



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

ÜMRANİYE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**ZOR HAVA YOLUNUN ÖNGÖRÜLMESİNDE
PREOPERATİF ÜST HAVA YOLU
ULTRASONOGRAFİSİNİN ETKİNLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Dr. Kübra Türkmen

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL- 2025



T.C.

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

ÜMRANIYE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**ZOR HAVA YOLUNUN ÖNGÖRÜLMESİNDE
PREOPERATİF ÜST HAVA YOLU
ULTRASONOGRAFİSİNİN ETKİNLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Dr. Kübra Türkmen

Tez Danışmanı: Başasistan Uzm. Dr. Mehtap Özdemir

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL- 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	viii
ZOR HAVA YOLUNUN ÖNGÖRÜLMESİNDE PREOPERATİF ÜST HAVA YOLU ULTRASONOGRAFİSİNİN ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI	
ABSTRACT	x
EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PREOPERATIVE UPPER AIRWAY ULTRASONOGRAPHY IN PREDICTING DIFFICULT AIRWAY	
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 HAVA YOLU ANATOMİSİ.....	2
2.1.1 Üst Hava Yolu Anatomisi.....	2
2.1.2 Alt Hava Yolu Anatomisi	5
2.2 MASKE VENTİLASYON TEKNİĞİ.....	6
2.3 ENDOTRAKEAL ENTÜBASYON TEKNİĞİ.....	7
2.4 ZOR HAVA YOLU TANIMLARI	8
2.4.1 Zor Maske Ventilasyonu (ZMV)	8
2.4.2 Zor Laringoskopi	9
2.4.5 Zor Trakeal Entübasyon	10
2.5 HAVA YOLUNUN PREOPERATİF DEĞERLENDİRİLMESİ	11
2.5.1 Preoperatif Hava Yolu Değerlendirme Yöntemleri	11
2.5.1.1 Hasta Öyküsü ve Klinik Risk Faktörleri	11
2.5.1.2 Fizik Muayene ve Klinik Testler	12

a) Mallampati Sınıflaması	12
b) Tiromental Mesafe.....	13
c) Hyomental Mesafe.....	13
f) Ağız Açıklığı	14
2.6 ZOR HAVA YOLU YÖNETİMİ VE KLİNİK YAKLAŞIMLAR.....	15
2.7 ULTRASONOGRAFİ	17
2.7.1 Üst Hava Yolunun Sono Anatomisi	18
2.7.1.1 Suprahyoid Görünüm	19
2.7.1.2 Tirohyoid Görünüm	21
2.7.1.3 Tiroid Görünüm	22
2.7.1.4 Krikotiroid Görünüm.....	23
2.7.1.5 Suprasternal Görünüm.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1 Çalışmanın Tasarımı ve Verilerin Kaydı	26
3.2 Verilerin İstatiksel Analizi	27
4.BULGULAR.....	28
4. TARTIŞMA.....	54
Limitasyonlar	62
5. SONUÇ.....	63
KAYNAKLAR.....	64
EKLER.....	Error! Bookmark not defined.
ÖZGEÇMİŞ	Error! Bookmark not defined.

TEŞEKKÜR

Bilgi ve tecrübelerini sabırla bizlere aktaran, akademik birikimiyle gelişimime değerli katkılar sağlayan hocam Prof. Dr. Canan Balcı'ya;

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi birikimi ile bizlere yol gösteren ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi Zeliha Tuncel'e;

Tez sürecimin her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle rehberlik eden, katkılarıyla çalışmamın şekillenmesinde büyük emeği olan tez danışmanım Başasistan. Dr. Mehtap Özdemir'e;

Asistanlık sürecimde karşılaştığım her zorlukta desteğini esirgemeyen, yoluma bilgi ve tecrübeleriyle katkı sağlayan değerli uzman abla ve abilerime;

Bu beş yıllık asistanlık sürecinde birlikte yol aldığımız, varlıklarıyla bu süreci kolaylaştıran, desteklerini hep hissettiğim kıymetli arkadaşlarım Dr. Meriç Çil'e ve Dr. Ezgi Bal'a;

Uzmanlık eğitimim süresince sevinci, üzüntüyü, başarıyı beraber yaşadığım ve hissettiğim asistan arkadaşlarıma;

Ve her daim yanımda olan ve beni bugünlere ulaştıran sevgili aileme; annem Sabriye Türkmen, babam Süleyman Türkmen ve kardeşim Alp Ercan Türkmen'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Kübra Türkmen

İstanbul-2025

KISALTMALAR

ASA: American Society of Anesthesiologists

MP: Mallampati Skoru

USG: Ultrasonografi

BMI: Body Mass Index

KTA: Kalp Tepe Atımı

OAB: Ortalama Arter Basıncı

SpO2: O2 Satürasyon Yüzdesi

DSE: Distance from Skin to Epiglottis (Epiglottis ile cilt arası mesafe)

DSTI: Distance from Skin to Thyroid Isthmus (Tiroid istmus ve cilt arası mesafe)

DSVC: Distance from Skin to Anterior Comissure of Vocal Cords (Vokal kordların anterior komissürü ve cilt arası mesafe)

TT: Tongue Thickness (Dil kalınlığı)

HMD: Hyomental Mesafe

CL: Cormack Lehane Sınıflaması

PPV: Pozitif Basıncılı Ventilasyon

CICV: Entübe Edilemeyen ve Ventile Edilemeyen

BURP: Backward-Upward-Rightward Pressure (Geri- Yukarı- Sağa Basıncı)

ETT: Endotrakeal Tüp

CTM: Krikotiroid Membran

PES: Pre-Epiglottik Boşluk

POCUS: Point of Care Ultrasound (Hasta Başı Ultrasonografi)

ROC: Receiver Operating Characteristic

AUC: Eğri Altında Kalan Alan

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Demografik veriler	29
Tablo 2. Çalışma Parametrelerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler	30
Tablo 3. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	32
Tablo 4. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Klinik Parametreler Açısından Karşılaştırılması.....	34
Tablo 5. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Hemodinamik ve Solunumsal Parametrelerinin Karşılaştırılması	35
Tablo 6. DSE Değerlerine Göre Zor Hava Yolu Riskiyle İlişkili Demografik ve Klinik Özelliklerin Karşılaştırılması.....	38
Tablo 7. DSE Değerine Göre Hava Yolu Yönetimi Yöntemlerinin ve İlişkili Parametrelerin İstatistiksel Karşılaştırması	41
Tablo 8. $DSE \leq 2.2$ cm ve $DSE > 2.2$ cm Gruplarının Hemodinamik Parametreler ve Hava Yolu Yönetimi Açısından Karşılaştırılması	42
Tablo 9. DSE'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki Tanısal Performansı ve ROC Analizi Sonuçları	43
Tablo 10. DSTI Değerlerine Göre Zor Hava Yolu Riskiyle İlişkili Demografik ve Klinik Özelliklerin Karşılaştırılması.....	46
Tablo 11. DSTI Değerine Göre Hava Yolu Yönetimi Yöntemlerinin ve İlişkili Parametrelerin İstatistiksel Karşılaştırması	49
Tablo 12. DSTI' nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki Tanısal Performansı ve ROC Analizi Sonuçları	50
Tablo 13. TT ve DSVC'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki Tanısal Performansı ve ROC Analizi Sonuçları	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Larenksi Oluşturan Yapılar	4
Şekil 2. Hava Yolunun Duyusal İnnervasyonu	4
Şekil 3. Larenks Anatomisi	5
Şekil 4. Cormack Lahene Sınıflaması	10
Şekil 5. Mallampati Sınıflaması	13
Şekil 6. Zor Hava Yolu Yönetim Algoritması, ASA 2022	16
Şekil 7. Üst Hava Yolu Ultrasonografik Değerlendirmesinde Kullanılan Açılar	18
Şekil 8. Ultrasonografide Suprahyoid Görünüm	20
Şekil 9. TT: Ultrasonografide Dil Kalınlığı (Tongue Thickness) Ölçümü	20
Şekil 10. Ultrasonografide Tirohyoid Görünüm	21
Şekil 11. Ultrasonografide Tiroid Görünüm	22
Şekil 12. Ultrasonografide Krikotiroid Görünüm	23
Şekil 13. Ultrasonografide Suprasternal Görünüm	24
Şekil 14. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Yaş Ortalamaları ile Cinsiyet Dağılımlarının Karşılaştırılması	31
Şekil 15. Han Ölçeği ve Mallampati Skoru Dağılımının Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarına Göre Dağılımı	33
Şekil 16. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarında T0 ve T1 Zaman Noktalarındaki Hemodinamik Değişikliklerin Karşılaştırılması	36

Şekil 17. DSE (Epiglottis ve Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Cinsiyet, Mallampati Skoru, Han Ölçeği ve Cormack-Lehane Skoru Dağılımının Karşılaştırılması	39
Şekil 19. DSE (Epiglottis ve Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Zor Hava Yolu Olasılığının Lojistik Regresyon Analizi	44
Şekil 20. DSTI Değerine Göre Yaş, BMI, Han Ölçeği ve Cormack-Lehane Skoru Dağılımının Karşılaştırılması	47
Şekil 21. DSTI (Tiroid İstmus ve Cilt Arası Mesafe)'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki ROC Eğrisi.....	50
Şekil 22. DSTI (Tiroid İstmus ve Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Zor Hava Yolu Olasılığının Lojistik Regresyon Analizi	51
Şekil 23. TT (Dil Kalınlığı) ve DSVc (Vokal Kordların Anterior Komissürü ve Cilt Arası Mesafe)'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki ROC Eğrisi	53

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı, genel anestezi ile elektif cerrahi uygulanan yetişkin hastalarda zor hava yolunu öngörmede preoperatif üst hava yolu ultrasonografisinin etkinliğini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Bu prospektif gözlemsel çalışma etik kurul onayı alınması sonrasında genel anestezi altında, orotrakeal entübasyon gerektiren operasyon planlanan 18-70 yaş aralığında, ASA 1-3 olan toplam 94 hasta ile gerçekleştirildi. Hastaların yaş, cinsiyet, BMI ve ASA skorları gibi demografik verileri kaydedildi. Hastaların preoperatif olarak ultrasonografi ile epiglottis cilt arası mesafe (DSE), tiroid istmus ile cilt arası mesafe (DSTI), vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe (DSVC), dil kalınlığı (TT) ölçümleri yapıldı. Hastalar operasyon odasına alındıktan sonra preoperatif hemodinamik değerleri kaydedildi. Anestezi indüksiyonu sonrasında maskeleme skoru (Han ölçeği), direk laringoskopi sırasında değerlendirilen Cormack Lehane derecesi, BURP manevrası uygulanıp uygulanmadığı, entübasyona yardımcı araç kullanılıp kullanılmadığı verileri kaydedildi. Entübasyondan sonra 5. dakikada gözlenen kalp tepe atımı, ortalama arter basıncı, periferik oksijen saturasyonu ve end tidal CO₂ değerleri kaydedildi. Cormack Lehane I, IIa ve IIb kolay hava yolu olarak sınıflanırken; Cormack Lehane III, IV olan hastalar zor hava yolu olarak sınıflandırıldı.

BULGULAR: Ultrasonografik değerlendirmede; epiglottis ile cilt arası mesafe (DSE), tiroid istmus ile cilt arası mesafe (DSTI) ve dil kalınlığı (TT) ölçümlerinin zor hava yolu öngörüsünde anlamlı prediktörler olduğu belirlendi. ROC analizine göre, DSE için belirlenen > 2.2 cm eşik değeri %92.7 duyarlılık ve %71.7 özgüllük sağladı (AUC = 0.848, p < 0.001). DSTI için belirlenen > 0.75 cm eşik değeri, %51.2 duyarlılık ve %75.5 özgüllük gösterdi (AUC = 0.639, p = 0.021). Dil kalınlığı (TT) ölçümünde ise zor hava yolu grubunda TT değeri anlamlı olarak daha yüksek saptandı (p = 0.046).

Ayrıca, vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe (DSVC) ölçümünün zor hava yolu öngörüsünde anlamlı bir prediktör olmadığı belirlendi (p = 0.437).

Zor hava yolu grubunda erkek cinsiyet oranı anlamlı olarak daha yüksek bulundu (%65.9, $p < 0.05$). Ayrıca, DSE > 2.2 cm grubunda da erkek cinsiyet oranı daha fazla olup bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p = 0.006$). BMI değerlerinde 2 grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark izlenmedi ($p = 0.219$).

SONUÇ: Sonuç olarak, çalışmamızda epiglottis cilt arası mesafe (DSE), tiroid istmus cilt arası mesafe (DSTI) ve dil kalınlığı (TT) ölçümlerinin zor hava yolu öngörüsünde anlamlı prediktörler olabileceği gösterilmiş olup, özellikle DSE'nin yüksek duyarlılığı ile klinik pratikte güvenle kullanılabilecek değerli bir tanı testi olabileceği düşünülmektedir. Bulgularımız, ultrasonografinin zor hava yolu yönetiminde etkili bir araç olarak kullanılabileceğini ve rutin tarama testi olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Entübasyon, Cormack-Lehane sınıflaması, zor hava yolu, üst hava yolu ultrasonografisi

ABSTRACT

AIM: The aim of this study was to investigate the efficacy of preoperative upper airway ultrasonography in predicting difficult airway in adult patients undergoing elective surgery under general anesthesia.

MATERIAL AND METHOD: This prospective observational study was conducted following the approval of the ethics committee. The study included 94 patients aged between 18 and 70 years with ASA scores of 1-3, who were scheduled for elective surgery under general anesthesia requiring orotracheal intubation. Demographic data such as age, gender, BMI, and ASA scores were recorded. Preoperatively, ultrasound measurements were performed to assess the epiglottis-to-skin distance (DSE), thyroid isthmus-to-skin distance (DSTI), anterior commissure of the vocal cords-to-skin distance (DSVC), and tongue thickness (TT). After the patients were transferred to the operating room, their preoperative hemodynamic values were recorded. Following anesthesia induction, data regarding the mask ventilation score (Han Scale), the Cormack-Lehane grade evaluated during direct laryngoscopy, the application of the BURP maneuver, and the use of auxiliary devices during intubation were documented. Heart rate, mean arterial pressure, peripheral oxygen saturation, and end-tidal CO₂ values observed at the 5th minute after intubation were recorded. Patients with Cormack-Lehane grades I, IIa and IIb were classified as having an easy airway, while those with grades III and IV were considered to have a difficult airway.

RESULTS: Ultrasonographic evaluation revealed that the epiglottis-to-skin distance (DSE), thyroid isthmus-to-skin distance (DSTI), and tongue thickness (TT) measurements were significant predictors of difficult airway. According to the ROC analysis, the optimal cut-off value for DSE was determined as > 2.2 cm, which provided 92.7% sensitivity and 71.7% specificity (AUC = 0.848, $p < 0.001$). For DSTI, the identified cut-off value of > 0.75 cm demonstrated 51.2% sensitivity and 75.5% specificity (AUC = 0.639, $p = 0.021$). Tongue thickness (TT) was significantly higher in the difficult airway group compared to the easy airway group ($p = 0.046$).

Additionally, the measurement of the distance between the anterior commissure of the vocal cords and the skin (DSVC) was not found to be a significant predictor of difficult airway ($p = 0.437$).

The proportion of male patients was significantly higher in the difficult airway group (65.9%, $p < 0.05$). Similarly, the proportion of male patients was also higher in the group with a DSE value greater than 2.2 cm, and this difference was statistically significant ($p = 0.006$). No statistically significant difference was observed between the two groups regarding BMI values ($p = 0.219$).

CONCLUSION: In conclusion, our study demonstrated that the epiglottis-to-skin distance (DSE), thyroid isthmus-to-skin distance (DSTI), and tongue thickness (TT) measurements are significant predictors for anticipating a difficult airway. Notably, DSE, with its high sensitivity, appears to be a valuable diagnostic tool that can be reliably used in clinical practice. Our findings support the potential role of ultrasonography as an effective tool in the management of difficult airways.

Keywords: Intubation, Cormack-Lehane classification, difficult airway, upper airway ultrasonography

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Genel anestezi sırasında hava yolu güvenliği için en önemli uygulama endotrakeal entübasyondur. Zor hava yolu; anestezi yönetimi konusunda eğitimli bir hekim tarafından yüz maske ventilasyonu, laringoskopi, supraglottik hava yolu aracı kullanılarak ventilasyon, trakeal entübasyon, ekstübasyon veya invaziv hava yolu uygulaması sırasında beklenen veya beklenmeyen zorluk veya başarısızlığın yaşandığı klinik durumdur (1).

Herhangi bir hava yolu aracı ile hava yolu güvenliğinin sağlanamadığı elektif vakalarda beklenmedik zor hava yolu ile karşılaşıldığı durumlar morbidite ve mortaliteyi arttırabileceğinden dolayı anesteziyologlar için büyük bir endişe sebebidir. Günümüzde zor laringoskopi ve zor entübasyon oranının %1.5-13, zor maske ventilasyon oranının yaklaşık %1.4 oranında olduğu görülmektedir (2). Bu oranlar zor hava yolunu öngörmeye güvenilir ve pratik yöntemlere olan ihtiyacı göstermektedir. Hava yolu yönetimi ile ilişkili zorlukları tahmin etmek için geleneksel mevcut klinik parametreler sınırlı kalmaktadır. Ultrasonografi, anestezi uzmanları tarafından preoperatif olarak kullanılan basit, invaziv olmayan bir tekniktir. Point-of-care ultrasonu, hava yolu yönetimi üzerindeki yararlı etkisi nedeniyle araştırılmıştır. Zor laringoskopi için standart tarama testleri ve değerlendirme araçları ile birlikte çeşitli seviyelerde ön boyun yumuşak doku kalınlığının ameliyat öncesi ultrason ile ölçümü, zor laringoskopi tahminini sağlayabilmektedir (3).

Point-of-care ultrasonu (POCUS) son yıllarda popülerlik kazanmıştır ve ameliyathanelerde ve acil servislerde çeşitli prosedürler için bir tanı aracı ve görüntüleme kılavuzu olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli uygulamalarda taşınabilirliği ve yüksek tanısal olarak doğruluğu nedeniyle, POCUS'un resüsitasyonun çok önemli bir bileşeni olduğunu düşünülmektedir. Ultrason ayrıca aşinalığı, erişilebilirliği, güvenliği ve invaziv olmaması nedeniyle hava yolu değerlendirmesi ve yönetimi için umut verici bir araçtır (4).

Bu çalışmanın amacı, genel anestezi ile elektif cerrahi uygulanan yetişkin hastalarda zor hava yolunu öngörmeye preoperatif üst hava yolu ultrasonografisinin etkinliğini araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Hava yolu anesteziyologların başlıca çalışma alanıdır. Bir anestezi hekimi, hava yolu anatomisine hakim olup, uygulama sırasında karşılaşılabileceği zorlukları öngörüp gerekli hazırlıkları yapabilmeli ve maske ventilasyondan invaziv hava yolu girişimine kadar bütün aşamaları yönetebilecek yetkinlikte olmalıdır.

2.1 HAVA YOLU ANATOMİSİ

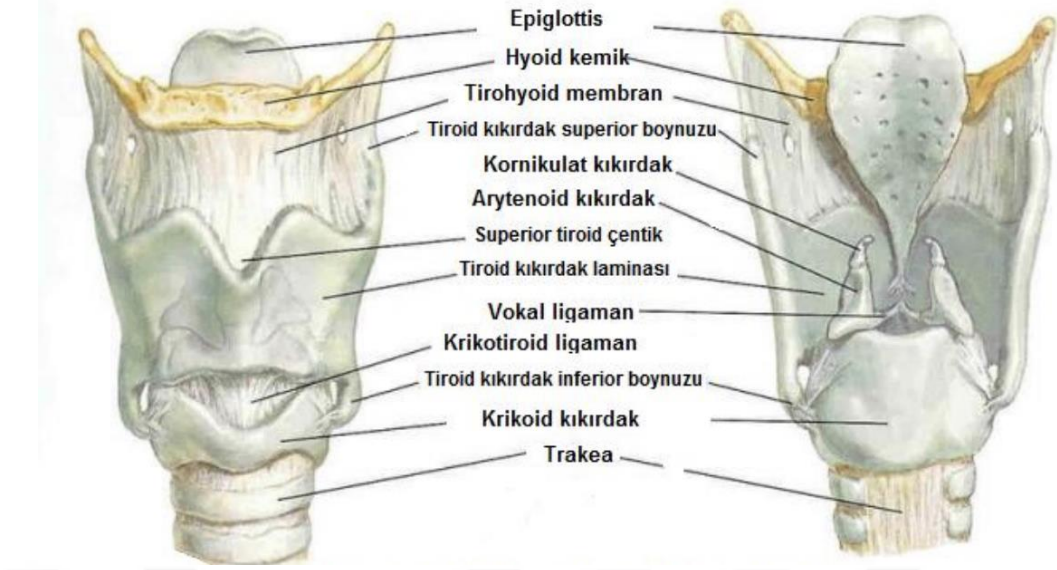
Üst hava yolu farinks, burun, ağız, larinks ve ana gövde bronştan ibarettir. Ağız ve farinks üst gastrointestinal yolun da bir parçasıdır. Larinks yapıları kısmen trakeaya aspirasyonu önlemeye hizmet eder. Alt hava yolunu ise trakeobronşial ağaç oluşturur.

2.1.1 Üst Hava Yolu Anatomisi

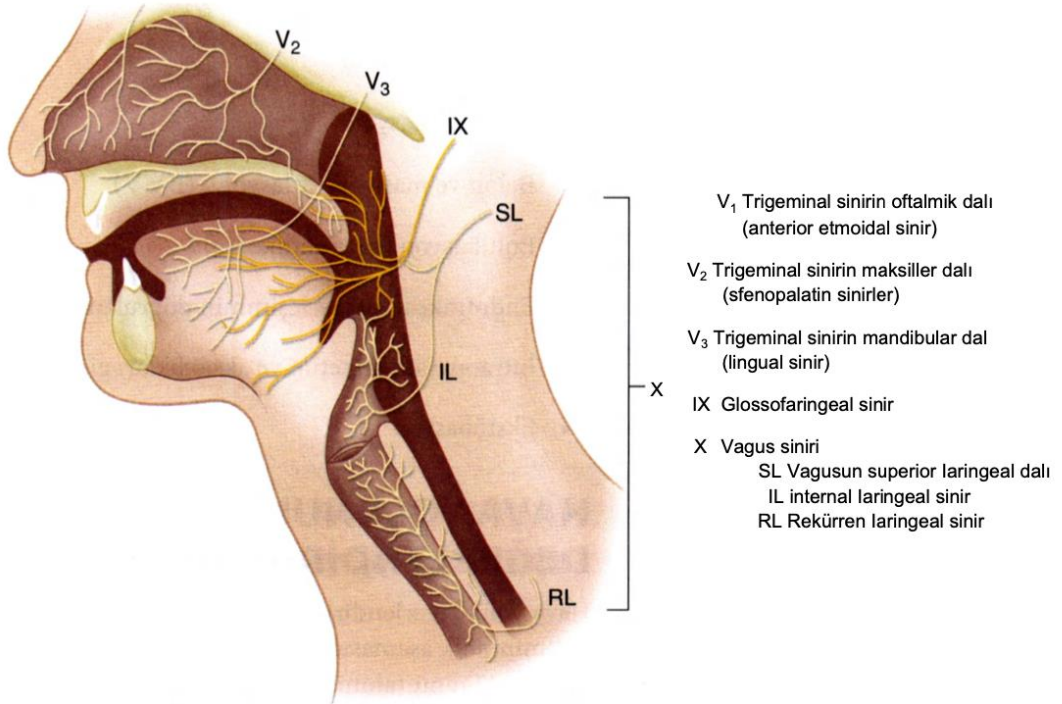
Üst hava yolu, solunan havanın nemlendirilmesi ve filtrelenmesinin yanı sıra koku alma, yutkunma ve ses üretimi gibi diğer önemli işlevleri de yerine getirir. Hava yolu, fonksiyonel açıdan havanın vücuda girmeye başladığı burun deliklerinde ve ağızda başlar. Yetişkin bir insanda, burun deliklerinden nazofarenkse kadar olan mesafe 10-14 cm civarındadır. Farinks, kafa tabanından başlayıp önde krikoid kıkırdak seviyesine, arkada ise altıncı servikal vertebranın alt sınırına kadar uzanır ve bu bölge, hem solunum gazları hem de gıda için ortak bir yol sağlar. Farinks, en geniş olduğu hyoid kemikte (5 cm) ve en dar olduğu yer olan özofagus seviyesinde (1,5 cm) iki farklı genişlik gösterir. Özellikle yabancı cisim aspirasyonu ve obstrüksiyonun sık görüldüğü dar bölgeler burasıdır. Farinks üç ana bölüme ayrılır: nazofarenks, orofarenks ve laringofarenks. Solunum fonksiyonu sağlayan nazofarenks, konkalar ve nazal septum bitişinin arkasında yer alır ve yumuşak damağa kadar uzanır. Laringofarenks, dördüncü ve altıncı servikal vertebra arasında yer alır, epiglotun üst sınırından başlar ve krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar uzanarak daralır ve burada yemek borusuna bağlanır. Larinks, yetişkinlerin boynunda üçüncü ile altıncı servikal vertebraların ön kısmında yer alır ve besin ile hava geçişinin sağlandığı kavşak noktasıdır. Larinks, kıkırdaklardan oluşan bir iskeletten destek alır ve kaslar ve bağlarla güçlendirilir. Tiroid, krikoid ve epiglot kıkırdaklar tek; aritenoid, kornikulat ve kuneiform kıkırdaklar ise çift olmak üzere toplamda 9 kıkırdak bu yapıyı çevreler.

