

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA  
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON  
ANABİLİM DALI



**ROBOTİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ GEÇİREN HASTALARDA  
İKİ FARKLI VENTİLASYON MODUNUN AKCİĞER  
HAVALANMASINA ETKİSİ: ULTRASONOGRAFİK  
DEĞERLENDİRME**

**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Hacer Zeynep TURGUT**

**TEZ DANIŞMANI**

**Prof. Dr. Fatih ALTINDAŞ**

**İSTANBUL 2020**



**T.C.**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA**  
**CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ**  
**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**ROBOTİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ GEÇİREN**  
**HASTALARDA İKİ FARKLI VENTİLASYON MODUNUN**  
**AKCİĞER HAVALANMASINA ETKİSİ: ULTRASONOGRAFİK**  
**DEĞERLENDİRME**

**ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON UZMANLIK TEZİ**  
**Dr. Hacer Zeynep TURGUT**

**TEZ DANIŞMANI**  
**Prof. Dr. Fatih ALTINDAŞ**

**İSTANBUL 2020**

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, yol gösterici, destekçi ve yenilikçi yaklaşımıyla ufku genişleten, birlikte çalışmaktan gurur ve mutluluk duyduğum, Anabilim Dalı başkanımız ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Fatiş Altındaş'a;

Asistanlarına her zaman bilimsel merak ve bilgiyi aşıl原因an, birlikte çalışabildiğim için kendimi şanslı hissettiğim Prof. Dr. Yalım Dikmen'e;

Eğitimimde ve tez sürecimde gösterdiği yeri doldurulamaz emeğinin karşılığını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim Yrd. Doç. Dr. Aylin Özdilek'e;

Çalışmamı sürdürdüğüm uzun ve uğraştırıcı aylar boyunca bana her daim destek olan başta Doç. Dr. Çetin Demirdağ olmak üzere tüm Üroloji hocalarımıza ve personeli, hemşireleri ve asistanlarıyla birlikte çalışmaktan en çok keyif aldığım cerrahi ekip olan Üroloji ekibinin her bir üyesine;

Tezime katkıları ve güzel çizimleri için Doç. Dr. Emre Erbabacan'a;

Cerrahpaşa Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD.'nin isimlerini sayamadığım diğer tüm saygıdeğer hocaları, uzmanları, teknikerleri, hemşireleri ve sevgili asistan arkadaşlarıma;

Dostlarım Emre Yılmaz, Elif Kazankıran ve Melis Vural'a;

Başta asistanlık hayatımın yükünü hafifleten can yoldaşım ablam olmak üzere beni yetiştirerek bugünlere getiren fedakâr aileme;

En içten teşekkürlerimi sunarım...

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER .....	II
ŞİMGE VE KISALTMALAR.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ .....	VIII
ETİK KURUL ONAYI.....	IX
ÖZET.....	X
ABSTRACT .....	XII
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. ROBOT YARDIMLI LAPAROSKOPIK RADİKAL PROSTATEKTOMİ (RALRP) .....	4
2.1.1. Tarihçe .....	4
2.1.2. Robotik Sistemler .....	4
2.1.3. Robotik Cerrahinin Avantajları-Dezavantajları.....	5
2.1.4. RALRP Cerrahisi Sırasında Görülen Fizyolojik Değişiklikler.....	6
2.1.4.1. Serebrovasküler Değişiklikler.....	6
2.1.4.2. Solunumsal Değişiklikler.....	6
2.1.4.3. Kardiyovasküler Değişiklikler: .....	7
2.1.5. Robotik Cerrahi Anestezisine Özgü Komplikasyonlar.....	8
2.1.6. Robotik Cerrahi Açısından Riskli Olduğu Düşünülen Hasta Grupları.....	9
2.2. MEKANİK VENTİLASYON .....	9
2.2.1. Ventilatörlerin Sınıflandırılması .....	9
2.2.1.1. Fiziksel Özelliklerine Göre Ventilatörlerin Sınıflandırılması ve Ventilatörün Çalışma Prensibi .....	10
2.2.1.2. İspirasyonun Oluşum Şekline Göre Ventilatörlerin Sınıflandırılması ve Hareket Eşitliği.....	11

2.2.1.3. Ventilasyon Fazlarında Gösterdiği Özelliklere Göre Ventilatörlerin Sınıflandırması ve Ventilasyon Modlarının Oluşumu .....	12
2.2.1.4. Koşullu Değişkenlere Göre Ventilasyon.....	14
2.2.2. Temel Modların Sınıflaması .....	16
2.2.3.1. Basınç Kontrollü Ventilasyon (PCV).....	16
2.2.3.2. Volüm Kontrollü Ventilasyon.....	17
2.2.4. Mekanik Ventilasyon Uygulanan Hastada Gaz Değişimi Takibi .....	18
2.2.4.1. Solunum Mekanikleri.....	18
2.2.4.2. Arter Kan Gazı Değerlendirmesi .....	19
2.3. AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ .....	19
2.3.1. Ultrason Fiziği ve Temel Kavramlar .....	19
2.3.2. Akciğer Ultrasonografisi.....	21
2.3.2.1. Uygulama Tekniği.....	21
2.3.2.2. Normal Akciğer Ultrasonografisi Bulguları .....	22
2.3.2.3. Patolojik Akciğerin Ultrasonografik Bulguları.....	24
2.3.2.4. Transvers LUS Skoru.....	25
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>26</b>
3.1. Anestezi Protokolü .....	27
3.2. Mekanik Ventilasyon Protokolü.....	29
3.3. Transvers LUS Skoru Hesaplanması.....	29
3.4. Görüntülerin Saklanması ve Değerlendirilmesi .....	31
3.5. Çalışmada kullanılan istatistiksel yöntemler .....	31
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>33</b>
4.1. Grupların Demografik Verileri.....	33
4.2. Grupların ASA Sınıflaması Değerleri .....	34
4.3. Grupların Vücut Kitle İndeksi Değerleri.....	35
4.4. Grupların Ortalama Ameliyat Süresi Değerleri.....	35
4.5. Grupların Ortalama Anestezi Süresi Değerleri .....	36
4.6. Grupların Ortalama Sıvı Balansı .....	37
4.7. Grupların Transvers LUS Skoru Değerleri.....	37
4.8. Grupların PaO <sub>2</sub> Değeri.....	41
4.9. Grupların PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> Değerleri .....	42
4.10. PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> ve LUS Skoru Değerlerinin Korelasyonu.....	45
4.11. Grupların P <sub>peak</sub> , P <sub>mean</sub> ve C <sub>dyn</sub> Değerleri .....	45

4.12. Grupların Hemodinamik Ölçümleri .....	46
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>48</b>
5.1. Çalışmanın Limitasyonları .....	56
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>58</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>59</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>64</b>
<b>9. İNTİHAL TARAMA RAPORU .....</b>	<b>65</b>



## SİMGE VE KISALTMALAR

<b>ASA</b>	: Amerikan Anesteziyolojistleri Derneği
<b>B-mod</b>	: Brightness-Mod
<b>C</b>	: Kompliyans
<b>C<sub>dyn</sub></b>	: Dinamik Kompliyans
<b>CMV</b>	: Sürekli Zorunlu Ventilasyon
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>CPAP</b>	: Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı
<b>CSV</b>	: Sürekli Spontan Ventilasyon
<b>CVP</b>	: Santral Venöz Basıncı
<b>dk</b>	: Dakika
<b>E</b>	: Elastans
<b>etCO<sub>2</sub></b>	: Ekshalasyon Havasındaki Karbondioksit Basıncı
<b>FEV<sub>1</sub></b>	: 1. Sn Zorlu Ekspirasyon Volümü
<b>FiO<sub>2</sub></b>	: İnspiratuar Oksijen Fraksiyonu
<b>FRC</b>	: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
<b>FVC</b>	: Zorlu Vital Kapasite
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>HZT</b>	: Hacer Zeynep TURGUT (Araştırmacı)
<b>IMV</b>	: Aralıklı Zorunlu Ventilasyon
<b>IQR</b>	: Çeyrekler Açıklığı
<b>KAH</b>	: Kalp Atım Hızı
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>LUS</b>	: Akciğer Ultrasonu
<b>MHz</b>	: Megahertz
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>M-mod</b>	: Motion-Mod
<b>MV</b>	: Dakika Ventilasyonu
<b>MV</b>	: Dakika Ventilasyonu

<b>n</b>	: Frekans
<b>NASA</b>	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
<b>OAB</b>	: Ortalama Arter Basıncı
<b>PaCO<sub>2</sub></b>	: Arteryel Karbondioksit Parsiyel Basıncı
<b>P<sub>alv</sub></b>	: Alveolar Havayolu Basıncı
<b>P<sub>ao</sub></b>	: Havayolu Açılma Basıncı
<b>PaO<sub>2</sub></b>	: Arteryel Oksijen Parsiyel Basıncı
<b>PCV</b>	: Basınç Kontrollü Ventilasyon
<b>P<sub>e</sub></b>	: Elastik Geri Çekilme Basıncı
<b>PEEP</b>	: Ekspirasyon Sonu Pozitif Basınç
<b>P<sub>mean</sub></b>	: Ortalama Hava Yolu Basıncı
<b>P<sub>peak</sub></b>	: Tepe Hava Yolu Basıncı
<b>P<sub>plat</sub></b>	: Plato Havayolu Basıncı
<b>R</b>	: Rezistans
<b>RAAS</b>	: Renin Anjiyotensin Aldosteron Sistemi
<b>RALRP</b>	: Robot Yardımlı Laparoskopik Radikal Prostatektomi
<b>R<sub>aw</sub></b>	: Havayolu Rezistansı
<b>RR</b>	: Solunum Sayısı
<b>SB</b>	: Selim BAKAN (Araştırmacı)
<b>SpO<sub>2</sub></b>	: Periferik Oksijen Satürasyonu
<b>SvO<sub>2</sub></b>	: Miks Venöz Oksijen Satürasyonu
<b>SVR</b>	: Sistemik Vasküler Rezistans
<b>USG</b>	: Ultrason
<b>V</b>	: Volüm
<b>V<sup>0</sup></b>	: Gaz Akımı
<b>VAS</b>	: Görsel Analog Skala
<b>VCV</b>	: Volüm Kontrollü Ventilasyon
<b>V<sub>E</sub></b>	: Ekspire Edilen Gaz Volümü
<b>V<sub>T</sub></b>	: Tidal Volüm

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Mekanik ventilasyonun değişkenleri.....	15
Şekil 2: Ölçüm kadranlarının oluşturulması.....	30
Şekil 3. Ölçüm Dönemlerinde Transvers LUS Skoru Değişimi.....	40
Şekil 4. Ölçüm Dönemlerinde PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> Değişimi.....	44
Şekil 5. PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> ile Transvers LUS Skoru.....	45

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1:</b> Transvers LUS Skoru .....	31
<b>Tablo 2:</b> Grupların yaşa göre değerlendirilmesi.....	33
<b>Tablo 3:</b> Grupların ASA sınıflarının değerlendirilmesi .....	34
<b>Tablo 4:</b> Hastaların vücut kitle indekslerinin değerlendirilmesi .....	35
<b>Tablo 5:</b> Grupların ameliyat sürelerinin değerlendirilmesi .....	36
<b>Tablo 6:</b> Grupların anestezi süresinin değerlendirilmesi .....	36
<b>Tablo 7:</b> Ortalama sıvı balanslarının değerlendirilmesi .....	37
<b>Tablo 8:</b> Grup PCV'nin medyan (IQR) değerlerinin incelenmesi .....	38
<b>Tablo 9:</b> Grup PCV'nin Transvers LUS Skoru değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi .....	38
<b>Tablo 10:</b> Grup VCV'nin Transvers LUS Skoru değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi .....	39
<b>Tablo 11:</b> Grup VCV'nin Transvers LUS Skoru değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi .....	39
<b>Tablo 12:</b> Gruplar arası Transvers LUS Skoru Ölçümlerinin Kıyaslanması .....	40
<b>Tablo 13:</b> Gruplara Göre Arter Kan Gazında PaO <sub>2</sub> Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	41
<b>Tablo 14:</b> Grup PCV'nin PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> değerinin değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi .....	42
<b>Tablo 15:</b> Grup VCV'de PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> değerinin zamanlar arası ortalama farklarının değerlendirilmesi.....	43
<b>Tablo 16:</b> Gruplar arası PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> Ölçümlerinin Kıyaslanması .....	44
<b>Tablo 17:</b> Gruplara göre P <sub>peak</sub> , P <sub>mean</sub> ve C <sub>dyn</sub> ölçümlerinin değerlendirilmesi.....	46
<b>Tablo 18:</b> Gruplara göre hemodinamik ölçümlerin değerlendirilmesi.....	47

# ETİK KURUL ONAYI

Tarih ve Sayı: 03/10/2018-68839



22



T.C.  
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı :83045809-604.01.02-  
Konu :Uzm.Öğr.Dr.Hacer Zeynep  
TURGUT'un etik kurul kararı A-22

## ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi :19.09.2018 tarih, 72109855-604.01.01-60127 sayılı yazı

Anabilim Dalımız öğretim üyesi Prof.Dr.Fatih ALTINDAŞ'ın danışmanlığında Uzm.Öğr.Dr.Hacer Zeynep TURGUT'un yürütücülüğünde Uzm.Dr.Aylin ÖZDİLEK, Uzm.Dr.Çetin DEMİRDAĞ ve Doç.Dr.Selim BAKAN'ın yardımcıları "Robotik Radikal Prostatektomi Geçiren Hastalarda İki Farklı Ventilasyon Stratejisinin Akciğer Havalanmasına Etkisi: Ultrasonografik Değerlendirme" başlıklı Uzmanlık Tezi hakkında ilgi yazımız ve ekleri 02 Ekim 2018 tarihinde toplanan Fakültemiz Klinik Araştırmalar etik kurulunca müzakere edilmiş olup; etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

e-İmzalı  
Prof. Dr. Özgür KASAPÇOPUR  
Başkan

e-İmzalı  
Prof. Dr. Gökhan İPEK  
Bölüm Başkanı

NOT: Yönetmelik gereği Sonuç Raporunun Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna iletilmesi gerekmektedir.

EK :  
1 dosya elden teslim edilecektir.

02/10/2018 Şef : S.SELEK

Canan Yıldız

Doğrulama için:<http://dogrulama.istanbul.edu.tr/en/Vision.sorgula/belgedogrulama.aspx?V=BEBR050N2>

Ayrıntılı bilgi için iribat : Güler SOYDANER Dahili : 22300  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Cerrahpaşa Tıp Fakültesi 34303 Cerrahpaşa/ İSTANBUL  
Tel : 0 (212) 414 30 00 Faks : 0 (212) 632 00 33  
e-posta : ctfpersonel@istanbul.edu.tr Elektronik Ağ : www.istanbul.edu.tr

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

## ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Genel anestezi, pozisyon ve pnömoperitonyumun akciğerde havalanma azlığına yol açtığı bilinmektedir. Çalışmamızın amacı, Trendelenburg pozisyonunda robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi (RALRP) geçiren hastalarda volüm ve basınç kontrollü ventilasyonun oksijenlenmeye etkisi ile akciğer ultrasonu (LUS) bulgularının karşılaştırılmasıdır.

