilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız 8403ZX modeli harici monitör 7 inç genişliğinde olup, 1280x800 piksel çözünürlüğe sahiptir. C-MAC videolaringoskopun, sapında bulunan elektronik modül aracılığıyla görüntüleri kaydetme özelliği de mevcuttur. Cihazın bleydleri uygun bir şekilde sterilize edilip yeniden kullanılabilir bleydlerdir ancak diğer videolaringoskopların tekrar kullanılabilir bleydleri gibi, sterilizasyon sonrası yüzeylerinde korozyon oluşabilir. Üretici firma daha sonra dahili monitörlü veya tek kullanımlık bleyde sahip modeller de üretmiştir.



Resim 23. C-MAC® Videolaringoskop (38)

2.2.4.4.2 Glidescope®

Glidescope® (Verathon inc., Bothell, WA, USA) videolaringoskop (GVL), 2001 yılında Kanada’da üretilip kullanıma sunulmuştur. GVL sistemi hiperangüle bleyd içerisine yerleştirilmiş bir mikro-video kamera, şarj edilebilir bir LCD monitör ve görüntüyü bleyd kamerasından monitöre ileten bir kablodan oluşmaktadır. GVL bleydi distale doğru 60 derecelik bir açığa sahip, hiperangüle bir tasarıma sahiptir. Böylece daha geniş görüş açısı sağlanır. GVL özellikle larinksi daha önde olan hastalarda olmak üzere zor havayolu durumlarında başarılı ETE’ye olanak sağlar.

GVL’nin tek kullanımlık bleyde sahip olan Cobalt modeli ve daha küçük taşınabilir bir monitöre sahip Ranger modeli gibi çeşitli konfigürasyonları mevcuttur. GVL’nin zor havayolunda entübasyon başarısını arttırdığı, entübasyon süresini kısalttığı gösterilmiştir (39, 40).

2.2.4.5 Supraglottik havayolu cihazları

Supraglottik havayolu cihazları(SGHC) ameliyathanelerde, acil servislerde ve hastane öncesinde havayolu müdahalelerinde sık kullanılan cihazlardır. Ekstraglottik, infraglottik, retroglottik gibi çeşitli kategorilerde isimlendirilmişlerdir. Kullanım şekli, yapıldığı malzeme ve tasarım açısından birbirinden farklılık gösteren çok sayıda SGHC mevcuttur. Bu cihazların her birinin avantajları, dezavantajları ve diğer cihazlara bazı noktalarda üstünlükleri mevcuttur. Bu sebeple en ideal SGHC’yi tespit etmek mümkün değildir. Hastanın özellikleri, ulaşılabilirlik ve kullanıcı deneyimi SGHC seçimi konusunda belirleyici olmalıdır.

Acil servislerde kritik hastalara bakım verilmekte bu hastaların her an ETE’ye ihtiyacı olabilmektedir. Hastanın özelliklerine ve uygulayıcının deneyimine bağlı olarak ETE her koşulda başarılı olmayabilir. Acil serviste uygulanan ETE girişimlerini değerlendiren bir çalışmada DL ile ilk denemede hastaların %34’ünde başarısız ETE girişim olduğu ve hastaların %14’ünde tekrarlayan girişimlere rağmen başarılı ETE sağlanamadığı bildirilmiştir. Tekrarlayan ETE denemelerinde komplikasyon oranı ve hipoksi oranı artmaktadır. Bu nedenle acil servislerde

başarısız ETE girişimi ve zor havayolu durumunda SGHC iyi bir alternatiftir. SGHC'leri deneyimsiz uygulayıcıların bile kolayca kullanabilmesi, ETE'ye göre çok daha hızlı uygulanabilmesi ve hastaya kalıcı havayolu sağlanana kadar zaman kazandırabilmesi sebebiyle acil serviste çalışan klinisyenlerin mutlaka SGHC kullanmayı bilmesi gerekmektedir. Günümüzde sık kullanılan SGHC'ler ve genel özellikleri aşağıda özetlenmiştir (Resim 24) (41, 42).

Cihaz Adı	Görünüm	Pozisyon/Tip	Gastrik dekompresyona uygun mu?	Endoskopik entübasyon yapılabilir mi?	Pediyatrik boyutlar mevcut mu?
Combitube™		Retroglottik Çift lümenli Çift balonlu	Evet 14 Fr ye kadar olan NG tüplerle yapılabilir	Hayır	Hayır
King Laryngeal Tube™		Retroglottik Tek lümenli Çift balonlu	Evet 18 Fr ye kadar olan NG tüplerle yapılabilir	Hayır	Evet
Laryngeal Mask Airway® Unique™ (LMA)		Supraglottik Şişirilebilir kafı	Hayır	Evet	Evet
LMA® Supreme™		Supraglottik Şişirilebilir kafı	Evet 16 Fr ye kadar olan NG tüplerle yapılabilir	Hayır	Evet
LMA® Fastrach™		Supraglottik Şişirilebilir kafı	Hayır	Evet	30 kg ve üstünde evet
Ambu® Auragain™		Supraglottik Şişirilebilir kafı	Evet 16 Fr ye kadar olan NG tüplerle yapılabilir	Evet	Evet
i-gel™		Supraglottik Sabit/şişirilemez kafı	Evet 14 Fr ye kadar olan NG tüplerle yapılabilir	Evet	Evet
Cookgas® AirQ™		Supraglottik Şişirilebilir kafı	Evet Standart NG tüplerle yapılabilir	Evet	Evet

Resim 24. Günümüzde sık kullanılan SGHC'ler ve genel özellikleri (42)

2.2.4.6 Cerrahi havayolu

Cerrahi havayolu, hastaya oksijenizasyon ve ventilasyon sağlamak için nazofarenks veya orofarenksi kullanmak yerine, trakeaya cerrahi yolla doğrudan erişim sağlayarak; invaziv, kalıcı bir havayolu sağlayan yöntemdir.

Cerrahi havayolu yöntemleri; iğne krikotirotomi, perkütan krikotirotomi, cerrahi krikotirotomi, perkütan trakeotomi ve cerrahi trakeotomiye içermektedir. Acil cerrahi havayolu yönetiminde, daha basit olması daha düşük komplikasyon oranı ve daha hızlı uygulanabilir olması sebebi ile; krikotirotomi, trakeotomiye göre daha çok tercih edilir.

Cerrahi havayolu hastane öncesinde, acil servislerde, ameliyathanelerde ve yoğun bakımlarda zor havayolu durumunda veya başarısız havayolu durumunda uygulanabilmektedir. Alternatif havayolu tekniklerinin artması, zor havayolunu öngörmede ve tanımadaki artış, videolaringoskopların daha ulaşılabilir hale gelmesi, servikal travmalı hastalarda stabilizasyon sağlanıp artık ETE'den kaçınılmaması cerrahi havayolu ihtiyacını son yıllarda azaltmıştır (43, 44).

3 GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Materyaller

Laringoskop modelinin üretilmesi ve video kameranın satın alınabilmesi için Acıbadem Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (ABAPKO) üzerinden maddi destek alındı. 3D videolaringoskop bleydi modeli olarak, manken üzerinde ve sahada kullanıldığını (45, 46, 47) gözlemlediğimiz ve erişime açık olduğu için Airangel® 5.5 mm standart yetişkin laringoskop modelini seçtik. Modelin tasarım kodlarını içeren dosya <https://www.airangelblade.org/download> web adresinden indirildi. Airangel 3D 5.5 mm standart yetişkin laringoskop modeli Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Kuluçka Merkezi'nde Zortrax® M200 (Olsztyn, Poland) 3D yazıcı ile polilaktik asit (PLA) materyalden %80 yoğunluk ile 5 katlı olarak print edildi. Print edilen laringoskopun ucundaki girinti 5.5 mm çapında yılan kamera (endoskop/boroskop) entegrasyonuna uygun idi. Yazdırma esnasında yaklaşık 6 Amerikan doları (USD) maliyetli PLA materyal kullanıldı.

Print edilmiş olan laringoskopa online olarak yaklaşık 9 USD karşılığında satın aldığımız; 1 metre uzunluğunda, usb type-c bağlantısına sahip, led aydınlatmalı, IP67 (Uluslararası Koruma Kodu, International Protection Code) sertifikalı toz geçirmez ve suya dayanıklı, 640x480 piksel çözünürlüğe sahip, 1/9 inç CMOS sensörü olan 5.5mm çapında boroskopu (yılan kamera-Knmaster ECO serisi Endoskop Kamera) monte ettik. Kamera seçimi yapılırken 5.5 mm çap ve en az 640x480 piksel çözünürlüğe sahip, IP67 sertifikalı, CMOS sensörü olan, kablo uzunluğu 1 metre olan ve led aydınlatmaya sahip boroskoplardan en ucuz olanı tercih edildi.

Oluşturulan 3D-printed videolaringoskop; USB On-The-Go (OTG, Telefonun diğer USB aygıtlarına izin verecek şekilde bir ana makine olarak kullanılmasına izin veren bir özelliktir) uyumlu 6,67 inç boyutlarında IPS LCD ekranı olan ve 1080 x 2400 (FHD+) piksel çözünürlüğe sahip Redmi® Note 9 Pro (Xiaomi Corporation, Beijing, China) akıllı telefona bağlandı. Böylece akıllı telefon destekli 3D-printed videolaringoskop (3DPVL) elde edilmiş oldu. (Resim 25).



Resim 25. AirAngel akıllı telefon destekli 3D-printed videolaringoskop (48)

Çalışmada 3DPVL ile karşılaştırılacak cihazlar; direkt laringoskop olarak konvansiyonel Macintosh laringoskop (MCL) ve videolaringoskop olarak elimizde bulunan tek model olan 8401 AXC C-MAC® bleyd ve 8403 ZX monitörden oluşan Storz® marka videolaringoskop (SVL) şeklinde seçildi. Hem MCL hem de SVL için erişkinlerde en sık kullanılan ve 3DPVL boyutları ve tasarımı ile de uyumlu olan 3 numara Macintosh bleyd tercih edildi.

Havayolu mankeni olarak TruCorp AirSim® (Trucorp, United Kingdom) task trainer (beceri maketi) seçildi (Resim 26). Zor havayolu mankeni (ZH) olarak kullanılırken mankenin dili 10 cc hava ile tamamen şişirildi ve servikal omurga vidası, başın ekstansiyonunu azaltmak amacı ile tamamen sıkıştırılıp sert hale getirildi. Normal havayolu mankeni (NH) olarak kullanılırken ise herhangi bir değişiklik yapılmadı. Endotrakeal entübasyon tüpü olarak standart 7.5 mm iç çapa sahip Bıçakçılar® (Bıçakçılar, İstanbul, Turkey) ETT seçildi. ETT içerisine girişim öncesinde stile yerleştirildi. Her girişimde yeni bir ETT ve stile kullanıldı. ETT'lere girişim öncesi lubrikant uygulandı.



Resim 26. TruCorp AirSim® task trainer

3.2 Katılımcılar

Kasım 2020-Ocak 2022 tarihleri arasında, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi Tıp Fakültesi 6. Sınıf öğrencileri (intern doktorlar) çalışmaya üniversitenin e-posta grubu yoluyla davet edildi. İtern doktorlara e-posta yolu ile davet, üniversitenin tıp eğitimi koordinasyon ofisi tarafından yapıldı. Her eğitim-öğretim yılında 2 kez olmak üzere toplam 4 kez tüm intern doktorlar davet edildi. Davet e-posta içeriğinde araştırmamıza ait aydınlatılmış onam metni ve çalışma planı paylaşıldı. Bu çalışmanın notlandırılmayacağı, okul başarısına herhangi bir etkisinin olmayacağı, katılımın zorunlu olmadığı ve eğitim-öğretim yılı içerisinde istedikleri herhangi bir dönemde CASE'den randevu alarak çalışmaya katılabilecekleri e-posta içeriğinde belirtildi.