En büyük ve en uzun kıkırdak olan tiroid kıkırdak, kalkan şeklinde olup, iki dörtgen laminanın orta hat füzyonundan meydana gelir. Tiroid kıkırdağın üst kenarına tirohyoid membran, alt kenarına ise krikotiroid membran bağlanır. Krikoid kıkırdak, larinksin alt sınırını oluşturur ve 5-7 mm yüksekliğindedir. Epiglot, fibroelastik yapıdan oluşur, kemikleşmez ve esnekliğini yaşam boyu korur (Şekil 1,3). Yumuşak yaprak şeklindedir, larinks ile dil kökü arasında yer alır ve larinksin girişini oluşturur. Laringeal boşluk, laringeal girişten krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar uzanır. Laringoskopik incelemede, laringeal boşlukta üstte vestibüler kıvrımlar ve altta vokal kordlar olmak üzere iki çift içe doğru dokusal kıvrım görülür. Vokal kordlar arasındaki boşluk rima glottidis veya glottis olarak adlandırılır. Hyoid kemik, anatomik olarak larinksten bağımsız olsa bile tirohyoid membran ve ekstrensik kaslarla fonksiyonel olarak larinkse bağlantılıdır (5,6).

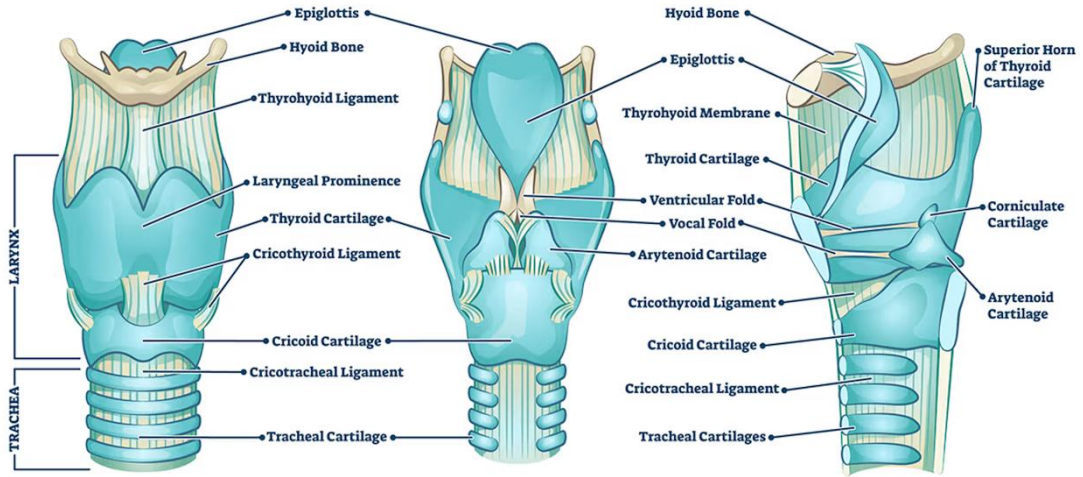
Üst hava yolunda klinik açıdan kritik öneme sahip üç ana sinir innervasyonu bulunur. Dil tabanı, farinks ve epiglotun rostral kısmının duyu innervasyonundan glossofaringeal sinir sorumludur. Epiglotun alt kısmından anterior komissürlere kadar olan bölgenin duyu innervasyonu ve krikoid kasın motor innervasyonu, vagus sinirinin bir dalı olan superior laringeal sinir tarafından yapılır (Şekil 2). Diğer laringeal kaslar ve trakea ile larinksin mukozal yüzeylerinin duyu innervasyonundan ise vagus sinirinin dalı olan rekürren laringeal sinir sorumludur (5,6)



Şekil 1. Larenksi Oluşturan Yapılar (7)



Şekil 2. Hava Yolunun Duyusal İnnervasyonu (5)



Şekil 3. Larenks Anatomisi (8)

2.1.2 Alt Hava Yolu Anatomisi

Yetişkinlerde trakea, altıncı servikal vertebra seviyesindeki krikoid kıkırdaktan başlayarak 10-20 cm uzunluğunda ve yaklaşık 12 mm çapında bir yapıdır. Trakea, 16-20 adet at nalı şeklinde kıkırdak halka içerir. Bu halkalar, altıncı halkadan itibaren intratorasik alana geçiş yapar. Trakeanın son halkasının alt sınırları, beşinci torasik vertebra seviyesinde karınayı oluşturacak şekilde ikiye ayrılır ve içe doğru kıvrılır. Boyun ekstansiyonunda trakea, vokal kordlar ile sternal çentik arasında uzar. Bu durum, ağızda sabitlenmiş olan bir endotrakeal tüpün (ETT) boyun ekstansiyonuyla trakeada ortalama 2 cm yükselmesine neden olur. Erişkinlerde sağ ana bronş, sol ana bronşa göre daha kısa, geniş ve dik bir açıyla çıkar. Bu nedenle, endotrakeal tüpler, aspirasyon kateterleri ve yabancı cisimler sağ bronşa daha kolay yönelir. Bronşiyoller, terminal ve respiratuar olmak üzere iki türe ayrılır. Terminal bronşiyollerde alveol bulunmaz; ancak, daha distal bölgelerde alveol içeren respiratuar bronşiyollere dönüşür. Her bir terminal bronşiyol, üç respiratuar bronşiyol ve her bir respiratuar bronşiyol ise dört alveolar kanal oluşturur (5,6).

2.2 MASKE VENTİLASYON TEKNİĞİ

Maske ventilasyonu, kısa süreli anestezi uygulamalarında temel bir ventilasyon yöntemi olarak kullanılabildiği gibi, invaziv hava yolu girişimlerinden önce bir ara çözüm olarak da tercih edilen invaziv olmayan bir hava yolu yönetim tekniğidir. Bu yöntem, anestezi indüksiyonu sırasında inhaler ajanların uygulanması, spontan solunumlu hastaların desteklenmesi ve apneik hastalara pozitif basınçlı ventilasyon (PPV) yoluyla oksijen ve anestezi gaz verilmesi amacıyla yaygın şekilde kullanılır. Trakeal entübasyon öncesinde solunum desteği sağlamakla kalmayıp, zor entübasyon vakalarında da önemli bir kurtarma yöntemi olarak değerlendirilmektedir.

Anestezi maskeleri, hastanın burnu ve ağzını tamamen kapatarak PPV ve anestezi gaz uygulamasını mümkün kılacak şekilde tasarlanmıştır. Maske ventilasyonunun başarısı, maske ile yüz arasında iyi bir sızdırmazlığın sağlanmasına ve üst hava yolunun açık tutulmasına bağlıdır. Maske, genellikle sol elle sabitlenir. Başparmak ve işaret parmağı maskenin konnektör bölgesini çevreleyerek “C” harfi şeklinde bir tutuş oluşturur. Aynı zamanda, üçüncü ve dördüncü parmak mandibula ramusu üzerine, beşinci parmak ise mandibula açısına yerleştirilir. Başparmak ve işaret parmağı yardımıyla maskeye hafif bir aşağı yönlü basınç uygulanarak havanın sızdırmaması sağlanırken, diğer parmaklarla mandibula yukarı doğru itilerek (jaw thrust) hava yolu açıklığı artırılır. Bazı durumlarda, özellikle obez veya dişsiz hastalarda tek elle uygulanan bu yöntem yetersiz kalabilir. Böyle durumlarda çift elle uygulanan maske ventilasyon tekniği tercih edilebilir. Çift el tekniğinde, sol el tekniğe benzer şekilde yerleştirilirken, sağ el de maskenin diğer tarafına aynı konumda yerleştirilir. Daha güçlü bir sızdırmazlık ve etkili bir ventilasyon sağlamak amacıyla, başparmaklar maskeyi sabitlerken ikinci ve üçüncü parmaklarla çene yukarı doğru itilir. Maske ventilasyonunun etkinliği; göğüs hareketlerinin gözlemlenmesi, ekshale edilen tidal hacimlerin değerlendirilmesi, pulse oksimetre takibi ve kapnografi ölçümleri ile doğrulanmalıdır.

Genel anestezi nedeniyle kas tonusunun azalması, supin pozisyonundaki hastalarda üst solunum yolu dokularının geriye doğru kaymasına neden olarak hava yolu tıkanıklığına yol açabilir. Bu tür obstrüksiyonlar genellikle yumuşak damak (velofarinks), epiglot veya dil seviyesinde meydana gelir. Maske ventilasyonu

sırasında hava yolunun açık tutulabilmesi için mandibulanın öne doğru itilmesi (jaw thrust) ve atlantookspital eklem açısının optimize edilmesi gerekmektedir. Hastanın başını hafif ekstansiyona getirerek servikal fleksiyon eklenmesi, yani hastayı “koklama pozisyonuna” almak, farinks açıklığını artırarak hava yolunun daha geçirgen hale gelmesini sağlar. Eğer bu pozisyonlandırma yöntemleri yetersiz kalırsa, hava yolu açıklığını desteklemek amacıyla orofaringeal veya nazofaringeal hava yolu araçları kullanılabilir (9)

2.3 ENDOTRAKEAL ENTÜBASYON TEKNİĞİ

Trakeal entübasyon, hava yolu yönetiminde en güvenilir yöntem olarak kabul edilir. Hastaya güvenli bir hava yolu sağlarken, mide içeriğinin aspirasyonuna karşı en yüksek düzeyde koruma sunar. Aynı zamanda, yüz maskesi veya supraglottik hava yolu cihazlarına kıyasla daha yüksek hava yolu basınçlarıyla pozitif basınçlı ventilasyon (PPV) uygulanmasına olanak tanır. Bu prosedürde, endotrakeal tüp (ETT) solunum desteği sağlamak veya akciğerin belirli hastalıklarında tedavi amacıyla doğrudan trakeaya yerleştirilir.

Trakeal entübasyon sırasında kullanılan temel araçlardan biri laringoskoptur. Bu cihaz, ışık kaynağına sahip bir gövdeye bağlı olarak, görüş alanını artırmaya yardımcı olan bir bleyd içerir. Direkt laringoskopiye yaygın olarak kullanılan iki temel bleyd türü bulunmaktadır: Macintosh (eğri) ve Miller (düz). Genellikle yetişkin hastalarda Macintosh bleyd tercih edilirken, Miller bleydler pediatrik hastalarda veya tiromental mesafesi kısa olan, belirgin ön dişlere sahip bireylerde ve uzun epiglottu bulunan erişkinlerde daha uygun bir seçenek olabilir. Macintosh bleyd ile entübasyon gerçekleştirilirken, bleyd ağız içine sağ taraftan yerleştirilir ve dil sol tarafa doğru yönlendirilir. Bleyd, epiglotun görüntülenmesini sağlamak amacıyla dil kökü boyunca ilerletilir. Daha sonra vallecula bölgesine yerleştirilen bleyd ile hipoepiglottik bağ gerginleştirilerek epiglotun görüntü alanından çıkması sağlanır ve glottik açıklık ortaya çıkar. Miller bleyd kullanımı sırasında ise Henderson tarafından tanımlanan paraglossal teknik uygulanır. Bu yöntemde, laringoskop dilin yanına yerleştirilerek, dil ile tonsiller arasında bulunan paraglossal oluğa dikkatlice yönlendirilir. Laringoskop ilerletildiğinde epiglot görünür hale gelir ve bleyd ucu epiglotun arkasına konumlandırılır. Miller bleydin en uygun pozisyonu, epiglotun arka yüzeyinin orta

hattı olup, ses tellerinin ön komissürüne mümkün olduğunca yakın bir noktada bulunmalıdır. Bu aşamada epiglot yukarı kaldırılarak glottik açıklığın net bir şekilde görülmesi sağlanır.

Laringeal görüş açısını artırmak için BURP manevrası uygulanabilir. Bu manevra sırasında, tiroid kıkırdak başparmak ve işaret parmağı ile kavranarak geriye (B: Backward), yukarı (U: Upward) ve sağa (R: Rightward) doğru hafif basınç (P: Pressure) uygulanır. Glottisin ideal bir şekilde görüntülenmesi sağlandıktan sonra, endotrakeal tüp sağ el ile bir kurşun kalem gibi tutulur ve ses telleri arasından geçirilerek trakeaya yönlendirilir. Tüp başarıyla yerleştirildikten sonra kaf (balon) şişirilerek hava yolu güvenliği sağlanır. Son olarak, tüpün doğru konumda olup olmadığı değerlendirilir ve sabitlenerek ağız kenarına tespit edilir (6,9).

2.4 ZOR HAVA YOLU TANIMLARI

Zor hava yolu, anestezi konusunda eğitim almış bir hekimin, yüz maskesiyle ventilasyon, trakeal entübasyon veya her iki işlemi birden gerçekleştirirken güçlük yaşadığı klinik durum olarak tanımlanmaktadır. Genel anestezi altında işlem gören hastalarda zor entübasyon oranı kullanılan tanıma bağlı olarak %0.5 ile %10 arasında değişmektedir. Benzer şekilde, zor maske ventilasyonu (ZMV) oranı ise %0.9 ile %12.8 arasında değişiklik göstermektedir. Araştırmalar, zor entübasyon ve zor maske ventilasyonunun genellikle birbiriyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Zor hava yolu yönetimindeki en büyük zorluklardan biri, entübasyonun ve ventilasyonun aynı anda başarısız olması durumudur (entübe edilemeyen ve ventile edilemeyen hasta, CICV). Bu durumun kesin insidansı bilinmemekle birlikte, tahmini olarak %0.01 ile %0.07 arasında olduğu düşünülmektedir. CICV gerçek bir acil durumu temsil eder ve eğer spontan solunum geri kazanılamaz veya cerrahi hava yolu zamanında açılmazsa, bu durum genellikle kalıcı beyin hasarı veya ölümlle sonuçlanmaktadır (10).

2.4.1 Zor Maske Ventilasyonu (ZMV)

Zor maske ventilasyonu, yüz maskesi aracılığıyla hastaya yeterli ventilasyonun sağlanamadığı durumu ifade eder. Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA), zor

maske ventilasyonunu maske aracılığıyla yeterli tidal volüm sağlanamaması, ciddi gaz kaçağı veya aşırı solunum direnci nedeniyle hastanın uygun şekilde ventile edilememesi olarak tanımlamaktadır (11).

Bu durumu yönetmek için hava yolu açıklığını artırmak, hastanın baş pozisyonunu düzeltmek, uygun maske seçimi yapmak ve yardımcı hava yolu cihazları (orofaringeal veya nazofaringeal airway) kullanmak gereklidir (12). Zor maske ventilasyonuna sebep olan faktörler şunlardır; büyük dil, retrognati (çenenin geride olması), kısa boyun yapısı, obezite, ileri yaş, obstrüktif uyku apnesi, azalmış akciğer kompliyansı, yüz deformiteleri, radyoterapi öyküsü, ödem veya travmadır (13).

2.4.2 Zor Laringoskopi

Zor laringoskopi, doğrudan laringoskopi sırasında ses tellerinin görünümünün yeterli olmadığı durumu ifade eder. Modifiye Cormack-Lehane sınıflaması, laringoskopi sırasında ses tellerinin görünürlüğünü değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir ölçüttür (14).

Modifiye Cormack-Lehane Sınıflaması:

Grade 1: Ses telleri tamamen görülebilir.

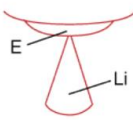
Grade 2a: Sadece arytenoid kıkırdaklar ve ses tellerinin bir kısmı görülebilir.

Grade 2b: Sadece arytenoid kıkırdaklar veya sadece posterior glottis görülür.

Grade 3: Sadece epiglottis görülebilir, ancak ses telleri görülmez.

Grade 4: Epiglottis bile görünmez.

Grade 3 ve 4 laringoskopi, zor laringoskopi olarak kabul edilir ve entübasyonun başarıyla gerçekleştirilebilmesi için alternatif tekniklerin uygulanmasını gerektirir (15).

Original Cormack and Lehane system	I Full view of the glottis	II Partial view of the glottis or arytenoids		III Only epiglottis visible	IV Neither glottis nor epiglottis visible
View at laryngoscopy					
Modified system	I As for original Cormack and Lehane above	IIa Partial view of the glottis	IIb Arytenoids or posterior part of the vocal cords only just visible	III As for original Cormack and Lehane above	IV As for original Cormack and Lehane above

Şekil 4. Cormack Lahane Sınıflaması(16) E: epiglottis, Li: laryngeal inlet.

Zor laringoskopi nedenleri şunlardır; küçük veya dar ağız açıklığı, makroglossi (büyük dil), kısa tiromental mesafe, gebelik, ödem, inflamasyon, tümör varlığı, boyun hareket kısıtlılığı, servikal omurga yaralanmalarıdır (17)

Zor laringoskopinin yönetiminde video laringoskoplara, fiberoptik entübasyon ve alternatif entübasyon cihazları kullanılabilir. Bu yöntemler, hava yolu görüntüsünü daha iyi sağlayarak entübasyonun başarısını artırabilir (18).

2.4.5 Zor Trakeal Entübasyon

Zor trakeal entübasyon, hastanın trakeasına bir endotrakeal tüpün yerleştirilmesinin birden fazla denemede başarısız olması veya işlem sırasında ciddi güçlüklerin yaşanmasıdır. Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA), zor entübasyonu deneyimli bir klinisyen tarafından standart teknikler kullanılarak entübasyonun birden fazla denemede başarısız olması olarak tanımlamaktadır (19). Zor entübasyon nedenleri şunlardır; anatomik varyasyonlar, büyük dil, dar trakea, servikal hareket kısıtlılığı, laringeal ödem, faringeal kitleler, ciddi obstrüksiyon, kanama, sekresyon birikimi, mide içeriği aspirasyonudur (20). Zor entübasyon yönetimi için kullanılan bazı alternatif teknikler şunlardır:

Stile: Stile, trakeaya geçişini kolaylaştırmak için endotrakeal tüpün içine yerleştirilen dövülebilir bir metal çubuktur (21).

Buji: Trakeaya geçirilen ve endotrakeal tüpün yerleştirildiği ince bir plastik çubuktur (21)

Video laringoskopi: Ses tellerinin daha iyi görüntülenmesini sağlar ve entübasyon başarısını artırabilir.

Fiberoptik entübasyon: Özellikle bilinci açık hastalarda, servikal instabilitesi olan hastalarda veya anatomik zorluklarda tercih edilir.

Supraglottik hava yolu cihazları: Başarısız entübasyon durumunda ventilasyonu sağlamak için kullanılabilir.

Krikotiroidotomi ve acil cerrahi hava yolu: CICV (Cannot Intubate, Cannot Ventilate) durumunda son çare olarak uygulanır (22).

Zor entübasyon vakalarında erken tanı koymak ve hava yolu yönetim planını buna göre hazırlamak, hastanın güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Entübasyon öncesinde hastaların uygun bir hava yolu değerlendirmesi ile incelenmesi, komplikasyon riskini azaltabilir (23).

2.5 HAVA YOLUNUN PREOPERATİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Hava yolu yönetimi, anestezi uygulamalarında hayati öneme sahip bir bileşendir ve olası hava yolu zorluklarının önceden tespit edilmesi, hasta güvenliği açısından büyük önem taşır. Preoperatif hava yolu değerlendirmesi, zor entübasyon, zor maske ventilasyonu ve diğer hava yolu yönetimi zorluklarını tahmin etmek için yapılır (12). Bu değerlendirme, hastanın anatomik yapısı, tıbbi geçmişi ve hava yolu açıklığını etkileyebilecek diğer faktörleri göz önünde bulundurmayı gerektirir (24).

Preoperatif hava yolu değerlendirmesi yalnızca entübasyon güçlüğünü belirlemek için değil, aynı zamanda alternatif ventilasyon yöntemlerinin gerekip gerekmediğini anlamak için de önemlidir. Hatalı veya eksik hava yolu değerlendirmesi, hipoksi, aspirasyon ve kardiyak arrest gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir (22). Bu nedenle, preoperatif dönemde yapılan kapsamlı bir hava yolu değerlendirmesi, anestezi uygulamalarının güvenliğini artırmada kritik bir adımdır.

2.5.1 Preoperatif Hava Yolu Değerlendirme Yöntemleri

2.5.1.1 Hasta Öyküsü ve Klinik Risk Faktörleri

Preoperatif hava yolu değerlendirmesi, hastanın geçmiş tıbbi öyküsünün detaylı bir şekilde sorgulanmasıyla başlar. Daha önce zor entübasyon veya zor hava yolu yönetimi öyküsü olan hastalar, yüksek risk grubunda kabul edilir (13). Özellikle preoperatif hava yolu değerlendirmesinde dikkate alınması gereken faktörler şunlardır; geçmişte zor entübasyon veya hava yolu yönetiminde komplikasyon öyküsü, obezite (Vücut Kitle İndeksi $>30 \text{ kg/m}^2$), obstrüktif uyku apnesi (OSA), boyun veya yüz travması öyküsü, baş ve boyun cerrahisi geçirmiş olmak, radyoterapi öyküsü, konjenital veya edinsel anatomik anormalliklerdir (25).

2.5.1.2 Fizik Muayene ve Klinik Testler

Preoperatif hava yolu değerlendirmesi, hastanın fiziksel özelliklerini içeren kapsamlı bir muayene ile desteklenmelidir. Bu muayenede, ağız açıklığı, dil büyüklüğü, boyun hareket açıklığı ve çene yapısı değerlendirilir. En sık kullanılan fiziksel muayene testleri şunlardır:

a) Mallampati Sınıflaması

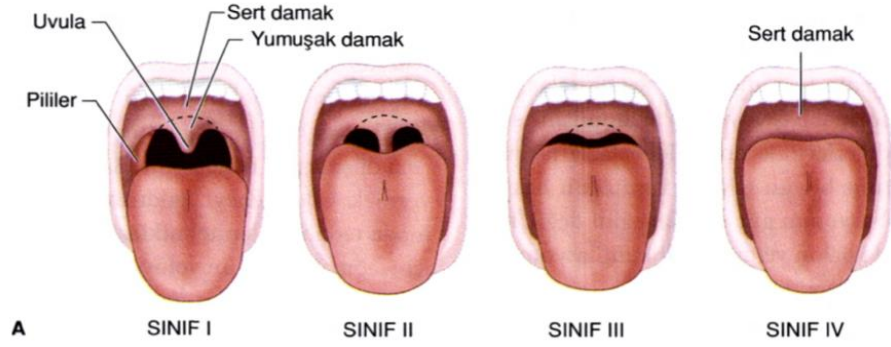
Hastanın oturur pozisyonda, ağız açık ve dili dışarıda iken orofaringeal yapıların görünürlüğüne göre 4 sınıfa ayrıldığı bir sistemdir (26):

Grade I: Yumuşak damak, uvula ve farengeal yapılar tamamen görülebilir.