**Yöntem:** Çalışmamız randomize, prospektif ve çift kör planlandı. Etik kurul ve hasta onayı alındıktan sonra, RALRP geçirecek 18-75 yaşları arasında, ASA skoru 1-3 olan hastalar, volüm kontrollü ((VCV), (Grup VCV; N=37)) veya basınç kontrollü ventilasyon ((PVC), (Grup PCV, N=37)) uygulanmak üzere 2 gruba ayrıldı. Hastaların tümüne standart genel anestezi uygulandı. Ameliyat, intraabdominal basınç 10-12mmHg arasında olacak şekilde 30° Trendelenburg pozisyonunda gerçekleştirildi. Hastalara 1-2 ml/kg/saat hızda kristalloid solüsyonu verildi. Akciğer ultrasonografisi toraksın 12 kadranında, anestezi indüksiyonundan önce ve supin pozisyonunda (T1), entübasyon sonrası (T2), cerrahi sonunda Trendelenburg pozisyonunda (T3), cerrahi sonunda ve supin pozisyonunda (T4) ve ameliyattan 1 saat sonra Modifiye Aldrete Skoru 10 iken (T5) gerçekleştirildi. Aynı dönemlerde, hemodinami, periferik oksijen saturasyonu (SpO<sub>2</sub>), mekanik ventilasyon parametreleri ve PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerleri kaydedildi. LUS görüntüleri, radyolog tarafından “Transvers LUS Skoru” kullanılarak değerlendirildi. İstatistik değerlendirmede, ölçüm dönemlerinde oluşan farklar grup içinde ve gruplar arasında karşılaştırıldı. LUS skoru ile PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerleri arasında korelasyon incelendi.

**Bulgular:** Her iki grupta, hasta özellikleri ve ameliyat süresi benzerdi. Grup içi karşılaştırmada, her iki grupta T1’e kıyasla T3 ve T4 dönemlerinde LUS skorlarında fark saptandı (p<0.001, Grafik 1). T5 döneminde T1’e kıyasla Grup PCV’de anlamlı fark devam ederken (p<0,001), Grup VCV’de fark gözlenmedi (p=0,330). PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerleri açısından T1’e kıyasla Grup VCV’de T5 hariç diğer dönemlerde, Grup PCV’de ise tüm dönemlerde anlamlı azalma oldu (p<0.05, Grafik

2). LUS skorları ile PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerleri açısından gruplar arasında fark yoktu. Her iki grupta, LUS Skoru ile PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerleri arasında orta düzeyde anlamlı korelasyon saptandı (r=-0,440 ve p<0,0001).

**Tartışma ve Sonuç:** Ameliyat süresince her iki grupta pozisyon ve pnömoperitonyum etkisiyle oksijenlenmenin bozulduğu ve LUS ile saptanan akciğer parenkim değişikliklerinin bununla korele olduğu saptandı. Ventilasyon modlarının bu açıdan benzer olduğu sonucuna varıldı.



## **ABSTRACT**

It has been known that; general anesthesia, position changes and pneumoperitoneum lead to pulmonary aeration loss. The aim of this study is to compare pressure and volume controlled ventilation by using their effects on the oxygenization and lung ultrasound (LUS) findings in patients undergoing robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy (RALRP).

Our study has been designed randomized, prospective and double-blinded. After the approval of the ethics committee and patient consent, patients with an ASA score 1-3 and aged 18-75 undergoing robot assisted laparoscopic prostatectomy surgery were randomly divided into two groups; volume controlled ((VCV), (Grup V; N=37)) and pressure controlled ((PCV), (Grup V; N=37)). Standard general anesthesia was applied to all patients. The operations were performed at 10-12 mmHg intraabdominal pressure and 30° Trendelenburg position. 1-2 ml/kg/hr crystalloid solution were infused to the patients. Lung ultrasonography was performed in 12 quadrants of the thorax at 5 time periods; before anesthesia induction and in the supin position (T1), after intubation (T2), at the end of surgery while in the Trendelenburg position (T3), at the end of surgery while in the supin position (T4), 60 minutes after the surgery with a Modified Aldrete Score of 10 (T5). At the same periods hemodynamic, periferic oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), mechanical ventilation and PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> parameters were recorded. LUS images were evaluated by a radiologist using “Transverse LUS Score”. In statistical evaluation differences in time points were compared within and between groups. Correlation between LUS score and PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> were also examined.

Patient characteristics and operation times were similar in two groups. In the comparisons within groups, there were significant LUS score differences in both groups when compared T1 to T3 and T4. In the PCV grup there were also significant LUS score increase between T1 to T2 and T5. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> values were significantly decreased in Group VCV compared to T1 in all periods except T5 and in Group PCV in all periods (p<0,05). There was no difference between the groups in terms of LUS

scores and  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  values. Moderate significant correlation was found between LUS score and  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  values in both groups ( $r=-0,440$  ve  $p<0,0001$ ).

During the operation, oxygenation was impaired in both groups with the effect of position and pneumoperitonium, and LUS-detected lung parenchymal changes were correlated with this. It was concluded that ventilation modes were similar in this respect.



# 1. GİRİŞ

Genel anestezi; vital fonksiyonlarda kalıcı bir değişiklik oluşturmaksızın geçici bilinç kaybı, refleks aktivitede azalma ile karakterize olan genel duyu kaybı halidir [1].

Genel anestezi uygulaması solunum fizyolojisinde değişikliklere yol açar. Kaslarda paralizisi, cerrahinin gerektirdiği olağan dışı pozisyonlar, batın şişirilmesi gibi manipölasyonlar da solunumsal değişikliklerin oluşmasına katkıda bulunur. Bu nedenle anesteziistin solunum fizyolojisine hâkim olması ve onu yakından takip etmesi önemlidir [2].

Solunum monitorizasyonu temel olarak oksijenlenmenin ve ventilasyonun takibini kapsar. Oksijen satürasyonu, miks venöz oksijen satürasyonu, arter kan gazı örneklemeleri, kapnografi, transkutanöz karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ölçümü takipleri ve solunum mekaniklerinin değerlendirilmesi başta gelen monitorizasyon yöntemlerindedir [2].

Son yıllarda hastaların peroperatif solunumsal takiplerinde, yoğun bakım tıbbının da katkısıyla akciğer ultrasonu kullanımı gündeme gelmiştir. Akciğer ultrasonografisinin non invaziv ve radyasyon yaymayan bir yöntem olması ve yatak başı tanı sağlanması gibi avantajları sayesinde uygulanması yaygınlık kazanmıştır. Entübasyonun doğrulanması, pnömotoraks, pulmoner ödem, plevral sıvı ve atelektazinin tanınması gibi geniş bir klinik kullanım alanı mevcuttur [3]. Akciğer ultrasonografisi tüm bunlara ek olarak akciğerde havalanma kaybının takibinde önemli veriler sunmaktadır [4–7].

Mekanik ventilasyon; solunması olmayan veya yetersiz olan hastaların solunum işlevinin hastanın ihtiyacına göre belirlenen akım ve hacimlere ulaşılacak şekilde mekanik bir cihaz aracılığıyla gerçekleştirilmesidir. Mekanik ventilasyonun gaz değişiminin iyileştirilmesi, solunum işinin azaltılması, sedasyon ve kas gevşemesine olanak sağlanması gibi fizyolojik ve klinik hedefleri bulunmaktadır. Ancak bu

hedeflere ulaşılırken ventilatör ilişkili akciğer hasarından kaçınılması gerekmektedir. Peroperatif akciğer hasarının; postoperatif morbidite, sağlık hizmeti kullanımı ve önlenebilir mortalitede artmaya neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, anestezi uygulamaları sırasında koruyucu ventilasyon stratejileri geliştirilme çabası sürmektedir [8].

Prostat kanseri dünya genelinde erkek cinsiyette en sık görülen kanser türüdür [9]. Amerikan Ulusal Kanser Enstitüsünün verilerine göre; ileri yaşlarda görölme sıklığı artmaktadır. Beş yıllık sağ kalım oranı %98 olarak öngörülmektedir [10]. Robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi [“Robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy” (RALRP)]; prostat kanseri tedavisinde son yıllarda giderek popülerlik kazanmış minimal invaziv bir cerrahi tekniktir. Bu tekniğin cerrahi ekiplerce tercih edilmesinin sebepleri arasında; daha geniş bir alana ulaşım sağlanarak erektil ve üriner fonksiyonların daha iyi korunması, kan kaybının ve postoperatif ağrının daha az olması, hastanede kalış süresini kısaltması ve daha hızlı iyileşme sağlaması olarak sayılabilir [11–13].

RALRP sırasında uygulanan dik Trendelenburg pozisyonu (30°-45°) ve pnömoperitoneum pek çok olumsuz solunumsal ve hemodinamik sonuçlara neden olmaktadır [14]. CO<sub>2</sub> ile oluşturulan pnömoperitoneum ve baş aşağı pozisyon sonucu diyafram sefalik yönde yer değiştirir. Bunun sonucunda akciğer hacmi ve kompliyansında, fonksiyonel rezidüel kapasitede (FRC) azalma ve atelektaziye neden olur. Buna bağlı olarak şantlaşma ve ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu meydana gelir [15]. CO<sub>2</sub>, çözünürlüğü yüksek bir gazdır ve hızla sistemik dolaşıma emilir. CO<sub>2</sub> insuflasyonuna bağlı hiperkarbiyi önlemek üzere yapılan ventilatör ayarlarında yapılan değişiklikler de hava yolu basınçlarının yükselmesine sıklıkla katkıda bulunur [16]. RALRP sırasında gerçekleşen bu değişiklikler RALRP’yi anesteziistler açısından akciğer koruyucu mekanik ventilasyon uygulanmasında en zorlayıcı cerrahilerden biri haline getirir.

Mekanik ventilasyon uygulanması sırasında hangi ventilasyon modunun hastanın klinik özelliklerine ve cerrahi tipine daha uygun olacağına karar verilmelidir. Basınç kontrollü ventilasyon [“Pressure Controlled Ventilation” (PCV)] ve volüm kontrollü ventilasyon [“Volume Controlled Ventilation” (VCV)] anesteziistler tarafından sık kullanılan iki konvansiyonel ventilasyon modudur. Ancak

bu iki modun solunum sistemine etkileri açısından birbirlerine üstünlükleri konusunda fikir birliği bulunmamaktadır [17–19].

Bu tez çalışmasının amacı, Trendelenburg pozisyonunda robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi geçiren hastalarda volüm ve basınç kontrollü ventilasyonun oksijenlenmeye etkisi ile akciğer ultrasonografisi [“Lung Ultrasound” (LUS)] bulgularının karşılaştırılmasıdır.



## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. ROBOT YARDIMLI LAPAROSKOPİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ (RALRP)**

Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi; prostat kanseri tedavisinde son yıllarda sıkça kullanılan minimal invaziv bir cerrahi tekniktir.

#### **2.1.1. Tarihçe**

Robot kelimesi ilk olarak 1920 yılında Çek yazar Karel Čapek tarafından yazılan ‘Rossum’un Evrensel Robotları’ oyununda ‘serf işçiler’ anlamında kullanılmış, daha sonra 1940’larda ünlü bilim kurgu yazarı Isaac Asimov tarafından popüler hale getirilmiştir. 1960’ların uzay yarışı ve Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesinin [“National Aeronautics and Space Administration” (NASA)] Apollo Misyonuna tanık olan daha sonraki kırk yıl boyunca, robot kavramı teknolojinin sınırlarının zorlandığı alanlarda daha fazla tanınmaya başlanmıştır. Yıllar içerisinde tıp alanında robotların kullanımı ile ilgili denemeler yapılmıştır. İlk cerrahi robot 1985 yılında geliştirilen PUMA 200 olup stereotaksik beyin biyopsisinde kullanılmıştır. Aynı yıllarda ilk video laparoskopi temelli minimal invaziv cerrahi denemeleri yapılmıştır. İkibinlere gelinene kadar üreticiler tarafından SCARA, ROBODOC, AcroBot gibi robotlar piyasaya tanıtılmıştır. Ancak 1998 yılında Zeus ve 2000 yılında da Vinci robotik sistemlerinin ortaya çıkışıyla esas dönüm noktası yaşanmıştır [20].

#### **2.1.2. Robotik Sistemler**

Günümüzde Da Vinci robotik cerrahi sistemi en sık kullanılan cerrahi sistemdir. Da Vinci sistemi cerrahi konsol, robotik kollar ve robotik kuleden oluşur. Cerrah, konsolda oturarak daha ergonomik bir pozisyonda ameliyatı gerçekleştirir. Konsola hastadan binoküler, yüksek çözünürlüklü, üç boyutlu görüntü yansıtılmaktadır. Konsol el titremesinin kollara yansımalarını önleyici bir filtrasyona

sahiptir. Gerçek zamanlı ve bilgisayar kontrollü olarak oynatılabilen cerrahi kollar dört adettir. Kolların ilk ikisi cerrahın sağ ve sol elini temsil eder, üçüncü kol endoskopu kontrol eder, opsiyonel olarak kullanılan dördüncü kol ise traksiyon ya da ilave bir cerrahi alet tutma gibi amaçlarla kullanılabilir. Geleneksel laparoskopik kollar dört yönde hareket edebilirken robotik kollar insan elinden de ince şekilde geliştirilmiş yedi kademeli serbest hareket edebilme özelliği sayesinde 540° hareket edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Robotik kule stereoskopik görüntüyü oluşturan ve robotik kolların hareketini sağlayan bilgisayar ekipmanına ek olarak ışık ve gaz kaynağını barındırır [21].

### **2.1.3. Robotik Cerrahinin Avantajları-Dezavantajları**

Robotik cerrahinin ortaya çıkışı video-laparoskopi temelli cerrahide karşılaşılan bazı önemli zorluklara çözüm getirmiştir. Pelvis veya torasik kavite gibi anatomik kısıtlama nedeniyle zor ulaşılan yerlere erişim robotik cerrahi ile kolaylamıştır. Vasküler anastomoz gibi uygulamalar açık cerrahi ile daha kolay yapılırken geleneksel laparoskopik yöntem ile yapıldığında daha kompleks hale gelmiştir. Robotik cerrahi vasküler anastomozların uygulanmasında da cerraha kolaylık sağlamıştır. Geleneksel laparoskopik cerrahinin görüntüleme yarattığı kısıtlılıklar aşılmıştır [20].

Üroloji ameliyatları özelinde robotik cerrahi değerlendirilecek olursa; robotik cerrahinin açık cerrahiye kıyasla belirgin cerrahi kolaylık sağladığı söylenebilir. Robotik cerrahi ile cerrahi sürenin kısalması, minimal insizyonel travmaya bağlı inflamatuvar yanıtın belirgin azalması, erektil fonksiyonların daha iyi korunması ve idrar inkontinans riskinin azalması beklenmektedir [11,12]. Ayrıca intraoperatif kan kaybının azalması, cerrahi yapışıklıkların önlenmesi, üriner kataterizasyon süresinin kısalması ve daha hızlı iyileşme sağlanması gibi avantajlara sahip olduğu iddia edilmektedir [11,13]. Her ne kadar robotik cerrahi dünya çapında giderek daha çok tercih edilen bir teknik olarak öne çıksa da diğer cerrahi yöntemlere üstünlüğü konusunda tartışmalar mevcuttur ve bu alanda da farklı yönlerde fikir bildiren çalışmalar mevcuttur [14,22].