Referans alınan yayına göre yapılan istatistiksel karşılaştırma sonuçları baz alınarak örneklem sayısı aşağıdaki gibi hesaplandı (Tablo 9) (Lambert ve ark., 2020) (5).

Tablo 9. Örneklem büyüklüğü hesaplaması

Parametre	Sayı(N)	%20'lik Kayıp Total N	Total N Nx 6 (Grup sayısı)	1.Tip Hata	Testin Gücü
Entübasyon	18	21	126	%5	%95
Süresi	12	14	84	%10	%80

Örneklem hesabı G*Power Software® (Erdfelder, Faul, & Buchner, 1996) programı version 3.1.9.2 kullanılarak gerçekleştirildi. Tip 1 hata %5, testin gücü %95 olarak seçildi ve hedeflenen örneklem büyüklüğü randomizasyon (bkz: Randomizasyon) da göz önüne alınarak 126 olarak hesaplandı.

Çalışmaya katılmak isteyen gönüllülerin araştırmacıya telefon yoluyla ulaşması istenildi. Aydınlatılmış onam vererek gönüllü olanlar çalışmaya dahil edildi. Belirlenen tarihler arasında çalışmaya 126 katılımcı başvurdu ve böylece hedeflenen örneklem büyüklüğüne ulaşıldı. Hedeflenen örneklem büyüklüğüne ulaşıldıktan sonra gelen başvurular reddedildi ve çalışmaya katılımcı alımı sonlandırıldı. 126 katılımcının hepsi çalışmaya dahil edildi.

İntern doktorlar tıp fakültesi 6. sınıf eğitimlerinde rutin olarak standardize havayolu eğitim modülüne katılmaktadırlar. İntern doktorlar eğitim modülünde hem standart Macintosh blade laringoskop ile hem de C-MAC videolaringoskop ile endotrakeal entübasyon eğitimi almaktadırlar. Böylece çalışmaya alınan gönüllüler standardize bir eğitim almış kullanıcılar olarak belirlendi. Ayrıca intern doktorlar, çalışmaya alınmadan önce bir hastayı entübe edip etmedikleri soruldu. Katılımcıların hiçbirinin hasta entübe etme tecrübesi yoktu. Direkt laringoskopinin, videolaringoskopinin farklarını içeren normal ve zor havayolu mankenlerini tanıtan ve endotrakeal entübasyon uygulamalarını gösteren 30 dakikalık bir eğitim videosu hazırlandı. Katılımcıların tamamının uygulama öncesi eğitim videosunu en az 1 kez izlediklerinden emin olundu.

3.3 Randomizasyon

İntern doktorlar entübasyon konusunda deneyimsiz oldukları için yapacakları her bir entübasyon girişimi; bir sonraki girişimden önce katılımcının tecrübesini arttırabilirdi. Böylece son girişimlerinde diğer girişimlere göre daha başarılı olabilirlerdi. Bu da çalışma sonuçlarını etkileyebilecekti. Ayrıca ilk girişimi yaptıkları cihaz, başka bir cihaz ile yapılan sonraki girişimin başarı şansını da etkileyebilirdi. Bu sebeplerden dolayı hem sıralamadan hem de tecrübeden kaynaklı biası önleyebilmek için randomizasyon yapıldı. 3 cihaz ile değerlendirme yapılacağından cihazları hangi sırayla kullanacaklarını belirten 3'ün 3'lü permütasyonu şeklinde 6 tane alt grup belirlendi. Katılımcılar Random Team Generator kullanılarak 6 gruba randomize edildi (49). Her grupta 21 katılımcının yer alması sağlandı. Aşağıdaki gruplarda belirtilen sıralama ile uygulamayı gerçekleştirmeleri planlandı.

1. Grup: MCL, 3DPVL, SVL
2. Grup: MCL, SVL, 3DPVL
3. Grup: SVL, 3DPVL, MCL
4. Grup: SVL, MCL, 3DPVL
5. Grup: 3DPVL, MCL, SVL
6. Grup: 3DPVL, SVL, MCL

3.4 Uygulama ve Ölçüm

Her bir katılımcı grubu için, pandemi koşulları da göz önüne alınarak CASE'den randevu alındı. Katılımcılar daha önceden belirlenen gün ve saatte araştırmaya davet edildi.

6 adet istasyon olacak şekilde masalar hazırlandı. Her masada 1 adet Trucorp Airsim® havayolu mankeni olması sağlandı. İlk 3 istasyonda normal havayolu mankenleri (NH) kullanılırken, sonraki 3 istasyonda zor havayolu mankenleri (ZH) kullanıldı. Katılımcıların daha önceden belirlenmiş olan randomizasyon sırası ile önce NH sonra da ZH'de girişimlerini yapmaları planlandı. Yapılacak girişimlerin

sıralaması katılımcının randomizasyon sırasına göre aşağıdaki tabloda belirtildiği şekilde planlandı (Tablo 10).

Tablo 10. Katılımcıların randomizasyon sırası

	Normal Havayolu Mankeni(NH)			Zor Havayolu Mankeni(ZH)		
	1.istasyon	2.istasyon	3.istasyon	4.istasyon	5.istasyon	6.istasyon
1.Grup	MCL	3DPVL	SVL	MCL	3DPVL	SVL
2.Grup	MCL	SVL	3DPVL	MCL	SVL	3DPVL
3.Grup	SVL	3DPVL	MCL	SVL	3DPVL	MCL
4.Grup	SVL	MCL	3DPVL	SVL	MCL	3DPVL
5.Grup	3DPVL	MCL	SVL	3DPVL	MCL	SVL
6.Grup	3DPVL	SVL	MCL	3DPVL	SVL	MCL

Katılımcılar girişimlerini yaparken onları asiste edecek, endotrakeal entübasyon tüpünü uzatacak ve girişim sonunda BVM ile entübasyon doğruluğunu kontrol edecek endotrakeal entübasyon konusunda deneyimli bir yardımcı görevlendirildi. Gerçek bir hastayı entübe ederken; ETT yerleştirildikten sonra kaf şişirme ve tüp sabitleme basamakları çoğunlukla asiste eden kişi tarafından yapıldığından, çalışmamızda bu basamaklar prosedüre dahil edilmedi.

Çalışmamızda her girişimin öncesi katılımcıya; cihaza ve mankene oryante olabilmesi ve hazırlanması için 3 dakika verildi. Katılımcının süre konusunda baskı altında hissetmemesi ve hızlı entübasyon yapmaya çalışmaması amaçlandı ve entübasyon girişiminin tamamlanması için 1 dakika süre verildi. Katılımcılar “hazırım” dediğinde girişim başlatıldı. Katılımcılar ETT’yi yerleştirdiklerine emin olduğunda “tamamım” dedi ve asiste eden araştırmacı BVM ile ETT’yi havalandırdı. Entübasyon süresi laringoskopun ağızdan içeri girmesi ile akciğerlerin veya midenin havalanmasına kadar geçen süre olarak değerlendirildi. Entübasyon süresi 1 dakikaya ulaştığında girişim henüz tamamlanmamış olsa da sonlandırıldı ve başarısız olarak kabul edildi. ETT’nin doğru yerleştirilip yerleştirilmediği manken üzerinde akciğerlerin şişmesine bakılarak görsel doğrulama yapılarak değerlendirildi. Mankenin midesinin hava ile dolması başarısız olarak değerlendirildi. Bir veya her iki akciğerin hava ile dolması başarılı olarak kabul edildi.

Başarısız havayolu girişimi; deneyimli bir kullanıcı tarafından 3 veya daha fazla entübasyon girişiminin başarısızlığı veya hemen kalıcı havayolu sağlanması gereken durumda hastanın havayolunun sağlanamaması olarak kabul edilir. Ancak literatürde başarısız entübasyon girişiminin kesin bir tanımı yoktur. Geri dönüşümsüz serebral anoksi dakikalar içinde meydana geldiğinden, konservatif hava yolu yönetimi manevraları 2-3 dakika ile sınırlandırılmalıdır ve bir entübasyon girişiminin maksimum önerilen süresi 30 saniyedir. 30 saniyeyi aşan sürelerde hastanın BVM ile solutulması sonrasında girişime devam edilmesi önerilmektedir (1). Bu sebeple girişim için katılımcıların baskı altında hissetmemesi için 1 dakika süre tanınsa da ölçümler değerlendirilirken, 30 saniyeden uzun süren entübasyon girişimleri başarısız olarak değerlendirildi. Sonuç olarak 30 saniye ve altında olup, ETT'nin trakeaya yerleştirildiği ve dolayısıyla akciğerlerin havalandırıldığı girişimler başarılı olarak değerlendirildi. Entübasyon başarı oranı bu kriterlere göre hesaplandı.

Her istasyonda; yapılan her girişim sonrasında katılımcılardan, Likert tipi skala ile kullandığı cihazın kullanım kolaylığını değerlendirmesi ve girişimi esnasında vokal kordların ne kadarını görüntüleyebildiğini Cormack-Lehane sınıflamasına göre değerlendirmesi istendi. Kullanım kolaylığı değerlendirilirken çok kolaydan çok zora doğru olacak şekilde 1'den 5'e kadar puanlanama istendi (bkz: ek 1). Cormack-Lehane sınıflaması değerlendirilirken, sınıflamayı içeren bir görsel, Likert tipi skala olarak sunuldu (bkz: ek 1). Böylece uygulama sonunda, her bir katılımcının üç laringoskopi cihazıyla da hem NH hem de ZH'de; entübasyon süresi, kullanım kolaylığı, Cormack-Lehane sınıflaması (derecesi), ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenleri ölçüldü.

3.5 İstatistiksel Analiz

Uygulama sonrasında her bir katılımcının kullandığı cihazlarla performansına ilişkin veriler ve katılımcıların demografik özellikleri Microsoft Excel® (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) programı kullanılarak kaydedildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlendi. Analizler MedCalc® Statistical Software

version 12.7.7 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium) programı kullanılarak gerçekleştirildi.

Çalışmadan elde edilen verilerin ortalama ve standart sapmaları hesaplandı. Sürekli değişkenleri (ortalama, standart sapma, minimum, medyan, maksimum) tanımlamak için deskriptif istatistikler kullanıldı.

Bağımsız ve normal dağılıma uygun olmayan ikiden fazla sürekli değişken arasındaki ilişki Kruskal Wallis testi ile incelendi. Bağımlı ve normal dağılıma uygun olmayan ikiden fazla sürekli değişken arasındaki ilişki Friedman testi ile incelendi.

Bağımsız ve normal dağılıma uygun olmayan iki sürekli değişken arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile incelendi. Bağımlı ve normal dağılıma uygun olmayan iki sürekli değişken arasındaki ilişki Wilcoxon testi ile incelendi.

Kategorik değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla Ki-Kare (ya da uygun yerlerde Likelihood Ratio test) kullanıldı.

Bağımlı iki kategorik değişken arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla Ki-McNemar testi kullanıldı.

4 BULGULAR

Belirlenen zaman dilimi içerisinde çalışmamıza başvuran ilk 126 kişi dahil edildi ve katılımcı alımı sonlandırıldı. Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan hiçbiri, çalışmanın herhangi bir basamağında ayrılmak istemedi. Katılımcıların hiçbiri daha önce hiç hasta entübe etmemişti. Bu sebeplerle çalışmadan kimse dışlanmadı. Katılımcıların 77'si kadın (%57,9) ve 56'sı (%42,1) erkekti. Katılımcıların yaş ortalaması 24.2 idi (Tablo 11).

Tablo 11. Katılımcıların demografik verileri

		Ortalama (Mean) $\pm$ SD	Ortanca (Med)/(Min-Max)
Yaş		24,2 $\pm$ 1,17	24/ (22-30)
		Sayı (N)	%(Yüzde)
Cinsiyet	Kadın	77	57,9
	Erkek	56	42,1

126 katılımcı her üç laringoskopi cihazıyla (MCL, SVL, 3DPVL); NH'de birer kez ve ZH'de birer kez olmak üzere toplamda 6 girişim yapmış oldu. Girişimler, randomizasyonla daha önce belirlenmiş sıraya göre yapıldı. Girişimlerden toplanan verilerin ortalama, ortanca, standart sapma (SD) minimum (min) ve maksimum (max) değerleri hesaplandı (Tablo 12).