Grade II: Uvulanın tamamı ve yumuşak damak görülebilir, ancak farengeal yapılar tam olarak görülmez.

Grade III: Sadece yumuşak damak ve uvulanın tabanı görülür.

Grade IV: Yalnızca sert damak görülebilir.



Şekil 5. Mallampati Sınıflaması

b) Tiromental Mesafe

Çene ucundan (mentum) tiroid çentiğine kadar olan mesafe ölçülerek hava yolu yönetiminde zorluk olup olmayacağı değerlendirilir. <6 cm olması, zor entübasyon açısından yüksek risk taşır (27).

c) Hyomental Mesafe

Hyoid kemik ile çene ucu arasındaki mesafe ölçülerek hava yolu açıklığı hakkında bilgi sağlanır. <5 cm olması, zor entübasyon ile ilişkilendirilmiştir (28).

d) Üst Dudak ısırma Testi (Upper Lip Bite Test- ULBT)

Hastadan üst dudaklarını alt dişleriyle ısırması istenir.

Grade I: Üst dudak tamamen ısırılabilirse, entübasyon genellikle kolaydır.

Grade II: Üst dudağın bir kısmı ısırılabilirse, entübasyon orta derecede zorluk oluşturabilir.

Grade III: Üst dudak ısırılmıyorsa, zor entübasyon riski yüksektir (29).

e) Sternomental Mesafe

Sternomental mesafe, sternumun üst kısmından (sternal çentik) çene ucuna kadar olan mesafenin ölçümüdür. Sternomental mesafenin 12.5 cm'den kısa olması, zor entübasyon ile ilişkilidir (26).

Bu mesafe, başın ekstansiyon hareketiyle birlikte hava yolunun açılmasını ve entübasyon kolaylığını değerlendirmek için kullanılır. Düşük sternomental mesafe değerleri genellikle boyun hareket açıklığının azaldığını ve dilin trakeal girişe baskı yapabileceğini gösterir (27).

f) Ağız Açıklığı

Ağız açıklığı, hastanın ağzını maksimum açtığında üst ve alt dişler arasındaki mesafeyi ifade eder. Ağız açıklığının 3 cm'den az olması, zor entübasyon ile ilişkilidir (19).

Dar ağız açıklığı, laringoskopun doğru şekilde yerleştirilmesini zorlaştırabilir. Bu durum, temporomandibular eklem hastalıkları, oral kitleler ve baş-boyun cerrahisi sonrası gelişen fibrozis gibi nedenlerden kaynaklanabilir (20).

g) Atlanto- Oksipital Eklem Açıklığı

Atlanto-oksipital eklem, başın ekstansiyon ve fleksiyon hareketlerini sağlayan eklemdir. Başın tam ekstansiyon yapamaması, zor entübasyon için önemli bir risk faktörüdür (23).

Boyun hareket açıklığı, hastanın başını ekstansiyona getirerek hava yolunu düzleştirme yeteneğini değerlendirir. Bu açının 30°'den az olması, zor entübasyon riskini artırır (15).

h) Boyun Çevresi

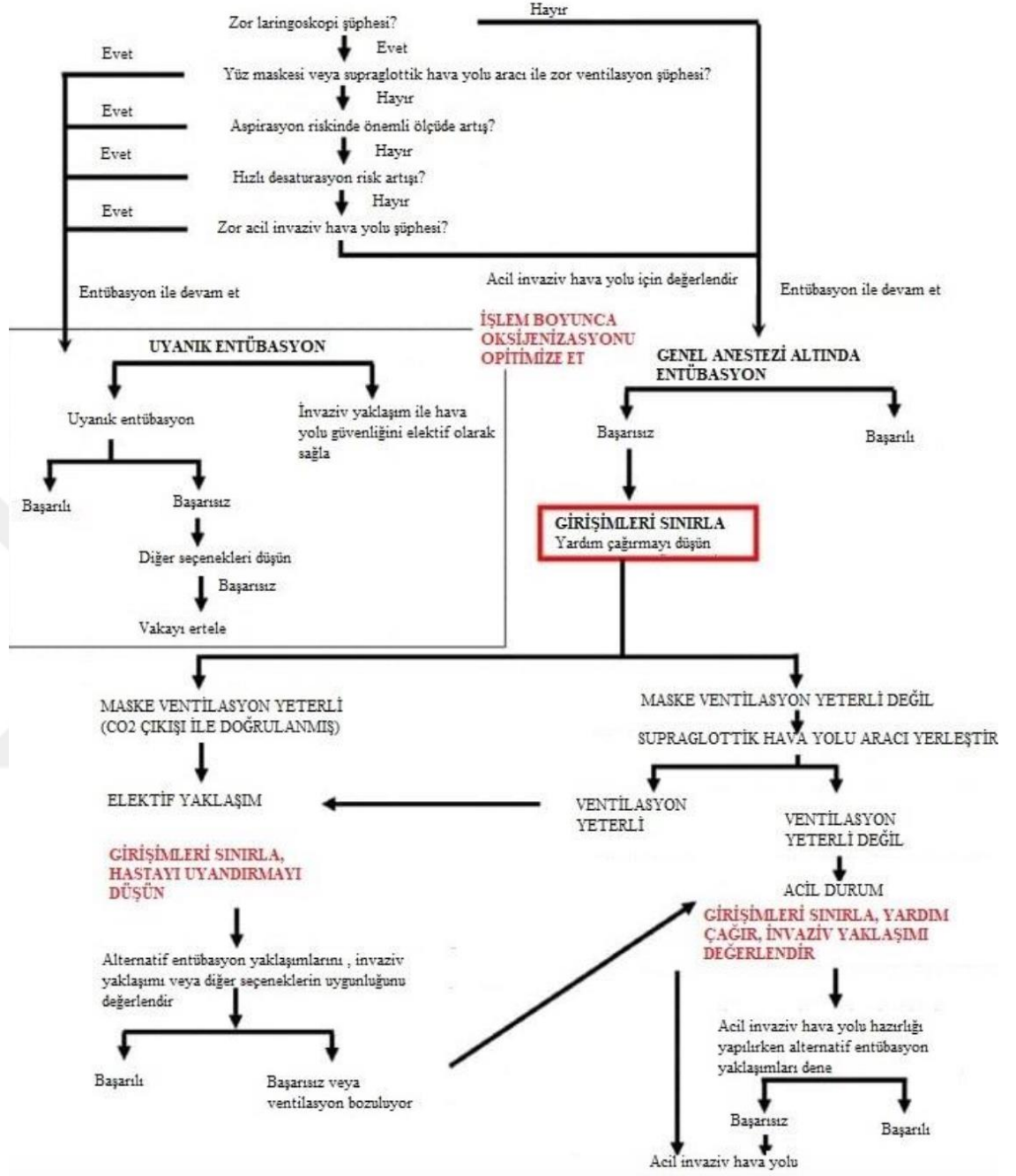
Boyun çevresi, hastanın laringeal yapılarının çevresel ölçüsünü belirlemek için kullanılan bir parametredir. Boyun çevresinin 42 cm'den büyük olması, zor entübasyon ile ilişkilidir (18).

Obezite, boyun çevresinin genişlemesine neden olan en yaygın faktördür. Artan yağ dokusu, hava yolu açıklığını daraltabilir ve entübasyon sırasında laringeal yapıları görüntülemeyi zorlaştırabilir (17).

2.6 ZOR HAVA YOLU YÖNETİMİ VE KLİNİK YAKLAŞIMLAR

Hava yolu yönetiminde karşılaşılan zorluklar, hasta güvenliği açısından kritik bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, olası riskleri öngörmek ve en uygun müdahaleyi belirlemek amacıyla çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Bu rehberler, ilk girişimde başarılı entübasyonu sağlamayı, komplikasyonları önlemeyi ve hasta güvenliğini artırmayı hedeflemektedir. Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA) ve Zor Hava Yolu Derneği (DAS) gibi kuruluşlar, klinik uygulamalarda yol gösterici olması için bilimsel verilere dayalı hava yolu yönetim protokolleri oluşturmuştur (1).

Entübasyon Öncesi: Entübasyon denemesinden önce uyanık veya indüksiyon sonrası hava yolu stratejisi arasında seçim yapın. Teknik ve strateji seçimi hava yolunu yönetimini yapacak klinisyen tarafından yapılmalı.



Şekil 6. Zor Hava Yolu Yönetim Algoritması, ASA 2022 (1)

2.7 ULTRASONOGRAFİ

Son yıllarda yatak başı ultrasonografi (POCUS), yaygın olarak kullanılan bir tanı aracı ve girişimlerde rehberlik sağlayan bir görüntüleme yöntemi olarak büyük ilgi görmüştür (30). Taşınabilir olması ve birçok farklı klinik uygulamada yüksek tanısal doğruluk sağlaması nedeniyle, POCUS'u resüsitasyon süreçlerinde kritik bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (31).

Hava yolu değerlendirme ve yönetiminde de ultrasonografinin giderek daha fazla kullanılan bir yöntem haline gelmesi, erişilebilirliği, güvenliği ve invaziv olmayan doğası ile ilişkilidir. Dinamik ve gerçek zamanlı görüntüler sunarak hekimlerin hava yolu anatomisini daha objektif ölçümlerle değerlendirmesine yardımcı olur ve çeşitli hava yolu müdahalelerinde yönlendirme sağlar (32).

Hava yolu yönetiminde ultrasonografinin birçok farklı kullanım alanı bulunmaktadır. İlk olarak, entübasyon veya prosedürel sedasyon öncesinde hava yolunun değerlendirilmesi için kullanılabilir, böylece önceden tahmin edilemeyen zor hava yolu vakalarının belirlenmesine yardımcı olur. İkinci olarak, ultrasonografi, endotrakeal tüpün (ETT) doğru yerleştirildiğini doğrulamak için kullanılabilir. Özellikle kardiyak arrest gibi end-tidal kapnografi ile doğrulamanın güvenilir olmadığı durumlarda, bu yöntem kritik bir önem taşır (33).

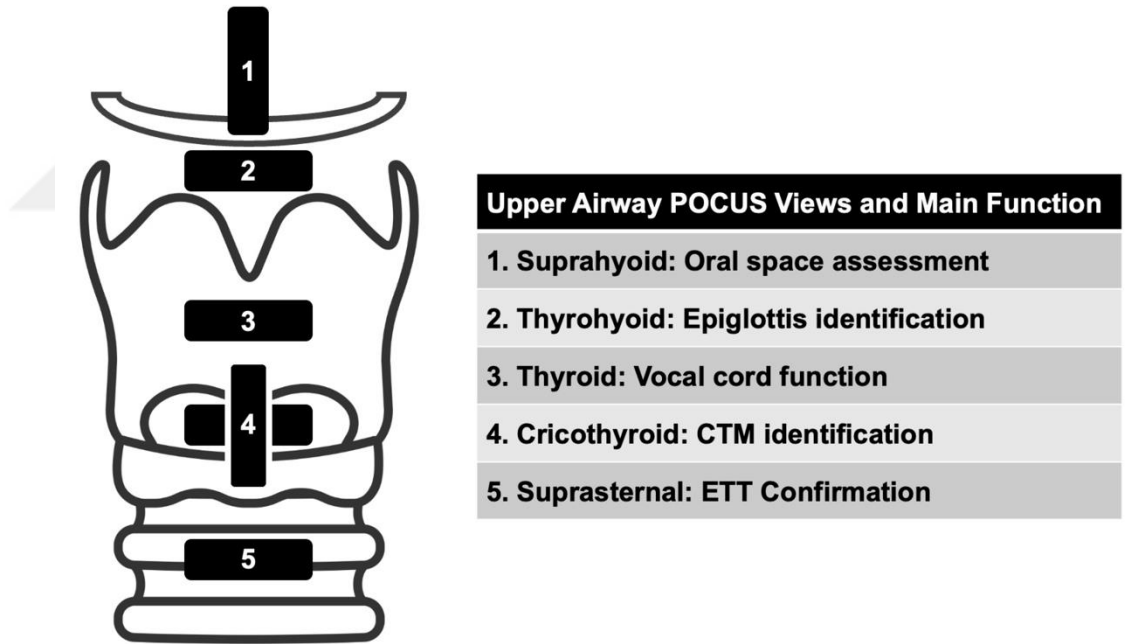
Buna ek olarak, yanlış entübasyonları belirleme konusunda da ultrasonografi önemli bir araçtır. Özellikle özofageal entübasyon veya ana bronş entübasyonu gibi hatalı yerleşimlerin tespit edilmesini sağlar (34).

Son olarak, ultrasonografi, “entübe edilemez, ventile edilemez” senaryosuna karşı hazırlık amacıyla krikotiroid membranın (CTM) belirlenmesinde de kullanılabilir (35). Ultrason kullanılarak CTM'in doğru şekilde lokalize edilmesi, entübasyonun mümkün olmadığı durumlarda hekimlerin hızlı ve etkili bir şekilde krikotiroidotomi gerçekleştirmesine olanak tanır (4).

2.7.1 Üst Hava Yolunun Sono Anatomisi

Üst hava yolu ultrasonu, trakea, özofagus, trakeal halkalar, krikoid kıkırdak, krikotiroid membran (CTM), tiroid kıkırdak, vokal kordlar, hiyoid kemik, epiglot ve dil gibi kritik hava yolu yapılarını görüntülemeye olanak tanır. Bu yapıların doğru şekilde değerlendirilmesi, özellikle zor hava yolu yönetimi açısından önemli bilgiler sağlar (4).

Üst hava yolu değerlendirmesi için kullanılan beş temel ultrason görüntüleme açısı bulunmaktadır; suprahoid (hiyoid kemiğin üstü), tirohyoid (tiroid ve hiyoid arasındaki bölge), tiroid (tiroid kartilajın bulunduğu alan), krikotiroid (krikotiroid membran üzeri) ve suprasternal (sternumun üstü) açıdır.



Şekil 7. Üst Hava Yolu Ultrasonografik Değerlendirmesinde

Kullanılan Açılar (4)

Ultrasonografi muayenesi hastanın sırtüstü pozisyonda olmasıyla gerçekleştirilmelidir. İnfrahyoid yapılar (örneğin, tirohyoid membran ve trakea) için boyunun hafif ekstensiyona getirilmesi, suprahoid yapılar (örneğin, dil) için ise

boynun nötr pozisyonu daha iyi görüntüleme sağlayabilir. Hastanın anatomik yapısı ve uygulayıcının ergonomisi, en uygun muayene pozisyonunun belirlenmesinde etkili faktörlerdir (4).

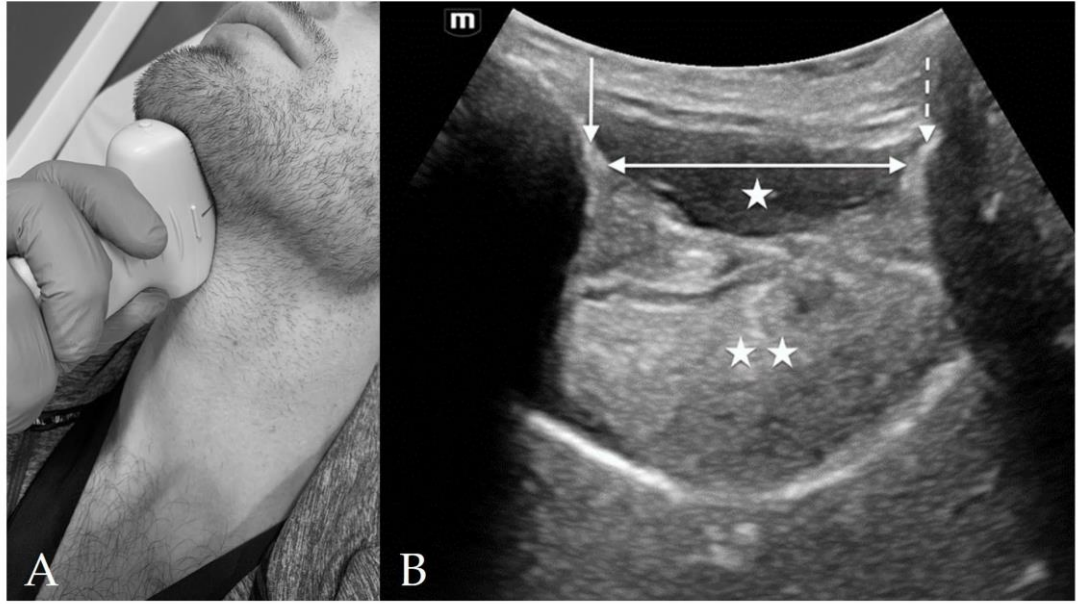
Ultrasonografide kullanılacak prob seçimi, değerlendirilmek istenen anatomik bölgeye göre değişiklik gösterebilir. İnfrahyoid yapılar genellikle yüzeysel olduğundan, doğrusal ve yüksek frekanslı (10-15 MHz) bir prob kullanımı uygundur. Buna karşılık, dil gibi daha derin yapıların incelenmesi gerektiğinde, düşük frekanslı (2-5 MHz) kavisli bir prob, geniş görüş alanı sağlaması nedeniyle daha avantajlı olabilir. Bununla birlikte, prob seçimi büyük ölçüde uygulayıcının deneyimine ve tercihine bağlıdır.

Üst hava yolu ultrasonunda karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, hava yolunun içinde bulunan havanın görüntüleme kalitesini etkilemesidir. Hava, akustik empedansı düşük bir ortam olduğundan, ultrason dalgalarının %99,9'undan fazlasını geri yansıtarak derin yapılara ulaşılmasını engeller. Bu durum, ultrason görüntüsünde parlak, hiperekoik (yüksek yansıtıcı) bir hava-mukozal sınır olarak gözlemlenir (4).

2.7.1.1 Suprahyoid Görünüm

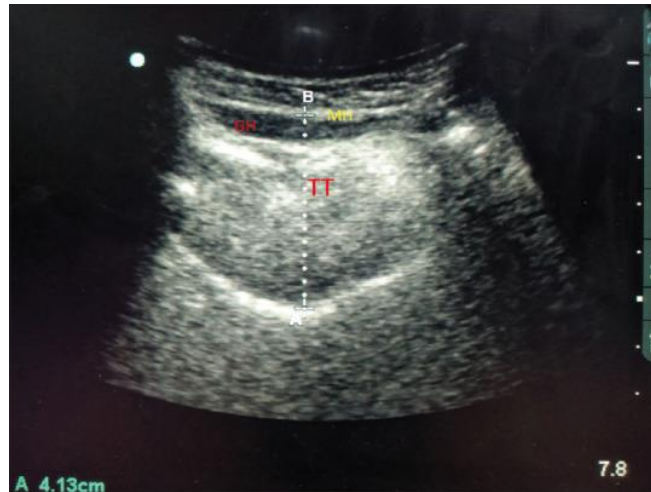
Suprahyoid görünüm, hiyoid kemiğin üzerinde yer alır ve hiyoid kemikten mentuma kadar olan bölgeyi kapsar (Şekil 8,9). Bu görünüm, hiyomental mesafenin (HMD) ölçülmesi, dil mesafesi ve dil kalınlığının değerlendirilmesi amacıyla kullanılır (4).

Bu ultrasonografi görünümünde hiyoid kemik, mentum, dil, mylohyoid kas ve geniohyoid kas gibi önemli anatomik yapılar görüntülenebilir. Hava yolu yönetiminde ve preoperatif değerlendirmede, bu yapıların ölçümlerinin klinik önemi büyüktür.



Şekil 8. Ultrasonografide Suprahyoid Görünüm (4)

(A) Suprahyoid ultrason probunun, sagittal düzlemde hastanın boynuna yerleştirilmesi. (B) Kavisli prob kullanılarak, sagittal düzlemde suprahyoid bölgenin ultrason görüntüsü. Kesintisiz ok ile gösterilen yapı mandibular mentum, kesikli ok ile gösterilen yapı ise hiyoid kemiktir. Hipoekoik (daha koyu) mylohyoid ve geniohyoid kasların (tek yıldız) derininde dil (çift yıldız) yer almaktadır. Hiyomental mesafe , çift uçlu ok ile belirtilmiştir – Lin ve ark.'dan alınmıştır (4).

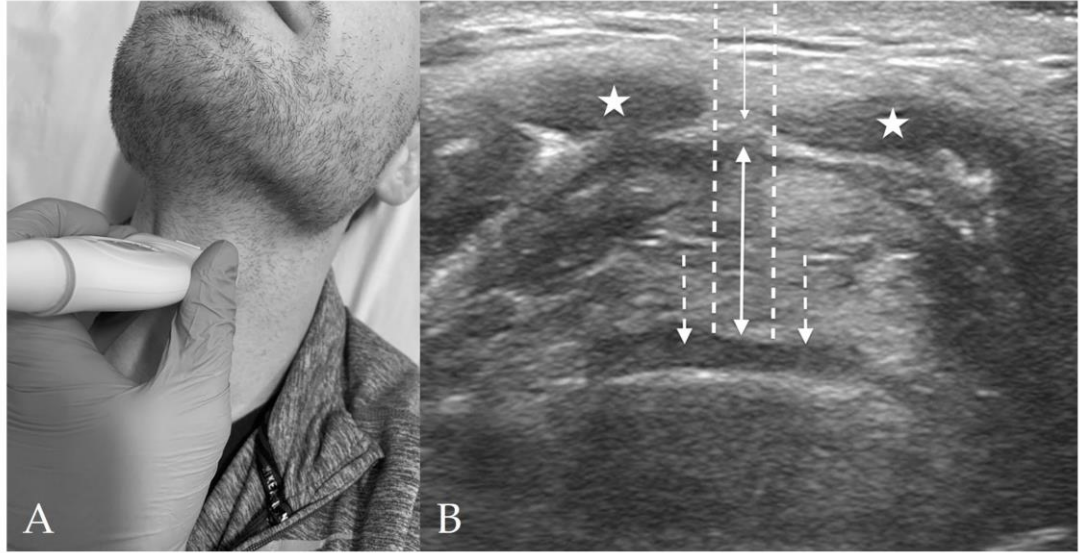


Şekil 9. TT: Ultrasonografide Dil Kalınlığı (Tongue Thickness) Ölçümü

GH: Geniohyoid Kas, MH: Mylohyoid Kas gözlenmektedir– Furia ve ark.'dan alınmıştır (36).

2.7.1.2 Tirohyoid Görünüm

Tirohyoid görünüm, tirohyoid membran boyunca elde edilen bir görüntüleme tekniğidir ve epiglotun görselleştirilmesi için kullanılır. Bu ultrason görünümünde önemli anatomik yapılar arasında strap kasları, tirohyoid membran, pre-epiglottik boşluk ve epiglottis bulunmaktadır (Şekil 10). Tirohyoid bölgenin değerlendirilmesi, hava yolu yönetimi açısından kritik bilgiler sağlayabilir.