Robotik cerrahinin büyük ilerleme sayılabilecek avantajlarının yanı sıra, oldukça maliyetli olması, başta cerrah olmak üzere ekibin öğrenme periyoduna

bağımlı olarak operasyon sürelerinde uzamaya neden olabilmesi, robotik sistemin kendisinin hantal ve yer kaplayıcı olması gibi dezavantajları vardır [16].

#### **2.1.4. RALRP Cerrahisi Sırasında Görülen Fizyolojik Değişiklikler**

Robotik cerrahi süresince anesteziye atfedilen risklerin büyük çoğunluğu cerrahi sürenin uzunluğu, sıvı tedavisi, pnömoperitoneum ve pozisyonla ilişkilidir. Anesteziist açısından RALRP sırasında uygulanan dik Trendelenburg (30°-45°) ve pnömoperitoneum birlikteliğinin özellikle serebrovasküler, solunumsal ve kardiyovasküler sistemde doğurabileceği sonuçları anlamak özel önem taşımaktadır.

Normal bir bireyde intraabdominal basıncın 5-7 mmHg arasında olması beklenir. Bu değer solunumla değişiklik gösterir. 12 mmHg ve üzerinde olması intraabdominal hipertansiyon olarak tanımlanır. 20 mmHg ve üzerine çıktığında ise abdominal kompartman sendromundan bahsedilir. Laparoskopik cerrahi sırasında ise cerrahinin ihtiyacına ve hemodinamik parametrelere uygun olarak genellikle 12-20 mmHg arasında insuflasyon basınçları kullanılır [23].

##### **2.1.4.1. Serebrovasküler Değişiklikler**

Dik Trendelenburg pozisyon, hiperkarbi, intraabdominal ve intratorasik basınç artışı serebral kan akımını ve intrakraniyal basıncı artırır. Ancak sağlıklı bireylerde serebral perfüzyon basıncı operasyon sürecinde otoregülasyon sınırlarında tutulabilir. Ancak intrakraniyal yer kaplayan lezyon, serebrovasküler hastalık (karotis ateroskleroz, serebral anevrizma gibi) mevcudiyeti gibi durumlarda kafa içi basınç artışı kötü sonuçlar doğurabilir. Bu hasta grubunda normokapninin korunması özel önem taşır.

##### **2.1.4.2. Solunumsal Değişiklikler**

RALRP sırasında CO<sub>2</sub> ile oluşturulan pnömoperitoneum ve baş aşağı pozisyon sonucu diyafram sefalik yönde yer değiştirir. Bunun sonucu akciğer hacmi ve kompliyansı azalır. Akciğer bazallerinde atelektaziler meydana gelebilir ve havayolu basınçları artar. Bunlara ilaveten CO<sub>2</sub> insuflasyonuna bağlı hiperkarbiyi önlemek üzere yapılan ventilatör ayar değişiklikleri (dakika ventilasyonunu arttırma) tepe hava yolu basıncını (P<sub>peak</sub>) daha da artırır.

CO<sub>2</sub>, çözünürlüğü yüksek bir gazdır ve hızla sistemik dolaşıma emilir. İnсуflasyonun 60. dakikasında bu değer maksimuma ulaşır ve plato çizer. Emilimi, peritoneal kavitenin perfüzyonu, pnömoperitoneumun süresi ve cerrahi teknik tarafından etkilenir. Örneğin ekstraperitoneal insuflasyon tekniği kullanıldığında ya da bir komplikasyon olarak subkutan amfizem gelişmesi durumunda CO<sub>2</sub> Emilimi de artacaktır.

Akciğer kompliyansında azalma, FRC'de azalma ve atelektaziye neden olur. Buna bağlı olarak şantlaşma ve ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu meydana gelir[15].

Bunların haricinde pnömoperitoneum ve Trendelenburg pozisyonu trakeanın sefale doğru yer değiştirmesine neden olabilir. Bunun sonucunda endotrakeal tüpün endobronşial yerleşimi meydana gelebilir. Pozisyon, fazla sıvı verilmesi, hipoalbuminemi, endotrakeal kaf basıncı yüksekliği gibi nedenlerle üst hava yolu ödemi ve buna bağlı ekstübasyon güçlüğü meydana gelebilir [16].

#### **2.1.4.3. Kardiyovasküler Değişiklikler:**

Pnömoperitoneum ve buna bağlı artmış intraabdominal basınç mekanik ve nöroendokrin etkilere sahiptir.

İntraabdominal basınç artışı katekolamin salınımına ve renin-anjiyotensin sistemi (RAAS) aktivasyonuna neden olur. RAAS aktivasyonu vasopressin salınımı ile sonuçlanır. Buna bağlı ortalama arter basıncı (OAB), santral venöz basınç (CVP), pulmoner venöz basınç artar [24,25].

Veress iğnesinin yerleştirilmesi ve peritonun gerilmesine bağlı vagal uyarı oluşabilir. Buna bağlı başta bradikardi olmak üzere çeşitli ritm bozuklukları, hatta asistoli gelişebilmektedir [24].

Pnömoperitoneumun mekanik etkileri hastanın volüm durumuna ve insuflasyon basıncına göre değişiklik gösterir. Başta abdominal aort olmak üzere arteriyel yapıların basıya uğraması sistemik vasküler rezistansı (SVR) ve ardyükü arttırır; kardiyak output düşer. Vena vena kava inferior ve diğer venöz yapıların basısı ise venöz dönüşte önce geçici bir artmaya, sonrasında venöz dönüş ve önyükte

azalmaya neden olur. Önyük azalmasına ve ventriküler dolum basınçlarının artmamasına rağmen CVP çelişkili bir şekilde artar. Bu durum diyafragmanın sefale doğru yer değiştirmesi, intraabdominal ve intratorasik basınçların artmasından kaynaklıdır [24].

CO<sub>2</sub> kolay çözünebilir bir gazdır. Peritoneal kaviteden dolaşıma kolaylıkla geçer ve akciğer yoluyla atılır. Hiperkarbi ve hiperkarbi sonucunda gelişebilecek asidozun hemodinami üzerine direkt ve indirekt etkileri vardır. Direkt etkileri; kardiyak kontraktilitede azalma, miyokardın katekolaminlerin yol açtığı aritmojenik etkilere duyarlılıkta artma ve sistemik vazodilatasyona bağlı SVR azalmasıdır. İndirekt olarak ise santral otonomik etkiler aracılığıyla yaygın sempatik stimülasyon sonucu taşikardi ve direkt vazodilatatör etkiye karşılık vazokonstriksiyon ve SVR artışı meydana gelir [22].

Trendelenburg pozisyonu venöz dönüş ve kardiyak dolum basınçlarının artmasına katkıda bulunur. Ancak kardiyak indeks ve kardiyak dolum hacimleri değişkenlik göstermektedir [15].

### **2.1.5. Robotik Cerrahi Anestezisine Özgü Komplikasyonlar**

Robotik cerrahileri genel olarak ele aldığımızda hemen hemen her organ sistemi ile ilgili komplikasyonların bildirilmiş olduğunu görmekteyiz [14]. Bu komplikasyonlar içerisinde en sık görülenler; periferik nöropatiler, korneal abrazyon, vücudun farklı bölgelerinde ödem (özellikle baş, boyun, havayolu) olarak sıralanabilir.

Nörolojik açıdan pozisyon ilişkili periferik nöropatiler ve ekstremitelerdeki hasarları görece siktir. Serebral ödem vakaları bildirilmiştir [26]. Oküler açıdan iskemik optik nöropati, korneal abrazyon görülebilmektedir.

Solunum sistemi ile ilişkili komplikasyonlar; pozisyon verilmesi sonrası tüpün sağ ana bronşa girmesi, pulmoner ödem, aspirasyon (daha çok subklinik), ateletazi ve pnömotoraks olarak sayılabilir [14].

Kardiyovasküler açıdan batın insuflasyonunu takip eden bradikardi görece siktir. Koroner arter hastalarında stent trombozu görülebilmektedir. Kardiyak arrest

vakaları bildirilmiştir [27]. Tromboembolik hadiseler, rabdomyoliz, kompartman sendromu gelişebilir.

Pnömoreperitoneuma bağlı akut böbrek hasarı gelişebilir [14].

### **2.1.6. Robotik Cerrahi Açısından Riskli Olduğu Düşünülen Hasta Grupları**

Morbid obezite, azalmış kardiyopulmoner rezerv, preoperatif bazı vasküler, oftalmik hastalıklar ve nörolojik sekel mevcudiyeti hastaya ait önemli risk faktörleridir ve rölatif kontrendikasyon olarak değerlendirilmeler mevcuttur [14].

## **2.2. MEKANİK VENTİLASYON**

Mekanik ventilasyon hem ameliyathanede hem de yoğun bakım ünitesinde yaşam desteğinin en önemli bileşenidir. 1950'lerde çıkan polio epidemisi sırasında uygulanan pozitif basınçlı mekanik ventilasyonun mortalitede önemli azalmaya yol açtığı gözlenmesi sonucu, pozitif basınçlı ventilatörler, mekanik ventilasyon uygulamasında standart haline gelmiştir [28]. İnvaziv mekanik ventilasyon dendiğinde bir endotrakeal tüp veya trakeostomi kanülü aracılığıyla akciğerlere pozitif basınç uygulanması anlaşılmaktadır. Genel anestezi uygulamaları daha çok invaziv mekanik ventilasyon desteği altında gerçekleştirilmektedir.

Mekanik ventilasyon uygulamasının temel amacı solunum işini azaltmak, yaşamı tehdit eden hipoksemiye ve/veya akut solunumsal asidozu düzeltmektir. Buna ek olarak solunum kaslarının işinin azaltılması, atelektezilerin önlenmesi ve tedavisi, sedasyon ve nöromusküler blokör kullanımının sağlanması, oksijen tüketiminin azaltılması, kalp debisinin idamesi ve kafa içi basıncının azaltılması gibi amaçlarla da uygulanmaktadır [28,29].

### **2.2.1. Ventilatörlerin Sınıflandırılması**

Günümüz mekanik ventilatörleri, geçmişe göre daha karmaşık yapıya sahip olmaları ve artan çeşitlilikleri nedeniyle pek çok farklı şekilde sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflama ventilatörlerin fiziksel özelliklerine veya ventilasyon fazlarında gösterdikleri farklı çalışma şekillerine göre yapılabilir [16].

### 2.2.1.1. Fiziksel Özelliklerine Göre Ventilatörlerin Sınıflandırılması ve Ventilatörün Çalışma Prensibi

Ventilatörleri fiziksel özellikleri açısından incelediğimizde şu şekilde bir sınıflandırma ortaya çıkmaktadır;

- Güç kaynağına göre: Hava, elektrik veya bunların kombinasyonu kullanan ventilatörler bulunmaktadır.
- Basıncın uygulanma şekline göre: Pozitif veya negatif basınçlı olarak ayrılabilir. Negatif basınçlı ventilatör kullanımı günümüzde büyük ölçüde terk edilmiştir.
- Kontrol sistemine göre: Ventilatörün kontrol ünitesinin ayarlanan ventilasyon parametrelerinden oluşan sonuçları ne şekilde kontrol ettiğine göre ventilatörler açık döngülü veya kapalı döngülü olarak sınıflandırılmaktadır. Açık döngü kontrollü ventilatörlerde ventilatör alarm limitleri aşıldığı takdirde uygulayıcıyı uyarır ancak uygulayıcının belirlediği ayarları değiştirmez. Kapalı döngü kontrollü ventilatörlerde ise uygulayıcının belirlediği ayarlar ile monitorizasyon parametreleri arasında uyumsuzluk oluşur ise ventilatörün kontrol ünitesinin devreye girerek gerekli düzenlemeleri yapması mümkündür.
- Enerji aktarım yöntemine göre: Güç kaynağından alınan gücün ventilatör içindeki aktarımının nasıl yapıldığına göre belirlenen bir ayrımdır. Bu aktarım güç kaynağı olarak elektrik veya pnömotik sistem kullanan ventilatörlerde farklı yollar üzerinden yapılmakta iken günümüzde kullanılan pnömotik enerjili mikroişlemci kontrollü cihazlarda akım kontrol valvleri üzerinden gerçekleşmektedir [16].

Tüm bu fiziki sınıflamalar sonucu olarak günümüz teknolojisinde kullanılan ventilatörlerin çalışma prensibini genel hatlarıyla şu şekilde özetleyebiliriz; pnömotik sistem ile ventilatöre yüksek basınçta hava-gaz karışımı verilir. Ventilatör bu basıncı azaltır ve istenen inspiratuar oksijen fraksiyonu ( $FiO_2$ ) değerine indirerek arzu edilen gaz karışımını oluşturur. İspirasyon kolu aracılığıyla karışımı hastaya iletir. Bu aşamada aynı zamanda gaz karışımı filtrelenir, ısıtılır ve nemlendirilir. Ekshalasyon

sırasında, gaz karışımı sırasıyla devrenin ekspirasyon koluna, filtreye, ekspirasyon valvine ve daha sonra atık gaz sistemine geçer. Ekspirasyon valvi inspirasyon oluşumu sırasında akciğer havalanmasını sağlamak amacıyla kapanır. Ekspirasyon valvi aynı zamanda ekspirasyon sonu pozitif basıncın [“Positive End Expiratory Pressure” (PEEP)] oluşumundan sorumludur. Yeni nesil ventilatörlerde inspiratuar faz sırasında belirlenen basınç limiti aşılsa bu valv açılarak akciğeri koruyucu bir işlev üstlenir. Günümüzde kullanılan mekanik ventilatörlerde inspirasyon ve ekspirasyon valvleri mikroişlemci kontrolündedir [16,30,31].

### **2.2.1.2. İspirasyonun Oluşum Şekline Göre Ventilatörlerin Sınıflandırılması ve Hareket Eşitliği**

Mekanik ventilasyon sırasında akciğerde gerekli hacimsel değişikliğin oluşabilmesi için akciğer ve göğüs duvarının ekspansiyonunu engelleyen güçlere karşı bir denge oluşturulması gerekmektedir. Bu güçler arasındaki denge solunum sisteminin hareket eşitliğinde ifadesini bulur.

Hareket eşitliği matematiksel olarak şöyle ifade edilebilir;

$P_{ao}$  (hava yolu açılma basıncı) =  $P_e$  (Elastik geri çekilme basıncı) +  $P_r$  (Akım rezistans basıncı)

$P_{ao}$ ; hastanın solunum kaslarını kasma veya ventilatör tarafından oluşturulabilir.

$P_e$ ; matematiksel ifade ile şu şekilde gösterilebilir;

$$P_e = E(\text{elastans}) \times V(\text{volüm}) = V(\text{volüm}) / C(\text{kompliyans})$$

$P_r$ ; matematiksel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

$$P_r = R_{aw} (\text{Rezistans}) \times V^0 (\text{Gaz akımı})$$

Sonuç olarak hareket eşitliği şu şekilde de ifade edilebilir;

$$P_{ao} = V/C + (R \times V^0)$$

Hareket eşitliğinde basınç, volüm, akış ve zaman olmak üzere başlıca dört etken bulunmaktadır. Bu başlıca dört etken inspirasyonun nasıl oluşturulacağını belirler ve kontrol değişkenlerini oluşturmaktadır. Mekanik ventilatörler inspirasyonun nasıl oluşacağını gösteren bu dört temel kontrol değişkenine göre; basınç, volüm, akım ve zaman kontrollü ventilatörler olarak sınıflandırılabilirler.