Tablo 12. NH ve ZH'de; entübasyon süresi, Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı değişkenlerine ait verilerin kullanılan laringoskop tipine göre dağılımı

	Ortalama $\pm$ SD	Ortanca(Min-Max)
NH-Entübasyon süresi-MCL	28,54 $\pm$ 9,1	27,12 (15,1-60,0)
NH-Entübasyon süresi-SVL	26,68 $\pm$ 8,83	24,47 (14,32-60,0)
NH- Entübasyon süresi-3DPVL	26,64 $\pm$ 9,76	23,41 (15,55-60,0)
ZH-Entübasyon süresi-MCL	27,79 $\pm$ 8,2	25,78 (17,44-60,0)
ZH-Entübasyon süresi-SVL	26,57 $\pm$ 10,22	22,93 (14,16-60,0)
ZH-Entübasyon süresi-3DPVL	28,02 $\pm$ 11,17	24,05 (14,25-60,0)
NH-Cormack-Lehane derecesi-MCL	1,73 $\pm$ 0,62	2(1-3)

Tablo 12. NH ve ZH’de; entübasyon süresi, Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı değişkenlerine ait verilerin kullanılan laringoskop tipine göre dağılımı (devam)

	Ortalama $\pm$ SD	Ortanca(Min-Max)
NH-Cormack-Lehane derecesi-SVL	1,29 $\pm$ 0,56	1(1-4)
NH-Cormack-Lehane derecesi-3DPVL	1,25 $\pm$ 0,45	1(1-3)
ZH-Cormack-Lehane derecesi-MCL	1,94 $\pm$ 0,73	2(1-4)
ZH-Cormack-Lehane derecesi-SVL	1,35 $\pm$ 0,67	1(1-4)
ZH-Cormack-Lehane derecesi-3DPVL	1,33 $\pm$ 0,52	1(1-3)
NH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,64 $\pm$ 0,92	3(1-5)
NH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,49 $\pm$ 0,71	1(1-4)
NH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	1,98 $\pm$ 0,85	2(1-4)
ZH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,9 $\pm$ 1,05	3(1-5)
ZH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,97 $\pm$ 1,03	2(1-5)
ZH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	2,25 $\pm$ 1,01	2(1-5)

Tabloda entübasyon süresi saniye(sn) olarak ifade edilmiştir.

Katılımcıların girişimleri sonunda, mankenlerin akciğerleri BVM ile havalandırılarak tespit edilmiş olan; ETT’yi doğru yerleştirme oranları (Doğru: Trakeaya yerleştirenler, yanlış: mide entübasyonu yapanlar veya 60 sn içerisinde girişimi tamamlayamayanlar) her cihaz için hesaplandı. Ayrıca ETT’nin doğru yerleştirilip, ETE girişiminin 30 sn altında tamamlandığı girişimler başarılı; bu şartları sağlayamayan girişimler başarısız olarak kabul edilerek her cihaz için başarı oranı hesaplandı (Tablo 13).

Tablo 13. NH ve ZH’de; ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verilerin kullanılan laringoskop tipine göre dağılımı

	ETT yerleştirme yeri	N	%
NH-ETT yerleştirme-MCL	Doğru	108	85,7%
	Yanlış	18	14,3%
NH-ETT yerleştirme-SVL	Doğru	122	96,8%
	Yanlış	4	3,2%

Tablo 13. NH ve ZH’de; ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verilerin kullanılan laringoskop tipine göre dağılımı (devam)

	ETT yerleştirme yeri	N	%
NH-ETT yerleştirme-3DPVL	Doğru	118	93,7%
	Yanlış	8	6,3%
ZH-ETT yerleştirme-MCL	Doğru	98	77,8%
	Yanlış	28	22,2%
ZH-ETT yerleştirme-SVL	Doğru	113	89,7%
	Yanlış	13	10,3%
ZH-ETT yerleştirme-3DPVL	Doğru	111	88,1%
	Yanlış	15	11,9%
	Başarı Durumu	N	%
NH-Başarı oranı-MCL	Başarılı	104	82,5%
	Başarısız	22	17,5%
NH-Başarı oranı-SVL	Başarılı	109	86,5%
	Başarısız	17	13,5%
NH-Başarı oranı-3DPVL	Başarılı	105	83,3%
	Başarısız	21	16,7%
ZH-Başarı oranı-MCL	Başarılı	102	81,0%
	Başarısız	24	19,0%
ZH-Başarı oranı-SVL	Başarılı	109	86,5%
	Başarısız	17	13,5%
ZH-Başarı oranı-3DPVL	Başarılı	106	84,1%
	Başarısız	20	15,9%

ETT yerleştirme yeri; doğru: trakea, yanlış: mide entübasyonu veya verilen süreyi aşma şeklindedir. Başarı oranı; başarılı: ETT yerleştirme yeri doğru olan ve 30 sn altında tamamlanan girişimler, başarısız: ETT’nin özofagusta olduğu veya veya 30 sn altında tamamlayamayan girişimler şeklindedir.

Cihazlar entübasyon süresi açısından karşılaştırıldı. Entübasyon süresi açısından cihazların karşılaştırılması; önce tüm girişimler dahil edilerek daha sonra da, literatürde önerilen maksimum entübasyon süresi 30 saniye olduğu için; yalnızca 30 saniye altında tamamlanan girişimler dahil edilerek hesaplandı . Tüm girişimler dahil edilerek cihazlar karşılaştırıldığında, hem NH hem de ZH’de 3 cihaz arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Friedman $p<0,05$). Yalnızca 30 saniye altındaki girişimler dahil edilerek cihazlar karşılaştırıldığında ise; NH’de fark

bulunmazken, ZH’de 3 cihaz arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Friedman $p<0.05$) (Tablo 14).

Tablo 14. NH ve ZH’de cihazların entübasyon süresi açısından karşılaştırılması

	Ortalama $\pm$ SD	Ortanca (Min-Max)	p değeri
NH-Entübasyon süresi-MCL	28,54 $\pm$ 9,1	27,12 (15,1-60,0)	0,030
NH-Entübasyon süresi-SVL	26,68 $\pm$ 8,83	24,47 (14,32-60,0)	
NH- Entübasyon süresi-3DPVL	26,64 $\pm$ 9,76	23,41 (15,55-60,0)	
ZH- Entübasyon süresi-MCL	27,79 $\pm$ 8,2	25,78 (17,44-60,0)	0,001
ZH-Entübasyon süresi-SVL	26,57 $\pm$ 10,22	22,93 (14,16-60,0)	
ZH- Entübasyon süresi-3DPVL	28,02 $\pm$ 11,17	24,05 (14,25-60,0)	
NH-Entübasyon süresi-MCL<30 sn	24,29 $\pm$ 3,82	24,92 (15,1-29,92)	0,092
NH-Entübasyon süresi-SVL<30 sn	23 $\pm$ 3,36	23,23 (14,32-29,75)	
NH-Entübasyon süresi-3DPVL<30 sn	22,38 $\pm$ 3,52	22,61 (15,55-29,78)	
ZH-Entübasyon süresi-MCL<30 sn	23,4 $\pm$ 3,19	23,44 (17,44-29,51)	0,001
ZH-Entübasyon süresi-SVL<30 sn	22,01 $\pm$ 3,41	21,75 (14,16-29,9)	
ZH- Entübasyon süresi-3DPVL<30 sn	22,46 $\pm$ 3,42	22,41 (14,25-29,78)	

Tabloda entübasyon süresi saniye olarak ifade edilmiştir.

<30 sn: Hesaplamaya yalnızca 30 sn altındaki girişimler dahil edilmiştir.

Friedman test, $p<0,05$

Cihazlar arasındaki farkın hangi ikiliden kaynaklandığını belirleyebilmek için post hoc ikili alt grup analizi yapıldı. 60 saniye üzerinden hesaplanan post hoc ikili analiz sonuçlarına göre; entübasyon süresi açısından NH’de fark bulunmazken, ZH’de MCL ve SVL arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). MCL ortalaması SVL’ye göre daha yüksektir (MCL: 28,54 sn; SVL: 26,68 sn). 30 saniye üzerinden hesaplanan post hoc ikili analiz sonuçlarına göre ise; ZH’de 3DPVL ve SVL arasında fark bulunmazken MCL ve SVL, MCL ve 3DPVL arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). MCL ortalaması diğer iki cihaza göre daha yüksektir (MCL: 28,54 sn; SVL: 26,68 sn; 3DPVL: 26,64 sn) (Tablo 15).

Tablo 15. Cihazların, NH ve ZH’de entübasyon süresi açısından post hoc ikili analizleri

	Cihazlar	p değeri
NH-Entübasyon süresi	MCL vs SVL	0,025
	MCL vs 3DPVL	0,041
	SVL vs 3DPVL	0,808
ZH-Entübasyon süresi	MCL vs SVL	0,010
	MCL vs 3DPVL	0,125
	SVL vs 3DPVL	0,756
ZH-Entübasyon süresi<30 sn	MCL vs SVL	<0,001
	MCL vs 3DPVL	0,004
	SVL vs 3DPVL	0,548

<30 sn: Hesaplamaya yalnızca 30 sn altındaki girişimler dahil edilmiştir.
Wilcoxon test, p<0,016 (Bonferroni düzeltmesi)

Cihazlar kullanım kolaylığı ve Cormack-Lehane derecesi açısından karşılaştırıldı. Cihazlar arasında hem NH’de hem ZH’de kullanım kolaylığı ve Cormack-Lehane derecesi açısından istatistiksel anlamlı fark bulundu (Friedman, p<0,05) (Tablo 16).

Tablo 16. Cihazların, NH ve ZH’de Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı açısından karşılaştırılması

	Ortalama $\pm$ SD	Ortanca (Min-Max)	p değeri
NH-Cormack-Lehane derecesi-MCL	1,73 $\pm$ 0,62	2(1-3)	<0,001
NH-Cormack-Lehane derecesi-SVL	1,29 $\pm$ 0,56	1(1-4)	
NH-Cormack-Lehane derecesi-3DPVL	1,25 $\pm$ 0,45	1(1-3)	
NH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,64 $\pm$ 0,92	3(1-5)	<0,001
NH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,49 $\pm$ 0,71	1(1-4)	
NH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	1,98 $\pm$ 0,85	2(1-4)	
ZH-Cormack-Lehane derecesi-MCL	1,94 $\pm$ 0,73	2(1-4)	<0,001
ZH-Cormack-Lehane derecesi-SVL	1,35 $\pm$ 0,67	1(1-4)	
ZH-Cormack-Lehane derecesi-3DPVL	1,33 $\pm$ 0,52	1(1-3)	
ZH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,9 $\pm$ 1,05	3(1-5)	<0,001
ZH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,97 $\pm$ 1,03	2(1-5)	
ZH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	2,25 $\pm$ 1,01	2(1-5)	

Friedman test, p<0,05

Cihazlar arasındaki farkların hangi ikili gruptan kaynaklandığını anlayabilmek için post hoc ikili analizler yapıldı (Tablo 17).