Şekil 10. Ultrasonografide Tirohyoid Görünüm (4)

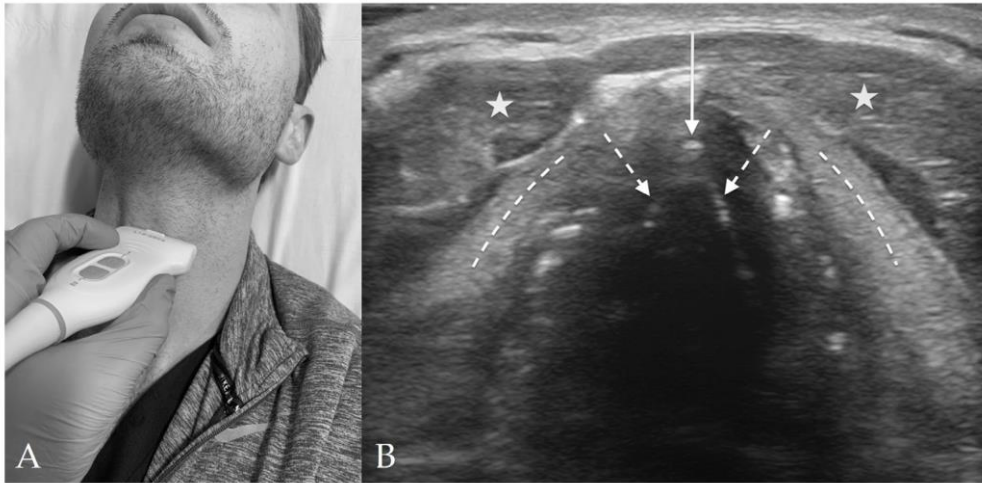
(A) Tirohyoid ultrason probunun, hastanın boynuna yerleştirilmesi. (B) Doğrusal prob kullanılarak, transvers düzlemde ön boyun bölgesinin tirohyoid ultrason görüntüsü. Pre-epiglottik boşluk (çift uçlu ok), tirohyoid membran (kesintisiz tek uçlu ok) ve epiglot (kesikli oklar) arasında yer almaktadır. Strap kasları (yıldızlar), tirohyoid membranın yüzeyel kısmında görülmektedir. Cilt ile epiglot arasındaki mesafe (DSE), iki kesikli çizgiyle gösterilmektedir – Lin ve ark.'dan alınmıştır (4).

Bu seviyede, hipoekoik strap kasları orta hatta birleşerek tirohyoid membran üzerinde köprü oluşturur. Tirohyoid membran, strap kasları ile pre-epiglottik boşluk (PES) arasında yer almaktadır. Pre-epiglottik boşluk (PES), hiperekoik (parlak) yağ dokusu koleksiyonu olarak gözlemlenir ve strap kaslarının hemen derininde,

epiglottisin yüzeyel kısmında bulunur. Epiglottis, hipoekoik (daha koyu) ince bir bant şeklinde görüntülenir ve hiperekoik hava-mukoza (A-M) arayüzünün hemen önünde yer alır (Şekil 9). Bu ultrason görünümü, strap kaslarının gözleri ve epiglotun ağzı temsil ettiği "küçük yüz işareti" (small face sign) olarak adlandırılan tipik bir görünüme sahiptir (37).

2.7.1.3 Tiroid Görünüm

Tiroid görünümü, tiroid kıkırdağın üzerinde yer alır ve vokal kordların görselleştirilmesi için kullanılır (Şekil 11). Bu ultrason görünümünde vokal kordlar, aritenoid kıkırdak ve strap kasları gibi önemli anatomik yapılar gözlemlenebilir. Ancak, yaşla birlikte tiroid kıkırdağın kalsifikasyonu arttıkça, bu bölgede oluşan gölgelenme görüntüleme kalitesini düşürebilir. Bu durum, vokal kordların doğrudan görüntülenmesini zorlaştırabilir (38)

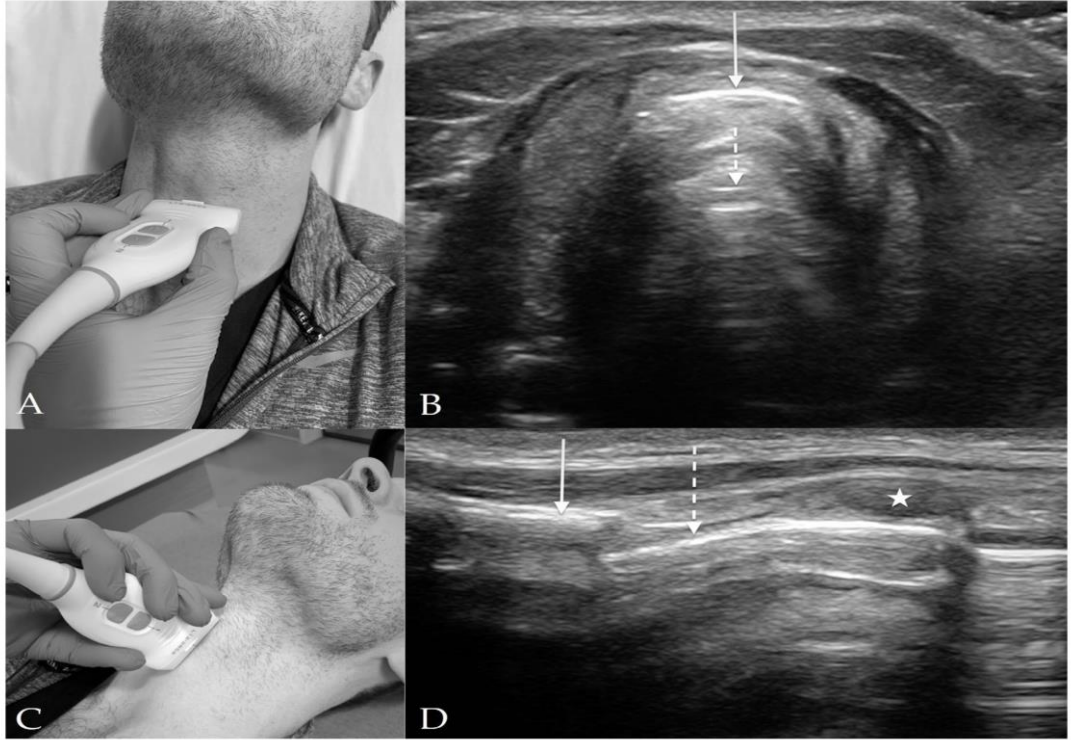


Şekil 11. Ultrasonografide Tiroid Görünüm (4)

- (A) Tiroid ultrason probunun, hastanın boynuna yerleştirilmesi. (B) Lineer prob kullanılarak, transvers düzlemde ön boyun bölgesinin tiroid ultrason görüntüsü. Vokal kordlar (kesikli oklar), anterior komissürde (kesintisiz ok) birleşmektedir. Tiroid kıkırdak (kesikli çizgiler), vokal kordların lateralinde yer almakta ve strap kasları (yıldızlar), tiroid kıkırdağın yüzeyel kısmında görülmektedir – Lin ve ark.'dan alınmıştır (4).

2.7.1.4 Krikotiroid Görünüm

Krikotiroid görünümü, krikoid kıkırdak ile tiroid kıkırdak arasında yer alır (Şekil 12). Bu görünümün klinik olarak en önemli kullanım alanı, krikotiroid membranının (CTM) ve üzerini örten yapıların belirlenerek krikotiroidotomi için uygun bölgenin tespit edilmesidir (4).

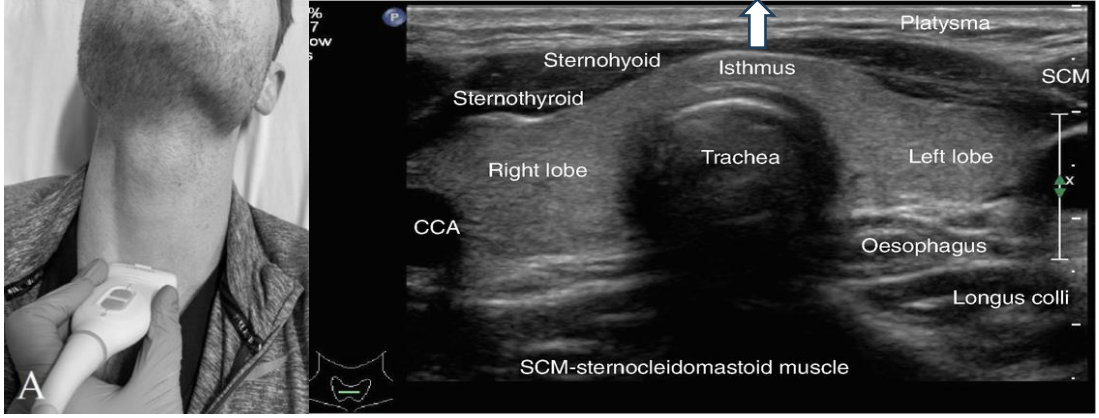


Şekil 12. Ultrasonografide Krikotiroid Görünüm (4)

- (A) Lineer ultrason probunun, hastanın boynuna transvers düzlemde yerleştirilmesi. (B) Lineer prob kullanılarak transvers düzlemde ön boyun bölgesinin ultrason görüntüsü. Krikotiroid membran (kesintisiz ok), trakeanın üzerinde yer almakta olup, trakeal lümen içinde belirgin yankılanma artefaktı (kesikli ok) gözlemlenmektedir. (C) Krikotiroid ultrason probunun, hastanın boynuna sagittal düzlemde yerleştirilmesi. (D) Doğrusal prob kullanılarak sagittal düzlemde ön boyun bölgesinin ultrason görüntüsü. Tiroid kıkırdak (kesintisiz ok), hipoeoik krikoid kıkırdağın (yıldız) üst kısmında yer almaktadır. Krikotiroid membran (kesikli ok), bu iki kıkırdak arasında uzanmaktadı – Lin ve ark.'dan alınmıştır (4).

2.7.1.5 Suprasternal Görünüm

Suprasternal görünüm, suprasternal çentik üzerinde yer alır ve endotrakeal tüpün (ETT) konumunu ve yerleşimini değerlendirmek ile trakeal çapın ölçülmesi için en uygun bölgedir (Şekil 13). Bu ultrason görünümünde trakea, özofagus, tiroid bezi, karotis arter, internal juguler venler, vertebra ve sternokleidomastoid kaslar gibi önemli anatomik yapılar gözlemlenebilir. Hava yolu yönetiminde, özellikle ETT yerleşiminin doğrulanması açısından suprasternal ultrasonun kullanımı klinik olarak büyük avantaj sağlayabilir (4).



Şekil 13. Ultrasonografide Suprasternal Görünüm (4)

(A) Suprasternal ultrason probunun, hastanın boynuna yerleştirilmesi– Lin ve ark.'dan alınmıştır(4). Tiroid istmusu ile cilt arasındaki mesafe (beyaz ok) gözlenmektedir – Ngu'dan alınmıştır (39).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 16.07.2024 tarihli, 2024/13/876 karar no'lu yazısı ile onaylanmıştır. Tüm işlemler Helsinki Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulamalar Taahhütnamesi'ne uygun yürütülmüştür.

Prospektif gözlemsel çalışmamız, Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anestezi ve Reanimasyon Kliniğinde 01.10.2024-31.01.2025 tarihleri arasında hastanemize başvuran genel anestezi altında, orotrakeal entübe edilerek operasyona alınan hastalar ile yapıldı. Her hasta uygulanacak prosedür hakkında bilgilendirildi ve çalışma öncesi hastalardan imzalı bilgilendirilmiş onam alındı.

Çalışmaya toplam 94 hasta dahil edildi. Hastalar entübasyon sonrası elde edilen verilere göre zor hava yolu (n:41) ve kolay hava yolu (n:53) olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Cormack Lehane I, IIa ve IIb kolay hava yolu olarak sınıflanırken; Cormack Lehane III, IV olan hastalar zor hava yolu olarak sınıflandırıldı.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Bilgilendirilmiş onam vermeyi reddeden hastalar
- Gebe ve emziren hastalar
- Morbid obez hastalar (Vücut kitle indeksi 40 ve üzeri)
- Anatomik zorluklar (kısa kalın boyun, küçük çene, ileri çıkık dişler, büyük dil, ağız açılmasında kısıtlılık)
- Konjenital anomaliler
- Büyük guatrı olan hastalar
- Zor entübasyona dair anatomik belirteçleri olan hastalar (tiromental mesafe < 6 cm, sternomental mesafe < 12.5 cm, ağız tam açıkken alt-üst ön dişler arası mesafe <2 cm olması)
- Baş ve boyun travması, bilinen yüz, servikal, farengeal veya epiglottik kanserli hastalar.
- Daha önce tiroid ameliyatı geçirmiş, trakeostomi açılmış veya solunum sıkıntısı yaşayan hastalar
- Sınırlı boyun ekstansiyonu olan hastalar (30 dereceden az)

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Orotakeal entübasyon gerektiren, genel anestezi altında operasyonu planlanan 18-70 yaş aralığında, ASA 1-3 olan hastalar (Zor hava yolu grubu en az 40 hasta, kolay hava yolu en az 40 hasta olacak şekilde.)

Çalışmanın birincil amacı, genel anestezi ile elektif cerrahi uygulanan yetişkin hastalarda zor hava yolunu öngörmeye preoperatif üst hava yolu ultrasonografisinin etkinliğini araştırmaktır.

3.1 Çalışmanın Tasarımı ve Verilerin Kaydı

Her hastaya işlem sırasında uygulanacak prosedür hakkında bilgilendirme yapılarak, işlem öncesi hastadan imzalı bilgilendirilmiş onam alındı. Çalışmaya dahil edilen hastaların ameliyat salonuna alınmadan önce preoperatif bekleme alanında dosya numaraları, yaş, cinsiyet, ASA skorları, mallampati skorları, BMI değerleri, ek hastalıkları, geçirecekleri operasyonun adı ve ultrasonografi ile yapılan ölçüm verileri kaydedildi.

Ultrasonografik değerlendirme sırasında, hastalar supin pozisyonda yatırılarak, baş ve boyun sniffing (koklama) pozisyonunda ve başının altında destek yastık olacak şekilde yerleştirildi. Sonografik muayene sırasında hastanın ağzını kapalı tutması, dil ucunu kesici dişlerine dokundurması, dilini gevşetmesi ve değerlendirme esnasında konuşmaması istendi. Görüntüleme, LOGIC P5 model ultrasonografi cihazı kullanılarak, yüksek frekanslı lineer USG probu (Mindray 7L4S, M5) ve düşük frekanslı konveks prob yardımıyla gerçekleştirildi. Ultrasonografi probu ile, tarama sırasında trakeaya minimum düzeyde basınç uygulandı. Sniffing (koklama) pozisyonundaki hastanın ultrasonografi ile tiroid istmus ve cilt arası uzaklık (DSTI), vokal kordların anterior komissuru ile cilt arası uzaklık (DSVC), epiglottis ile cilt arası uzaklık (DSE) ve dil kalınlığı (TT) ölçümleri santimetre cinsinden kaydedildi. Dil kalınlığı vertikal eksene yerleştirilmiş konveks prob ile DSTI, DSVC ve DSE ölçümleri transvers eksene yerleştirilmiş lineer prob ile değerlendirildi.

Hastalar operasyon odasında alındıktan sonra standart olarak monitörize edildi. Anestezi indüksiyonundan önce kalp atım hızı (KAH), ortalama arter basıncı (OAB), periferik oksijen satürasyonu (SpO2) kaydedildi (T0). Tüm olgularda kalp atım hızı, kan basıncı, periferik oksijen satürasyonu monitörizasyonu sonrası 18-20 G kanül ile intravenöz damar yolu açıldı ve tüm hastalarda 1-2 mg intravenöz midazolam premedikasyonu sonrası intravenöz fentanil (2–3 µg/kg), propofol (1–2 mg/kg) ve rokuronyum (0.6-1 mg/kg) ile anestezi indüksiyonu sağlandı. Hastalar yeterli

nöromüsküler blokaj elde edildikten sonra, üst hava yolu ultrasonunu değerlendirip verileri kaydetmiş olan anestezi hekimi dışında, tecrübeli bir anestezi uzmanı tarafından maske ile ventile edildi. Han ve ark.'nın zor maske ventilasyonu sınıflamasına göre değerlendirildi ve kaydedildi.

Grade 0; spontan solunum, maske kullanılmadan ventilasyon,

Grade 1; maske ile ventilasyon,

Grade 2; oral airway veya diğer adjuvanların kullanımıyla maske ventilasyon,

Grade 3; zor maske ventilasyonu, yetersiz, unstabil, 2 kişi ile solutma,

Grade 4; maske ile ventilasyonun yapılamaması

Daha sonra hastaya uygun boyutta bir Macintosh blade kullanılarak endotrakeal entübasyon için direk laringoskopi yapıldı. Laringoskopik görünüm, Cormack-Lehane (CL) derecelendirmesine göre derecelendirildi. CL derece III veya derece IV hastalar zor hava yolu olarak tanımlandı. Üç denemeden fazla veya 10 dk ve üzeri süren entübasyon girişimi ise zor entübasyon olarak değerlendirildi. CL derece I, IIa ve IIb ise kolay hava yolu olarak gruplandırıldı.

Hastalar entübe edilirken hava yolu yardımcı ekipmanları (stile, buji, videolaringoskop) kullanıldıysa kaydedildi. Hastalar entübe edildikten 5 dakika sonra (T1) kalp atım hızı, ortalama arter basıncı, periferik oksijen saturasyonu (Spo2), end tidal CO2 değerleri kaydedildi.

3.2 Verilerin İstatiksel Analizi

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk test ile ölçüldü. Dağılımı normal olan nicel bağımsız verilerin analizinde bağımsız örneklem t test kullanıldı. Dağılımı normal olmayan nicel bağımsız verilerin analizinde Mann-Whitney U test kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare test kullanıldı. Etki düzeyi ve cut off değeri ROC eğrisi ile araştırıldı. Analizler SPSS 27.0 programı kullanılarak gerçekleştirildi. %5 hata payı ($\alpha=0.05$), %80 güç ile standart etki büyüklüğü 0,63 olarak belirlenmiş olup, her bir grup için en az n=40 vaka alınması yeterli bulundu.

4.BULGULAR

Çalışmamıza 01 Ekim 2024 ile 31 Ocak 2025 tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi (EAH) Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniğinde, genel anestezi altında endotrakeal entübasyon sonrası opere edilen toplam 94 hasta dahil edildi.

Tablo 1’de demografik veriler değerlendirilmiştir. Çalışmamıza 49’u (%52,1) kadın, 45’si (%47,9) erkek olmak üzere toplamda 94 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalama değeri $52,5 \pm 10,5$ yıl, BMI ortalama değeri $27,9 \pm 4,8$ kg/m² olarak hesaplandı. ASA skorlamasına göre hastaların %17’si ASA I, %74.5’i ASA II ve %8.5’i ASA III grubunda yer aldı. Mallampati skorlamasında ise hastaların %6.4’ü MP I, %75.5’i MP II ve %18.1’i MP III olarak değerlendirildi. Han ölçeğine göre hastaların %7.4’ü sınıf I, %48.9’u sınıf II ve %43.6’sı sınıf III olarak belirlendi. Cormack-Lehane skalasına göre ise %16’sı CL I, %21.3’ü CL IIA, %19.1’i CL IIB, %33’ü CL III ve %10.6’sı CL IV olarak saptandı. 62 hastaya BURP manevrası uygulandı. 45 hastanın entübasyonunda yardımcı araçlardan yararlanıldı, bu araçların en çok kullanılanı 24 hasta ile stile olup, 20 hastada da videolaringoskop kullanıldı. Sadece 4 hastada buji kullanıldı. 2 hastada videolaringoskop ve buji birlikte, 1 hastada da videolaringoskop ve stile birlikte kullanıldı.

Tablo 1: Demografik veriler

Tablo-1		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%	
Yaş		25.0 - 75.0	51.5	52.5 ± 10.5	
Cinsiyet	Kadın			49	52.1%
	Erkek			45	47.9%
BMI		20.0 - 39.0	28.0	27.9 ± 4.8	
Ek Hastalık	(-)			44	46.8%
	(+)			50	53.2%
		<i>HT</i>		18	19.1%
		<i>DM</i>		14	14.9%
		<i>KAH</i>		6	6.4%
		<i>Astım</i>		5	5.3%
		<i>Akciğer CA</i>		4	4.3%
		<i>Mide CA</i>		2	2.1%
		<i>SVO</i>		2	2.1%
		<i>Diğer</i>		14	14.9%
ASA Skoru	I			16	17.0%
	II			70	74.5%
	III			8	8.5%
Mallampati Skoru	I			6	6.4%
	II			71	75.5%
	III			17	18.1%
Han Ölçeği	I			7	7.4%
	II			46	48.9%
	III			41	43.6%
Cormack Lahene	I			15	16.0%
	IIA			20	21.3%
	IIB			18	19.1%
	III			31	33.0%
	IV			10	10.6%
BURP manevrası	(-)			32	34.0%
	(+)			62	66.0%
Ek Araç Kullanımı	(-)			49	52.1%
	(+)			45	47.9%
		<i>Stile</i>		24	53.3%
		<i>Videolaringoskop</i>		20	44.4%
		<i>Buji</i>		4	8.9%

Tablo 2’de hava yolu değerlendirme testlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler değerlendirilmiştir. Tiroid istmus ile cilt arası mesafenin (DSTI) ortalama değeri 0,7 cm±2 cm bulundu. Dil kalınlığının (TT) ortalama değeri 4,8±0,6 cm, Epiglottis ile cilt

arası mesafe (DSE) ortalama değeri $2,2 \pm 0,3$ cm, vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe (DSVC) ortalama değeri $0,9 \pm 0,3$ cm bulundu. ROC analizi sonucunda, DSTI için 0,75 cm, DSE için 2,2 cm cut-off değeri belirlendi. $DSTI > 0,75$ cm ve $DSE > 2,2$ cm olan hastalarda zor hava yolu görülme sıklığının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulundu ($p < 0,05$). $DSTI \leq 0,75$ olan hastalar (%63,8) ve $DSTI > 0,75$ olan hastalar (%36,2) şeklinde iki gruba ayrıldı. $DSE \leq 2,2$ cm olan hastalar (%43,6) ve $DSE > 2,2$ cm olan hastalar (%56,4) şeklinde iki gruba ayrıldı.

Laringoskopi deneme sayısı maksimum 3 olup medyan değerde anlamlı bir değişiklik oluşturmadı.

Tablo 2: Çalışma Parametrelerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo-2		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%	
DSTI		0.3 - 1.5	0.7	0.7 ± 0.2	
DSTI	≤ 0.75			60	63.8%
	>0.75			34	36.2%
TT		3.1 - 6.1	4.8	4.8 ± 0.6	
DSE		1.5 - 3.0	2.2	2.2 ± 0.3	
DSE	≤ 2.2			41	43.6%
	>2.2			53	56.4%
DSVC		0.4 - 1.9	0.9	0.9 ± 0.3	
Larengoskopi Deneme Sayısı		1.0 - 3.0	1.0	1.4 ± 0.6	

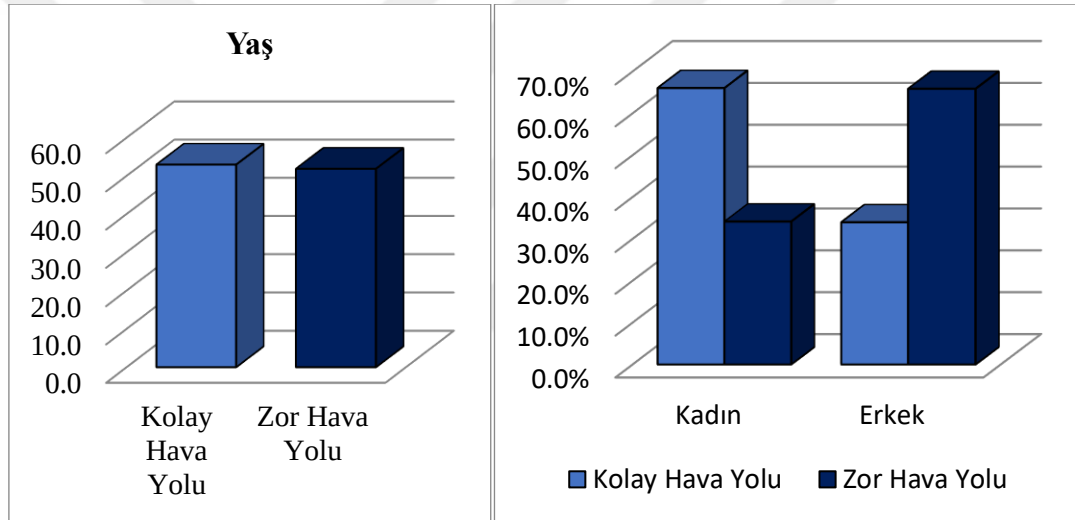
DSTI: Tiroid istmus ile cilt arası mesafe, **TT:** Dil kalınlığı, **DSE:** Epiglottis ile cilt arası mesafe, **DSVC:** Vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe.