Modern ventilatörler inspirasyon basınç veya akım kontrollüdür. Dual kontrolde ise inspirasyon volüm kontrollü başlayıp soluk bitmeden basınç kontrole geçebilir (tersi de geçerlidir). Basınç dalga formu, kompliyans ve rezistans değişikliklerinden etkilenmiyorsa basınç kontrollü ventilasyon uygulandığı düşünülür. Volüm dalga formu kompliyans ve rezistans değişikliğinden etkilenmiyorsa volüm ya da akım kontrollü ventilasyondan bahsedilir. Zaman kontrollü ventilasyonda inspirasyon ve ekspirasyon zamanı kontrol değişkenidir. Günümüz ventilatörlerinde temel olarak basınç ve volüm kontrol değişkeni olarak kullanılmaktadır [30,31].

### **2.2.1.3. Ventilasyon Fazlarında Gösterdiği Özelliklere Göre Ventilatörlerin Sınıflandırması ve Ventilasyon Modlarının Oluşumu**

Ventilatörleri solunum siklusunun farklı fazları üzerindeki etkilerine göre ayırmak mümkündür. Dahası; ventilatörün bu fazlarda gösterdikleri etkilere göre ventilasyon modları oluşmaktadır.

Bir solunum siklusu dört fazdan oluşmaktadır. Bu fazlar; inspirasyon, inspirasyondan ekspirasyona geçiş, ekspirasyon, ekspirasyonun sonlanarak inspirasyona geçiştir. Bu fazlar arasında geçişi belirleyen değişkenlere 'faz değişkenleri' denmektedir. Solunumun her fazına karşılık gelen dört faz değişkenleri tanımlanmıştır [16,29–31].

- **Tetik değişkeni:** İspirasyon başlangıcının nasıl olacağını belirler. Mekanik ventilasyon uygulaması sırasında iki tip 'soluk tipi'nden bahsedilebilir; zorunlu veya spontan solunumlar. Spontan soluk hasta tarafından başlatılır ve hasta tarafından sonlandırılır. Zorunlu soluk, ventilatör tarafından başlatılır ve ventilatör tarafından sonlandırılır. Spontan solunum çabası olan hastalarda 'destekli/asiste ventilasyon' olarak değerlendirilen modların kullanımı sırasında kullanıcı basınç

veya akım tetiği ayarlarını yaparak solunum siklusunun nasıl başlayacağını belirler. Ancak hastanın solunum çabasının olmadığı ve ventilasyonun zorunlu soluklarla başlatıldığı ‘kontrollü ventilasyon’ olarak değerlendirilen modlarda zaman tetiklemeinden bahsedilir. Zaman tetiği; kullanıcının ayarladığı frekans ve inspirasyon ekspirasyon oranı değerlerine göre belirlenen zaman geldiğinde inspirasyonun ventilatör tarafından başlatılmasını sağlar. İnciriumun başlama şekline göre ventilasyon modları destekli veya kontrollü olarak ayrılır. Ancak incirium süresince farklı soluk tipleri ile inspirasyon sürdürülebildiğinden soluk tiplerine göre ayrı bir ventilasyon sınıflaması oluşmuştur. Buna göre inspirasyon sürekli kontrollü soluklar ile sağlanıyorsa ‘sürekli zorunlu ventilasyon (CMV)’, zorunlu soluklar arasında spontan soluklara izin verilerek gerçekleşiyorsa ‘aralıklı zorunlu ventilasyon (IMV)’, sürekli spontan soluklar ile devam ediyorsa ‘sürekli spontan ventilasyon (CSV)’ olarak tanımlanır.

- **Limit değışkeni:** İncirasyonun kullanıcı tarafından belirlenen limit/hedefe ulaşılana kadar sürdürülmesini sağlar. Burda belirlenen limit belirli bir tidal volüm ya da inspiratuar basınçtır. Belirlenen hedefin volüm ya da basınç olmasına göre ventilatör farklı akım şekilleri gösterir. Volüm hedefli ventilasyonda belirli bir tidal volümü incirium boyunca sağlayabilmek için akım zaman eğrisinde ‘kare dalga’ şeklinde tanınabilen sabit bir akım oluşturur. Basınç hedefli ventilasyonda ise hedeflenen basıncın sabit kalabilmesi amacıyla incirasyon süresince azalan bir akım sağlar. Yüksek frekanslı ventilasyon uygulamalarında ise incirasyon süresini sabit tutan zaman kontrollü ventilasyon uygulanır. İncirasyonun sürdürülme şekline göre ventilasyon modları volüm, basınç veya zaman hedefli/limitli/kontrollü ventilasyon modları olarak ayrılır.

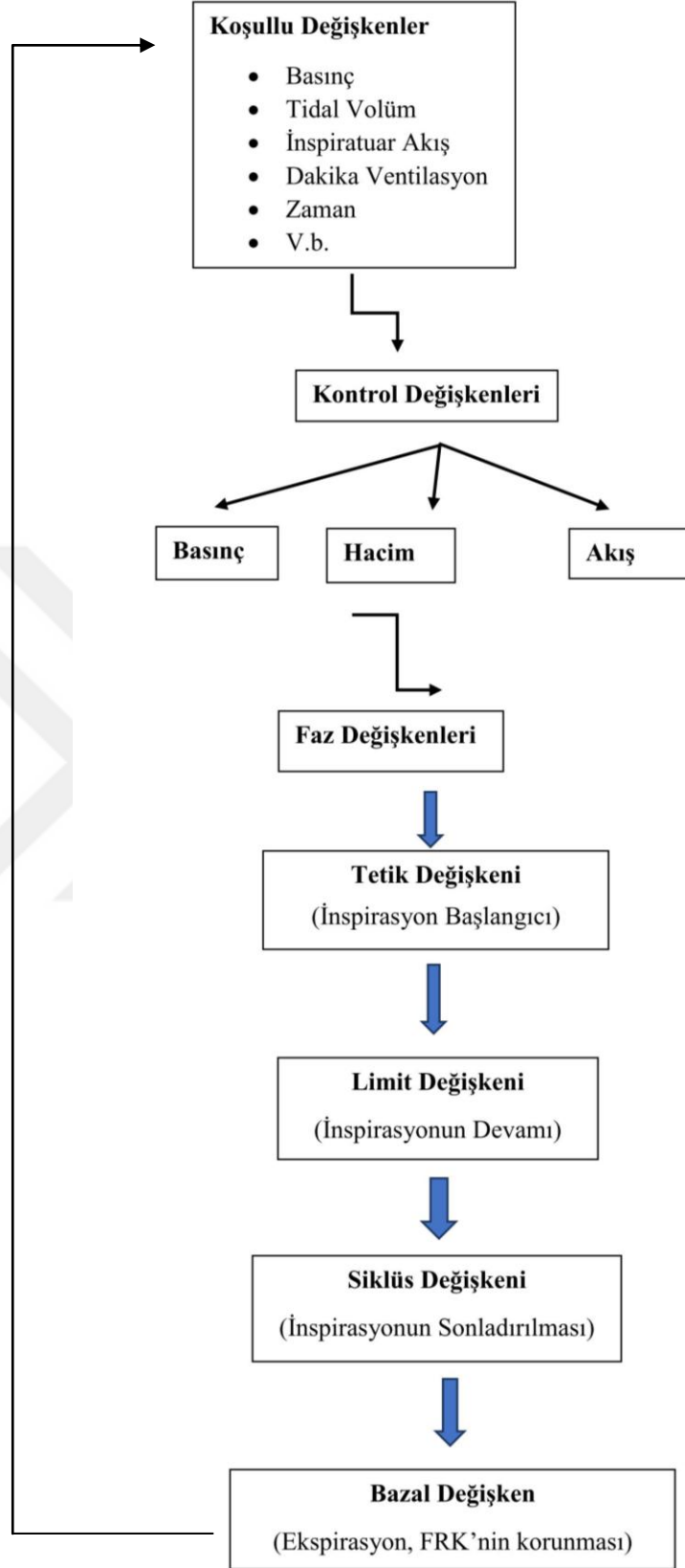
- **Siklus Değışkeni:** İncirasyon siklus/döngüsünün hangi parametreye göre sonlandırılacağını belirler. Ventilatörler zaman, volüm, basınç veya akım döngülü olarak incirasyonu sonlandırabilir. Anestezi cihazları daha çok zaman döngülü ventilasyon uygulayarak uygulayıcı tarafından belirlenen süre sonlandığında incirasyonu tamamlar. Volüm döngülü ventilasyonda belirlenen tidal volümün belirli bir kısmına ulaşıldığında döngüyü tamamlar. Basınç döngülü ventilasyon; belirli bir basınca ulaşılması sonrası incirasyonu sonlandırma özelliğine sahiptir. Basınç döngülü ventilasyon öncelikle transport ventilatörlerin bir özelliği iken, daha

sonra yoğun bakım ventilatörlerinde geliştirilerek kullanımı sürdürülmüştür. Akım döngülü ventilasyon; inspiratuar akım pik akımın yüzde kaçına düştüğünde inspirasyonun sonlandırılacağına karar verilen bir ventilasyon şeklidir ve tipik olarak basınç destekli modlarda kullanılır.

- **Bazal değişken:** Ekspiryum sonunda akciğerlerin kollabe olmasını engellemek ve atelektotravma gibi oluşabilecek zararlı sonuçlardan kaçınmak amaçlı olarak ekspiryumun belirli bir bazal pozitif değerde sonlanmasını sağlar. PEEP uygulamasına karşılık gelir [16,29–31].

#### **2.2.1.4. Koşullu Değişkenlere Göre Ventilasyon**

Koşullu değişkenler, kontrol ve faz değişkenleri ile daha önce oluşturulmuş eşik değerlerin aşıldığı durumlarda ventilatörün nasıl çalışacağına dair çıktılar oluşturur. Örneğin; dakika ventilasyonu daha önce belirlenmiş eşiğin altında kaldığında zorunlu soluk verilmesi gibi. Koşullu değişken olarak basınç, tidal volüm, inspiratuar akış, zaman, dakika ventilasyon v.b. kullanılabilir.



Şekil 1: Mekanik ventilasyonun değişkenleri

### 2.2.2. Temel Modların Sınıflaması

Temel modların sınıflaması kontrol değişkenine ve ardışık soluk tiplerine göre şu şekilde sınıflandırılabilir.

Kontrol değişkenine göre;

- 1) Basınç Kontrollü
- 2) Volüm Kontrollü

Ardışık soluk özelliklerine göre;

- 1) Sürekli zorunlu ventilasyon (CMV)
- 2) Aralıklı zorunlu ventilasyon (IMV)
- 3) Sürekli spontan ventilasyon (CSV)
  - a) Destekli Spontan Solunum (PSV)
  - b) Spontan Solunum (CPAP/PEEP)

Bu sınıflandırmadan da anlaşılacağı üzere CMV; basınç ya da volüm kontrollü olarak PC-CMV veya VC-CMV şeklinde iki farklı şekilde karşımıza çıkabilir. Tüm sadeleştirme çabalarına rağmen aynı ventilasyon modu karşımıza pek çok farklı isimle çıkabilmektedir. Ancak PC-CMV yerine PCV, VC-CMV yerine ise VCV kısaltması klinik pratikte daha sık kullanılmaktadır.

#### 2.2.3.1. Basınç Kontrollü Ventilasyon (PCV)

PCV'de basınç bir kontrol değişkeni ve dolayısıyla bağımsız değişkendir. Her solukta klinisyence ayarlanan  $P_{peak}$ 'e ulaşılır. İspirasyon süresince basınç sabit kalırken volüm sunumu (bağımlı değişken), solunum sistemi mekaniklerine göre farklılık gösterir. Bu nedenle volüm sunumu yakından takip edilmelidir.

PCV'de ayarlanan parametreler; inspirasyon basıncı, soluk sayısı, inspirasyon süresi,  $FiO_2$ , PEEP ve üst basınç limitidir.

PCV pek çok avantaja sahiptir. Öncelikle klinisyene maksimum basınç ayarlama imkânı verir. Bu sayede akciğerlere uygulanacak maksimum basınç sınırlandırılarak akciğerlerin aşırı gerilmesinden kaçınılmış olunur. PCV'nin diğer bir avantajı ise basınç kontrollü ventilasyon sırasında ventilatörün 'yavaşlayan akım' paterni sunması ve akım hızının kullanıcı değil ventilatör tarafından belirlenmesidir. PCV'de akım; ayarlanan basınç, hastanın ihtiyacı, akciğer mekanikleri ve ventilatörün algoritmasına göre değişiklik gösterir. Yüksek başlangıçlı bir akım hızı ile başlar, istenen basınca ulaşıp basınç sabit hale gelince inspiriyum süresince eksponansiyel olarak azalır. Bu düşüş PCV'nin karakteristik akım şeklini meydana getirir. PCV'nin sunduğu akım şeklinin hasta ventilatör uyumunu artırdığı, askenronizasyonu azalttığı düşünülmektedir [29–31].

PCV'nin volüm sunumunun değişkenlik göstermesine bağlı hipoventilasyon veya solunumsal alkaloz riski yaratması ve (yıllar içerisinde değişkenlik göstermekle beraber) klinisyenlerin daha az aşına olduğu bir mod olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ayrıca uzun süreli uygulamalarda, sürekli zorunlu ventilasyon uygulanan VCV'de de görülebilecek solunum kaslarının atrofisi riski de doğabilir.

### **2.2.3.2. Volüm Kontrollü Ventilasyon**

Volüm kontrollü ventilasyon, tarihte mekanik ventilasyon uygulamasında ilk kullanılan mod olmuştur ve günümüze dek yaygın olarak kullanılmaktadır.

VCV'de volüm bir kontrol değişkeni ve dolayısıyla bağımsız değişkendir. Her solukta akciğer mekaniklerinden bağımsız olarak (kompliyans, rezistans vb.) klinisyence ayarlanan tidal volüm ( $V_T$ ) ve ekspire edilen gaz volümüne ( $V_E$ ) ulaşılır. Bu sayede dakika ventilasyonu garantilenmiş olur. VCV'nin hedefi belirli bir parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı ( $PaCO_2$ ) değerini sürdürmektir. Bu da aynı zamanda volüm kontrollü ventilasyonun temel avantajını oluşturmaktadır.

Volüm kontrollü ventilasyonda ayarlanan temel parametreler;  $V_T$ , soluk sayısı, inspirasyon süresi,  $FiO_2$ , PEEP ve üst basınç limitidir.

Volüm kontrollü ventilasyonun temel dezavantajı alveolar aşırı gerilmeye neden olabilecek olan havayolu basınçlarında ( $P_{peak}$ ,  $P_{alv}$ ) yükselmeye neden

olmasıdır. Ancak bu değişikliklerin geri dönüşümlü olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca uygulanan sabit akım şeklinin hasta ventilatör uyumsuzluğunu artıracığı iddia edilmektedir [29–31].