Cormack-Lehane derecesi açısından hesaplanan post hoc ikili analiz sonuçlarına göre hem NH’de hem de ZH’de SVL ve 3DPVL arasında anlamlı fark bulunmazken; MCL ve SVL, MCL ve 3DPVL arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). MCL ortalaması SVL ve 3DPVL’ye göre daha yüksektir (MCL: 1,73; SVL: 1,29; 3DPVL: 1,25). Kullanım kolaylığı açısından hesaplanan post hoc ikili analiz sonuçlarına göre NH’de tüm ikili cihazlar arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). MCL ortalaması 3DPVL’den daha yüksektir ve 3DPVL ortalaması SVL’den daha yüksektir (MCL: 2,64; 3DPVL: 1,98; SVL:1,49). ZH’de ise 3DPVL ile diğer cihazlar arasında anlamlı fark bulunmazken, yalnızca MCL ve SVL arasında anlamlı farklılık bulundu (Wilcoxon test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). MCL ortalaması 3DPVL’den daha yüksektir ve 3DPVL ortalaması SVL’den daha yüksektir (MCL:2,9; 3DPVL: 2,25; SVL: 1,97).

Tablo 17. Cihazların, NH ve ZH’de Cormack-Lehane Derecesi ve kullanım kolaylığı açısından post hoc ikili analizleri

	Cihazlar	p değeri
NH- Cormack-Lehane derecesi	MCL vs SVL	<0,001
	MCL vs 3DPVL	<0,001
	SVL vs 3DPVL	0,492
ZH- Cormack-Lehane derecesi	MCL vs SVL	<0,001
	MCL vs 3DPVL	<0,001
	SVL vs 3DPVL	0,976
NH- Kullanım kolaylığı	MCL vs SVL	<0,001
	MCL vs 3DPVL	<0,001
	SVL vs 3DPVL	<0,001
ZH- Kullanım kolaylığı	MCL vs SVL	<0,001
	MCL vs 3DPVL	0,040
	SVL vs 3DPVL	0,040

Wilcoxon test, $p<0,016$ (Bonferroni düzeltmesi)

Cihazlar; ETT'nin doğru yerleştirilmesi ve de cihazlarla yapılan entübasyon girişimlerinin başarı oranları açısından karşılaştırıldı. ETT yerleştirme yeri açısından cihazlar karşılaştırıldığında hem NH'de hem de ZH'de 3 cihaz arasında da istatistiksel anlamlı fark bulundu (Friedman, $p<0,05$). Başarı oranı açısından karşılaştırma yapıldığında ise hem NH'de hem de ZH'de cihazlar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi (Tablo 18).

Tablo 18. Cihazların, NH ve ZH'de ETT yerleştirme yeri ve başarı oranı açısından karşılaştırılması

	ETT yerleştirme yeri	N	%	p değeri
NH-ETT yerleştirme-MCL	Doğru	108	85,7%	0,005
	Yanlış	18	14,3%	
NH-ETT yerleştirme-SVL	Doğru	122	96,8%	
	Yanlış	4	3,2%	
NH-ETT yerleştirme-3DPVL	Doğru	118	93,7%	
	Yanlış	8	6,3%	
ZH-ETT yerleştirme-MCL	Doğru	98	77,8%	0,020
	Yanlış	28	22,2%	
ZH-ETT yerleştirme-SVL	Doğru	113	89,7%	
	Yanlış	13	10,3%	
ZH-ETT yerleştirme-3DPVL	Doğru	111	88,1%	
	Yanlış	15	11,9%	
	Başarı Durumu	N	%	p değeri
NH-Başarı oranı-MCL	Başarılı	104	82,5%	0,627
	Başarısız	22	17,5%	
NH-Başarı oranı-SVL	Başarılı	109	86,5%	
	Başarısız	17	13,5%	
NH-Başarı oranı-3DPVL	Başarılı	105	83,3%	
	Başarısız	21	16,7%	
ZH-Başarı oranı-MCL	Başarılı	102	81,0%	0,406
	Başarısız	24	19,0%	
ZH-Başarı oranı-SVL	Başarılı	109	86,5%	
	Başarısız	17	13,5%	
ZH-Başarı oranı-3DPVL	Başarılı	106	84,1%	
	Başarısız	20	15,9%	

Friedman test, $p<0,05$

ETT yerleştirme açısından cihazlar arasındaki farkların hangi ikili gruptan kaynaklandığını anlayabilmek için post hoc ikili analizler yapıldı (Tablo 19). Post hoc ikili analizlerde, ZH’de ikili gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmazken; NH’de MCL ve SVL arasında istatistiksel anlamlı fark bulundu (McNemar test, $p<0,016$ Bonferroni düzeltmesi). ETT’yi doğru yerleştirme oranı SVL ile MCL’ye göre daha yüksektir (SVL: % 96,8; MCL: %85,7).

Tablo 19. Cihazların, NH ve ZH’de ETT yerleştirme açısından post hoc ikili analizleri

	Cihazlar	p değeri
NH- ETT yerleştirme	MCL vs SVL	0,004
	MCL vs 3DPVL	0,064
	SVL vs 3DPVL	0,388
ZH- ETT yerleştirme	MCL vs SVL	0,017
	MCL vs 3DPVL	0,060
	SVL vs 3DPVL	0,845

McNemar test, $p<0,016$ (Bonferroni düzeltmesi)

Havayolu mankenlerinin zorluk derecesini değerlendirebilmek, cihazların NH ve ZH’deki performanslarını karşılaştırabilmek veya cihazlar arasında hangi değişken değerinin NH veya ZH’den daha çok etkilendiğini değerlendirebilmek için; her üç cihazın entübasyon süresi, Cormack-Lehane derecesi, kullanım kolaylığı, ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verileri girişimin yapıldığı havayolu senaryosu (NH ve ZH) açısından karşılaştırıldı (Tablo 20 ve Tablo 21). Bu karşılaştırmalarda, her bir cihaz için; NH’deki entübasyon süresi ve ZH’deki entübasyon süresi karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. MCL’nin Cormack-Lehane derecesi değişkenine ait verileri NH ve ZH’de karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptandı (Wilcoxon test, $p<0,05$). MCL’nin, NH’deki Cormack-Lehane derecesi ZH’deki Cormack-Lehane derecesine göre daha düşüktür (MCL-NH:1,73; MCL-ZH: 1,94). Cihazların, NH’deki ve ZH’deki kullanım kolaylığı değişkenine ait verileri karşılaştırıldığında; her üç cihaz için de NH ve ZH’deki veriler arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı. Üç cihazın da kullanım kolaylığı ortalamaları ZH’de NH’ye göre daha yüksekti (MCL: 2,9 vs 2,64; SVL: 1,97 vs 1,49; 3DPVL: 2,25 vs 1,98).

Tablo 20. Entübasyon süresi, Cormack-Lehane derecesi ve kullanım kolaylığı değişkenlerine ait verilerin girişimin yapıldığı havayolu senaryosu açısından karşılaştırılması

	Ortalama $\pm$ SD	Ortanca (Min-Max)	p değeri
NH-Entübasyon süresi-MCL	28,54 $\pm$ 9,1	27,12 (15,1-60,0)	0,219
ZH- Entübasyon süresi-MCL	27,79 $\pm$ 8,2	25,78 (17,44-60,0)	
NH-Entübasyon süresi-SVL	26,68 $\pm$ 8,83	24,47 (14,32-60,0)	0,431
ZH-Entübasyon süresi-SVL	26,57 $\pm$ 10,22	22,93 (14,16-60,0)	
NH-Entübasyon süresi-3DPVL	26,64 $\pm$ 9,76	23,41 (15,55-60,0)	0,205
ZH-Entübasyon süresi-3DPVL	28,02 $\pm$ 11,17	24,05 (14,25-60,0)	
NH-Cormack-Lehane derecesi-MCL	1,73 $\pm$ 0,62	2(1-3)	0,007
ZH-Cormack-Lehane derecesi-MCL	1,94 $\pm$ 0,73	2(1-4)	
NH-Cormack-Lehane derecesi-SVL	1,29 $\pm$ 0,56	1(1-4)	0,335
ZH-Cormack-Lehane derecesi-SVL	1,35 $\pm$ 0,67	1(1-4)	
NH-Cormack-Lehane derecesi-3DPVL	1,25 $\pm$ 0,45	1(1-3)	0,166
ZH-Cormack-Lehane derecesi-3DPVL	1,33 $\pm$ 0,52	1(1-3)	
NH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,64 $\pm$ 0,92	3(1-5)	0,019
ZH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,9 $\pm$ 1,05	3(1-5)	
NH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,49 $\pm$ 0,71	1(1-4)	<0,001
ZH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,97 $\pm$ 1,03	2(1-5)	
NH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	1,98 $\pm$ 0,85	2(1-4)	0,008
ZH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	2,25 $\pm$ 1,01	2(1-5)	

Tabloda entübasyon süresi saniye olarak ifade edilmiştir.

Wilcoxon test, p<0,05

Cihazların, NH'deki ve ZH'deki ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verileri girişimin yapıldığı havayolu senaryosu açısından karşılaştırıldı (Tablo 21). Bu karşılaştırmada; SVL'nin, NH'deki ETT yerleştirme ve ZH'deki ETT yerleştirme verileri arasında istatistiksel anlamlı fark saptandı (McNemar test, p<0,05). SVL için ETT'yi doğru yerleştirme oranı NH'de ZH'ye göre daha yüksekti (%96,8 vs %89,7). Diğer cihazların ETT yerleştirme değişkenlerine ait verileri NH ve ZH açısından karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. Cihazların başarı oranı değişkenine ait verileri NH ve ZH'de karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı.

Tablo 21. ETT yerleştirme ve başarı oranı değişkenlerine ait verilerin girişimin yapıldığı havayolu senaryosu açısından karşılaştırılması

	ETT yerleştirme yeri	N	%	p değeri
NH-ETT yerleştirme-MCL	Doğru	108	85,7%	0,110
	Yanlış	18	14,3%	
ZH-ETT yerleştirme-MCL	Doğru	98	77,8%	0,022
	Yanlış	28	22,2%	
NH-ETT yerleştirme-SVL	Doğru	122	96,8%	0,167
	Yanlış	4	3,2%	
ZH-ETT yerleştirme-SVL	Doğru	113	89,7%	0,022
	Yanlış	13	10,3%	
NH-ETT yerleştirme-3DPVL	Doğru	118	93,7%	0,167
	Yanlış	8	6,3%	
ZH-ETT yerleştirme-3DPVL	Doğru	111	88,1%	0,167
	Yanlış	15	11,9%	
	Başarı Durumu	N	%	p değeri
NH-Başarı oranı-MCL	Başarılı	104	82,5%	0,856
	Başarısız	22	17,5%	
ZH-Başarı oranı-MCL	Başarılı	102	81,0%	0,856
	Başarısız	24	19,0%	
NH-Başarı oranı-SVL	Başarılı	109	86,5%	1,000
	Başarısız	17	13,5%	
ZH-Başarı oranı-SVL	Başarılı	109	86,5%	1,000
	Başarısız	17	13,5%	
NH-Başarı oranı-3DPVL	Başarılı	105	83,3%	1,000
	Başarısız	21	16,7%	
ZH-Başarı oranı-3DPVL	Başarılı	106	84,1%	1,000
	Başarısız	20	15,9%	

McNemar test, $p < 0,05$

Başarı oranı ile kullanım kolaylığı arasındaki ilişkiyi değerlendirebilmek için; başarı oranlarına göre cihazların kullanım kolaylığı karşılaştırıldı. Başarı oranına göre; NH’de SVL’nin kullanım kolaylığı dağılımı açısından istatistiksel anlamlı farklılık bulundu (Mann-Whitney U $p < 0,05$). Başarılı olanların kullanım kolaylığı ortalaması daha düşüktü (1,44 vs 1,82). Diğer cihazlar için ise ne NH’de ne de ZH’de istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Tablo 22).