Kolay ve zor hava yolu olan gruplar arasında hastaların yaşı anlamlı ($p > 0,05$) farklılık göstermedi. Zor hava yolu olan grupta erkek hastaların oranı kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha yüksekti (Tablo 3). Zor hava yolu grubunda erkek hastaların oranı %65.9 iken kolay hava yolu grubunda erkek hastaların oranı %34 bulundu. Bu bulgular, cinsiyetin zor hava yolu açısından önemli bir faktör olabileceğini düşündürmektedir.

Kolay ve zor hava yolu olan gruplar arasında BMI değeri anlamlı ($p > 0,05$) bir farklılık göstermedi. Kolay hava yolu grubunda medyan BMI değeri 27 kg/m^2 iken,

zor hava yolu grubunda 28 kg/m² bulundu. Kolay ve zor hava yolu olan gruplar arasında ek hastalığa sahip olma oranı anlamlı farklılık ($p>0.05$) göstermedi (Tablo 3).

Kolay ve zor hava yolu olan gruplar arasında ASA skoru anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi. Zor hava yolu olan grupta mallampati skoru kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti. Zor hava yolu olan grupta Han ölçeği kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti (Tablo 3, Şekil 15). Zor hava yolu grubunda Han skoru III olan hasta oranı %65.9 iken, kolay hava yolu grubunda bu oran %26.4 olarak belirlendi. Han skoru III olan hastaların bir kısmının kolay hava yolu grubunda yer alması, bu parametrenin tek başına zor hava yolu öngörüsünde yeterli olamayabileceğini düşündürmektedir.



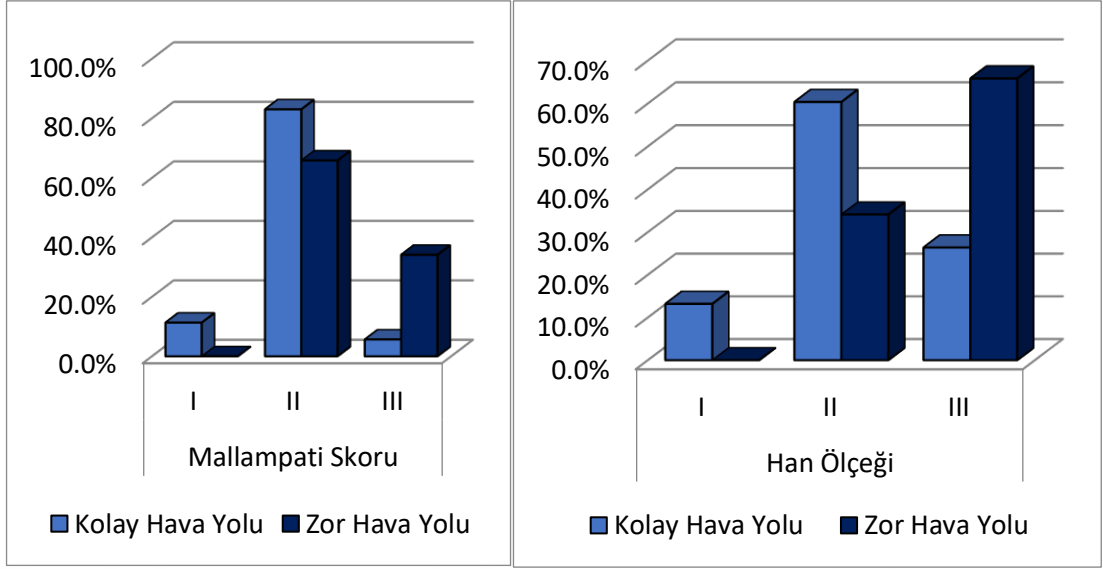
Şekil 14. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Yaş Ortalamaları ile Cinsiyet Dağılımlarının Karşılaştırılması

Tablo 3. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Tablo-3

		Kolay Hava Yolu (n:53)		Zor Hava Yolu (n:41)		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
Yaş		52.9 ± 10.9	52.0	51.9 ± 10.0	51.0	0.620
Cinsiyet	Kadın	35	66.0%	14	34.1%	0.002
	Erkek	18	34.0%	27	65.9%	
BMI		28.4 ± 5.2	27.0	27.3 ± 4.3	28.0	0.401
Ek Hastalık	(-)	21	39.6%	23	56.1%	0.112
	(+)	32	60.4%	18	43.9%	
ASA Skoru	I	9	17.0%	7	17.1%	0.167
	II	42	79.2%	28	68.3%	
	III	2	3.8%	6	14.6%	
Mallampati Skoru	I	6	11.3%	0	0.0%	0.000
	II	44	83.0%	27	65.9%	
	III	3	5.7%	14	34.1%	
Han Ölçeği	I	7	13.2%	0	0.0%	0.000
	II	32	60.4%	14	34.1%	
	III	14	26.4%	27	65.9%	

^t Bağımsız örneklem t test / ^m Mann-whitney u test / ^{X²} Ki-kare test



Şekil 15. Han Ölçeği ve Mallampati Skoru Dağılımının Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarına Göre Dağılımı

Zor hava yolu olan grupta BURP manevrası uygulanma oranı kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti (Tablo 4). Zor hava yolu olan grupta ek araç kullanım oranı kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti (Tablo 4). Zor hava yolu grubunda ek araç kullanılmayan bireylerin oranı yalnızca %9,8'dir.

Zor hava yolu olan grupta DSTI değeri kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti. Kolay hava yolu grubunda DSTI medyan değeri 0,61 cm, zor hava yolu grubunda ise medyan değeri 0,76 cm olarak saptandı. $DSTI \leq 0,75$ cm olan bireylerde kolay hava yolu oranı daha yüksek iken, $DSTI > 0,75$ cm olan bireylerde zor hava yolu oranı daha yüksek ($p = 0.008$) görüldü (Tablo 4).

Zor hava yolu olan grupta TT değeri kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti. Kolay hava yolu grubunda TT medyan değeri 4,7 cm, zor hava yolu grubunda ise 5,1 cm olarak ölçüldü ($p = 0.046$).

Zor hava yolu olan grupta DSE değeri anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0.05$). Kolay hava yolu grubunda DSE medyan değeri 2.1 cm, zor hava yolu grubunda ise 2.5 cm olarak bulundu. $DSE \leq 2.2$ cm olan bireylerde kolay hava yolu olma olasılığı daha yüksek iken, $DSE > 2.2$ cm olan bireylerde zor hava yolu olma olasılığı daha yüksek

görüldü ($p < 0.001$). Kolay ve zor hava yolu olan gruplar arasında DSVc değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi. Zor hava yolu olan grupta laringoskopi deneme sayısı anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksek izlendi (Tablo 4).

Tablo 4. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Klinik Parametreler Açısından Karşılaştırılması

		Kolay Hava Yolu (n:53)		Zor Hava Yolu (n:41)		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
BURP	(-)	32	60.4%	0	0.0%	0.000
manevrası	(+)	21	39.6%	41	100.0%	
Ek Araç	(-)	45	84.9%	4	9.8%	0.000
Kullanımı	(+)	8	15.1%	37	90.2%	
DSTI		0.63 ± 0.23	0.61	0.75 ± 0.23	0.76	0.021
DSTI	≤ 0.75	40	75.5%	20	48.8%	0.008
	>0.75	13	24.5%	21	51.2%	
TT		4.7 ± 0.6	4.7	5.0 ± 0.5	5.1	0.046
DSE		2.1 ± 0.3	2.1	2.5 ± 0.2	2.5	0.000
DSE	≤ 2.2	38	71.7%	3	7.3%	0.000
	>2.2	15	28.3%	38	92.7%	
DSVC		0.92 ± 0.25	0.89	0.88 ± 0.27	0.90	0.437
Larengoskopi		1.00 ± 0.00	1.00	1.88 ± 0.64	2.00	0.000
Deneme Sayısı						

^t Bağımsız örneklem t test / ^m Mann-whitney u test / ^{x²} Ki-kare test

DSTI: Distance from skin to thyroid isthmus (Tiroid istmus ile cilt arası mesafe), **TT:** tongue thickness (Dil kalınlığı), **DSE:** Distance from skin to epiglottis (Epiglottis ile cilt arası mesafe), **DSVC:** Distance from skin to vocal kords (Vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe)

Gruplar arasında T0 kalp tepe atımı anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermemiştir. T1 kalp tepe atımı kolay hava yolu grubunda KTA değeri $85.2 \pm 14.1/ dk$, zor hava yolu grubunda ise $73.0 \pm 15.4/ dk$ olarak ölçülmüş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$).

İki grup arasında T0, T1 SPO₂ değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi (Tablo 5).

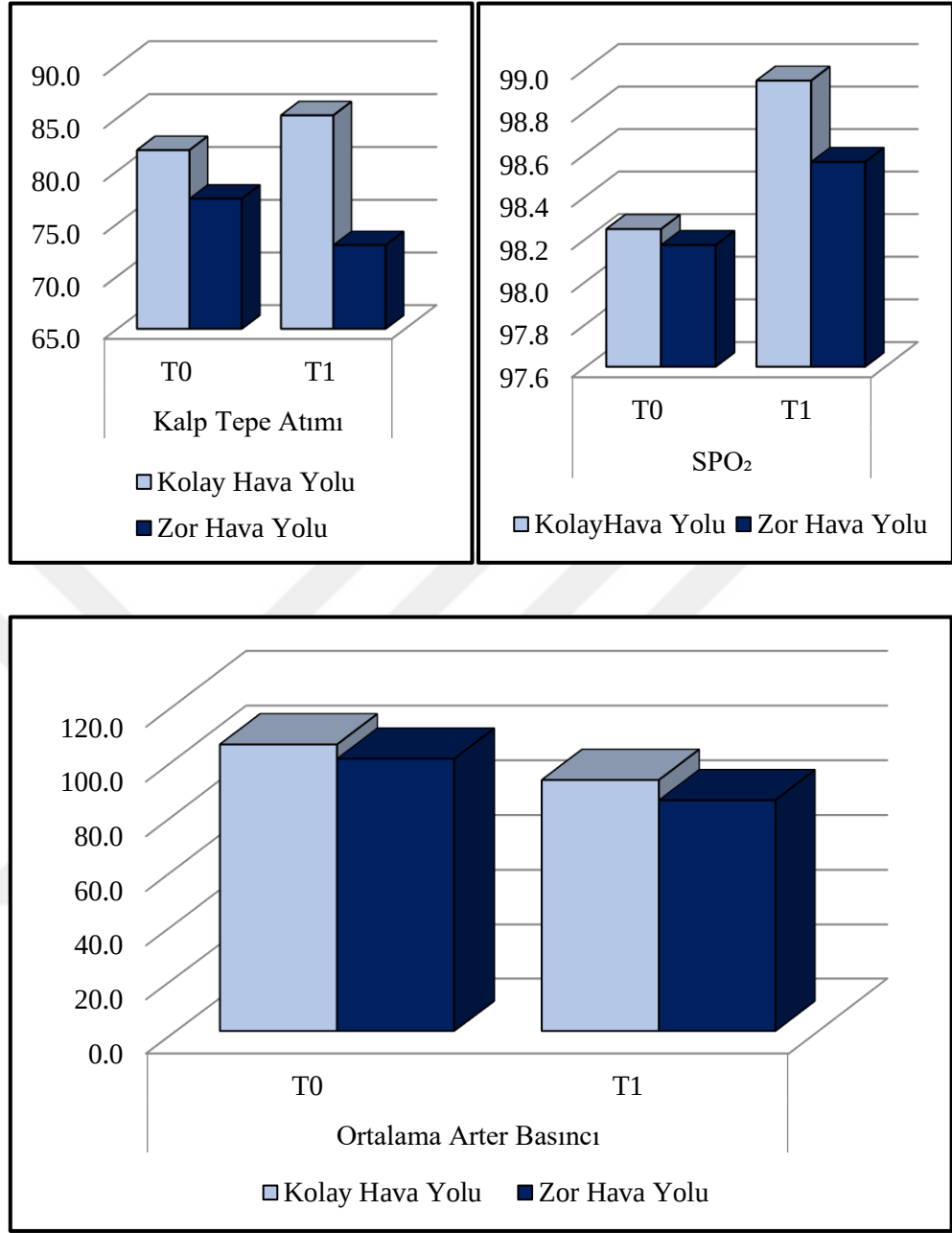
T0 ortalama arter basıncı kolay hava yolu grubunda ortalama 105.2 ± 11.6 mm Hg, zor hava yolu grubunda ise 100.0 ± 13.9 mm Hg olarak ölçüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi ($p = 0.062$). T1 ortalama arter basıncı kolay hava

yolu grubunda 92.2 ± 16.8 mm Hg, zor hava yolu grubunda ise 84.9 ± 13.9 mm Hg olarak ölçüldü ve $p = 0.038$ olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı saptandı (Tablo 5). Kolay ve zor hava yolu gruplarında anestezi indüksiyonu öncesi (T0) kalp tepe atımı ve ortalama arter basıncı değerleri benzer olup entübasyon sonrası 5. dakika (T1) KTA ve OAB değerleri, zor hava yolu grubunda anlamlı derecede düşük bulundu (Tablo 5). Kolay ve zor hava yolu olan gruplar arasında T1 zamanında bakılan end tidal CO₂ değeri anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermedi (Tablo 5).

Tablo 5. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarının Hemodinamik ve Solunumsal Parametrelerinin Karşılaştırılması

	Kolay Hava Yolu (n:53)		Zor Hava Yolu (n:41)		p
	Ort.±ss	Medyan	Ort.±ss	Medyan	
<i>Kalp Tepe Atımı</i>					
T0	82.0 ± 14.1	80.0	77.4 ± 12.3	79.0	0.129
T1	85.2 ± 14.1	85.0	73.0 ± 15.4	70.0	0.000
<i>SPO₂</i>					
T0	98.2 ± 1.7	99.0	98.2 ± 1.7	99.0	0.934
T1	98.9 ± 0.9	99.0	98.6 ± 1.3	99.0	0.196
<i>Ortalama Arter Basıncı</i>					
T0	105.2 ± 11.6	99.0	100.0 ± 13.9	96.0	0.062
T1	92.2 ± 16.8	93.0	84.9 ± 13.9	83.0	0.038
End Tidal CO ₂	33.2 ± 3.6	33.0	32.9 ± 3.9	32.0	0.380

^tBağımsız örneklem t test / ^mMann-whitney u test



Şekil 16. Kolay ve Zor Hava Yolu Gruplarında T0 ve T1 Zaman Noktalarındaki Hemodinamik Değişikliklerin Karşılaştırılması

DSE $\leq$ 2.2 cm ve DSE $>$ 2.2 cm olan gruplar arasında hastaların yaşı anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermemiştir. Kadın oranı, DSE $\leq$ 2.2 cm grubunda %68.3 iken, DSE $>$ 2.2 cm grubunda %39.6'dır. Erkek oranı, DSE $\leq$ 2.2 cm grubunda %31.7, DSE $>$ 2.2 cm grubunda %60.4'tür. Cinsiyet açısından gruplar arasında anlamlı fark vardır. DSE $>$ 2.2 cm olan grupta erkek hastaların oranı DSE $\leq$ 2.2 cm olan gruptan anlamlı ($p = 0.006$) olarak daha yüksekti (Tablo 6, Şekil 17).

DSE $\leq$ 2.2 cm ve DSE $>$ 2.2 cm olan gruplar arasında BMI değeri anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi. DSE $\leq$ 2.2 cm ve DSE $>$ 2.2 cm olan gruplar arasında ek hastalığa sahip olma oranında anlamlı ($p>0.05$) farklılık saptanmadı (Tablo 6).

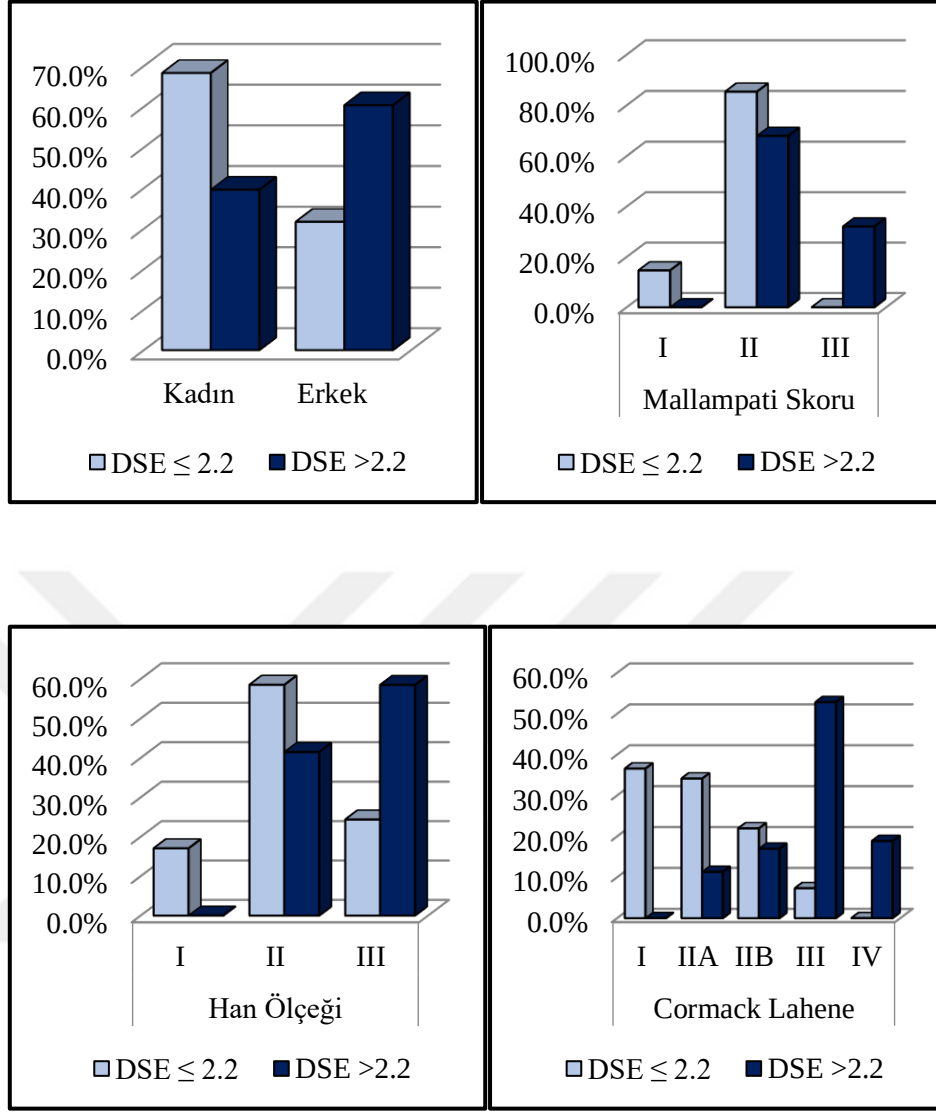
DSE $\leq$ 2.2 cm ve DSE $>$ 2.2 cm olan gruplar arasında ASA skoru anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi. Mallampati Skoru I olan hastaların tamamı DSE $\leq$ 2.2 grubunda yer alırken, Mallampati Skoru III'e sahip hastaların tamamı DSE $>$ 2.2 grubunda yer almakta olup, bu grup içerisindeki hastaların %32.1'ini oluşturmaktadır. DSE $>$ 2.2 cm olan grupta mallampati skoru DSE $\leq$ 2.2 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksek görüldü (Tablo 6, Şekil 17).

DSE $>$ 2.2 cm olan grupta Cormack Lehane derecesi DSE $\leq$ 2.2 cm olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksek görüldü. Cormack-Lehane Skoru I olan hastaların tamamı DSE $\leq$ 2.2 cm grubunda yer alırken, Cormack-Lehane Skoru III olan hastaların çoğunluğu (31 CL III olan hastanın 28'i) DSE $>$ 2.2 cm grubunda yer aldı. CL IV olan hastaların hepsi DSE $>$ 2.2 cm grubunda yer aldı (Tablo 6).

Tablo 6. DSE Değerlerine Göre Zor Hava Yolu Riskiyle İlişkili Demografik ve Klinik Özelliklerin Karşılaştırılması

		DSE ≤ 2.2 cm (n:41)		DSE > 2.2 cm (n:53)		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
Yaş		53.1 ± 12.0	52.0	52.0 ± 9.2	51.0	0.625
Cinsiyet	Kadın	28	68.3%	21	39.6%	0.006
	Erkek	13	31.7%	32	60.4%	
BMI		27.4 ± 5.0	26.0	28.4 ± 4.6	28.0	0.219
Ek Hastalık	(-)	22	53.7%	22	41.5%	0.242
	(+)	19	46.3%	31	58.5%	
ASA Skoru	I	8	19.5%	8	15.1%	0.817
	II	30	73.2%	40	75.5%	
	III	3	7.3%	5	9.4%	
Mallampati Skoru	I	6	14.6%	0	0.0%	0.000
	II	35	85.4%	36	67.9%	
	III	0	0.0%	17	32.1%	
Han Ölçeği	I	7	17.1%	0	0.0%	0.000
	II	24	58.5%	22	41.5%	
	III	10	24.4%	31	58.5%	
Cormack Lahene	I	15	36.6%	0	0.0%	0.000
	IIA	14	34.1%	6	11.3%	
	IIB	9	22.0%	9	17.0%	
	III	3	7.3%	28	52.8%	
	IV	0	0.0%	10	18.9%	
^t Bağımsız örneklem t test / ^m Mann-whitney u test / ^{X²} Ki-kare test						

DSE: Distance from skin to epiglottis (Epiglottis ile cilt arası mesafe)



Şekil 17. DSE (Epiglottis ile Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Cinsiyet, Mallampati Skoru, Han Ölçeği ve Cormack-Lehane Skoru Dağılımının Karşılaştırılması

DSE > 2.2 cm olan grupta BURP manevrası uygulanma oranı $DSE \leq 2.2$ cm olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksek bulundu. BURP manevrası uygulanan bireylerin oranı, $DSE \leq 2.2$ cm grubunda %34.1, $DSE > 2.2$ cm grubunda %90.6 olarak bulundu. $DSE > 2.2$ cm olan grupta ek araç kullanım oranı $DSE \leq 2.2$ cm olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksek bulundu (Tablo 7). $DSE \leq 2.2$ cm grubunda ek araç kullanılmayan bireylerin oranı %90.2, $DSE > 2.2$ cm grubunda ise %22.6 olarak saptandı (Tablo 7).

$DSE > 2.2$ cm olan grupta DSTI değeri $DSE \leq 2.2$ cm olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksek olup $DSE \leq 2.2$ cm grubunda DSTI değeri ortalaması 0.59 ± 0.22 cm, $DSE > 2.2$ cm grubunda ise 0.75 ± 0.22 cm olarak ölçüldü (Tablo 7).

$DSE > 2.2$ cm olan grupta TT değeri $DSE \leq 2.2$ cm olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksek saptandı (Tablo 7). $DSE \leq 2.2$ cm grubunda TT değeri ortalaması 4.6 ± 0.5 cm, $DSE > 2.2$ cm grubunda ise 5.0 ± 0.5 cm olarak bulundu (Tablo 7).

$DSE \leq 2.2$ cm ve $DSE > 2.2$ cm olan gruplar arasında DSVC değeri anlamlı ($p > 0.05$) farklılık göstermedi (Tablo 7).

$DSE > 2.2$ cm olan grupta laringoskopi deneme sayısı $DSE \leq 2.2$ cm olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksek bulundu (Tablo 7).