## 2.2.4. Mekanik Ventilasyon Uygulanan Hastada Gaz Değişimi Takibi

### 2.2.4.1. Solunum Mekanikleri

Solunum mekanikleri akciğer fonksiyonlarının basınç, volüm ve akım ilişkileri içinde değerlendirilmesini ifade eder. Solunum mekaniklerindeki değişimleri takip etmek hastanın solunum sistemine dair önemli ipuçları verir.  $P_{peak}$ , ortalama havayolu basıncı ( $P_{mean}$ ), plato basıncı ( $P_{plat}$ ), kompliyans (C) ve Rezistans (R) solunum mekaniklerini önemli bileşenlerini oluşturur.

**$P_{peak}$ :** İnspiryumun sonunda elde edilen en yüksek basınç değeridir. Havayolları direncini aşan ve alveolleri dolduran basınçların toplamından oluşur.

**$P_{mean}$ :** Solunum döngüsü boyunca kaydedilen ortalama basınçtır.

**$P_{plat}$ :** Hastaya bir soluk verildikten sonra ekshalasyonun 0,5-1,5 sn, önlenmesi sırasında ölçülen basınçtır. Yaklaşık olarak alveolar basıncı yansıttığı düşünülmektedir.

**C:** Belirli bir basınca karşılık gelen volüm değişikliğidir. Statik ve dinamik kompliyans olmak üzere iki çeşittir. Statik kompliyansın ( $C_{st}$ ) ölçülebilmesi için hava akımının olmaması gerekmektedir. Statik kompliyans akciğer ve göğüs duvarı rezistansını yansıtır. Formülü  $C_{st}: V_T/(P_{plat}-PEEP)$  şeklindedir. Dinamik kompliyans ise ventilasyon devam ederken ölçülür. Statik komliyanstan farklı olarak hava yolu rezistansından da etkilenir. Formülü " $C_{dyn}: V_T/(P_{peak}-PEEP)$ " şeklindedir.

**R:** Akciğerin elastik olmayan güçlerinin hava akımına karşı oluşturduğu dirençtir. [30]

#### 2.2.4.2. Arter Kan Gazı Değerlendirmesi

Arter kan gazı örnekleme sayesinde ventilasyon (arteryel karbondioksit parsiyel basıncı- $P_{aCO_2}$ ), oksijenizasyon (arteriyel oksijen parsiyel basıncı- $P_{aO_2}$ ) ve pH hakkında bilgi edinilebilir.

Hastanın oksijenizasyonunun değerlendirilmesinde  $P_{aO_2}$  haricinde  $P_{(A-a)O_2}$  (alveoloarteriyel oksijen gradiyenti) ve  $P_{aO_2}/F_{iO_2}$  değerleri kullanılabilir.

- **Pulse Oksimetre:** Spektrofotometrik yöntemle periferal arteryel oksijen saturasyonu ( $SpO_2$ ) ölçümünü sağlar. Doku oksijenizasyonu hakkında bilgi verir.
- **Kapnografi:** Ekshalasyon havasındaki karbondioksit basıncını ( $etCO_2$ ) ölçerek ventilasyonun takibini sağlar.
- **Diğer:** Transkutanöz kan gazı monitorizasyonu, miks venöz oksijen oksijen saturasyonu ( $SvO_2$ ), hastanın göğüs duvarı hareketleri ile solunum paterninin izlenmesi vb gibi yöntemler de kullanılabilir.

### 2.3. AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ

#### 2.3.1. Ultrason Fiziği ve Temel Kavramlar

Ultrasonografi (USG) noninvaziv, güvenli, yatak başı uygulanabilir, gerçek zamanlı görüntü sağlayabilen, radyasyon yaymayan bir görüntüleme aracı olması nedeniyle ilgi duyulan ve son yıllarda sürekli gelişme gösteren bir teknolojidir. USG cihazı prob, ekran ve klavye olmak üzere üç ana parçadan oluşur. Ultrason fiziğinin temelini ses dalgalarının hareketi oluşturmaktadır. Ses, madde moleküllerinin titreşimiyle oluşan bir dalga hareketidir. Titreşen cisimler, ortamdaki moleküllerle çarpışarak ses dalgalarını oluştururlar. Birim zamanda (bir saniye) tekrarlayan dalga sayısına frekans denmektedir. Birimi Hertz (Hz)'dir. 1 megahertz (Mhz) 1 milyon Hz'e karşılık gelmektedir. İnsan kulağı 20-20000 Hz arasındaki sesleri duyabilir. Ultrason cihazlarında kullanılan ses dalgaları 2-18 Mhz arasında değişmektedir [32].

Ultrason probunun ses dalgalarını üretmesi ve algılaması piezoelektrik etkiye dayanmaktadır. Piezoelektrik etki 1880 yılında Pierre ve Jacques Curie tarafından keşfedilmiştir. “Piezo” kelimesi Yunancada basınç anlamına gelmektedir. Piezoelektrik özellik, mekanik bir enerjiyi elektriğe ya da tam tersi olan elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirebilmeyi ifade eder. Probların içinde çok sayıda piezoelektrik kristali (quartz) bulunmaktadır. Elektrik akımı uygulandığında kristaller mekanik kompresyona uğrayarak ses dalgasını oluştururlar. Ses dalgasını algılama ise tam tersi şekilde olur; kristallere herhangi bir ses dalgası ulaştığında kompresyona uğrayarak elektrik akımı üretirler [32].

Sesin ortam içinde yayılım hızı, ortamın yoğunluğuna ve elastisitesine bağlıdır. Ortamın sesin yayılımına gösterdiği direnç ‘akustik impedans’ olarak adlandırılır. Ses dalgası akustik impedansı farklı olan bir dokuya girdiği zaman değişikliğe uğrar. Bu değişiklikler; zayıflama (atenüasyon), yansıma (refleksiyon), saçılma (scattering), soğrulma (absorbsiyon), kırılma (refraksiyon) ve kırınım (difraksiyon) [32].

Ultrason görüntüsü oluşurken her dokunun farklı dirençlere sahip olması ekranda farklı tonlarda görünmesinde yol açar (gri skala). Sıvı dokuların sesi çok az absorbe etmesi ve iyi iletmesi sonucu sıvı dokular anekoik (siyah) görülürler; transonik ve sonolusent olarak isimlendirilirler. Sıvıdan yoksun dokular (hava, taş, kemik, kalsifikasyonlar) ise sesi daha çok yansıtan dokulardır. Bu nedenle hiperekoik yani açık renkli (beyaz) görülürler ve ekojen olarak isimlendirilirler. Bu dokular arka planın görüntülenmesine imkân vermezler. Havanın vücut yapılarına göre akustik direnci taş, kemik ve kalsifikasyonlardan çok daha fazladır ve hava içeren dokular sesin tamamına yakını yansıtırlar. Taş, kemik ve kalsifikasyonlar ise ses dalgalarının tamamen olmasa da büyük ölçüde yansıtırlar ve arkalarındaki dokunun görülmesine izin vermeyerek siyah bir ‘akustik gölge’ oluştururlar [32].

Ultrasonografik incelemede prob seçimi, görüntülenmek istenen dokuya ve klinik duruma göre belirlenir. Başlıca kullanılan problemler şunlardır;

- Yüksek frekanslı problemler (lineer, düz): Yüzeysel incelemelerde kullanılır. (7-12 MHz)

- Düşük frekanslı problar (konveks, kurvilineer): Derin doku incelemesinde kullanılır. (3,5-5 MHz)
- Mikrokonveks problar (faz dizilimli): Kardiyak, torasik görüntüleme için kullanılır. (5-11 MHz)
- Hokey sopası prob: Yüksek frekanslıdır, çocuklarda tercih edilir
- İntrakaviter prob: Mikrokonveks benzeri bir probtur, daha çok transvajinal kullanılır.

### **2.3.2. Akciğer Ultrasonografisi**

Ultrason teknolojisinin akciğerde kullanımı diğer alanlara göre oldukça yenidir. 1990'lı yıllarda Daniel Lichtenstein'in ısrarlı çalışmaları ile bu tekniğin tıp dünyasına tanıtılmasına kadarki süreçte, havalanmış akciğer dokusunun ultrason dalgalarının neredeyse tamamını yansıtması nedeniyle akciğerin ultrasonografik muayenesinin yapılamayacağı görüşü hakimdi. Ancak sonrasında başta yoğun bakım hekimleri tarafından akciğer ultrasonografisi öğrenilmeye ve plevral efüzyon, konsolidasyon, pulmoner ödem, ARDS, pnömotoraks gibi pek çok patolojinin yatak başı gerçek zamanlı tanısı ve takibinde kullanılmaya başlandı [33]. Tekniğin ameliyathanede anestezi hekimlerince kullanılması ise bugün bile hala yerleşmiş bir uygulama değildir.

#### **2.3.2.1. Uygulama Tekniği**

Klinik duruma göre seçilecek prob farklılık gösterir. Plevral hareketin değerlendirilmesinde yüzeysel dokuları daha iyi değerlendirebildiği için yüksek frekanslı lineer prob tercih edilir. Akciğerin derin alanlarını, parankime ait konsolidasyon ve efüzyon gibi patolojleri saptayabilmek için ise düşük frekanslı konveks prob daha uygun olacaktır. Ancak konveks prob ile posterior alanların görüntülenmesinde güçlük yaşanabilir. Diğer bir seçenek ise mikrokonveks probtur. Mikrokonveks prob interkostal aralığa rahatça yerleşerek küçük bir alandan geniş bir alanı görür. Mikrokonveks prob frekans aralığının geniş olması sayesinde prob değiştirmeden farklı dokuların muayenesini sağlar [34]. Akciğer ultrasonu

uygulamasında hangi probun kullanılacağına dair bir konsensüs bulunmamaktadır [3].

Muayene çoğunlukla B (“Brightness”)-mod ile tamamlanır. Bazı patolojilerde (pnömotoraks tanısı gibi) M (“Motion”)-mod kullanılabilir.

Görüntü optimal hale getirilmesinde öncelikle cihazın otomatik artefakt azaltıcı ayarları varsa kapatılmalıdır. Hemen hemen tüm patolojiler plevraya yansması ile değerlendirileceği için plevrayı görüntülemek ilk hedef olmalıdır. Görüntü bir solunum siklusu boyunca takip edilmelidir. USG dalgalarının pleval yüzeye dik olarak ulaşabilmesi için prob dik tutulmalıdır [34].

Akciğer ultrasonu interkostal aralıklar arasından tüm göğüs duvarı boyunca yapılabilir. Prob, kostalara paralel olarak longitudinal veya kostalara dik yani transvers/oblik olarak tutulabilir. Longitudinal yaklaşım ile bakıldığında ‘yarasa işareti’ gözlenebilir. Bu görüntü, üst ve alt kostalar yarasının kanatlarına, pleval çizgi ise yarasının gövdesine benzetildiği için yarasa işareti adını almıştır. Transvers yaklaşım ise kosta gölgeleri ile bölünmemesi nedeniyle daha geniş bir pleval alanın görüntülenmesi avantajına sahiptir [35,36]. B çizgilerinin değerlendirilmesi ile ilgili literatür şimdiye kadar daha çok longitudinal yaklaşımı benimsemiştir [3].

### **2.3.2.2. Normal Akciğer Ultrasonografisi Bulguları**

Akciğer ultrasonografik değerlendirilmesi anatomik (pleval boşluk, konsolidasyon ve effüzyon) ve non-anatomik (artefaktlar) yapıların değerlendirilmesini içerir.

Normal bir akciğerde ultrason probu göğüs duvarı üzerinde herhangi bir interkostal aralığa longitudinal olarak konulduğunda sırayla şu yapılar ayırt edilebilir;

1. Subkutan doku ve interkostal kaslar (anatomik görüntü)
2. Üst ve alt kostalar: Altlarında ultrason dalgalarının, kalsifiye kemik korteksinden neredeyse tamamen yansmasına bağlı akustik gölge oluştururlar.

3. Plevral çizgi: Kostaların 0,5-1 cm altında, hiperekoik, homojen, horizontal çizgi halinde görülür Bu görüntü ultrason dalgalarının havalanmış akciğer dokusu ile karşılaşınca nerdeyse tamamen yansımaya bağlı olarak görülen bir artefaktır.

4. A Çizgileri: Plevral çizginin altında yer alan hiperekoik horizontal çizgilerdir. Bu görüntü ise plevral çizginin güçlü yansıtma özelliği nedeniyle ultrason dalgalarının prob ve plevra arasında defalarca gidip gelmesine bağlı reverberasyon (yankılanma) artefaktıdır.

5. Akciğer Kayması (“Lung Sliding”), Deniz Kenarı (“Seashore”) ve Akciğer Nabzı (“Lung Pulse”): Ultrason ile bakıldığında kostaların 0,5 cm altında hiperekoik bir çizgi şeklinde plevra görülür. Kostaların iç yüzeyinde paryetal, akciğerin dış yüzeyinde visseral plevra bulunmasına karşın bu yapılar sağlıklı bir bireyde sonografik olarak ayırt edilemez ve tek bir çizgi şeklinde görülür. Sağlıklı akciğerde solunum ile visseral plevra, parietal plevra üzerinde serbestçe hareket ederek kayma görüntüsü oluşturur. Akciğer kayma işaretinin M modda incelenmesi ile deniz kenarı işareti elde edilir.

Deniz kenarı işaretinde plevranın oluşturduğu hiperekoik çizgi ufuk çizgisine, cilt altı hareketsiz dokuların oluşturduğu horizontal çizgiler dalgalara, ventilasyonun yansımaya olan granüler görünüm ise plaj kumuna benzetilmiştir.

Akciğer nabzı ise kardiyak osilasyonların hareketsiz akciğere ritmik yansımaya kaynaklanır. Sağlıklı akciğerde apne sırasında gözlenir. Patolojik olarak atelektezide gözlenebilir. Pnömotoraksta kaybolur.

Akciğer kayması, tipik olarak pnömotoraksta kaybolur. Bunun dışında akciğerin havalanmadığı diğer durumlarda (apne, özefagus entübasyonu, endobronşial entübasyon), plörodezis, akciğer hacim kaybı (tam atelektazi, mukus tıkaçı) gibi durumlarda gözlenmez. Cilt altı amfizemde de ultrason görüntüsü oluşturulmasında genel bir güçlük yaşanacağından dolayı gözlenmez [34,37].

### 2.3.2.3. Patolojik Akciğerin Ultrasonografik Bulguları

Akciğerin sonografik incelemesi sonucu elde edilen patolojiler kaynaklandığı bölgeye göre üçe ayrılabilir; interstisyel sendrom, alveolar sendrom ve plevral sendrom. Bu sendromlara yol açan patolojiler şu şekilde gruplandırılabilir;

**İnterstisyel Sendrom ve B-çizgileri:** B-çizgileri; plevradan kaynaklanıp ekranın sonuna kadar sönmeden ilerleyen hiperekoik, laser benzeri, akciğer kayması ile uyumlu hareket eden, bulunduğu yerdeki A-çizgilerini silen, vertikal reverberasyon artefaktları olarak tanımlanır. B-çizgileri bir kuyruklu yıldız artefaktı çeşididir. Kuyruklu yıldız artefaktı ilk defa 1997 yılında Daniel Lichtenstein tarafından tanımlanmıştır. Lichtenstein konu ile ilgili bu ilk makalesinde akciğer ödeminde görülen subplevral interlobüler septa kalınlaşmaları, buzlu cam alanları ile akciğer ultrasonografisinde görülen kuyruklu yıldız manzarası arasında ilişki olduğunu göstermiştir. Daha sonraki yıllarda B-çizgileri ile karışabilen ancak alveolar-interstisyel sendrom ile ilişkisi olmayan E-çizgileri ve Z-çizgileri şeklinde başka kuyruklu yıldız artefaktları tanımlanmıştır [33].