Tablo 22. Başarı oranına göre cihazların kullanım kolaylığının karşılaştırılması

	Başarılı	Başarısız	p değeri
	Ortalama±SD Ortanca (Min-Max)	Ortalama±SD Ortanca (Min-Max)	
NH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,61±0,89 3 (1-5)	2,82±1 3 (1-4)	0,325
NH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,44±0,7 1 (1-4)	1,82±0,64 2 (1-3)	0,007
NH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	1,94±0,85 2 (1-4)	2,14±0,85 2 (1-4)	0,306
ZH-Kullanım kolaylığı-MCL	2,9±1,1 3 (1-5)	2,88±0,85 0,72 (1-4)	0,966
ZH-Kullanım kolaylığı-SVL	1,93±1,03 2 (1-5)	2,24±1,03 2 (1-4)	0,180
ZH-Kullanım kolaylığı-3DPVL	2,22±1,01 2 (1-5)	2,45±0,99 2,5 (1-4)	0,276

Mann-Whitney U test, p<0,05

5 TARTIŞMA

Çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda; entübasyon süresi açısından NH’de 3 cihaz arasında fark yoktu. ZH’de ise 3DPVL ve SVL; MCL’ye kıyasla daha kısa entübasyon süresine sahipti ve bu iki cihaz arasında fark yoktu. Daha kısa entübasyon süresi avantajının yalnızca ZH’de ortaya çıkması, literatürdeki önceki çalışmalar ile uyumludur (50, 51). Choi ve arkadaşları; deneyimsiz hemşirelerin elinde, zor havayolu senaryosunda (servikal immobilize mankende) McGrath® (Aircraft Medical, Edinburgh, Scotland) videolaringoskopun Macintosh laringoskopa göre daha kısa entübasyon süresi sağladığını bildirmişlerdir (50). Pentax® AWS, deneyimsiz paramediklerin elinde iken, benzer bir zor havayolu senaryosunda Macintosh laringoskopa kıyasla daha kısa entübasyon süresi sağlamıştır (51). Ayrıca literatürde deneyimsiz kullanıcıların elinde, C-MAC® ve Glidescope® gibi videolaringoskoplar ile de benzer sonuçlar elde edilmiş ve videolaringoskopların konvansiyonel Macintosh laringoskopa göre daha kısa entübasyon süresi sağladığı gösterilmiştir (52, 53). Bu sonuçlar videolaringoskopların daha kısa entübasyon süresi avantajının daha çok, zor havayolunda ön plana çıktığı anlamına gelebilir. 3DPVL ve SVL’nin video yardımlı cihazlar olmaları, zor havayolunda entübasyon süresi konusunda MCL’ye üstün olmalarının sebebi olabilir.

Çalışmamızda, 3DPVL ve SVL’nin; MCL’ye göre daha iyi bir glottik görüntüleme sunduğu, 3DPVL ve SVL arasında ise fark olmadığı gözlenmiştir. Beklendiği üzere; video yardımlı cihazlar, video yardımsız bir cihaz olan MCL’ye göre daha iyi bir glottik görüntüleme sunmuştur. Videolaringoskop bleydinin ucundaki kamera; oral, farengeal ve laringeal aksların hizalanması gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, videolaringoskopların Cormack-Lehane derecesini ve glottik görüntülemeyi iyileştirdiği önceki çalışmalarda da gösterilmiştir (54, 55, 56). Ayrıca DL tekniğinde, akslar doğru hizalansa da kısıtlı bir ağız açıklığından bakıldığında iyi bir glottik görüntü elde edilemeyebilir. Ancak videolaringoskopi tekniğinde; video kamera sayesinde dil, dişler, kısıtlı ağız açıklığı gibi engeller aşılmış olur. Havayolunun zorluğundan bağımsız olarak glottik

görüntüleme konusundaki sonuçlar, hipotezimizi desteklemekte ve önceki literatür ile de uyumlu görünmektedir.

3DPVL ve SVL'nin video kamera çözünürlükleri, dolayısıyla görüntü kaliteleri farklıdır. 3DPVL yalnızca 640x480 piksel çözünürlüğe sahip iken SVL 1280x800 piksel çözünürlüğe sahip olsa da bu farkın glottik görüntüleme konusunda bir değişikliğe yol açmadığını görmekteyiz. Çalışmamızın sonuçları, iyi bir glottik görüntü elde edebilmek için düşük çözünürlüklü ve dolayısıyla daha ucuz olan bir video kameranın yeterli olabileceğini düşündürmektedir. Düşük çözünürlüklü bir video kamera ile manken üzerinde iyi sonuçlar elde edilmiş olsa da gerçek hasta üzerinde kullanıldığında; kan, salgı, buğu gibi sebepler glottik görüntü kalitesini düşürebilir. Bu nedenle video kamera çözünürlüğünün glottik görüntü kalitesi üzerine etkileri gerçek hastalarda da test edilmelidir.

McElwain ve arkadaşlarının deneyimli kullanıcılarla yaptığı manken çalışmasında; zor havayolu senaryosunda C-MAC® videolaringoskopun konvansiyonel Macintosh laringoskopa göre daha kısa entübasyon süresine sahip olduğu ancak normal havayolu senaryosunda cihazlar arasında fark olmadığı gösterilmiştir (56). Aynı çalışmada C-MAC® videolaringoskopun konvansiyonel Macintosh laringoskopa göre daha iyi glottik görüntülemeye ve daha kolay kullanıma sahip olduğu gösterilmiştir (56). Çalışmamızda da; entübasyon süresi ve glottik görüntüleme açısından SVL ve MCL karşılaştırıldığında McElwain ve ark.'nın çalışması ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kullanıcının deneyiminden bağımsız olarak, videolaringoskopların entübasyon süresini kısalttığı ve glottik görüntülemeyi iyileştirdiği söylenebilir (52, 56).

Shin ve arkadaşlarının, deneyimsiz kullanıcılarla yaptığı manken çalışmasında; C-MAC® videolaringoskopun, konvansiyonel Macintosh laringoskopa göre normal havayolu senaryosunda daha kısa entübasyon süresine ve daha iyi glottik görüntülemeye sahip olduğu gösterilmiştir (57). Bu çalışmada zor havayolu senaryosunda ise C-MAC® videolaringoskop ve konvansiyonel Macintosh laringoskop arasında entübasyon süresi açısından istatistiksel anlamlı fark

izlenmezken, glottik görüntüleme açısından C-MAC® videolaringoskop ön plana çıkmıştır.

Çalışmamızın sonuçları daha iyi glottik görüntüleme açısından Shin ve arkadaşlarının çalışması ile benzer sonuçlar sunmuştur. Ancak entübasyon süresi açısından Shin ve arkadaşlarının çalışmasından farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Bunun nedeni, kullandığımız mankenlerin farklı olması olabilir. Shin ve ark.'nın kullandığı mankenin (SimMan®, Laerdal Medical Canada Ltd., Toronto, ON, Canada); diş yapısı, dudak, ağız açıklığı gibi ayrıntıları ile daha gerçekçi bir anatomiye sahip olup gerçek bir havayolunu daha iyi simüle edebildiğini düşünüyoruz. Çalışmamızda ise; havayolu simülatörü olarak beceri maketi olarak adlandırılan bir eğitim materyali kullanılmıştır. Ayrıca, Shin ve arkadaşlarının çalışmasında C-MAC® videolaringoskopun farklı bir modelinin (C-MAC PM) kullanılması da entübasyon süresi konusunda farklı sonuçlara ulaşılmasının sebebi olabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre; NH'de kullanımı en kolay olan cihaz SVL iken kullanımı en zor olan cihaz MCL'dir. 3DPVL ise kullanım kolaylığı açısından diğer iki cihazın arasında yer almaktadır. ZH'de ise SVL, MCL'ye göre daha kolay bir kullanıma sahip iken; 3DPVL ile diğer cihazlar arasında istatistiksel anlamlı fark izlenmedi. Katılımcılardan aldığımız yapılandırılmamış geri bildirimlere göre; zor havayolu senaryosunda mankenin dili tamamen şişirildiğinden, 3DPVL kullanılırken ETT'yi ağız içerisine yerleştirmek için küçük bir açıklık kalmaktaydı ve tüpü iletletirken manevra yapmak daha zordu. 3DPVL'nin bleydi kalındı ve laringoskop sapı diğer cihazlara göre daha az ergonomikti. Bu dezavantajlara rağmen; katılımcılar, 3DPVL'yi normal havayolu senaryosunda MCL'ye göre daha kolay kullanılabilir şeklinde puanladı. 3DPVL, zor havayolu senaryosunda ise SVL den geri kalmadı.

Çalışmamızda ZH'de ETT yerleştirilmesi açısından cihazlar arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmazken; NH'de SVL, MCL'ye üstün bulundu. 3DPVL ile diğer cihazlar arasında ise fark izlenmedi. Literatürde çalışmamızın sonuçlarından farklı olarak; C-MAC videolaringoskopun zor havayolu durumunda, ETT'nin doğru

yerleştirilmesi ve daha az özofageal entübasyon açısından konvansiyonel Macintosh laringoskopa göre üstün olduğu raporlanmıştır (58). Literatürde ETT'nin hatalı yerleştirilme oranı gerçek hastalarda %5.8 ile %12 arasında değişmektedir. Çalışmamızda ise bu oran farklı cihazlar için %3,2 ile %22,2 arasında değişmektedir (59-61). Aradaki fark, bu çalışmaların gerçek hasta üzerinde yapılmış olması ve katılımcılarının deneyimli olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre; üç cihaz da, hem NH'de hem de ZH'de benzer oranda başarılı idi. Entübasyon süresi, glottik görüntüleme, kullanım kolaylığı, ETT yerleştirme gibi değişkenleri incelediğimizde cihazlar arasında farklar mevcut olsa da; başarı oranı, hem ETT'nin doğru yerleştirilmesini hem de 30 saniyeden daha kısa sürede tamamlanan entübasyon girişimlerini içeren birleşik bir sonlanımdır.

Shin ve ark.'nın çalışmasında, normal havayolu senaryosunda başarı oranı konusunda cihazlar arasında fark yokken; zor havayolu senaryosunda C-MAC®'in , MCL'ye üstün olduğu gösterilmiştir (57). Bu çalışmada, C-MAC® videolaringoskopun zor havayolunda başarı oranı %95 ve konvansiyonel Macintosh laringoskopun başarı oranı %67 şeklinde bulunmuştur. Çalışmamızda ise zor entübasyon başarı oranı konusunda Shin ve arkadaşlarının çalışmasından farklı sonuçlara ulaşılmıştır. ZH'de başarı oranı C-MAC® için %86,5, 3DPVL için %84,1 ve MCL için %81,0 şeklindeydi ve bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildi. Çalışma bulgularımızdaki farklılık, Shin ve ark.'nın yüksek benzerlikli havayolu simülatörü, bizimse beceri maketi kullanmış olmamızdan kaynaklanmış olabilir.

Çalışmamızda video yardımcı cihazlar olan SVL ve 3DPVL, MCL'ye göre daha iyi bir glottik görüntü sunarken bu fark ETT yerleştirme ve başarı oranı konusunda izlenmemiştir. İyi bir glottik görüntü elde etmek, her zaman ETT'nin doğru yerleştirilmesi ve başarılı bir endotrakeal entübasyon anlamına gelmeyebilir (62). ETT'nin doğru yerleştirilmesi ve başarılı bir ETE için; iyi bir glottik görüntü ile beraber ETT'nin ağız içerisinde doğru konumlandırılıp ilerletilmesi gereklidir. Ayrıca videolaringoskoplar iyi bir glottik görüntü sağlasa da, ETE esnasında iyi bir el-göz koordinasyonu da gerekmektedir. Çalışmamızda, SVL ve 3DPVL ile iyi

glottik görüntü elde edilmiştir. Ancak başarı oranı konusunda her üç cihazın da benzer performans göstermesi, katılımcıların el-göz koordinasyonu ve deneyim eksikliğinden de kaynaklanıyor olabilir.