Tablo 7. DSE Değerine Göre Hava Yolu Yönetimi Yöntemlerinin ve İlişkili Parametrelerin İstatistiksel Karşılaştırması

		DSE ≤ 2.2 cm (n:41)		DSE >2.2 cm (n:53)		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
BURP	(-)	27	65.9%	5	9.4%	0.000
manevrası	(+)	14	34.1%	48	90.6%	
Kullanılan	(-)	37	90.2%	12	22.6%	0.000
Ek Araçlar	(+)	4	9.8%	41	77.4%	
DSTI		0.59 ± 0.22	0.59	0.75 ± 0.22	0.72	0.001
DSTI	≤ 0.75	33	80.5%	27	50.9%	0.003
	>0.75	8	19.5%	26	49.1%	
TT		4.6 ± 0.5	4.6	5.0 ± 0.5	5.1	0.001
DSVC		0.8 ± 0.2	0.8	1.0 ± 0.3	1.0	0.058
Larengoskopi		1.0 ± 0.2	1.0	1.7 ± 0.7	2.0	0.000
Den.Sayısı						

^t Bağımsız örneklem t test / ^m Mann-whitney u test / ^{x²} Ki-kare test

DSTI: Distance from skin to thyroid isthmus (Tiroid istmus ile cilt arası mesafe), **TT:** tongue thickness (Dil kalınlığı), **DSE:** Distance from skin to epiglottis (Epiglottis ile cilt arası mesafe), **DSVC:** Distance from skin to vocal kords (Vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe)

DSE > 2.2 cm olan grupta T0, T1 kalp tepe atımı DSE ≤ 2.2 cm olan gruptan anlamlı (p<0.05) olarak daha düşüktü (Tablo 8).

DSE ≤ 2.2 cm ve DSE > 2.2 cm olan gruplar arasında T0, T1 SPO₂ ve ortalama arter basıncı değerleri anlamlı (p>0.05) farklılık göstermedi. T1 OAB değeri DSE ≤ 2.2 cm grubunda medyan değeri 90 mm Hg, DSE > 2.2 cm olan grupta ise 86 mm Hg görüldü ve bu fark istatistiksel olarak farklı bulunmadı (Tablo 8).

End tidal CO₂ değeri DSE ≤ 2.2 cm grubunda 32.2 ± 3.7 mmHg, DSE > 2.2 cm grubunda 33.8±3.6 mmHg olarak ölçüldü ve gruplar arasında anlamlı fark (p = 0.095) saptanmadı (Tablo 8).

DSE ≤ 2.2 cm grubunda yer alan hastaların 38'i (%92.7) kolay hava yolu, 3'ü (%7.3) zor hava yolu olarak değerlendirildi. DSE > 2.2 cm grubunda ise 15 hasta (%28.3) kolay hava yolu, 38 hasta (%71.7) zor hava yolu olarak saptandı. DSE > 2.2 cm grubunda zor hava yolu oranı belirgin şekilde daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 8).

Tablo 8. DSE ≤ 2.2 cm ve DSE > 2.2 cm Gruplarının Hemodinamik Parametreler ve Hava Yolu Yönetimi Açısından Karşılaştırılması

	DSE ≤ 2.2 (n:41)			DSE > 2.2 (n:53)			p
	Ort.±ss/n-%		Medyan	Ort.±ss/n-%		Medyan	
<i>Kalp Tepe Atımı</i>							
T0	84.0	13.0	85.0	76.9	13.1	76.0	0.014
T1	86.4	14.0	90.0	74.9	15.5	71.0	0.000
<i>SPO₂</i>							
T0	98.3	1.5	99.0	98.1	1.8	99.0	0.765
T1	99.0	0.7	99.0	98.6	1.3	99.0	0.090
<i>Ortalama Arter Basıncı</i>							
T0	103.8 ± 12.0		99.0	102.3 ± 13.6		100.0	0.728
T1	89.5 ± 13.9		90.0	88.7 ± 17.5		86.0	0.644
End Tidal CO ₂	32.2	3.7	32.0	33.8	3.6	35.0	0.095
Entübasyon	Kolay	38	92.7%	15	28.3%		0.000
	Zor	3	7.3%	38	71.7%		

^m Mann-whitney u test / ^{x²} Ki-kare test

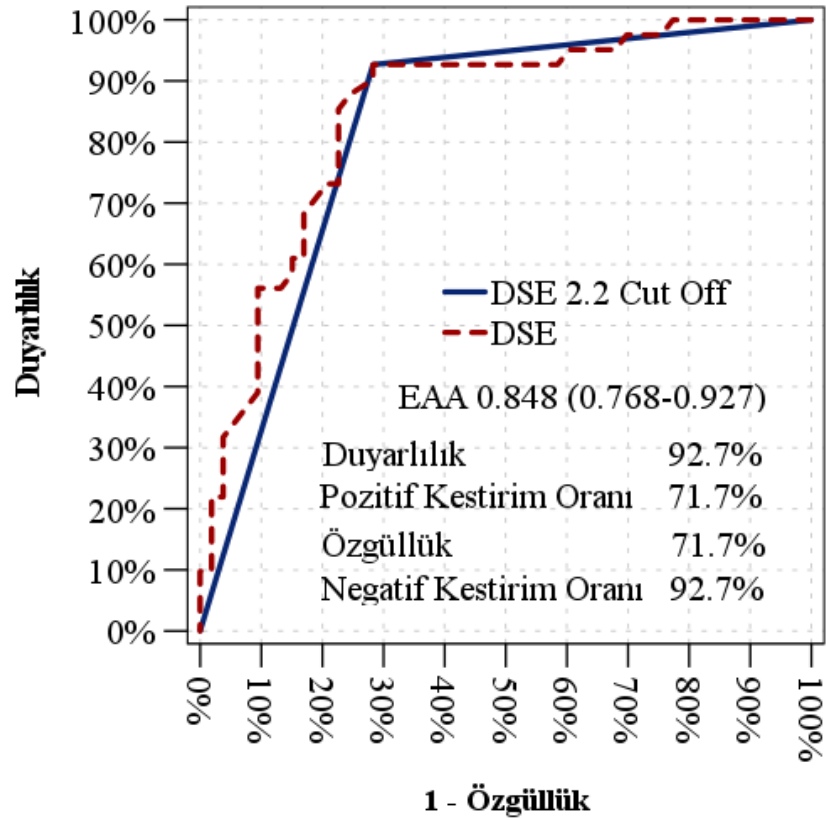
DSE: Distance from skin to epiglottis (Epiglottis ile cilt arası mesafe)

ROC analizi sonucunda DSE'nin zor hava yolu öngörmedeki eğri altı alan (AUC) değeri 0.848 olarak saptanıp, %95 güven aralığı 0.768-0.927 (p = 0.000) bulundu. DSE > 2.2 cm eşik değeri için duyarlılık %92.7, özgüllük %71.7, pozitif kestirim oranı %71.7 ve negatif kestirim oranı %92.7 olarak hesaplandı. Bu bulgular, DSE'nin zor hava yolunun öngörülmesinde etkili bir tanı aracı olduğunu gösterdi (Tablo 9). ROC eğrisinde, DSE'nin belirlenen 2.2 cm cut-off değerini gösteren mavi çizginin, yüksek duyarlılık ve özgüllük değerleri ile üst sol köşeye yakın bir seyir izlemesi dikkat çekicidir. Bu bulgular, DSE'nin zor hava yolunun öngörülmesinde etkili bir tanı aracı olduğunu göstermektedir. Klinik pratikte DSE > 2.2 cm değeri, zor hava yolunun önceden tahmin edilmesinde kullanılabilecek güvenilir bir eşik değer olarak değerlendirilebilir (Şekil 18).

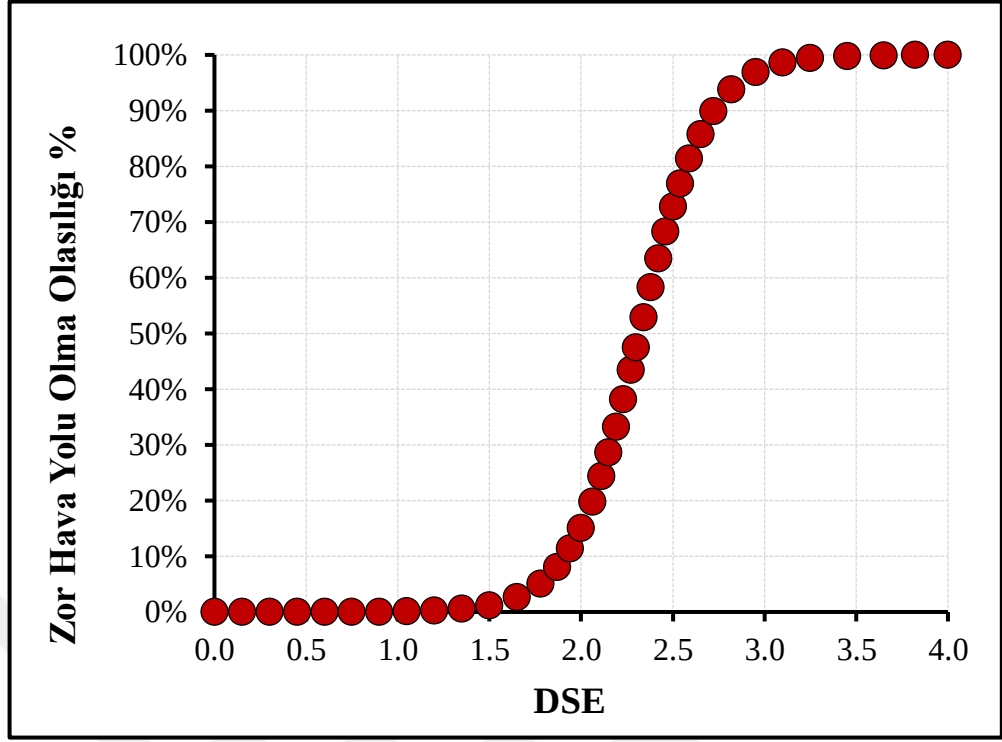
Tablo 9. DSE'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki Tanısal Performansı ve ROC Analizi Sonuçları

		Eğri Altı Alan	% 95 Güven Aralığı	P	
DSE		0.848	0.768 - 0.927	0.000	
DSE 2.2 Cut Off		0.822	0.734 - 0.910	0.000	
		Kolay Hava Yolu	Zor Hava Yolu	%	
DSE	≤ 2.2	38	3	Duyarlılık	92.7%
	> 2.2	15	38	Pozitif Kestirim Oranı	71.7%
				Özgüllük	71.7%
				Negatif Kestirim Oranı	92.7%

DSE: Distance from skin to epiglottis (Epiglottis ile cilt arası mesafe)



Şekil 18. DSE (Epiglottis ile Cilt Arası Mesafe)'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki ROC Eğrisi



Şekil 19. DSE (Epiglottis ve Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Zor Hava Yolu Olasılığının Lojistik Regresyon Analizi

Şekil 19’ da DSE değerine göre zor entübasyon olasılığının lojistik regresyon analizi yer almaktadır. Grafik incelendiğinde, DSE değerinin 2.2 cm seviyesine ulaşmasıyla birlikte zor hava yolu olasılığının %50'ye ulaştığı, 2.5 cm değerinde ise bu olasılığın %80’in üzerine çıktığı gözlemlendi. DSE değeri 2.0 cm altında olduğunda ise zor hava yolu olasılığı oldukça düşük seviyede kaldığı görüldü. Bu bulgular, DSE değerinin arttıkça zor hava yolu olasılığının belirgin şekilde arttığını ve DSE > 2.2 cm cut-off değerinin, klinik pratikte zor hava yolu riski açısından dikkate alınması gereken kritik eşik değeri olduğu saptandı.

DSTI ≤ 0.75 cm ve > 0.75 cm olan gruplar arasında hastaların yaşı, cinsiyet dağılımı anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi. DSTI > 0.75 cm olan grupta BMI değeri DSTI ≤ 0.75 olan gruptan anlamlı ($p<0.05$) olarak daha yüksekti (Tablo 9). DSTI ≤ 0.75 cm grubunda BMI ortalama değeri 26.9 ± 4.8 kg/m², DSTI > 0.75 cm grubunda ise 29.8 ± 4.3 kg/m² saptandı (Tablo 10). Bu bulgu, daha yüksek DSTI ölçümlerinin artmış boyun çevresi ve yağ dokusu ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

DSTI ≤ 0.75 ve >0.75 olan gruplar arasında ASA skoru, mallampati skoru ve eşlik eden hastalığa sahip olma oranı anlamlı ($p>0.05$) farklılık göstermedi (Tablo 10).

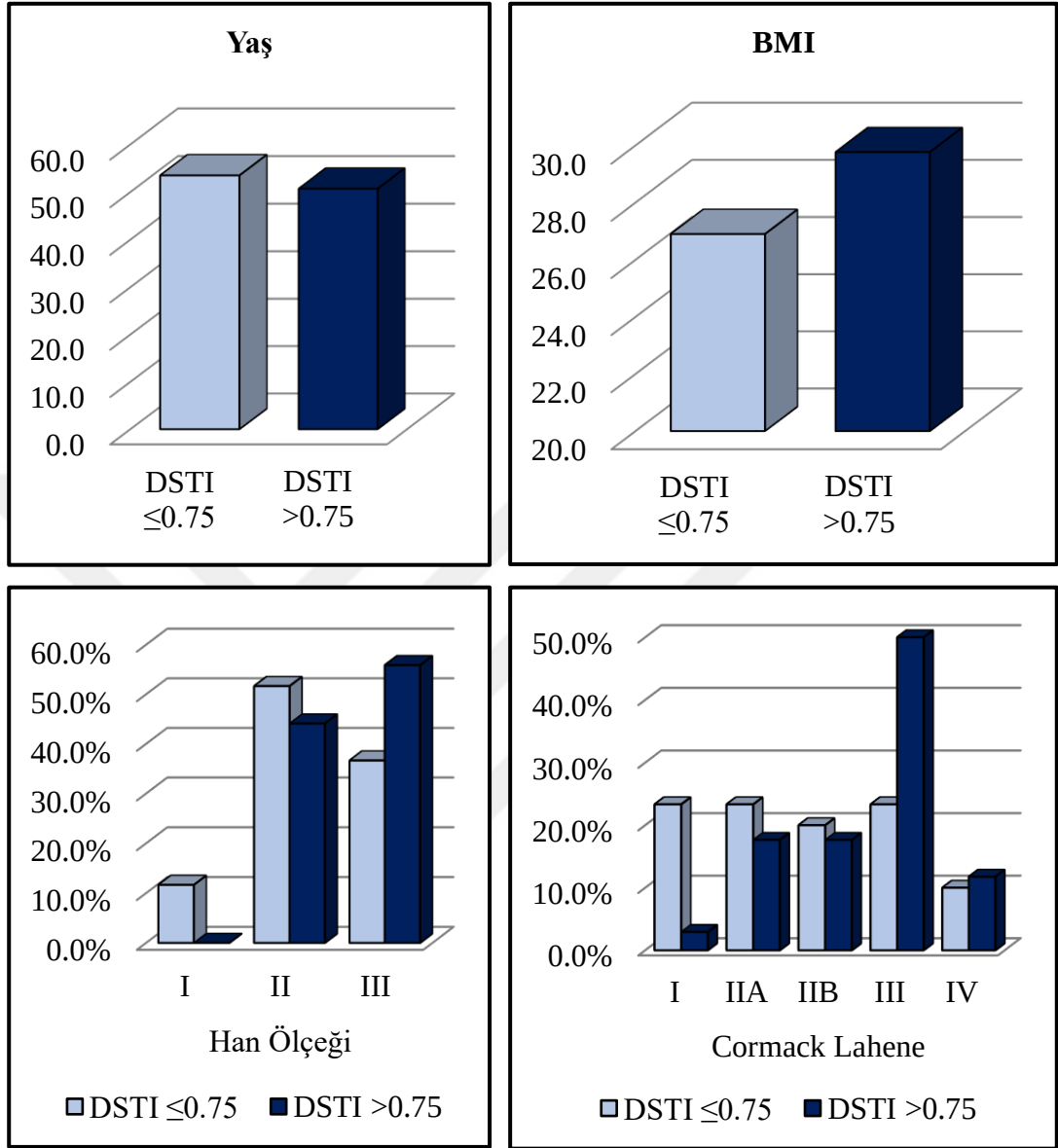
Han Ölçeği değerlendirmesinde, DSTI > 0.75 cm olan grupta zor maske ventilasyonu (Han Ölçeği III) oranı daha yüksek olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p = 0.048$). Benzer şekilde, Cormack-Lehane skoru açısından da DSTI > 0.75 cm grubunda CL III oranı daha yüksek saptandı ve bu fark anlamlı bulundu ($p = 0.029$). Bu bulgular, daha yüksek DSTI değerlerinin zor hava yolu ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Tablo 10, Şekil 20).

Tablo 10. DSTI Değerlerine Göre Zor Hava Yolu Riskiyle İlişkili Demografik ve Klinik Özelliklerin Karşılaştırılması

		DSTI ≤0.75 (n:60)		DSTI>0.75 (n:34)		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
Yaş		53.5 ± 11.1	53.0	50.7 ± 9.1	50.5	0.214
Cinsiyet	Kadın	31	51.7%	18	52.9%	0.905
	Erkek	29	48.3%	16	47.1%	
BMI		26.9 ± 4.8	26.0	29.8 ± 4.3	29.0	0.003
Ek Hastalık	(-)	28	46.7%	16	47.1%	0.971
	(+)	32	53.3%	18	52.9%	
ASA Skoru	I	9	15.0%	7	20.6%	0.306
	II	44	73.3%	26	76.5%	
	III	7	11.7%	1	2.9%	
Mallampati Skoru	I	6	10.0%	0	0.0%	0.118
	II	45	75.0%	26	76.5%	
	III	9	15.0%	8	23.5%	
Han Ölçeği	I	7	11.7%	0	0.0%	0.048
	II	31	51.7%	15	44.1%	
	III	22	36.7%	19	55.9%	
Cormack Lahene	I	14	23.3%	1	2.9%	0.029
	IIA	14	23.3%	6	17.6%	
	IIB	12	20.0%	6	17.6%	
	III	14	23.3%	17	50.0%	
	IV	6	10.0%	4	11.8%	

[†] Bağımsız örneklem t test / ^m Mann-whitney u test / ^{X²} Ki-kare test

DSTI: Distance from skin to thyroid isthmus (Tiroid istmus ile cilt arası mesafe)



Şekil 20. DSTI (Tiroid İstmus ile Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Yaş, BMI, Han Ölçeği ve Cormack-Lehane Skoru Dağılımının Karşılaştırılması

DSTI > 0.75 cm olan bireylerde BURP manevrası uygulanma oranı anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ($p = 0.038$). Bu bulgu, daha yüksek DSTI değerine sahip bireylerde entübasyon sırasında laringeal görüşü iyileştirmek amacıyla ek manevralara daha fazla ihtiyaç duyulduğunu düşündürmektedir. Benzer şekilde, DSTI > 0.75 cm olan grupta entübasyon sırasında ek araç kullanım oranı anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p = 0.042$). Bu sonuç, artmış DSTI değerlerinin entübasyon güçlüğü ile ilişkili olabileceğini desteklemektedir (Tablo 11).

Ultrasonografik ölçümler açısından değerlendirildiğinde, DSTI > 0.75 cm grubunda DSE değeri anlamlı olarak daha yüksek saptandı ($p < 0.001$). Aynı şekilde, DSE > 2.2 cm olan hastaların oranı DSTI > 0.75 cm olan hasta grubunda anlamlı olarak fazladır ($p = 0.003$), bu da bu iki parametre arasında potansiyel bir pozitif ilişkiye işaret etmektedir (Tablo 11).

DSVC değeri de DSTI > 0.75 cm olan bireylerde anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p = 0.002$). Ancak, TT (dil kalınlığı) ve laringoskopi deneme sayısı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı ($p = 0.198$ ve $p = 0.190$).

Bu bulgular, DSTI'nin tek başına güçlü bir prediktör olmaktan çok, DSE ve DSVC gibi diğer ultrasonografik ölçümlerle birlikte değerlendirildiğinde klinik öngörü gücünü artırabileceğini göstermektedir (Tablo 11).

Tablo 11. DSTI Değerine Göre Hava Yolu Yönetimi Yöntemlerinin ve İlişkili Parametrelerin İstatistiksel Karşılaştırması

		DSTI ≤0.75 (n:60)		DSTI >0.75 (n:34)		p
		Ort.±ss/n-%	Medyan	Ort.±ss/n-%	Medyan	
BURP	(-)	25	41.7%	7	20.6%	0.038
manevrası	(+)	35	58.3%	27	79.4%	
Kullanılan	(-)	36	60.0%	13	38.2%	0.042
Ek Araçlar	(+)	24	40.0%	21	61.8%	
DSE		2.1 ± 0.3	2.1	2.4 ± 0.3	2.4	0.000
DSE	≤2.2	33	55.0%	8	23.5%	0.003
	>2.2	27	45.0%	26	76.5%	
TT		4.78 ± 0.58	4.75	4.93 ± 0.49	4.92	0.198
DSVC		0.85 ± 0.28	0.82	0.99 ± 0.19	1.01	0.002
Larengoskopi Den. Sayısı		1.33 ± 0.60	1.00	1.47 ± 0.61	1.00	0.190

[†]Bağımsız örneklem t test / ^mMann-whitney u test / ^{x2}Ki-kare test

DSTI: Distance from skin to thyroid isthmus (Tiroid istmus ile cilt arası mesafe)

ROC analizi sonucunda DSTI'nin zor hava yolu öngörmedeki eğri altı alan (AUC) değeri 0.639 olarak saptanıp, bu değer %95 güven aralığında 0.528-0.751 (p = 0.021) bulundu. Bu değer, DSTI'nin zor hava yolunu öngörmeye düşük-orta düzeyde ayırt edici bir parametre olduğunu göstermektedir. DSTI > 0.75 cm eşik değeri için duyarlılık %51.2, özgüllük %75.5, pozitif kestirim oranı %61.8 ve negatif kestirim oranı %66.7 olarak hesaplandı (Tablo 12).

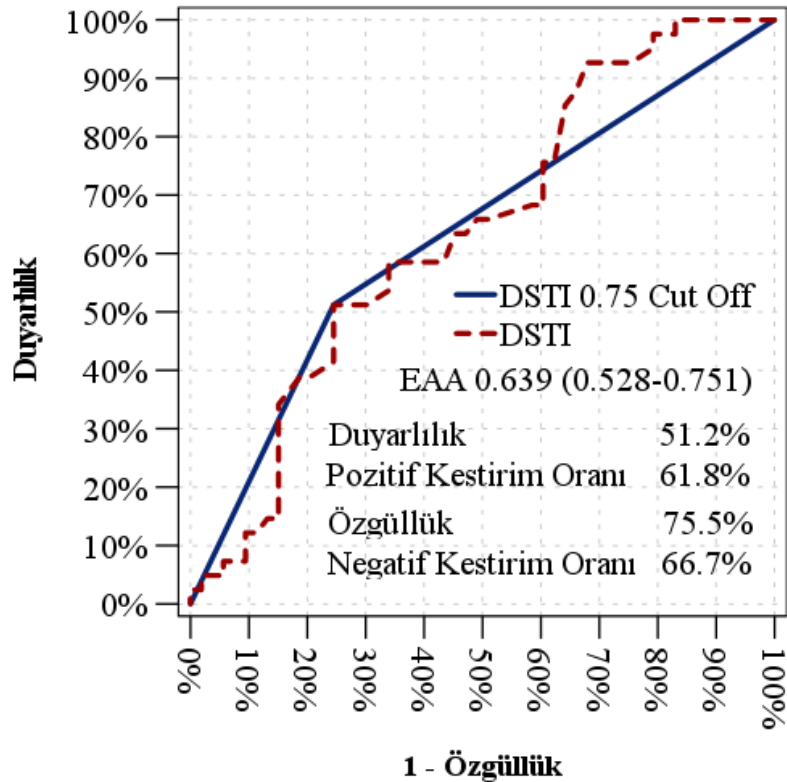
ROC eğrisinde, DSTI'nin genel eğrisini gösteren kırmızı kesikli çizginin, belirlenen cut-off değerini gösteren mavi çizginin üzerinde ve 45° çapraz çizginin üstünde yer alması, bu parametrenin rastlantısal düzeyden daha iyi bir ayırt edici güce sahip olduğunu gösterdi. Ancak eğrinin sol üst köşeye tam olarak yaklaşmaması, DSTI'nin tek başına güçlü bir tanı aracı olmaktan çok destekleyici bir parametre olarak değerlendirilmesinin daha uygun olabileceğini düşündürmektedir. DSTI'nin %75.5 özgüllük değeri, bu parametrenin kolay hava yolu olan bireyleri doğru şekilde ayırt etme konusunda kabul edilebilir düzeyde başarılı olduğunu göstermektedir. Ancak %51.2'lik düşük duyarlılık oranı, DSTI'nin zor hava yolu olan bireyleri belirlemede sınırlı bir başarıya sahip olduğunu düşündürmektedir. Bu nedenle DSTI'nin tek başına

güçlü bir tanı aracı olmaktan ziyade, destekleyici bir parametre olarak değerlendirilmesinin daha uygun olabileceğini göstermiştir (Şekil 21).