Multipl, diffüz, bilateral B-çizgilerinin varlığı interstisyel sendroma işaret eder. İnterstisyel sendroma yol açabilecek patolojiler arasında pulmoner ödem, interstisyel pnömoni ve diffüz parankimal akciğer hastalığı (pulmoner fibrozis) sayılabilir [3].

Buna ek olarak fokal multipl B-çizgileri normal akciğerde veya pnömoni, atelettazi, pulmoner kontüzyon, pulmoner enfarkt, plevral hastalıklar ve neoplazilerde görülebilir [3].

**Alveolar Sendrom:** Akciğerde doku/hava oranı çok yüksek olduğu durumlarda, alveolar havanın tamamının veya tamamına yakınının yok olması sonucu, sonografik görüntüleme de doku benzeri bir patern (hiperekoik) oluşur. Alveolar sendroma yol açabilecek patolojilere örnek olarak konsolidasyon (pnömoni), atelettazi, pulmoner enfarkt, tümör ve kontüzyon sayılabilir.

**Plevral Sendromlar:** Plevra yaprakları arasına hava ya da sıvı birikmesi ile oluşur. Pnömotoraks veya plevral efüzyon nedeniyle görülebilir [37].

#### 2.3.2.4. Transvers LUS Skoru

Akciğerde havalanma kaybı LUS Skoru hesaplanarak değerlendirilebilir. İnceleme toraks duvarında anterior ve posterior aksiller çizgilerce birbirinden ayrılmış anterior, lateral ve posterior zonların alt ve üst kısmında olmak üzere 12 kadranda interkostal aralıklar arasından yapılır.

Söz konusu skora çoğunlukla longitudinal prob tutuşu kullanılmış olsa da transvers tutuşun avantajları nedeniyle transvers olarak da değerlendirilebilmektedir. Karışıklığa yol açmamak amacıyla bu skora 'Transvers LUS Skoru' olarak isimlendirilmiştir [36].

Bu skorlamada, her kadrana 0 ile 3 arasında bir puan verilir. Akciğer kayması ve A-çizgilerinin görüldüğü, izole 3'ten az B-çizgileri bulunduğu görüntü 'normal havalanma' olarak değerlendirilir ve 0 puan alır. 3 ve daha fazla birleşmemiş B-çizgisi varlığı 'az havalanma kaybı' olarak değerlendirilir ve 1 puan alır. 3 ve daha fazla birleşmeye eğilimli B-çizgisi varlığı orta havalanma kaybı olarak tanımlanır ve 2 puan alır. Sonografik olarak doku benzeri patern/konsolidasyon görülmesi halinde ise ciddi havalanma kaybı olarak değerlendirilir ve 3 puan alır. B-çizgilerinin birleşmeye eğilimli olup olmaması plevra aralarındaki mesafeye göre yorumlanır. Subplevral interlobüler septanın kalınlaşmasında septalar arası mesafe ile uyumlu olarak B-çizgileri arasında 7 mm'lik bir aralık oluştuğu düşünülmektedir(B7 çizgileri ya da septal roket)[38]. Alveollerin kısmi olarak dolduğu durumlarda ise B-çizgileri arası mesafe daralır ve yaklaşık 3 mm ye iner (B3 çizgileri ya da buzlu cam roketi), bu görüntü de 'birleşmeye eğilimli' olarak ifade edilir. Toplam skor 0-36 arasında değişir. Yüksek değerler daha ciddi havalanma kaybına işaret eder [4-7].

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayı alındıktan ve “Clinical Trials” başvurusu yapıldıktan sonra Kasım 2018 ile Temmuz 2019 tarihleri arasında Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Monoblok Ameliyathanede gerçekleştirildi. (ClinicalTrials.gov Kayıt Numarası: NCT03740854) Çalışmamız prostat kanseri tanısıyla RALRP cerrahisi geçiren toplam 74 hastada, yazılı aydınlatılmış onamları alınarak, randomize, prospektif ve çift kör olarak yapılmıştır.

Çalışmaya 18-75 yaş arası, Amerikan Anesteziyolojistleri Derneği [“American Society of Anesthesiologists” (ASA)] tarafından belirlenen fiziksel durum sınıflama sistemine göre ASA skoru 1-3 arası olan erkek hastalar dahil edilmiştir.

ASA IV ve üzeri, obstrüktif (1.saniye zorlu ekspirasyon volümü yani FEV1<%60) veya restriktif (zorlu vital kapasite yani FVC<%60) akciğer hastalığı olan, göğüs cerrahisi geçirmiş, ağır sigara içicisi (günde 25 sigara ve üzeri), vücut kitle indeksi 35 kg/m<sup>2</sup>’in üzerinde olan, radyal arter kanülü takılmasının kontrendike olduğu veya kullanılacak ilaçlara karşı alerjisi olduğu bilinen hastalar çalışma dışı bırakılmıştır.

Çalışmaya başlanmadan önce yapılan güç analiz sonucu; (1.tip hata %5 (çift yönlü), 2.tip hata %20 (güç %80)) gruplar arasında postoperatif 60. dakikadaki Transvers LUS Skoru için etki büyüklüğü %69 olup; öncesinde yapılan pilot çalışma ile elde edilen sonuca göre hesaplanmıştır. Analiz sonucu Grup PCV’de 1,45±1,29 ve Grup VCV’de 2,67±2,12 olarak alındığında her grupta en az 37 olgu ve toplamda 74 olgu ile çalışılması uygun görülmüştür.

Hastalar bilgisayar ile oluşturulan rastlantısal sayılar tablosu ile rasgele iki gruba ayrılıp ([www.randomizer.org](http://www.randomizer.org)) birinci gruba basınç kontrollü ventilasyon (Grup PCV), ikinci gruba volüm kontrollü ventilasyon (Grup VCV) uygulanmıştır.

### 3.1. Anestezi Protokolü

Hastalar çalışma öncesinde sözlü ve yazılı olarak bilgilendirilip, aydınlatılmış onamları alınmıştır. Ameliyathane hazırlık odasında, hastalara akciğer ultrasonografisi yapıldıktan sonra 0,03 mg/kg midazolam intravenöz olarak verilerek, ameliyat masasına transferleri sağlanmıştır. Hastanın ameliyathaneye girişinden ameliyat masasına alınana kadar geçen süre çalışma boyunca 'T1' olarak tanımlanmıştır. T1 süresince hastaların akciğer ultrasonografisi ile eş zamanlı olarak kan basıncı, kalp atım hızı, SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ve dakika solunum sayısı değerleri kaydedildi.

Hastalar ameliyat masasına alınarak pulse oksimetre, non-invaziv kan basıncı, elektrokardiyografi ve vücut sıcaklığı monitorizasyonları başlatıldıktan sonra üç dakika süre ile %100 oksijen ile preoksijenizasyon sonrası intravenöz olarak 1-2 mcg/kg fentanil, 1-2 mg/kg propofol, 0,6 mg/kg roküronyum ile anestezi induksiyonu yapıldı. 90 saniye süre ile %80 FiO<sub>2</sub> ve 8 lt/dk akım hızı ile elle ventilasyonu takiben, orotrakeal entübasyon sağlandı. Datex Ohmeda S/5 Avance model anestezi cihazı kullanılarak randomizasyon sonucu belirlenen protokole göre PCV veya VCV modda ventilasyon parametreleri ayarlandı. Entübasyon sonrası tüm hastalara Allen testi uygulanarak ekstremite dolaşimleri kontrol edildi. Ardından, lokal anestezi (1-2 ml %2 lidokain) infiltrasyonu yapılarak radial arter kanülü takılarak, invaziv arter basıncı monitörize edildi. Anestezi idamesi %40 oksijen-hava karışımı içinde %2 sevofluran, roküronyum (8-12 mcg/kg/dk) infüzyonu ve remifentanil infüzyonu (0,05-0,2 mcg/kg/dk) ile sağlandı. Cerrahi tamamlanincaya kadar restriktif sıvı tedavisi yaklaşımı uygulanarak 1-2 ml/kg/sa hızla kristalloid (izolen-s) replasmanı uygulandı. Hastaların orotrakeal entübasyonundan yaklaşık 5 dk sonra yapılan ölçüm zamanı çalışma boyunca 'T2' olarak adlandırıldı. T2 süresince akciğer ultrasonografisi ile eş zamanlı olarak hastaların kan basıncı, kalp atım hızı, SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, P<sub>peak</sub>, P<sub>mean</sub> ve C<sub>dyn</sub> değerleri kaydedildi.

Cerrahi sırasında hastalar 30° Trendelenburg pozisyonunda tutuldu. İntraabdominal basınç 10-12 mmHg arasında sürdürüldü. Cerrahinin sonlandırılıp batın desuflasyonu sağlandıktan sonra, hastanın mekanik ventilasyon desteği altında hala Trendelenburg pozisyonunda kaldığı zaman ile tekrar supin pozisyona

alınmasına kadar geçen süre T3 olarak isimlendirildi. T3 süresince akciğer ultrasonografisi ile eş zamanlı olarak hastaların kan basıncı, kalp atım hızı, SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, P<sub>peak</sub>, P<sub>mean</sub> ve C<sub>dyn</sub> değerleri kaydedildi.

Hastaların, supin pozisyonda ve mekanik ventilasyon desteği altında iken, uyandırılma aşamasına kadar takip edildiği süre ise T4 olarak isimlendirildi. T4 süresince akciğer ultrasonografisi ile eş zamanlı olarak hastaların kan basıncı, kalp atım hızı, SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, P<sub>peak</sub>, P<sub>mean</sub> ve C<sub>dyn</sub> değerleri kaydedildi.

Robotik kolların çıkarılması sonrası roküronyum infüzyonu durdurulup, iv 100 mg tramadol, 1 gr parasetamol ve insizyon yerlerine lokal anestezi infiltrasyonu uygulanarak analjezi sağlandı. Bulantı kusma profilaksisi amacıyla intravenöz olarak 8 mg ondansetron yapıldı. Nöromüsküler blokajı geri döndürmek için iv 4 mg/kg Sugammadex verilerek hastalar ekstübe edildi.

Hastalar, ekstübe edilip uyandırıldıktan sonra derlenme ünitesinde 4lt/dk maske oksijen desteği altında 1 saat takip edildi. Derlenme ünitesinde ağrı kontrolleri sağlanan (VAS Skoru 4 ve altı) ve Aldrete skoru 10'a ulaşan hastaların oksijen destekleri kesilerek 15 dk beklendi. Bu dönem T5 olarak isimlendirildi. T5 süresince hastaların akciğer ultrasonografisi ile eş zamanlı olarak kan basıncı, kalp atım hızı, SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ve DSS değerleri kaydedildi.

Çalışmanın birincil sonlanma noktası robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi cerrahisi geçiren hastalarda, volüm ve basınç kontrollü ventilasyon modlarında akciğer parankiminde meydana gelen değişikliklerin Transvers LUS Skoru açısından kıyaslanması olarak belirlendi. İkincil sonlanma noktaları ise Transvers LUS Skoru ile PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> arasındaki ilişkinin incelenmesi, PCV ve VCV gruplarının grup içi ve gruplar arası peroperatif farklı zaman dilimlerindeki değişikliklerle beraber meydana gelen hemodinamik (ortalama arter basıncı, kalp atım hızı) ve solunumsal (Transvers LUS Skoru, havayolu basınçları, dinamik kompliyans (C<sub>dyn</sub>), PaO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değeri) parametrelerin incelenmesidir.

### 3.2. Mekanik Ventilasyon Protokolü

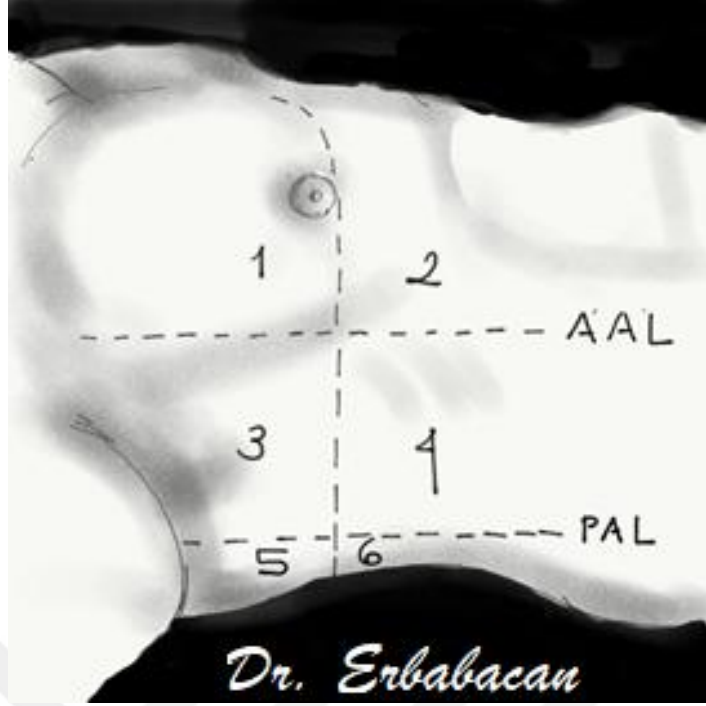
Hastalar randomize edilerek mekanik ventilasyon moduna göre PCV ve VCV olarak iki gruba ayrıldı.

Grup PCV’de inspiratuar basınç ( $P_{insp}$ ); 8ml/kg tidal volüm sağlayacak şekilde ayarlandı. Grup VCV için ise tidal volüm; ideal vücut ağırlığına göre 8ml/kg olacak şekilde ayarlandı. Tidal volüm hesaplanırken hastanın Devine formülüne göre hesaplanmış ideal vücut ağırlığı baz alındı [39]. Her iki grupta da başlangıç ventilasyon parametreleri dakika solunum sayısı (RR): 12 soluk/dk, inspirasyon/ekspirasyon oranı: 1/2,  $FiO_2$ : %40 olarak ayarlandı.

Mekanik ventilasyon süresince dakika solunum sayısı ve tidal volüm,  $etCO_2$  değerini 30-40  $cmH_2O$  tutacak şekilde ayarlandı. Her iki grupta da PEEP: 5  $cmH_2O$  olacak şekilde ventilasyon başlatıldı. Hipoksemi (periferik oksijen saturasyonu  $spO_2 < \%94$ ) gelişmesi durumunda öncelikle PEEP değeri 1  $cmH_2O$  artırılıp beş dakika süre ile beklenmiştir ve işlem PEEP değeri 10  $cmH_2O$  olana kadar tekrarlandı. Bunlara rağmen hipoksemi devam ederse  $FiO_2$  değeri %100’e alınarak 30 saniye süre ile 30  $cmH_2O$  basınç ile rekrutiment uygulandı.