Hoshijima ve arkadaşlarının 2018 yılında yayınladığı, 18 adet çalışmayı içeren bir sistematik derleme ve meta-analize göre; C-MAC® videolaringoskop konvansiyonel Macintosh laringoskop ile karşılaştırıldığında, C-MAC® videolaringoskopun daha iyi glottik görüntüleme sağladığı gösterilmiştir (63). Aynı çalışmada C-MAC® videolaringoskop ile entübasyon esnasında daha az laringeal manipülasyon ihtiyacı olduğu gösterilmiş, ancak başarı oranı ve entübasyon süresi konusunda cihazlar arasında istatistiksel anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir. Çalışmamız, başarı oranı ve glottik görüntüleme konusunda Hoshijima ve ark.'nın ulaştığı sonuçlar ile benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ancak entübasyon süresi açısından farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmamızın; standardize koşullar altında yapılan bir manken çalışması olması, katılımcıların videolaringoskop kullanarak zor havayolunda daha kısa sürede ETE yapmış olmasını açıklayabilir. Hoshijima ve ark.'nın çalışmasında ise gerçek erişkin hastalar üzerinde yapılan çalışmalar derlenmiştir. Fark, gerçek hastadaki zor havayolu koşullarının; havayolu mankenindeki simülasyonundan daha zor olmasıyla ilişkili olabilir.

Literatürde, çalışmamızın konusu olan 3D-printed videolaringoskopların, konvansiyonel videolaringoskoplar ve MCL ile karşılaştırıldığı çalışma sayısı oldukça azdır. '3 dimensional(3D)' ve 'videolaringoskop' anahtar kelimeleri ile yaptığımız literatür taramasında yalnızca üç tane manken çalışması ve 1 tane rat çalışması olduğunu gördük (5, 64, 65, 66). Lambert ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptıkları çalışmada; deneyimli anesteziistler tarafından kullanılan 3D-printed Tansen® videolaringoskop (TVL), Pentax® AWS videolaringoskop ve konvansiyonel Macintosh laringoskop manken üzerinde zor havayolu senaryosunda karşılaştırılmıştır (5). Ataman ve Altıntaş'ın 2021 yılında yaptığı çalışmada ise 3D-printed Airangel® videolaringoskop ve Glidescope® videolaringoskop manken üzerinde karşılaştırılmıştır (64). Cohen ise 2017 yılında yaptığı manken çalışmasında; deneyimli anesteziistlerin elinde 3D videolaringoskopun ilk denemede

başarı oranı ve daha iyi glottik görüntüleme konusunda konvansiyonel Macintosh'a üstün olduğu gösterilmiştir (65). Rat çalışmasında ise, 35 adet ratın özgün bir 3D-printed videolaringoskop dizaynı ile başarılı bir şekilde entübe edildiğini bildirilmiştir (66).

Lambert ve arkadaşlarının çalışmasında, zor havayolu senaryosunda kendi tasarımları olan TVL (3D-printed); entübasyon süresi, entübasyon başarı oranı ve glottik görüntüleme açısından Pentax® AWS videolaringoskop ile benzer sonuçlar sunmuştur. TVL ve Pentax- AWS videolaringoskop; entübasyon süresi, başarı oranı ve glottik görüntüleme açısından konvansiyonel Macintosh laringoskopa üstün bulunmuştur. Aynı çalışmada kullanım kolaylığı açısından ise; Pentax-AWS, TVL'ye ve bu iki cihaz da konvansiyonel Macintosh laringoskopa üstün bulunmuştur (5). Çalışmamızda da zor havayolu senaryosunda; entübasyon süresi, glottik görüntüleme ve kullanım kolaylığı konusunda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Lambert ve arkadaşlarından farklı olarak, çalışmamızda her üç cihaz da benzer entübasyon başarı oranına sahiptir.

Ataman ve Altıntaş'ın 2021 yılında deneyimli kullanıcılarla yaptıkları çalışmada; entübasyon başarı oranı ve entübasyon süresi açısından Glidescope®, hem normal havayolu hem de zor havayolu senaryosunda Airangel®'a üstün bulunmuştur (64). Ataman ve Altıntaş'ın çalışmasında çalışmamızdaki ile benzer bir beceri maketi (Airsim® Combo Bronchi X), 3D-printed videolaringoskop modeli olarak ise Airangel® kullanılmıştır. 3D-printed laringoskopa entegre edilen video kamera da benzerdir.

Ataman ve Altıntaş'ın çalışmasında AirAngel ile zor havayolu senaryosunda başarılı entübasyon oranı %36,1 ve ortalama entübasyon süresi 27,7 saniye idi. Başarılı entübasyon süresi maksimum 60 saniye iken, bizim çalışmamızda başarılı entübasyon süresi maksimum 30 saniye idi. Çalışmamızda Ataman ve Altıntaş'ın çalışmasının aksine katılımcılar deneyimsizdi. Buna rağmen, çalışmamızda AirAngel® ile zor havayolunda entübasyon başarı oranı %84,1 ile çok daha yüksekti ve ortalama entübasyon süresi ise 26,57 saniye idi.

Çalışmalarımızda kullanılan materyal benzerliğine rağmen entübasyon başarı oranları arasında ciddi bir fark bulunmaktadır. Bu fark; 3D-printed laringoskopa entegre edilen video kameranın bleyd ucuna olan yerleşimi veya uzaklığı ile ilgili olabilir. Video kameranın bleyd ucuna olan uzaklığı konusunda bir standardizasyon bulunmamaktadır ve bu durum ETE esnasında glottik görüntü kalitesini etkileyebilir. Çalışmalarda kullanılan harici monitörler de farklıdır. Ataman ve Altıntaş, çalışmalarında görüntünün harici monitöre aktarımında gecikme olabildiğini raporlamalarına rağmen bizim çalışmamızda bu problem gözlenmemiştir. Çalışmalarımızda kullandığımız 3D-printed laringoskopların standart bir üretim hattından çıkmamış olmaları; farklı 3D yazıcılar ile üretilmiş olmaları da entübasyon başarı oranları arasındaki farkı açıklayabilir. Ayrıca, Ataman ve Altıntaş, zor havayolu senaryosunda servikal kollar ile immobilizasyon sağlamışlardır, bu da zor havayolu senaryosunun zorluk derecesini arttırmış ve başarılı entübasyon oranını olumsuz etkilemiş olabilir.

Airangel® videolaringoskop gibi 3D-printed videolaringoskop modellerinin standart bir üretim hattından çıkmamaları, üretimde kullanılan 3D yazıcının materyal kalitesini etkileyebilecek olması, video kamera entegrasyonu ve kullanılan harici monitör konusunda bir standardizasyon olmaması gibi nedenler 3D-printed videolaringoskopların dezavantajları olarak sayılabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu standardizasyonları sağlamak, daha güvenilir sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilir.

Literatürde 3DPVL'yi araştıran çalışmalarda (5, 64, 65) birbirinden farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Bunun nedeninin; çalışma dizaynlarının, katılımcıların, kullanılan videolaringoskopların ve havayolu simülatörlerinin üç çalışmada da birbirinden farklı olması olduğunu düşünüyoruz. Her üç çalışmada da, araştırmaya dahil edilen katılımcılar deneyimli doktorlardan (anestezistler, acil tıp uzmanları, acil tıp asistanları ve pratisyen hekimler) oluşmaktaydı. Bildiğimiz kadarıyla, literatürde deneyimsiz kullanıcıların elinde 3DPVL'yi araştıran bir çalışma ise yoktu. Ayrıca bu çalışmalar daha az sayıda katılımcı (sırasıyla 43, 23 ve 64 katılımcı) dahil edilerek yapılan çalışmalardı. Çalışmamız ise 126 homojen deneyimsiz katılımcı ile

gerçekleştirildi ve çalışma sonunda toplam 756 ETE girişimi yapılmış oldu. Çalışmamız, deneyimsiz kullanıcılar için, 3DPVL'nin etkinliğini, diğer laringoskoplar ile farklarını içeren veriler ortaya koydu.

Çalışmamızın sonuçlarına göre; 3DPVL, araştırdığımız değişkenlerde MCL'den geri kalmamış ve daha iyi glottik görüntüleme, kullanım kolaylığı, ZH'de entübasyon süresi konularında ise MCL'ye üstün bulunmuştur. Ayrıca 3DPVL, entübasyon süresi ve glottik görüntüleme konusunda SVL ile denk sonuçlar sunmuştur. Daha önceki çalışmalara (5, 64, 65) ve çalışmamızın sonuçlarına bakarak SVL'nin 3DPVL'ye bazı sonlanım noktalarında üstünlükleri olduğunu söyleyebiliriz. Ancak; konvansiyonel videolaringoskopların tüm avantajlarına rağmen yaygınlaşmalarını engelleyen en önemli dezavantaj yüksek maliyetleridir.

Çevik ve ark.'nın 2015 yılında yaptığı ve Türkiye'deki 51 hastanenin dahil edildiği bir çalışmaya göre, 3. basamak acil servislerin yalnızca %7.8'inde videolaringoskop ve %5.9'unda fiberoptik laringoskop bulunmaktadır (67). Literatüre baktığımızda; Birleşik Krallık'ta acil servislerde videolaringoskop bulundurma oranı %35 iken daha düşük gelirli bir ülke olan Macaristan'da bu oran %7 civarındadır (68, 69). Düşük gelirli ülkelerin videolaringoskopa erişiminin önündeki en büyük engel yüksek maliyetlerdir. Videolaringoskopların binlerce dolarlık maliyetlerine karşın yaklaşık 15 USD maliyetli 3DPVL, kısıtlı kaynakların olduğu yerlerde düşük maliyeti ve konvansiyonel Macintosh bleyde üstünlüğüyle bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

Son yıllarda 3D yazıcı teknolojisi yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde 3D yazıcılar, neredeyse her üniversitenin mühendislik fakültesinde mevcut olmakla beraber 3D yazıcı hizmeti veren ticari işletmeler de çoğalmıştır. 3D yazıcılar sayesinde farklı materyaller kullanılarak farklı tasarımlarda ürünler üretilmektedir. 3D yazıcılar ile print edilen videolaringoskopların üretiminde kullanılan materyaller de tartışma konusu olabilir. Çünkü üretimde kullanılan her materyal biyoyumlu olmayabilir. Çalışmamızda kullandığımız PLA materyal aslında biyoyumlu olarak kabul edilmektedir. Günümüzde PLA materyalin birçok

(plak, vida, implant, sütur ipliği vb.) kullanım alanı mevcuttur. PLA, in vivo ortamda hidroliz ile laktik aside parçalanmaktadır. PLA'nın hidrolizi ile ortaya çıkan laktik asidin insan dokularına toksik olmadığı gösterilmiştir ancak insan havayolunda kullanımına dair veri yoktur (70). Isıya ve neme dayanıksız olan PLA, uygun kimyasal sterilizasyon yöntemi ile sterilize edilebilmektedir ancak bu konuda kesin bir fikir birliği yoktur. Bu materyalin kullanımına ait potansiyel zararları değerlendirebilmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır (70).

Covid-19 pandemisi sırasında; endotrakeal entübasyon yapılırken, hasta ve operatör arasındaki mesafeyi koruyabilmenin önemi daha da arttı. Bu aşamada operatörün maruziyetini kısaltmak, bulaşı azaltabilmek ve aerosolizasyonu minimize edebilmek için güncel literatür videolaringoskopların kullanımını önermektedir (71). Covid-19 pandemisi boyunca gerçek hastalarda kullanımına dair deneyim paylaşımları olsa da (46,47); 3DPVL'nin insan üzerinde kullanımına zemin oluşturan bir sertifikasyon yoktur. Ancak alışmamızda, deneyimsiz kullanıcıların bu cihaza adapte olabilmesi, bazı noktalarda SVL ile benzer sonuçlar sunması ve çoğu sonlanımda MCL'ye üstün olması nedeniyle; 3DPVL'nin, kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde anatomiye görselleştirebilmek ve videolaringoskopi becerisini edinebilmek için şimdiden iyi bir alternatif eğitim materyali olabileceğini düşünüyoruz.