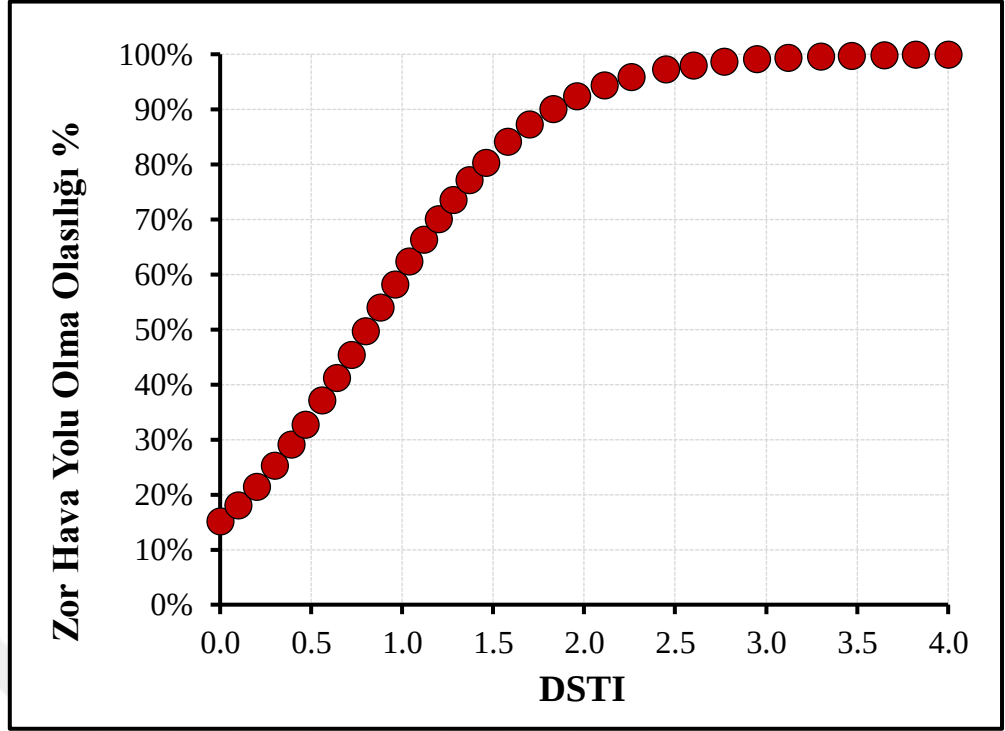
Tablo 12. DSTI' nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki Tanısal Performansı ve ROC Analizi Sonuçları

		Eğri Altı Alan		% 95 Güven Aralığı	p
DSTI		0.639		0.528 - 0.751	0.021
DSTI 0.75 Cut off		0.633		0.518 - 0.748	0.027
		Kolay Hava Yolu	Zor Hava Yolu		%
DSTI	≤ 0.75	40	20	Duyarlılık	51.2%
	> 0.75	13	21	Pozitif Kestirim Oranı	61.8%
				Özgüllük	75.5%
				Negatif Kestirim Oranı	66.7%

DSTI: Distance from skin to thyroid isthmus (Tiroid istmus ile cilt arası mesafe)



Şekil 21. DSTI (Tiroid İstmus ile Cilt Arası Mesafe)'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki ROC Eğrisi



Şekil 22. DSTI (Tiroid İstmus ve Cilt Arası Mesafe) Değerine Göre Zor Hava Yolu Olasılığının Lojistik Regresyon Analizi

Şekil 22’ de, DSTI değerine göre zor hava yolu olasılığının lojistik regresyon analizi yer almaktadır. Grafik incelendiğinde, DSTI değerinin artmasıyla birlikte zor hava yolu olasılığının belirgin şekilde arttığı gözlemlendi. Özellikle DSTI değerinin 0.75 cm seviyesinin üzerine çıkmasıyla zor hava yolu olasılığının %50’nin üzerine çıktığı, 1.5 cm seviyesinden sonra ise olasılığın %80’in üzerinde sabitlendiği görülmektedir. Bu bulgular, DSTI’ nin zor hava yolu öngörmede belirli bir ayırt edici özelliğe sahip olduğunu ve özellikle DSTI’ nin belirli bir eşik değerin üzerinde olması durumunda zor hava yolu riskinin arttığını göstermektedir.

DSE ve DSTI’ nin lojistik regresyon analizinde, DSE grafiğinin daha dik bir eğime sahip olması, DSE’ nin belirli bir eşik değerden sonra zor hava yolu olasılığını daha keskin şekilde artırdığı gözlemlendi. Buna karşın DSTI grafiğinde daha kademeli bir artış izlenmiş olup, bu durum DSTI’ nin zor hava yolu öngörmede daha geniş bir değer aralığında risk taşıdığını düşündürdü. Bu bulgular, DSTI’ nin tek başına güçlü bir prediktör olmaktan ziyade, DSE gibi daha belirgin bir eşik değere sahip

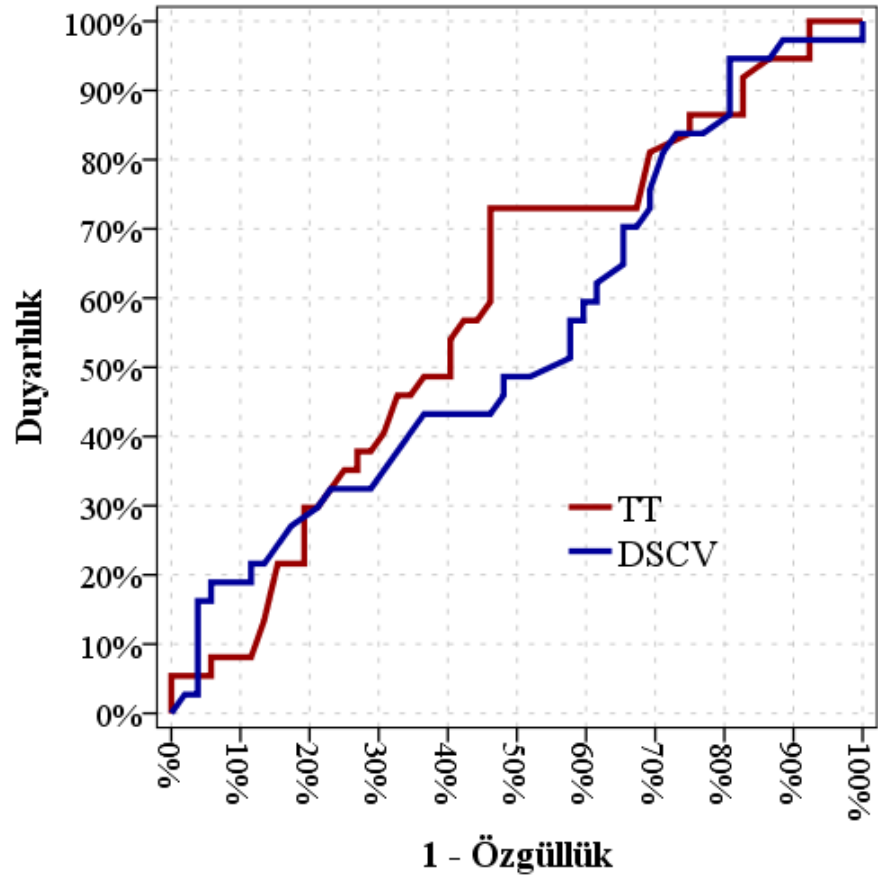
parametrelerle birlikte değerlendirilmesinin daha güvenilir sonuçlar verebileceğini gösterdi.

Tablo 13'teki ROC analizi sonuçlarına göre, dil kalınlığı (TT) için eğri altı alan (AUC) değeri 0.590 olup, %95 güven aralığı 0.470–0.709 arasında bulundu ($p = 0.151$). Benzer şekilde, vokal kordların anterior komissürü ile cilt arası mesafe (DSVC) için AUC değeri 0.546 olarak hesaplandı ve %95 güven aralığı 0.423–0.669 olarak belirlendi ($p = 0.461$). Her iki parametrenin de AUC değerlerinin 0.5'e yakın olması ve güven aralıklarının 0.5'in altında ve üstünde kalan değerleri içermesi, bu ölçütlerin istatistiksel olarak anlamlı bir ayırt edicilik göstermediğini belirtmektedir.

Tablo 13. TT ve DSVC'nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki Tanısal Performansı ve ROC Analizi Sonuçları

Tablo-13	Eğri Altı Alan	%95 Güven Aralığı	p
TT	0.590	0.470 - 0.709	0.151
DSVC	0.546	0.423 - 0.669	0.461

Şekil 23'te yer alan TT ve DSVC değerlerinin zor hava yolu öngörüsündeki etki güçlerini değerlendirmek için bakılan ROC eğrisi analizinde, her iki ölçüm eğrisinin de diyagonal referans çizgisine yakın seyrettiği görüldü ve analiz sonucunda istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşılmaması, bu ölçümlerin zor hava yolu öngörüsünde yeterli bir ayırt edici güce sahip olmadıklarını gösterdi. TT ve DSVC ölçümlerinin eğri altı alan (AUC) değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığından, bu parametreler için tanısal eşik değer ve buna bağlı duyarlılık ile özgüllük oranları hesaplanmadı.



Şekil 23. TT (Dil Kalınlığı) ve DSCV (Vokal Kordların Anterior Komissürü ve Cilt Arası Mesafe)' nin Zor Hava Yolu Öngörüsündeki ROC Eğrisi

4. TARTIŞMA

Zor hava yolu, anestezi pratiğinde karşılaşılan en kritik durumlardan biri olup, hava yolu yönetiminde yaşanabilecek olumsuzluklar hasta morbidite ve mortalitesinde artışa neden olabilmektedir. Bu nedenle zor hava yolu olasılığının ameliyat öncesinde doğru ve güvenilir yöntemlerle belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Geleneksel muayene yöntemleri belirli öngörü modelleri sunsa bile, bu yöntemlerin sensitivite ve spesifitesi yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle yeni, daha güvenilir ve uygulanabilir yöntemlere olan ihtiyaç devam etmektedir.

Bu çalışmada, zor hava yolunun öngörülmesinde üst hava yolu ultrasonografisinin etkinliği araştırılmış ve bu yöntemin belirli anatomik yapıların değerlendirilmesi ile anlamlı katkı sağlayabileceği gösterilmiştir. Ultrasonografinin hızlı, non-invaziv ve yatak başında uygulanabilir olması, onu klinik pratikte değerli bir araç haline getirmektedir.

Çalışmamızda genel anestezi altında operasyon planlanan ve endotrakeal entübasyon uygulanacak olan 94 hastada, preoperatif dönemde üst hava yolu ultrasonografisi uygulandı. Elde edilen bulgular, ultrasonografi aracılığıyla yapılan epiglottis ile cilt arası mesafe (DSE) ve tiroid istmus ile cilt arası mesafe (DSTI) ölçümlerinin zor hava yolunu öngörmeye anlamlı katkı sağlayabileceğini gösterdi. Bu bölümde elde edilen bulgular literatürle karşılaştırılacak, klinik yansımaları tartışılacak ve çalışmanın güçlü yönleri ile sınırlılıkları ele alınacaktır.

Çalışmamızda zor hava yolu olan grupta erkek hastaların oranı kolay hava yolu olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksekti. Zor hava yolu grubunda erkek hastaların oranı %65.9 (27 erkek, 14 kadın) iken kolay hava yolu grubunda erkek hastaların oranı %34 (35 kadın, 18 erkek) bulundu. Bu bulgular, cinsiyetin zor hava yolu açısından önemli bir faktör olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda yaş, ASA skorları ve BMI değerleri açısından belirgin bir farklılık izlenmedi. Fernandez-Vaquero ve ark.'nın 2023 yılında 209 hastayla yaptığı çalışmada 46 zor laringoskopi hastasının çoğunluğu erkek cinsiyet (zor laringoskopi 33 erkek, 13 kadın; kolay laringoskopi 83 erkek, 80 kadın; $p < 0,012$), daha yaşlı (zor laringoskopi yaş ortalaması $64,6 \pm 9,4$ yıl, kolay laringoskopi yaş ortalaması $54,8 \pm 15,5$ yıl; $p < 0,001$),

daha yüksek BMI'e sahip bulunmuştur (kısıtlı/zor laringoskopi $27,5 \pm 3,2$ kg/m² , kolay laringoskopi $24,8 \pm 3,4$ kg/m² ; $p < 0,001$) ve ASA skorlarında fark görülmemiştir (40).

Udayakumar ve ark. tarafından 100 hasta ile yapılan çalışmada direk laringoskopi sırasında CL dereceleri kullanılarak, hastalar kolay grupta 82 hastaya (%82) ve zor grupta 18 hastaya (%18) bölünmüştür. Karşılaştırılan demografik veriler arasında, zor laringoskopi grubunda BMI değerleri daha yüksektir ($p < 0.05$). Kolay laringoskopi grubu için ortalama BMI değeri $23,7 \pm 3,3$ kg/m² ve zor laringoskopi grubu için $26,7 \pm 2,70$ kg/m² bulunmuştur (41).

Martínez-García ve ark.'nın 50 hasta üzerinde yapmış olduğu prospektif gözlemsel çalışmada 24 erkek ve 26 kadın olmak üzere 50 hasta alınmıştır. Zor laringoskopi olarak sınıflandırılan 16 hastada (%32) kolay laringoskopiye sahip olanlara kıyasla, cinsiyet (12 erkek ve 4 kadın. $p=0.020$), yaş (Zor laringoskopi grubu 64 ± 11 yıl, kolay laringoskopi grubu 52 ± 14 yıl; $p = 0.006$) ve ASA skorunda (Zor laringoskopi grubunda daha yüksek, $p = 0.032$) istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuş ancak BMI dağılımında bir farklılık gözlenmemiştir (42). Wang ve ark.'nın 104 hastayı dahil ettiği, morbid obez hastaların dışlandığı çalışmada, zor ve kolay laringoskopi grupları arasında yaş, cinsiyet, ASA skorları arasında bir fark bulunmamış; BMI zor laringoskopi grubunda anlamlı olarak yüksek (Zor laringoskopi grubunda 24.2 ± 5.1 kg/m², kolay laringoskopi grubunda 21.8 ± 3.0 kg/m²) bulunmuştur (43).

Önceki çalışmalarda Mallampati skoru, zor hava yolu bulunmayan bireyleri doğru şekilde tanımlamada başarılı bulunmuş ancak duyarlılığı düşük olarak saptanmıştır. Dolayısıyla MP skorunun zor hava yolu olan bireylerin bir kısmını gözden kaçırabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle biz de çalışmamızda MP skoru I-III olan hastaları inceledik. Sanyal ve ark.'nın MP sınıflaması ve Cormack Lehane derecelendirmesine göre hava yolu yönetimini karşılaştırdığı 100 hasta üzerinde yapılan çalışmada MP sınıflamasının duyarlılığı %42.86, özgüllüğü %82.56, pozitif prediktif değeri %28.57 ve negatif prediktif değeri %89.87 olarak bulunmuştur (44). Rao ve ark.'nın zor laringoskopiye öngörmede kullanılan anatomik belirteçleri kıyasladığı prospektif gözlemsel çalışmada ise modifiye Mallampati skorunun

tanısal gücüne ilişkin veriler incelendiğinde, duyarlılık %73.08, özgüllük %81.03, pozitif prediktif değeri %25.68 , negatif prediktif değeri %94.11 ve AUC değeri 0.77 olarak raporlanmıştır. Bu sonuçlar, testin özellikle zor hava yolu olan hastaları belirlemede yeterli hassasiyete sahip olduğunu göstermektedir. Ancak pozitif kestirim değerinin %25.68 gibi düşük bir seviyede kalması, Mallampati skorunun pozitif sonuçlarının tek başına güvenilir olmadığını düşündürmektedir. Buna karşılık negatif kestirim değerinin %94.11 gibi yüksek olması, Mallampati skorunun özellikle kolay hava yolunu dışlamada daha başarılı olabileceğini ortaya koymaktadır (45). Çalışmamızda 6 hasta MP I, 71 hasta MP II, 17 hasta MP III olarak saptandı. MP I olan hastaların hepsi kolay laringoskopi; MP II hastaların 27'si zor laringoskopi, 44'ü kolay laringoskopi; MP III hastaların ise 14'ü zor laringoskopi, 3' ü kolay laringoskopi olarak belirlendi.

Çalışmamızda, zor laringoskopi öngörülmesinde ultrasonografi aracılığıyla ölçülen epiglottis ile cilt arasındaki mesafenin (DSE) istatistiksel olarak anlamlı bir belirteç olduğu saptandı. ROC analizinde eşik değer 2.2 cm olarak belirlendi. $DSE > 2.2$ cm olan grupta Cormack Lehane skoru, $DSE \leq 2.2$ cm olan gruptan anlamlı ($p < 0.05$) olarak daha yüksek görüldü. Cormack-Lehane skoru I olan bireylerin tamamı $DSE \leq 2.2$ cm grubunda yer alırken, Cormack-Lehane Skoru III ve IV olan bireylerin çoğunluğu $DSE > 2.2$ cm grubunda yer aldı. ROC analizi sonucunda DSE'nin zor havayolu öngörmedeki eğri altı alan (AUC) değeri 0.848 olarak saptanıp %95 güven aralığı 0.768-0.927 bulundu. Bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterdi ($p < 0.001$). $DSE > 2.2$ cm eşik değeri için duyarlılık %92.7, özgüllük %71.7, pozitif kestirim oranı %71.7 ve negatif kestirim oranı %92.7 olarak hesaplandı. Bu değerler literatürle de uyum göstererek epiglottis cilt arası mesafe'nin zor laringoskopiye öngörmede yüksek tanısal doğruluğa sahip olduğunu ve epiglottis cilt arası mesafe (DSE) ölçümünün klinik pratikte preoperatif dönemde güvenle kullanılabilecek tanı testi olabileceğini gösterdi.

Wang ve ark.'nın 104 hastayı kapsayan Çin merkezli çalışmasında Youden İndeksi ile belirlenen zor laringoskopi için DSE tahmin kriterinin kesme değeri 2,125 cm olup DSE'nin AUC'si (AUC: 0,868) diğer prediktör değerlerden (AUC değeri 0.7' den fazla olan modifiye mallampati skoru, boyun çevresi) daha büyük bulunmuştur.

Zor laringoskopiye tahmin eden DSE' nin duyarlılığı ve özgüllüğü sırasıyla %80,0 ve %83,8 olarak saptanmıştır (43). Ayrıca Wang ve ark.'ın bu çalışmasında ultrasonografi cihazı ile anestezi indüksiyonundan önce ve sonra (Hasta %100 oksijen içeren bir yüz maskesi ile 3 dakika preoksijenize edilip yeterli anestezi derinliği sağlandıktan sonra) üst solunum yolu parametrelerindeki değişiklikler ölçülmüştür. Çalışmanın başlıca bulguları; DT (ciltten dilin alt kısmına olan mesafe)' nin anestezi indüksiyonundan sonra daha derin olması, hyoid-mental mesafe, hyoid derinliği, DSE (Epiglottis ve cilt arası mesafe) ve DVC (Vocal kordların anterior komissuru ve cilt arasındaki mesafe)' nin azalmasıdır. Bu azalmanın üst hava yolunun kollaps eğiliminin, dilin kas gevşetici uygulanması sonrasında yumuşak damak ve kıkırdak yapılarına yaklaşarak pozisyon değiştirmesiyle ilişkili olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmada anestezi öncesi alınan verilerin daha iyi bir belirteç olabileceği belirtilmiştir (43). Bizim çalışmamızda ultrasonografik ölçümler preoperatif dönemde anestezi indüksiyonu öncesi uygulanmıştır.

Martínez-García ve ark.' nın 50 hasta üzerinde yapmış olduğu prospektif gözlemsel çalışmada yapılan ultrasonografi ölçümlerinde, zor laringoskopi (Cormack Lehane 3 ve 4) olan hastalarda DSE değeri kolay laringoskopi grubundan yüksek bulunmuştur ($2,9 \pm 0,46$ cm'ye karşı $2,32 \pm 0,54$ cm; $p=0,001$). Lojistik regresyon analizi ile yapılan değerlendirmede, Youden indeksi maksimize edilerek belirlenen optimal eşik değerin $DSE \geq 3$ cm olduğu saptanmıştır. Bu eşik değerin, zor laringoskopiye öngörmekte %69.2 özgüllük ve %81.1 duyarlılık sağladığı gösterilmiştir (42). Ni ve ark.' nın Çin halkı üzerinde yürüttüğü, 211 hastanın dahil olduğu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak parasagittal olarak ölçümü yapılan DSE'nin zor laringoskopilerle anlamlı şekilde ilişkili olduğunu göstermiştir. Özellikle, $DSE \geq 2,36$ cm'lik eşik değeri zor laringoskopiye öngörmekte (%95 güven aralığı, 0.774–0.901) 0.8292'lik AUC değeri ile yüksek tanısal doğruluk göstermiştir (46).

Çalışmamızda, epiglottis ile cilt arası mesafe (DSE) açısından kadın ve erkek hastalar arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup ($p = 0.006$) erkek hastaların daha yüksek oranda $DSE > 2.2$ cm grubunda yer aldığı saptandı. Falcetta ve ark.' nın yapmış olduğu 301 hastanın yer aldığı prospektif gözlemsel çalışmada DSE için belirlenen ≥ 2.54 cm eşik değerinin, kadınlarda %100 duyarlılık ve %83 özgüllük; erkeklerde ise

%75 duyarlılık ve %92 özgüllük sağladığı bildirilmiştir (37). Çalışmamızda erkek hastalarda daha yüksek DSE değerleri ile daha fazla oranda zor hava yolu vakalarının görülmesi bu sonuçlarla uyumlu olup, bu durumun tiroid kıkırdağının anatomik yapısı ve boyun yağ dokusunun cinsiyete bağlı farklı dağılımı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Elde edilen bu bulgular, DSE'nin cinsiyet temelli farklılıklarının klinik değerlendirmede dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır. Daha geniş örneklem grupları ile yapılacak ileri çalışmalarda, DSE'nin cinsiyet bazlı prediktif gücünün daha ayrıntılı değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

Her iki çalışmada da (Martínez-García ve ark. ve Falcetta ve ark.) klinik olarak zor entübasyon öngörüsü taşıyan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu benzerlik, metodolojik açıdan çalışmaların örtüştüğünü gösterse de DSE eşik değerlerindeki farklılık, demografik özelliklerden kaynaklanıyor olabilir. Falcetta ve ark.'nın çalışmasında İtalyan kökenli popülasyonun DSE eşik değeri 2.54 cm (37), Martínez-García ve ark.'nın çalışmasında İspanyol kökenli popülasyonun DSE eşik değeri 3 cm (42), Wang ve ark.'nın çalışmasında Çin kökenli popülasyonun DSE eşik değeri 2.125 cm (43), Udayakumar ve ark.'nın (41) yaptığı çalışmada Hindistan kökenli hastalarda DSE eşik değeri 2.03 cm bulunmuş olup bizim Türk kökenli hastalarda yaptığımız çalışmamızda DSE eşik değerini 2.2 cm saptadık. DSE eşik değerlerindeki bu farklılıklar, popülasyonlar arasındaki genetik, anatomik ve çevresel faktörlerin bir kombinasyonu olarak değerlendirilebilir. Türk popülasyonunda DSE eşik değerinin Asya kökenli çalışmalardan yüksek, ancak Avrupa kökenli çalışmalardan düşük olması, Türk toplumunun genetik çeşitliliği gibi faktörlerle açıklanabilir. Bu durum, DSE'nin klinik pratikte kullanılabilirliğini değerlendirirken hasta popülasyonunun özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızda vokal kordların anterior komissürü ve cilt arası mesafe (DSVC) ölçümlerinde 2 grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p=0.0437$). Yapılan ROC analizinde AUC değeri 0.546 olarak hesaplandı ve %95 güven aralığı 0.423–0.669 olarak belirlendi ($p = 0.461$). DSVC ölçümünün zor hava yolunu öngörmeye bir eşik değerinin olmadığını ve güvenilir bir belirteç olmadığını saptadık.