### 3.3. Transvers LUS Skoru Hesaplanması

Ultrasonografik görüntüleme Esaote MyLab Five ultrason cihazı ile 1-8 MHz frekans aralığındaki CA631 konveks prob, transvers tutuş tekniği kullanılarak gerçekleştirildi. Her iki toraks duvarının üst ve alt kısımları anterior ve posterior aksiller çizgilerle birbirinden ayrılmış anterior, lateral ve posterior zonlara ayrılarak toplam 12 ölçüm kadranı oluşturuldu. (Şekil 1). Konveks usg probu, bu kadranlardaki iki kot arasına transvers yerleştirilerek interkostal aralıktan akciğer parankimi görüntülendi.



**Şekil 2:** Ölçüm kadrانlarının oluşturulması

Akciğer parankimindeki bulgular Monastesse ve ark.'nın [4] tanımladığı LUS skoruna göre puanlandırıldı. Monastesse ve ark. LUS skorunu tanımladıkları çalışmada USG probunu longitudinal tutarak akciğeri görüntülemişlerdir. Biz çalışmamızda akciğer dokusunu daha geniş alanda görüntülemek amacıyla USG probunu kotlara transversus olarak yerleştirdik. Bu nedenle çalışmamızda kullandığımız akciğer USG değerlendirme skorunu “Transvers LUS Skoru” olarak adlandırdık.

Transvers LUS Skorunda, her kadrana 0 ile 3 arasında bir puan verilir. Akciğer kayması ve A-çizgilerinin görüldüğü, izole 3'ten az B-çizgileri bulunduğu görüntü 'normal havalanma' olarak değerlendirilir ve 0 puan alır. 3 ve daha fazla birleşmemiş B-çizgisi varlığı 'az havalanma kaybı' olarak değerlendirilir ve 1 puan alır. 3 ve daha fazla birleşmeye eğilimli B-çizgisi varlığı orta havalanma kaybı olarak tanımlanır ve 2 puan alır. Sonografik olarak doku benzeri patern/konsolidasyon görülmesi halinde ise ciddi havalanma kaybı olarak değerlendirilir ve 3 puan alır. Toplam skor 0-36 arasında değişir.

**Tablo 1: Transvers LUS Skoru**

	<b>Normal Havalanma</b>	<b>Hafif Havalanma Kaybı</b>	<b>Orta Havalanma Kaybı</b>	<b>Ciddi Havalanma Kaybı</b>
<b>Puan</b>	0	1	2	3
<b>Görüntü</b>	0-2 B-çizgisi	≥3 B-çizgisi	Birleşmeye eğilimli ≥3 B-çizgisi	Konsolidasyon

### **3.4. Görüntülerin Saklanması ve Değerlendirilmesi**

Hasta takip formları ameliyathanemizde yalnızca çalışma yürütücüsünün erişebileceği bir klasör içinde ve ayrıca bilgisayar ortamında kaydedilerek saklanmıştır. Ultrasonografik muayene kayıtları belirli bir numaralandırma sistemi içinde sistematik olarak yapılmıştır ve ölçümler gün sonunda bilgisayar ortamına aktararak kaydedilmiştir. Yazılı ve görüntülü kayıt işlemleri sırasında hastaların kişisel bilgilerinin gizliliği esaslarına dikkat edilmiştir.

Anestezi hekimi (HZZ) tarafından 12 kadranda akciğer ultrasonografisi yapılarak görüntüler kayıt altına alınmıştır. Daha sonra bu görüntüler toraks radyolojisinde tecrübeli bir radyoloji uzmanı (SB) tarafından değerlendirilerek Transvers LUS Skoru puanları hesaplanmıştır. Tarafsız değerlendirme sağlanması amacıyla radyoloji hekimi ile yalnızca vaka numaraları ve söz konusu görüntülerin hangi akciğer kadranına ait olduğuna dair bilgileri içeren videolar paylaşılmış olup; hastaya dair diğer bilgiler paylaşılmamıştır.

### **3.5. Çalışmada kullanılan istatistiksel yöntemler**

Çalışmada elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir. Normal dağılıma uyan veriler ortalama  $\pm$  SD,

uymayanlar medyan (IQR), kategorik değişkenler ise frekans (n) ve yüzde şeklinde verilmiştir. İki grup arası karşılaştırmalarda normal dağılım gösteren veriler bağımsız gruplarda t testi, normal dağılmayan veriler Mann Whitney U testi ile, kategorik veriler Chi Square testi kullanılmıştır. Grup içi farklı zaman dilimlerinde elde edilen verilerin karşılaştırılmasında parametrik veriler için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA, Bonferroni düzeltmesi ile), normal dağılım göstermeyen veriler için Friedmann (Dunn-Bonferroni düzeltmesi ile) testleri kullanılmıştır. Farklı zaman dilimleri ve farklı gruplarda elde edilen LUS değerleri ile PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> arasındaki korelasyon Pearson testi ile araştırılmıştır. Anlamlılık sınırı çift yönlü p<0,05 olarak alınmıştır. Analizler SPSS V.21 (IBM, USA) yazılımı kullanılarak yapılmıştır.



## 4. BULGULAR

Çalışmamız 01.11.2018-30.07.2019 tarihleri arasında Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Hastanesi Monoblok Ameliyathanede Prostat Kanseri tanısı ile RALRP geçiren 74 erkek hastada gerçekleştirildi (Grup PCV:37 hasta, Grup VCV: 37 hasta).

### 4.1. Grupların Demografik Verileri

Hastaların yaşları 52 ile 76 arasında olup, ortalaması 63,12 ( $\pm 6,43$ ) yıl, median değeri 62 olarak bulunmuştur. Grup PCV'de yaş ortalaması 64,64 ( $\pm 5,95$ ) yıl, medyan değeri 65 yıl olan 37 erkek hasta mevcuttu. Grup VCV'de yaş ortalaması 61,59 ( $\pm 6,52$ ) yıl, medyan değeri 60 yıl olan 37 erkek hasta mevcuttu. Grup PCV'de yaş ortalaması, Grup VCV'ye göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p=0,039$ ).

**Tablo 2: Grupların yaşa göre değerlendirilmesi\***

	Grup PCV	Grup VCV	p
	Ort $\pm$ SD (Medyan)	Ort $\pm$ SD (Medyan)	
<b>Yaş (yıl)</b>	64,64 $\pm$ 5,95 (65)	61,59 $\pm$ 6,52 (60)	0,039
<i>*Bağımsız gruplarda t testi</i>			

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar erkektir.

## 4.2. Grupların ASA Sınıflaması Değerleri

Çalışmaya katılan hastaların 20'si ASA I (tüm hastaların % 27'si), 45'i ASA II (% 60), 9'u ASA III (% 12) grubuna dahil edilmiştir. Hastalar ASA sınıfları açısından incelendiğinde iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı (p=0,846).

**Tablo 3: Grupların ASA sınıflarının değerlendirilmesi**

		Grup PCV	Grup VCV	Toplam	p
<b>ASA I</b>	Sayı	11	9	20	0,846
	Yüzde	29,7%	24,3%	27%	
<b>ASA II</b>	Sayı	22	23	45	
	Yüzde	59,5%	62,2%	60,8%	
<b>ASA III</b>	Sayı	4	5	9	
	Yüzde	10,8%	13,5%	12,2%	
<b>Toplam</b>	Toplam Sayı	37	37	74	
	Toplam Yüzde	100%	100%	100%	
<i>*Pearson Ki-kare testi</i>					

### 4.3. Grupların Vücut Kitle İndeksi Değerleri

Çalışmaya katılan hastaların ortalama vücut kitle indeksi 27,44 ( $\pm 2,76$ ), medyan değeri 27,6-27,7'dir. Grup PCV'de ortalama vücut kitle indeksi 27,29 ( $\pm 2,75$ ) olan 37 erkek hasta, Grup VCV'de ortalama vücut kitle indeksi 27,59 ( $\pm 2,80$ ) olan 37 erkek hasta mevcuttur. Hastalar, vücut kitle indeksleri açısından incelendiğinde iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p=0,64$ ).

**Tablo 4: Hastaların vücut kitle indekslerinin değerlendirilmesi\***

	Grup PCV	Grup VCV	p
	Ort $\pm$ SD (Medyan)	Ort $\pm$ SD (Medyan)	
VKİ (kg/cm <sup>2</sup> )	27,29 $\pm$ 2,75 (26,8)	27,59 $\pm$ 2,80 (27,7)	0,644
	<b>Toplam:</b> 27,44 $\pm$ 2,76 (27,6-27,7)		
<i>*Bağımsız gruplarda t testi</i>			

### 4.4. Grupların Ortalama Ameliyat Süresi Değerleri

Ortalama ameliyat süresi, 287,29 ( $\pm 58,4$ ) dakika, medyan 290-290 dk olarak bulundu. Grup PCV'de ortalama cerrahi süresi 287,16 ( $\pm 54,25$ ) dk, medyan değeri 295 iken Grup VCV'de ortalama cerrahi süresi 287,43( $\pm 63,06$ ) dk, medyan değeri 290'dır. Ameliyat süreleri açısından incelendiğinde, iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p=0,98$ ).

**Tablo 5: Grupların ameliyat sürelerinin değerlendirilmesi\***

	Grup PCV	Grup VCV	p
	Ort±SD (Medyan)	Ort±SD (Medyan)	
<b>Ameliyat Süresi (dk)</b>	287,16±54,25 (295)	287,43±63,06 (290)	0,98
	Toplam: 287,29±58,4 (290-290)		
<i>*Bağımsız gruplarda t testi</i>			

#### **4.5. Grupların Ortalama Anestezi Süresi Değerleri**

Ortalama anestezi süresi 356,10(±57,37) dk, medyan değeri 360-360 dk olarak bulundu. Grup PCV’de ortalama anestezi süresi 351,94 (±55,26) dk, medyan değeri 360 dk iken Grup VCV’de 360,27 (±59,87) dk, medyan değeri 370 dk’dir. Hastaların anestezi altında kaldıkları süreler açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı (p=0,54).

**Tablo 6: Grupların anestezi süresinin değerlendirilmesi**

	Grup PCV	Grup VCV	p
	Ort±SD (Medyan)	Ort±SD (Medyan)	
<b>Anestezi Süresi</b>	351,94±55,26 (360)	360,27±59,87 (370)	0,54
	Toplam: 356,10±57,37 (360-360)		
<i>*Bağımsız gruplarda t testi</i>			

#### 4.6. Grupların Ortalama Sıvı Balansı

Çalışmaya katılan hastaların derlenme ünitesinden çıkmasına kadar geçen süredeki ortalama sıvı balansı Grup PCV’de 1664,86 ( $\pm 721,57$ ) ml, Grup VCV’de 1645,94 ( $\pm 629,63$ ) ml olarak bulunmuştur. Hastaların ortalama sıvı balansları açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,905$ ).

**Tablo 7: Ortalama sıvı balanslarının değerlendirilmesi\***

	<b>Grup PCV</b>	<b>Grup VCV</b>	<b>p</b>
	<b>Ort<math>\pm</math>SD (Medyan)</b>	<b>Ort<math>\pm</math>SD (Medyan)</b>	
<b>Sıvı Balansı</b>	1664,86 $\pm$ 721,57 (1700)	1645,94 $\pm$ 629,63 (1650)	0,905
	Toplam: 1655,40 $\pm$ 672,58 (1650-1700)		
<i>*Bağımsız gruplarda t testi</i>			

#### 4.7. Grupların Transvers LUS Skoru Değerleri

Grup PCV’nin Transvers LUS Skorunun zaman dilimleri arasındaki değişimi incelendiğinde T2, T3, T4 ve T5 zaman dilimlerinde T1’e göre artış göstermiştir (tüm zamanlar için  $p<0,001$ ). T2 değeri T3 ve T4’e göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (her iki ölçüm için  $p<0,001$ ). T5’te ölçülen Transvers LUS Skoru T2, T3 ve T4’e kıyasla düşük bulunmuştur (tüm zamanlar için  $p<0,001$ ). Hastaların T3 ve T4 ölçümleri arasında ise anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p=1,000$ ).

**Tablo 8: Grup PCV'nin medyan (IQR) değerlerinin incelenmesi\***

Zaman Dilimi	Medyan (IQR)*
T1	0 (0-0)
T2	0 (0-0)
T3	4 (1-5)
T4	4 (3-5)
T5	0 (0-1)
**Interquartile Range (Çeyrekler Açıklığı) (Q1-Q3)	

**Tablo 9: Grup PCV'nin Transvers LUS Skoru değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi\***

Karşılaştırılan Zaman Dilimleri	p
T1-T2	<0,001
T1-T3	<0,001
T1-T4	<0,001
T1-T5	<0,001
T2-T3	<0,001
T2-T4	<0,001
T2-T5	<0,001
T3-T4	1,000
T3-T5	0,020
T4-T5	0,014
*Friedmann Testi (Dunn-Bonferroni Düzeltmesi ile)	

Grup VCV'nin Transvers LUS Skorunun zaman dilimleri arasındaki değişimi incelendiğinde, T1 ile T2 arasında fark saptanmamıştır ( $p=1,000$ ). T3; T1 ve T2'ye göre, T4; T1 ve T2'ye göre artış göstermiştir (tüm karşılaştırmalar için  $p<0,001$ ). T3 ve T4 ölçümleri arasında ise anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p=1,000$ ). T5'e göre T1

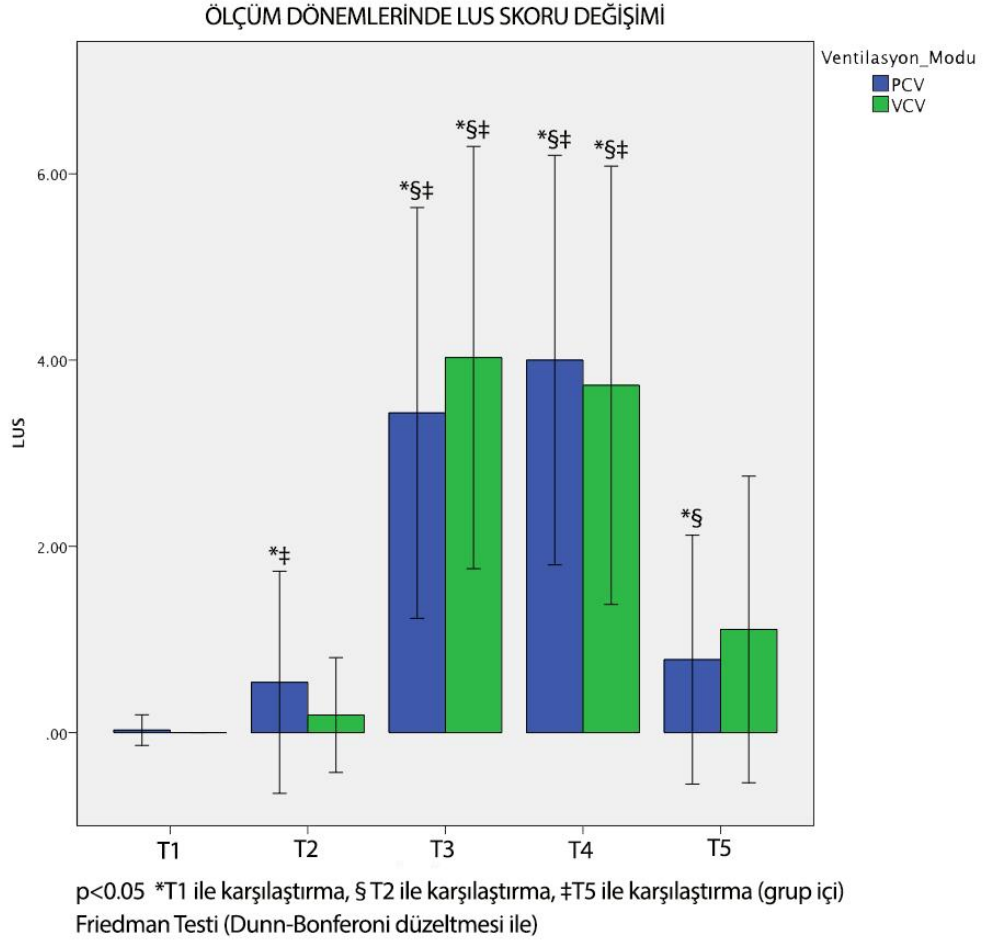
ve T2’de anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla  $p=0,330$ ,  $p=661$ ). T5 değeri T3 ve T4’e göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur (her iki ölçüm için  $p<0,001$ ).