Literatüre göre videolaringoskopi becerisi edinmek, kovansiyonel Macintosh laringoskop ile DL becerisi edinmeye göre daha kolay görünmektedir. Yalnızca 6 denemeden sonra operatörler videolaringoskoplarla %90 oranında başarılı entübasyon yapabiliyorken, Macintosh laringoskoplarla bu orana 50 denemeden sonra ulaşılabilmektedir (72, 73). Videolaringoskopların ulaşılabilir olduğu bir tıp eğitimi modelinde; havayolu yönetimi becerisi Macintosh laringoskop yerine videolaringoskoplara daha kısa sürede ğretilebilir. Eğitmen ve ğrencinin, ETE prosedürünü monitörden eř zamanlı olarak takip edebilmesi de önemli bir eğitim avantajıdır.

3D printed videolaringoskopların, kaynakların kısıtlı olduğu düşük gelirli ülkelerde ve olağandışı (savaş, doğal afet, vahşi doğa, ulaşılamayan coğrafyalar vb.)

koşullarda, gerçek hasta üzerinde kullanımının; insan havayolunda kullanımının güvenli olduğu ortaya konulduktan sonra yaygınlaşabileceğini düşünüyoruz.

Lambert, Shin, McElwain ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarda Laerdal® Airway Management Trainer (Laerdal Medical Canada Ltd., Toronto, ON, Canada) gibi yüksek benzerlikli havayolu simülatörleri kullanılmıştır. Ataman ve Altıntaş'ın çalışmasında olduğu gibi bizim çalışmamızda da beceri maketi olan TruCorp AirSim® kullanılmıştır. Beceri maketlerinin, yüksek benzerlikli havayolu simülatörlerine göre gerçek hastayı daha az simüle edebildiklerini düşünüyoruz. Bu nedenle sonraki çalışmalarda yüksek benzerlikli havayolu simülatörlerinin kullanılması klinik ile daha uyumlu sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilir.

6 KISITLILIKLAR

Çalışmamız bir manken çalışmasıdır. Çalışmada kullanılan havayolu mankenlerinin yapısı gerçek bir hastanın havayolu anatomisini kısmen simüle edebilir. Çalışmamızda zor havayolu simüle edilmeye çalışılsa da; katılımcıların bulunduğu standardize edilmiş koşullar, gerçek bir kliniğin zor koşullarından oldukça uzaktır. Bu nedenle çalışmamızın sonuçları gerçek klinik durumlara genellenemez.

Çalışmamızda erişkin havayolu mankeni kullanılmıştır ve zor havayolu senaryosunda mankenin dili şişirilip, servikal omurgası sertleştirilmiştir. Sonuçlarımız, pediatrik mankenler veya başka zor havayolu senaryoları için yorumlanmamalıdır.

Çalışmamızda katılımcılar deneyimsiz olduğu için, yapılan her entübasyon girişimi katılımcılara deneyim kazandırmış olabilir. Çalışma boyunca entübasyon girişim sayısının artmasından kaynaklanan deneyim, sonraki istasyonlarda elde edilen sonuçları etkilemiş olabilir. Çalışma planlanırken bu durum öngörülüp, kullanılacak cihaz sırası randomize edilmiş olsa da; sonuçların ne kadar etkilendiği belirsizdir.

Çalışmamızda 3D model olarak AirAngel® videolaringoskop modeli kullanılmıştır ve sonuçlarımız diğer 3D-printed videolaringoskoplar için geçerli olmayabilir.

3D-printed videolaringoskopların üretiminin standardize olmaması, üretim esnasında farklı materyaller kullanılabilmesi, entegre edilen video kameranın özellikleri ve yerleşimi konusunda net öneriler olmaması bu konuda yapılan çalışmaların farklı sonuçlara ulaşmasına yol açabilir.

7 SONUÇ

3DPVL, zor havayolu senaryosunda MCL'ye göre daha kısa entübasyon süresi sağlamış ve SVL ile benzer sonuçlar sunmuştur. Hem normal havayolu hem de zor havayolu senaryosunda; daha iyi glottik görüntüleme konusunda SVL ile benzer sonuçlar sunmuş ve MCL'ye üstün bulunmuştur. 3DPVL, zor havayolu senaryosunda diğer iki cihaz ile kullanım kolaylığı açısından eşit görünse de; normal havayolu senaryosunda MCL'ye üstün bulunmuştur. ETT yerleştirme ve entübasyon başarı oranı konusunda ise hem normal havayolu hem de zor havayolu senaryosunda SVL ve MCL ile denk görünmektedir. 3DPVL, araştırdığımız değişkenlerde MCL'den geri kalmamış ve bazı noktalarda SVL ile benzer sonuçlar sunmuştur. 3DPVL, kaynakların kısıtlı olduğu yerlerde; düşük maliyeti ile konvansiyonel videolaringoskoplar için iyi bir eğitim ve klinik alternatif olabilir.

8 KAYNAKLAR

1. Driver BE, Reardon RF. Tracheal intubation. In: Roberts JR. Roberts and Hedges' Clinical Procedures in Emergency Medicine and Acute Care. 7th ed. Elsevier; 2019: 62-110.
2. Zaouter C, Calderon J, Hemmerling TM. Videolaryngoscopy as a new standard of care. *Br J Anaesth*. 2015; 114(2): 181-183. doi: 10.1093/bja/aeu266
3. Pieters BMA, Maas EHA, Knape JTA, van Zundert AAJ. Videolaryngoscopy vs. direct laryngoscopy use by experienced anaesthetists in patients with known difficult airways: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia*. 2017; 72(12): 1532-1541. doi: 10.1111/anae.14057
4. Maruyama K, Yamada T, Kawakami R, Hara K. Randomized cross-over comparison of cervical-spine motion with the AirWay Scope or Macintosh laryngoscope with in-line stabilization: a video-fluoroscopic study. *Br J Anaesth*. 2008; 101(4): 563-567. doi: 10.1093/bja/aen207
5. Lambert CT, John SC, John AV. Development and performance testing of the low-cost, 3D-printed, smartphone-compatible 'Tansen Videolaryngoscope' vs. Pentax-AWS videolaryngoscope vs. direct Macintosh laryngoscope: A manikin study. *European Journal of Anaesthesiology*. 2020; 37(11): 992-998. doi: 10.1097/EJA.0000000000001264
6. Saoraya J, Musikatavorn K, Sereeyotin J. Low-cost Videolaryngoscope in response to COVID-19 pandemic. *West J Emerg Med*. 2020; 21(4): 817-818. doi: 10.5811/westjem.2020.5.47831
7. Sungur M. Airway management techniques. *Yoğun Bakım Dergisi*. 2001; 1(2): 75-83.
8. Ball M, Hossain M, Padalia D. Anatomy, airway. In: *StatPearls Publishing*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459258/>. Accessed June 17, 2022.
9. Sayhan MB. Anatomy of the airway. *Turkiye Klinikleri J Emerg Med-Special Topics*. 2015; 1(1): 1-8.
10. Mete A, Akbudak IH. Functional anatomy and physiology of airway. In: Erbay RH. *Tracheal Intubation*. London: IntechOpen; 2018. <https://www.intechopen.com/chapters/61712>. doi: 10.5772/intechopen.77037. Accessed June 17, 2022.
11. The respiratory system. In: Waugh A, Grant A. Ross and Wilson Anatomy and Physiology in Health and Illness. 12th Ed. Elsevier; 2014: 241-272.
12. Karjala DC, Tyler SG, Nasr IF. Essential anatomy of the airway. In: Reichman EF. Reichman's Emergency Medicine Procedures. 3rd Ed. McGraw Hill; 2019: 55-61.
13. Paek H, Voronov G, Nasr N. Orotracheal Intubation. In: Reichman EF. Reichman's Emergency Medicine Procedures. 3rd Ed. McGraw Hill; 2019: 122.
14. Russo CJ. Basic Airway Management. In: Reichman EF. Reichman's Emergency Medicine Procedures. 3rd Ed. McGraw Hill; 2019: 61-72.

15. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2022; 136(1): 31-81. doi: 10.1097/ALN.0000000000004002
16. Berry JM, Harvey S. Laryngoscopic Orotracheal and Nasotracheal Intubation. In: Hagberg CA. Benumof and Hagberg's Airway Management. 3rd Ed. Elsevier; 2013: 346-358.
17. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia*. 1987; 42(5): 487-490. doi: 10.1111/j.1365-2044.1987.tb04039.x
18. Walls RM, Murphy MF. Identification of the difficult and failed airway. In: Walls RM, Murphy MF. Manual of Emergency Airway Management. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2012: 8-21.
19. Carleton SC, Reardon RF, Brown III CA. Bag-Mask Ventilation. In: Walls RM, Murphy MF. Manual of emergency airway management. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2012: 79-91.
20. Driver BE, Reardon RF. Basic Airway Management and Decision Making. In: Roberts JR. Roberts and Hedges' Clinical Procedures in Emergency Medicine and Acute Care. 7th ed. Elsevier; 2019: 39-40.
21. Finucane BT, Santora AH. Basic Airway Management and Cardiopulmonary Resuscitation (CPR). In: Finucane BT, Santora AH. Principles of Airway Management. 3rd ed. Springer; 2003: 21-40.
22. Oray NÇ. Basic Airway Devices. *Turkiye Klinikleri J Emerg Med-Special Topics*. 2015; 1(1): 9-17.
23. Bullard D, Brothers K, Davis C, Kingsley E, Waters J 3rd. Contraindications to nasopharyngeal airway insertion. *Nursing*. 2012; 42(10): 66-67. doi: 10.1097/01.NURSE.0000419438.68298.d2
24. Davies JD, Costa BK, Ascuitto AJ. Approaches to manual ventilation. *Respir Care*. 2014; 59(6): 810-824. doi: 10.4187/respcare.03060
25. Amack AJ, Barber GA, Ng PC, Smith TB, April MD. Comparison of Ventilation With One-Handed Mask Seal With an Intraoral Mask Versus Conventional Cuffed Face Mask in a Cadaver Model: A Randomized Crossover Trial. *Ann Emerg Med*. 2017; 69(1): 12-17. doi: 10.1016/j.annemergmed.2016.04.017
26. Coule PL, Mazzoli AJ, Todaro JM. Comparison of a novel intra-oral mask (NuMask) to standard mask ventilation using a cadaver model. *Ann Emerg Med*. 2010; 56(3): S150-S151. doi: 10.1016/j.annemergmed.2010.06.508
27. Ng PC, Amack AJ, Barber GA, April MD. Nu-Mask vs conventional bag valve mask: a randomized crossover trial comparing air leak. *J Emerg Med*. 2016; 50(6): 928. doi: 10.1016/j.jemermed.2016.05.021
28. Wang HE, Carlson JN. Tracheal Intubation. In: Tintinalli JE, Ma OJ, Yealy DM, eds. Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide. 9th ed. McGraw Hill; 2020: 179-190.
29. Binks MJ, Holyoak RS, Melhuish TM, Vlok R, Bond E, White LD. Apneic oxygenation during intubation in the emergency department and during retrieval: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med*. 2017; 35(10): 1542-1546. doi: 10.1016/j.ajem.2017.06.046