Falcetta ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada da DSVC ölçümlerinin zor laringoskopi öngörüsünde anlamlı bir ilişki göstermediği bildirilmiştir. Bu ölçümde

eğri altı alan (AUC) değeri 0.54 olarak hesaplanmış ve bu değerin %95 güven aralığı (GA) ise 0.48 ile 0.60 arasında bulunmuştur. AUC değerinin 0.5'e yakın olması, bu ölçüm yönteminin zor hava yolu öngörüsünde neredeyse rastgele tahmin düzeyinde bir performansa sahip olduğunu göstermektedir. Aynı çalışmada, bu ölçüm yönteminin %53 duyarlılık ve %66 özgüllük değerleriyle de düşük prediktif güce sahip olduğu bildirilmiştir (37). Sootodehnia ve ark. tarafından yürütülen çalışmada ise DSVC $\geq$ 9.41 mm eşik değerinin %70 duyarlılık, %84 özgüllük ve AUC = 0.776 ile zor hava yolu öngörmede orta-yüksek düzeyde ayırt edici güce sahip olduğu bildirilmiştir. Carsetti ve ark. ın yapmış olduğu meta-analiz çalışmasında, DSVC'nin de yer aldığı üst hava yolu ultrasonografisi parametrelerinin doğruluğu değerlendirildiğinde, indeks test için %95 prediksyon aralıklarının oldukça geniş olması, DSVC'nin zor hava yolu öngörüsünde güvenilir ve tutarlı bir belirteç olarak kullanılmasını sınırlamaktadır (47). Alessandri ve ark tarafından yürütülen çalışmada, vokal kordların anterior komissürü ve cilt arası mesafe (DSVC) ölçümünün zor hava yolu öngörüsündeki etkinliği ROC analizi ile değerlendirilmiş ve düşük prediktif güç (AUC = 0.586, %95 GA: 0.471 – 0.702) gösterdiği belirtilmiştir (48) Wang ve ark.'nın çalışmasında da DSVC $\geq$ 7.55 mm eşik değerinin zor hava yolu öngörüsündeki prediktif gücü düşük bulunmuş (AUC = 0.525) ve duyarlılık %43.3, özgüllük ise %64.9 olarak rapor edilmiştir (43) Çalışmamızda benzer şekilde DSVC ölçümünün anlamlı bir prediktif değer taşımadığı belirlenmiş olup, bu bulgular literatürdeki verilerle uyum göstermektedir. DSVC ölçümünün klinik kullanımı konusunda daha geniş örneklem gruplarında yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. DSVC değerinin düşük prediktif gücü, vokal kord seviyesinden yapılan ölçümlerin anatomik değişkenliğinin yüksek olması ve bu seviyedeki yapıların daha mobil olması nedeniyle öngörü gücünün sınırlı olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmamızda, tiroid istmus ve cilt arası mesafe (DSTI) ölçümünün zor laringoskopi öngörüsünde anlamlı bir prediktör olduğu saptanmış olup, ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) değeri 0.639 olarak bulundu (p = 0.021). DSTI > 0.75 cm eşik değerinin %51.2 duyarlılık ve %75.5 özgüllük sağladığı tespit edildi. Bu bulgular, DSTI'nin zor hava yolu öngörüsünde sınırlı da olsa anlamlı bir prediktör olabileceğini göstermektedir.

Sotoodehnia ve ark. tarafından acil serviste entübasyon gerektiren 123 hasta üzerinde yürütülmüş olan, bizim çalışmamızla benzer metodolojik yöntemlerin izlendiği sadece boyun, yüz travması olan veya acil entübasyon endikasyonu olan hastalar ve açık hava yolu tıkanıklığı olan hastaların hariç tutulduğu çalışmada ultrasonografik 3 ölçüm yapılmıştır. Hyoid kemik ile cilt arası mesafe (DSHB), vokal kordların anterior komissürü ve cilt arası mesafe (DSVC) ve tiroid istmus ile cilt arası mesafe (DSTI)'nin zor laringoskopinin varlığını tahmin etmede anlamlı derecede prediktif olduğu gösterilmiştir. Bunlar arasında, DSTI'nin en yüksek duyarlılığa sahip olduğu; DSHB ve DSVC'nin zor laringoskopi tahmin etme açısından en yüksek özgüllüğe sahip olduğu saptanmıştır. DSTI için AUC = 0.70-0.80 aralığında daha güçlü bir prediktif değer bildirilmiş ve eşik değer olarak ≥ 1.016 cm %80 duyarlılık ve %77 özgüllükle anlamlı bulunmuştur (48).

Alessandri ve ark. tarafından İtalya merkezli yapılan çalışmada Kulak Burun Boğaz operasyonu geçirecek olan 194 hastada DSTI ölçümünün prediktif gücünün daha düşük olduğu ve AUC değerinin 0.584 olduğu bildirilmiştir (%95 GA: 0.464 – 0.704). Aynı çalışmada, zor laringoskopi grubunda DSTI değeri ortalaması 0.86 ± 0.31 cm olarak ölçülmüştür (49). Anchalee ve ark. tarafından Tayland'da 189 hasta üzerinde yürütülen prospektif gözlemsel kohort çalışmasında DSTI değeri ile zor maske ventilasyonunu tahmin etme gücü araştırılmış; zor ve kolay maske ventilasyon gruplarında anlamlı fark saptanmamış ($p = 0.259$) ve zor maske ventilasyonunu tahmin etmede yetersiz bulunmuştur (50). Waindeskar ve ark.'nın 114 Hint kökenli hasta üzerinde yaptığı prospektif gözlemsel çalışmada DSTI için AUC 0.65 bulunmuş olup, optimum eşik değeri 0,285 cm olarak ölçülerek %81 duyarlılık ve %55,6 özgüllük sağlamıştır (3).

Literatürdeki bu farklılık, metodolojik ayrımlar ve popülasyon özellikleriyle açıklanabilir. Çalışmamızda klinik olarak bir kısım zor entübasyon belirteçleri taşıyan hastalar dışlanarak daha homojen bir hasta grubu değerlendirilmiştir. Buna karşın, Alessandri ve ark.'nın çalışmasında bu kriter uygulanmamış ve zor entübasyon belirteçleri taşıyan hastaların çalışmaya dahil edilmesi, hasta grubundaki anatomik varyasyonların artmasına ve DSTI ölçüm değerlerinin daha geniş bir aralıkta değişim göstermesine neden olmuş olabilir. Bu durum, söz konusu çalışmada DSTI'nin daha

düşük AUC değeri bulunmasına katkıda bulunmuş olabilir. Sonuç olarak, literatürdeki çalışmalara uygun olarak DSTI'nin zor hava yolu öngörüsünde potansiyel bir belirteç olabileceği ancak prediktif gücünün sınırlı olduğu görülmektedir. DSTI'nin klinik pratikte daha güçlü bir prediktör olarak kullanılabilirliğini değerlendirmek için, zor entübasyon belirteçleri taşıyan ve taşımayan hasta gruplarını karşılaştıran geniş örneklemli ve prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda dil kalınlığı (TT) değeri zor hava yolu grubunda daha yüksek bulundu ($p=0.046$). Zor hava yolu grubunda ortalama 5 ± 0.5 cm, kolay hava yolu grubunda 4.7 ± 0.6 cm ölçüldü. Bu değerler istatistiksel olarak anlamlı ancak sınırda kabul edilebilecek bir düzeydedir. ROC analizi sonuçlarına göre, dil kalınlığı (TT) için eğri altı alan (AUC) değeri 0.590 olup, %95 güven aralığı 0.470–0.709 arasında bulundu. Bunların sonucunda TT' nin zor hava yolunu öngörmeye istatistiksel olarak anlamlı bir eşik değeri ve ayırt ediciliği olmadığı görüldü. Rastogi ve ark. tarafından yapılan 258 hastanın dahil edildiği çalışmada, ultrasonografik ölçümlerin zor havayolu öngörüsündeki etkinliği değerlendirilmiş ve belirli parametreler için optimal eşik değerleri belirlenmiştir. Ultrasonografi ile ölçülen dil kalınlığı (TT) ile epiglottis ve cilt arası mesafe (DSE) değerleri, zor laringoskopi olan hastalarda kolay laringoskopi grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.001$). Bulgulara göre, dil kalınlığı (TT) için ≥ 5.73 cm eşik değeri %90 duyarlılık ve %75.6 özgüllük ile anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, epiglottis ile cilt arası mesafe (DSE) için belirlenen ≥ 2.62 cm eşik değeri %95 duyarlılık ve %88 özgüllük sağlamıştır (51). Bu sonuçlar, çalışmamızda elde edilen DSE bulguları ile benzerlik göstermektedir ve her iki parametrenin de zor havayolu öngörüsünde değerli prediktörler olabileceğini desteklemektedir. Wang ve ark. tarafından yürütülen çalışmada ise $TT \geq 4.115$ cm eşik değerinin zor hava yolu öngörüsünde %83.3 duyarlılık ve %43.2 özgüllük ile orta düzeyde prediktif güç sağladığı (AUC = 0.613) rapor edilmiştir (43).

Parameshwar ve ark. tarafından yapılan çalışmada, dil kalınlığının (TT) zor hava yolu öngörüsünde anlamlı bir prediktör olduğu (AUC = 0.66) ve ≥ 3.93 cm eşik değerinin %63.2 duyarlılık ve %60.1 özgüllük sağladığı bildirilmiştir (52).

Dil kalınlığı (TT) ölçümlerinin eşik değerlerindeki farklılığın, çalışmamızda dil kalınlığı ölçümü sırasında geniohyoid kasının da ölçüme dahil edilmesinden

kaynaklandığını düşündürmektedir. Geniohyoid kasının eklenmesi, ölçülen kalınlık değerini artırmış ve daha yüksek eşik değeri belirlenmesine yol açmış olabilir. Rastogi ve ark.'nın (51) çalışmasında da TT ölçümüne geniohyoid kas dahil edilmiştir. Parameshwar ve ark.'nın (52) ve Wang ve ark.'nın (43) çalışmasında geniohyoid kas TT ölçümüne dahil edilmemiştir. Ayrıca, hasta popülasyonundaki demografik değişkenlikler ve ölçüm tekniklerindeki farklılıkların da bu sonuçlara etki ettiği öngörülmektedir. Dil kalınlığı (TT) ölçümünün klinik pratikte daha güçlü bir prediktör olarak kullanılabilmesi için geniş örneklem gruplarında yapılacak prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Limitasyonlar

Çalışmamız tek merkezli olup sınırlı sayıda hastayı içermektedir. Bu durum bulguların genellenebilirliğini kısıtlayabilir. Hasta popülasyonumuz ağırlıklı olarak Türk kökenli bireylerden oluştuğundan, etnik ve anatomik farklılıklar eşik değerlerde sapmalara neden olmuş olabilir.

Çalışmamızda bir kısım zor entübasyon belirteçleri olan hastalar dışlanarak daha homojen bir popülasyon oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu yöntem bulguların genellenebilirliğini sınırlayabilir.

Ultrasonografi ölçümleri tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş olup, farklı uygulayıcıların yaptığı işlemlerde sonuçların değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Çalışmamızda kullandığımız ultrasonografi cihazının taşınabilirliği kısıtlı bir cihaz olması sınırlayıcı bir faktör olarak değerlendirilebilir. El probu şeklinde, daha kompakt ve taşınabilir ultrasonografi cihazlarının kullanımı, klinik pratikte daha geniş hasta popülasyonuna ulaşılmasını ve acil durumlarda daha hızlı değerlendirme yapılmasını sağlayabilir.

Ayrıca çalışmamızda tüm ultrasonografi ölçümleri anestezi öncesi yapılmış olup, indüksiyon sonrası değişiklikler değerlendirilmemiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, üst hava yolunun değerlendirilmesi için preoperatif ultrasonografi kullanarak yaptığımız ölçümlerin zor hava yolunu öngörmede etkinliğini ve anlamlılık düzeylerini araştırdık.

Çalışmamızda, epiglottis ile cilt arası mesafe (DSE), tiroid istmus ile cilt arası mesafe (DSTI) ve dil kalınlığı (TT) ölçümlerinin zor hava yolu öngörüsünde anlamlı prediktörler olduğu saptanmıştır. Özellikle epiglottis ve cilt arası mesafe (DSE) ölçümünün yüksek duyarlılık ve negatif kestirim oranı ile DSTI ve TT'ye oranla daha güçlü bir prediktör olup, klinik pratikte preoperatif dönemde güvenle kullanılabilecek güçlü bir tanı testi olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca DSE, erkek hastalar arasında kadın hastalara oranla daha yüksek çıkan zor hava yolu oranını öngörmede de etkili bulunmuştur. Bu durum DSE'nin cinsiyet temelli farklılıklarının klinik değerlendirmede dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, ultrasonografinin zor hava yolu öngörüsünde değerli bir araç olarak kullanılabileceğini desteklemektedir. Özellikle ileriki dönemde DSE ölçümleri rutin preoperatif tarama testleri arasında değerlendirilebilir. Literatürdeki verilerle uyumlu olarak, çalışmamızın sonuçları ultrasonografik ölçümlerin gelecekteki hava yolu değerlendirme protokollerine entegre edilmesinin klinik fayda sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Daha geniş örneklem grupları ve farklı popülasyonlarda yapılacak ileri çalışmalarla bu bulguların doğrulanması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2022 Jan 1;136(1):31–81.
2. Wu J, Dong J, Ding Y, Zheng J. Role of Anterior Neck Soft Tissue Quantifications by Ultrasound in Predicting Difficult Laryngoscopy. *Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res*. 2014 Nov 18;20:2343–50.
3. Waindeskar V, Padala SRAN, Jain S, Kiran M, Mandal P, Pakhare AP. Prediction of the difficult airway by pre-operative ultrasound-based measurement of airway parameters: A prospective observational study. *Indian J Anaesth*. 2023 Sep;67(9):785–90.
4. Judy Lin, Bellinger R, Shedd A, Wolfshohl J, Walker J, Healy J, et al. Point-of-Care Ultrasound in Airway Evaluation and Management: A Comprehensive Review. *Diagnostics*. 2023 Jan;13(9):1541.
5. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology, 6th edition. McGraw Hill Professional; 2018. 1410p.
6. Hagberg CA. Hagberg and Benumof's Airway Management, Fourth Edition. Elsevier Health Sciences; 2017. 1189p.
7. Netter, Frank H. Atlas of Human Anatomy, Professional Edition: including NetterReference. com Access with Full Downloadable Image Bank. Elsevier Health Sciences, 2014.
8. Lybrate [Internet]. [cited 2025 Feb 7]. Larynx (Human Anatomy): Picture, Functions, Diseases, and Treatments. Available from: <https://www.lybrate.com/topic/larynx-image>

9. Gropper MA, Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, et al. Miller's Anesthesia, Ninth Edition. Elsevier Health Sciences; 2019. 3490p.
10. Xu Z, Ma W, Hester DL, Jiang Y. Anticipated and unanticipated difficult airway management. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2018 Feb;31(1):96–103.
11. Langeron O, et al. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology*. 2000;92(5):1229-1236.
12. Apfelbaum JL, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology*. 2013;118(2):251-270.
13. Kheterpal S, et al. Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. *Anesthesiology*. 2006;105(5):885-891.
14. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia*. 1984;39(11):1105-1111.
15. Kristensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011;55(10):1155-1173.
16. Yentis SM, Lee DJH. Evaluation of an improved scoring system for the grading of direct laryngoscopy. *Anaesthesia*. 1998;53(11):1041–4.
17. Mosier JM, et al. Tracheal intubation in the critically ill. *Chest*. 2015;147(6):1662-1673.
18. Aziz MF, Healy D, Kheterpal S, et al. Routine clinical practice effectiveness of the GlideScope in difficult airway management. *Anesthesiology*. 2011;114(1):34-41.
19. Bellhouse CP, Dore C. Criteria for estimating likelihood of difficult intubation. *Anaesth Intensive Care*. 1988;16(3):329-337.
20. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. *Anesth Analg*. 2004;99(2):607-613.

21. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *BJA Br J Anaesth*. 2015 Dec;115(6):827–48.
22. Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. *Anesthesiology*. 2005;103(2):429-437.
23. Law JA, Duggan LV, Asselin M, et al. Canadian Airway Focus Group updated consensus-based recommendations for management of the difficult airway. *Can J Anaesth*. 2021;68(6):817-857.
24. Cook TM, Woodall N, Frerk C. Fourth National Audit Project: Major complications of airway management in the United Kingdom. *British Journal of Anaesthesia*. 2011;106(5):617-631. doi:10.1093/bja/aer059.
25. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Canadian Anaesthetists' Society Journal*. 1985;32(4):429-434. doi:10.1007/BF03011357.
26. El-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, et al. Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index. *Anesthesia & Analgesia*. 1996;82(6):1197-1204. doi:10.1213/00000539-199606000-00015.
27. Samsoon GL, Young JR. Difficult tracheal intubation: a retrospective study. *Anaesthesia*. 1987;42(5):487-490. doi:10.1111/j.1365-2044.1987.tb05032.x.
28. Savva D. Prediction of difficult tracheal intubation. *British Journal of Anaesthesia*. 1994;73(2):149-153. doi:10.1093/bja/73.2.149.
29. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. Predicting difficult intubation. *British Journal of Anaesthesia*. 1988;61(2):211-216. doi:10.1093/bja/61.2.211.
30. Diaz-Gomez, J.L.; Mayo, P.H.; Koenig, S.J. Point-of-Care Ultrasonography. *N. Engl. J. Med*. 2021, 385, 1593–1602.

31. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann. Emerg. Med.* 2017, 69, e27–e54.
32. Gottlieb, M.; Holladay, D.; Burns, K.M.; Nakitende, D.; Bailitz, J. Ultrasound for airway management: An evidence-based review for the emergency clinician. *Am. J. Emerg. Med.* 2020, 38, 1007–1013.
33. Sahu, A.K.; Bhoi, S.; Aggarwal, P.; Mathew, R.; Nayer, J.; Amrithanand, V.T.; Mishra, P.R.; Sinha, T.P. Endotracheal Tube Placement Confirmation by Ultrasonography: A Systematic Review and Meta-Analysis of more than 2500 Patients. *J. Emerg. Med.*
34. Chou, H.C.; Tseng, W.P.; Wang, C.H.; Ma, M.H.; Wang, H.P.; Huang, P.C.; Sim, S.S.; Liao, Y.C.; Chen, S.Y.; Hsu, C.Y.; et al. Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E.) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation* 2011, 82, 1279–1284.
35. Alerhand, S. Ultrasound for identifying the cricothyroid membrane prior to the anticipated difficult airway. *Am. J. Emerg. Med.* 2018, 36, 2078–2084.
36. Furia JS, Nadkarni MM. Ultrasound-based assessment of tongue thickness for prediction of difficult laryngoscopy and intubation. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2024;40(2):235–41.
37. Falcetta, S.; Cavallo, S.; Gabbanelli, V.; Pelaia, P.; Sorbello, M.; Zdravkovic, I.; Donati, A. Evaluation of two neck ultrasound measurements as predictors of difficult direct laryngoscopy. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2018, 35, 605–612.
38. Beale, T.; Twigg, V.M.; Horta, M.; Morley, S. High-Resolution Laryngeal US: Imaging Technique, Normal Anatomy, and Spectrum of Disease. *RadioGraphics* 2020, 40, 775–790.
39. Ngu R. The Thyroid Gland and Ultrasound Applications. In: Orhan K, editor. *Ultrasonography in Dentomaxillofacial Diagnostics* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2021 [cited 2025 Apr 6]. p. 320. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-62179-7_19

40. Fernandez-Vaquero, M.A.; Charco-Mora, P.; Garcia-Aroca, M.A.; Greif, R. Preoperative airway ultrasound assessment in the sniffing position: A prospective observational study. *Braz. J. Anesthesiol. Engl. Ed.* 2022, in press.
41. Udayakumar GS, Priya L, Narayanan V. Comparison of Ultrasound Parameters and Clinical Parameters in Airway Assessment for Prediction of Difficult Laryngoscopy and Intubation: An Observational Study. *Cureus.* 15(7):e41392.
42. Martínez-García A, Guerrero-Orriach JL, Pino-Gálvez MA. Ultrasonography for predicting a difficult laryngoscopy. Getting closer. *J Clin Monit Comput.* 2021 Apr;35(2):269–77.
43. Wang X, Wang Y, Zheng ZW, Liu YR, Ma WH. Ultrasound measurements for evaluation of changes in upper airway during anaesthesia induction and prediction difficult laryngoscopy: a prospective observational study. *Sci Rep.* 2022 Nov 3;12(1):18564.
44. Ramapati Sanyal, , Subrata Ray,*, Prithviraj Chakraverty, , Mukul Kanti Bhattacharya. Comparision of airway assessment by Mallampati classification and cormack and lehane grading in Indian population.
45. Rao KVN, Dhatchinamoorthi D, Nandhakumar A, Selvarajan N, Akula HR, Thiruvenkatarajan V. Validity of thyromental height test as a predictor of difficult laryngoscopy: A prospective evaluation comparing modified Mallampati score, interincisor gap, thyromental distance, neck circumference, and neck extension. *Indian J Anaesth.* 2018 Aug;62(8):603.
46. Ni H, Guan C, He G, Bao Y, Shi D, Zhu Y. Ultrasound measurement of laryngeal structures in the parasagittal plane for the prediction of difficult laryngoscopies in Chinese adults. *BMC Anesthesiol.* 2020 Jun 2;20(1):134.
47. Carsetti A, Sorbello M, Adrario E, Donati A, Falcetta S. Airway Ultrasound as Predictor of Difficult Direct Laryngoscopy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg.* 2022 Apr;134(4):740.

48. Sotoodehnia M, Khodayar M, Jalali A, Momeni M, Safaie A, Abdollahi A. Prediction of difficult laryngoscopy / difficult intubation cases using upper airway ultrasound measurements in emergency department: a prospective observational study. *BMC Emerg Med.* 2023 Jul 25;23:78.
49. Alessandri F, Antenucci G, Piervincenzi E, Buonopane C, Bellucci R, Andreoli C, et al. Ultrasound as a new tool in the assessment of airway difficulties: An observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2019 Jul;36(7):509–15.
50. Anchalee S, Wasoontrarak K, Benjhawaleemas P, Chatmongkolchart S, Prathep S. Prediction of difficult mask ventilation in Thai adult patients undergoing elective surgery using ultrasound of distance from skin to hyoid bone, and from skin to thyroid isthmus: a prospective cohort observational study. *BMC Anesthesiol.* 2025 Jan 27;25(1):43.
51. Rastogi A, Singh AK, Srivastava D, Kannaujia AK, Singh TK, Mishra P. Evaluation of ultrasound measured tongue thickness, tongue thickness–thyromental distance ratio, and skin-to-epiglottis distance in predicting unanticipated difficult laryngoscopy. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2025 Mar;41(1):151.
52. Parameshwar S, Karna ST, Waindeskar V, Kumar H, Singh P, Saigal S. Accuracy of Sonographic Airway Parameters in Difficult Laryngoscopy Prediction: A Prospective Observational Cohort Study from Central India. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2023 Oct 1;51(5):434–42.