30. Caputo N, Azan B, Domingues R, et al. Emergency Department use of Apneic Oxygenation Versus Usual Care During Rapid Sequence Intubation: A Randomized Controlled Trial (The ENDAO Trial). *Acad Emerg Med*. 2017; 24(11): 1387-1394. doi: 10.1111/acem.13274
31. Arino JJ, Velasco JM, Gasco C, Lopez-Timoneda F. Straight blades improve visualization of the larynx while curved blades increase ease of intubation: a comparison of the Macintosh, Miller, McCoy, Belscope and Lee-Fiberview blades. *Can J Anaesth*. 2003; 50(5): 501-506. doi: 10.1007/BF03021064
32. Carleton SC, Reardon RF, Brown III CA. Direct Laryngoscopy. In: Walls RM, Murphy MF. Manual of emergency airway management. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2012: 120-135.
33. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. 1984; 39(11): 1105-1111.
34. Gupta S, Gupta A. Difficult Airway in Obstetrics. In: Khan ZH. Airway Management. Springer; 2014: 239-252. doi: 10.1007/978-3-319-08578-4_15
35. Sakles JC, Brown III CA, Bair AE. Video Laryngoscopy. In: Walls RM, Murphy MF. Manual of emergency airway management. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2012: 140-157.
36. Inboriboon PC, Buchanan CB. Video Assisted Orotracheal Intubation Devices. In: Reichman EF. Reichman's Emergency Medicine Procedures. 3rd Ed. McGraw Hill; 2019: 147-163.
37. Myatra SN, Patwa A, Divatia JV. Videolaryngoscopy for all intubations: Is direct laryngoscopy obsolete?. *Indian J Anaesth*. 2022; 66(3): 169-173. doi: 10.4103/ija.ija_234_22
38. Dörge V. The C-MAC Videolaryngoscopy System in Clinical and Emergency Medicine. OpenAirway. Web Site. Available at: <https://openairway.org/wp-content/uploads/2014/11/CMAC.pdf>. Accessed August 8, 2022.
39. Lim Y, Yeo SW. A comparison of the GlideScope with the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation in patients with simulated difficult airway. *Anaesth Intensive Care*. 2005; 33(2): 243-247. doi: 10.1177/0310057X0503300215
40. Hirabayashi Y, Kuratani N, Masaki E, Masui. 2013; 62(2): 233-238.
41. Mosier JM, Stolz U, Chiu S, Sakles JC. Difficult airway management in the emergency department: GlideScope videolaryngoscopy compared to direct laryngoscopy. *J Emerg Med*. 2012; 42(6): 629-634. doi: 10.1016/j.jemermed.2011.06.007
42. Braude D, Steuerwald M, Wray T, Galgon R. Managing the Out-of-Hospital Extraglottic Airway Device. *Ann Emerg Med*. 2019; 74(3): 416-422. doi: 10.1016/j.annemergmed.2019.03.002
43. Bair AE, Filbin MR, Kulkarni RG, Walls RM. The failed intubation attempt in the emergency department: analysis of prevalence, rescue techniques, and personnel. *J Emerg Med*. 2002; 23(2): 131-140. doi: 10.1016/s0736-4679(02)00501-2
44. François B, Clavel M, Desachy A, Puyraud S, Roustan J, Vignon P. Complications of tracheostomy performed in the ICU: subthyroid tracheostomy vs surgical cricothyroidotomy. *Chest*. 2003; 123(1): 151-158. doi: 10.1378/chest.123.1.151

45. Archpru B. Videos. AirAngel. Web Site. Available at: <https://www.airangelblade.org/video-tutorial>. Accessed August 8, 2022.
46. Archpru B. AirAngel blade + Teslong industrial endoscope [Video]. Youtube. Web Site. Available at: <https://www.youtube.com/shorts/3dUbNCp9O0I>. Published January 25, 2019. Accessed August 8, 2022.
47. Archpru B. Teslong Industrial Endoscope + AirAngel Blade [Video]. Youtube. Web Site. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=na1uBgm36Mg>. Published November 18, 2018. Accessed August 8, 2022.
48. Archpru B. AirAngel Standard Adult Blades. AirAngel. Web Site. Available at: <https://www.airangelblade.org/download>. Accessed August 8, 2022.
49. Random Team Generator. GIGA Calculator. Web Site. Available at: <https://www.gigacalculator.com/randomizers/random-team-generator.php>. Accessed August 8, 2022.
50. Choi JW, Kim JA, Jung HJ, Kim WH. Tracheal Intubation with a McGrath® Series 5 Video Laryngoscope by Novice Personnel in a Cervical-immobilized Manikin. *J Emerg Med*. 2016; 50(1): 61-66. doi: 10.1016/j.jemermed.2015.06.079
51. Gawlowski P, Iskrzycki L. Comparison of Macintosh and AWS Pentax laryngoscope for intubation in cervical immobilization scenario. *Am J Emerg Med*. 2017; 35(5): 791-792. doi: 10.1016/j.ajem.2016.12.049
52. Herbstreit F, Fassbender P, Haberl H, Kehren C, Peters J. Learning endotracheal intubation using a novel videolaryngoscope improves intubation skills of medical students. *Anesth Analg*. 2011; 113(3): 586-590. doi: 10.1213/ANE.0b013e3182222a66
53. Ayoub CM, Kanazi GE, Al Alami A, Rameh C, El-Khatib MF. Tracheal intubation following training with the GlideScope compared to direct laryngoscopy. *Anaesthesia*. 2010; 65(7): 674-678. doi: 10.1111/j.1365-2044.2010.06335.x
54. Kim W, Choi HJ, Lim T, Kang BS. Can the new McGrath laryngoscope rival the GlideScope Ranger portable video laryngoscope? A randomized manikin study. *Am J Emerg Med*. 2014; 32(10): 1225-1229. doi: 10.1016/j.ajem.2014.07.034
55. Ray DC, Billington C, Kearns PK, et al. A comparison of McGrath and Macintosh laryngoscopes in novice users: a manikin study. *Anaesthesia*. 2009; 64(11): 1207-1210. doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.06061.x
56. McElwain J, Malik MA, Harte BH, Flynn NM, Laffey JG. Comparison of the C-MAC videolaryngoscope with the Macintosh, Glidescope, and Airtraq laryngoscopes in easy and difficult laryngoscopy scenarios in manikins. *Anaesthesia*. 2010; 65(5): 483-489. doi: 10.1111/j.1365-2044.2010.06307.x
57. Shin M, Bai SJ, Lee KY, Oh E, Kim HJ. Comparing McGRATH® MAC, C-MAC®, and Macintosh Laryngoscopes Operated by Medical Students: A Randomized, Crossover, Manikin Study. *Biomed Res Int*. 2016; 2016: 8943931. doi: 10.1155/2016/8943931

58. Sakles JC, Mosier J, Chiu S, Cosentino M, Kalin L. A comparison of the C-MAC video laryngoscope to the Macintosh direct laryngoscope for intubation in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 2012; 60(6): 739-748. doi: 10.1016/j.annemergmed.2012.03.031
59. Jones JH, Murphy MP, Dickson RL, Somerville GG, Brizendine EJ. Emergency physician-verified out-of-hospital intubation: miss rates by paramedics. *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine.* 2004 Jun; 11(6): 707-709. doi: 10.1197/j.aem.2003.12.026. PMID: 15175215.
60. Wirtz DD, Ortiz C, Newman DH, Zhitomirsky I. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes by ground prehospital providers. *Prehosp Emerg Care.* 2007; 11(2): 213-218. doi: 10.1080/10903120701205935
61. Jemmett ME, Kendal KM, Fourre MW, Burton JH. Unrecognized misplacement of endotracheal tubes in a mixed urban to rural emergency medical services setting. *Acad Emerg Med.* 2003; 10(9): 961-965. doi: 10.1111/j.1553-2712.2003.tb00652.x
62. Niforopoulou P, Pantazopoulos I, Demestiha T, Koudouna E, Xanthos T. Video-laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2010; 54(9): 1050-1061. doi: 10.1111/j.1399-6576.2010.02285.x
63. Hoshijima H, Mihara T, Maruyama K, et al. C-MAC videolaryngoscope versus Macintosh laryngoscope for tracheal intubation: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *J Clin Anesth.* 2018; 49: 53-62. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.06.007
64. Ataman AK, Altintas E. Comparison of a commercial 3D fabricated laryngoscope (Airangel ®) with a widely-used video laryngoscope (Glidescope®): Randomized controlled cross-over study. *Trends in Anaesthesia and Critical Care.* 2021; 40(1): 35-40. doi: 10.1016/j.tacc.2021.05.009.
65. Cohen T. Comparison of a Low-Cost 3D Printed Video Laryngo-Borescope Blade versus Direct Laryngoscope for Simulated Endotracheal Intubations. Society for Technology in Anesthesia. Web Site. Available at: https://www.stahq.org/userfiles/files/010_STA_Cohen%28255%29.pdf. Accessed July 14, 2022.
66. Vongerichten A, Aristovich K, dos Santos GS, McEvoy AW, Holder DS. Design for a three-dimensional printed laryngoscope blade for the intubation of rats. *Lab Anim (NY).* 2014; 43(4): 140-142. doi: 10.1038/labon.463
67. Çevik E, Bilge S, Çınar O, Acar YA, Demir A, Karakuş Yılmaz B. Evaluation of Alternative Airway Devices in University and Educational and Research Hospital Emergency Departments in Turkey. *Eurasian J Emerg Med.* 2015; 14: 192-196. doi: 10.5152/eajem.2015.05900
68. Cook TM, Kelly FE. A national survey of videolaryngoscopy in the United Kingdom. *Br J Anaesth.* 2017; 118(4): 593-600. doi: 10.1093/bja/aex052
69. Nagy B, Rendeki S. A national survey of videolaryngoscopes and alternative intubation devices in Hungary. *PLoS One.* 2019; 14(10): e0223645. Published 2019 Oct 10. doi: 10.1371/journal.pone.0223645

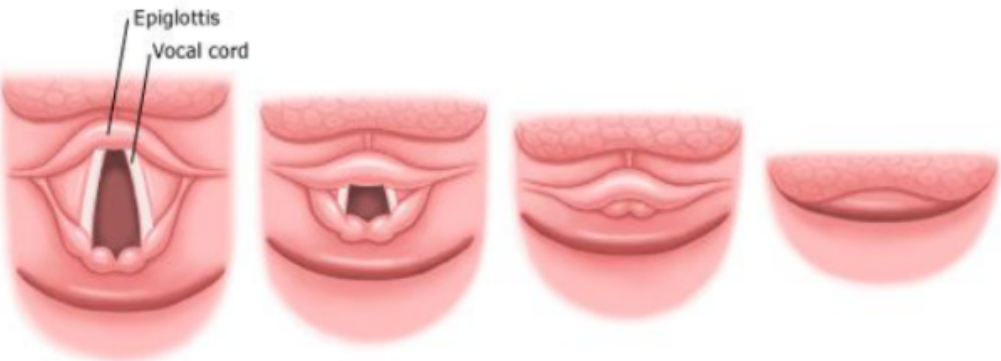
70. Athanasiou KA, Niederauer GG, Agrawal CM. Sterilization, toxicity, biocompatibility and clinical applications of polylactic acid/polyglycolic acid copolymers. *Biomaterials*. 1996; 17(2): 93-102. doi: 10.1016/0142-9612(96)85754-1
71. Zeidan A, Bamadhaj M, Al-Faraidy M, Ali M. Videolaryngoscopy Intubation in Patients with COVID-19: How to Minimize Risk of Aerosolization?. *Anesthesiology*. 2020; 133(2): 481-483. doi: 10.1097/ALN.0000000000003389
72. Nouruzi-Sedeh P, Schumann M, Groeben H. Laryngoscopy via Macintosh blade versus GlideScope: success rate and time for endotracheal intubation in untrained medical personnel. *Anesthesiology*. 2009; 110(1): 32-37. doi: 10.1097/ALN.0b013e318190b6a7
73. Mulcaster JT, Mills J, Hung OR, et al. Laryngoscopic intubation: learning and performance. *Anesthesiology*. 2003; 98(1): 23-27. doi: 10.1097/00000542-200301000-00007



9 EKLER

EK 1. Ölçek

1. Entübasyon yaparken gördüğünüz görüntüyü Cormack-Lehane sınıflamasına uygun olarak lütfen işaretleyiniz.



Grade I Grade II Grade III Grade IV

☐

☐

☐

☐

2. Lütfen kullandığınız endotrakeal entübasyon cihazını kullanım kolaylığına göre değerlendiriniz.

Çok Kolay	Kolay	Normal	Zor	Çok zor

EK 2. Etik Kurul Kararı