**Tablo 10: Grup VCV’nin Transvers LUS Skoru değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi**

Zaman Dilimi	Medyan (IQR)*
T1	0 (0-0)
T2	0 (0-0)
T3	4 (3-6)
T4	4 (2,5-5)
T5	0 (0-2)

**Tablo 11: Grup VCV’nin Transvers LUS Skoru değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi\***

Karşılaştırılan Zaman Dilimleri	p
T1-T2	1,000
T1-T3	<0,001
T1-T4	<0,001
T1-T5	0,330
T2-T3	<0,001
T2-T4	<0,001
T2-T5	0,661
T3-T4	1,000
T3-T5	<0,001
T4-T5	<0,001
*Friedmann Testi (Dunn-Bonferroni Düzeltmesi ile)	



### Şekil 3. Ölçüm Dönemlerinde Transvers LUS Skoru Değişimi

Tüm ölçümlerde Transvers LUS Skoru açısından incelendiğinde PCV ve VCV grupları arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

**Tablo 12: Gruplar arası Transvers LUS Skoru Ölçümlerinin Kıyaslanması\***

Zaman Dilimi	Grup PCV		Grup VCV		p
	n	Medyan (IQR)	n	Medyan (IQR)	
<b>T1</b>	37	0 (0-0)	37	0 (0-0)	0,317
<b>T2</b>	37	0 (0-0)	37	0 (0-0)	0,180
<b>T3</b>	37	4 (1-5)	37	4 (3-6)	0,280
<b>T4</b>	37	4 (3-5)	37	4 (2,5-5)	0,540
<b>T5</b>	37	0 (0-1)	37	0 (0-2)	0,480

\*Mann whitney u

#### 4.8. Grupların PaO<sub>2</sub> Değeri

Arter kan gazında ölçülen parsiyel oksijen basıncı (PaO<sub>2</sub>) değerleri açısından iki grup kıyaslandığında Grup PCV'nin değerleri daha yüksek seyretse de bu fark istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır.

**Tablo 13: Gruplara Göre Arter Kan Gazında PaO<sub>2</sub> Ölçümlerinin Değerlendirilmesi**

		Grup PCV	Grup VCV	p
		Ort±SD (Medyan)	Ort±SD (Medyan)	
<b>PaO<sub>2</sub></b>	<b>T1*</b>	97,36±19,16 (92,3)	90,28±15,65 (87)	0,062
	<b>T2**</b>	149,32±30,22 (151)	141,64±30,20 (141)	0,278
	<b>T3**</b>	130,06±27,63 (134)	122,85±26,84 (125)	0,191
	<b>T4**</b>	137,57±28,14 (141)	125,23±27,49 (128)	0,06***
	<b>T5*</b>	85,26±16,52 (81,6)	83,76±15,08 (82)	0,657
<i>*Mann Whitney U</i>				
<i>**Bağımsız gruplarda T testi</i>				
<i>***Welch Testi</i>				

#### 4.9. Grupların PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Değerleri

PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değeri değişimleri açısından Grup PCV incelendiğinde T1 değeri T2, T3, T4 ve T5 değerlerinden anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (sırasıyla p<0,001, p<0,001, p<0,001, p=0,005). T2 değeri ile T3, T4, T5 anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla p=0,216, p=0,548, p= 1,000). T3 değeri ile T2 ve T4 değerleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır (sırasıyla p=0,216, p=1,000).). T4 ile T3 arasında anlamlı fark bulunamamıştır (p=1,000). T5 değeri ile T2 arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p=1,000). T5 değerinin T3 ve T4'ten anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir (sırasıyla p=0,03, p=0,012).

**Tablo 14: Grup PCV'nin PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerlerinin zamanlar arası değişiminin değerlendirilmesi**

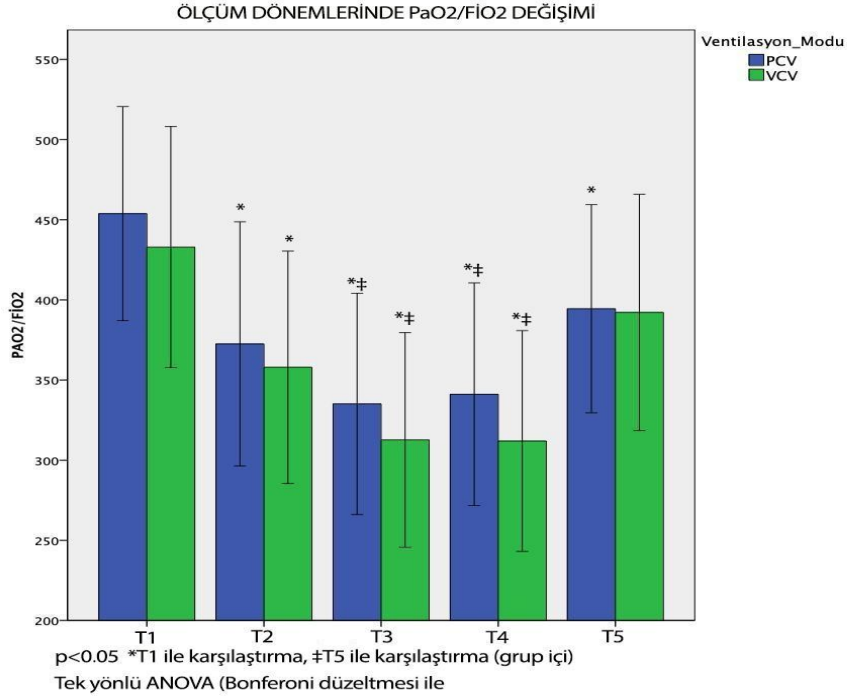
Karşılaştırılan Zaman Dilimi	Grup PCV	
	Ortalama Fark±SD	p
T1-T2	81,281±16,627	<0,001
T1-T3	118,713±16,627	<0,001
T1-T4	112,710±16,735	<0,001
T1-T5	59,362±16,627	0,005
T2-T3	37,432±16,145	0,216
T2-T4	31,429±16,257	0,548
T2-T5	-21,919±16,145	1,000
T3-T4	-6,004±16,257	1,000
T3-T5	-59,351±16,145	0,003
T4-T5	-53,348±16,257	0,012
Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA)		

Grup VCV'nin PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerlerinin zamanlara göre değişimi incelendiğinde T1 değeri T2, T3 ve T4'te hesaplanan PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerlerinden anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (tüm karşılaştırmalar için p<0,001). T1 ile T5 arasında anlamlı fark bulunmamıştır(p=0,166). T2 ile T3, T4, T5 arasında anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla p=0,071, p=0,063, p=0,406). T3 ile T4 değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır(p=1,000). T5'teki PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerinin T3 ve

T4'tekinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir (her iki karşılaştırma için  $p < 0,001$ ).

**Tablo 15: Grup VCV'de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerinin zamanlar arası ortalama farklarının değerlendirilmesi**

<b>Karşılaştırılan Zaman Dilimi</b>	<b>Ortalama Fark±Std Hata</b>	<b>p</b>
<b>T1-T2</b>	75,025 (±16,853)	<0,001
<b>T1-T3</b>	120,296 (±16,853)	<0,001
<b>T1-T4</b>	120,998 (±16,853)	<0,001
<b>T1-T5</b>	40,755 (±16,853)	0,166
<b>T2-T3</b>	45,270 (±16,617)	0,071
<b>T2-T4</b>	45,973 (±16,617)	0,063
<b>T2-T5</b>	-34,270 (±16,617)	0,406
<b>T3-T4</b>	0,703 (±16,617)	1,000
<b>T3-T5</b>	-79,541 (±16,617)	<0,001
<b>T4-T5</b>	-80,243 (±16,617)	<0,001
Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA)		



**Şekil 4. Ölçüm Dönemlerinde PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Değişimi**

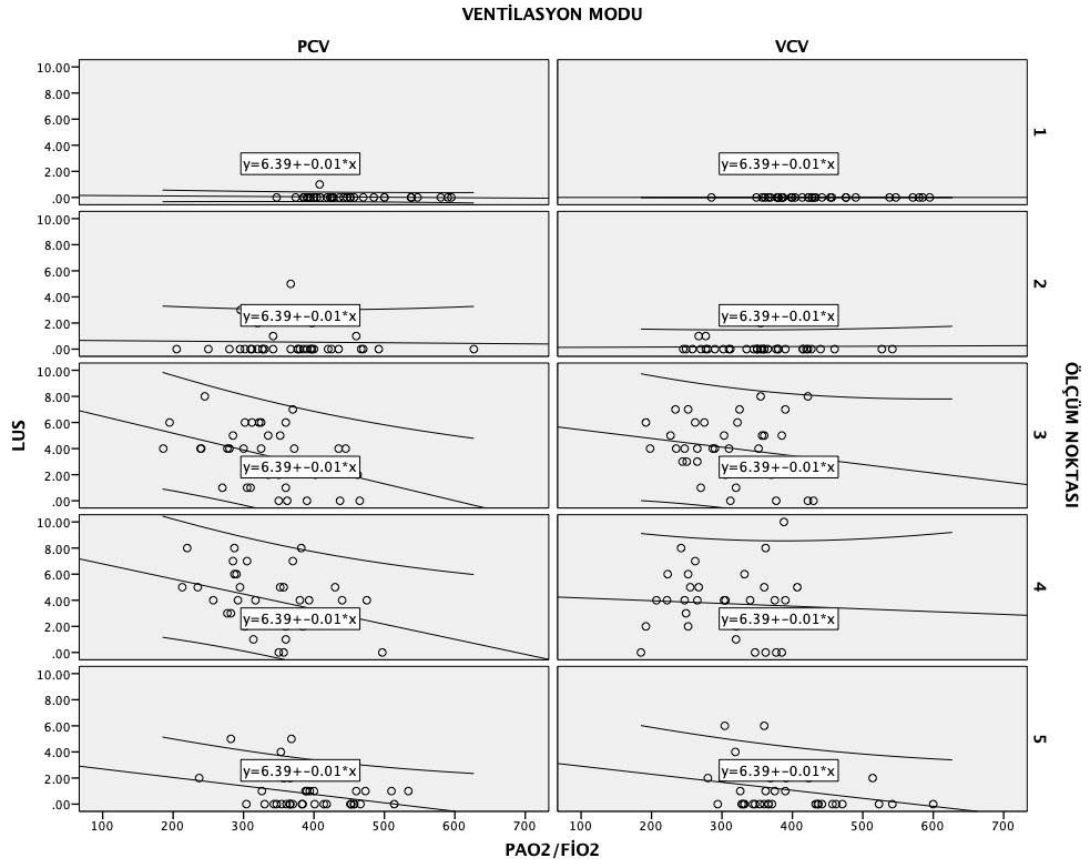
İki grup arasında PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> değerleri açısından kıyaslama yapıldığında tüm zaman dilimlerinde anlamlı fark gözlenmemiştir.

**Tablo 16: Gruplar arası PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> Ölçümlerinin Kıyaslanması\***

Zaman Dilimi	Grup PCV		Grup VCV		p
	n	Ort±SD	n	Ort±SD	
<b>T1</b>	33	453,85 (±66,792)	35	432,97 (±75,239)	0,232
<b>T2</b>	37	372,57 (±76,184)	37	357,95 (±72,516)	0,401
<b>T3</b>	37	335,14 (±69,016)	37	312,68 (±66,947)	0,160
<b>T4</b>	36	341,14 (±69,497)	37	311,07 (±68,880)	0,076
<b>T5</b>	37	394,49 (±64,906)	37	392,22 (±73,673)	0,889

\*Bağımsız gruplarda t testi

## 4.10. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ve LUS Skoru Değerlerinin Korelasyonu



Şekil 5. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ile Transvers LUS Skoru

PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ile Transvers LUS Skoru arasında negatif yönlü orta derecede bir korelasyon tespit edilmiştir ( $r=-0,440$ ,  $p<0,001$ ).

## 4.11. Grupların P<sub>peak</sub>, P<sub>mean</sub> ve C<sub>dyn</sub> Değerleri

P<sub>peak</sub> değerleri T2, T3 ve T4'te yapılan ölçümlerde Grup VCV'de Grup PCV'ye göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,002$ ,  $<0,001$ ,  $<0,001$ ). T2'de yapılan ölçümde Grup PCV'nin P<sub>mean</sub> değerleri Grup VCV'ye göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p=0,06$ ). T3 ve T4'te P<sub>mean</sub> değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,6$   $p=0,344$ ). Grup PCV'nin C<sub>dyn</sub> değerleri T2, T3 ve T4'te anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla  $p=0,041$ ,  $p<0,001$ ,  $p<0,001$ ).

**Tablo 17: Gruplara göre  $P_{peak}$ ,  $P_{mean}$  ve  $C_{dyn}$  ölçümlerinin değerlendirilmesi**

		Grup PCV	Grup VCV	p
		Ort±SD (Medyan)	Ort±SD (Medyan)	
$P_{peak}$	T2*	16,35±2,33 (16)	17,64±2,22 (17)	0,002
	T3*	19,97±2,22 (20)	23,70±3,29 (23)	<0 .001
	T4*	17,59±1,97 (18)	20,43±2,63 (20)	<0 .001
$P_{mean}$	T2*	10,10±0,93 (10)	9,54±0,76 (9)	0,006
	T3*	11,40±1,14 (11)	11,32±1,02 (11)	0,600
	T4*	10,62±0,95 (11)	10,40±0,98 (10)	0,344
$C_{dyn}$	T2**	53,52±12,22 (55,55)	48,05±10,22 (46,83)	0,041
	T3**	38,97±6,72 (38,07)	31,98±6,64 (31,25)	<0 .001
	T4**	47,06±7,30 (45,81)	39,30±7,79 (37,21)	<0 .001
<i>*Mann Whitney U Testi</i>				
<i>**Bağımsız gruplarda T testi</i>				

#### 4.12. Grupların Hemodinamik Ölçümleri

Hastaların T1'de ortalama kalp atım hızı değerleri benzer bulunmuştur ( $p=0,701$ ). Grup PCV'deki hastaların T1'deki ortalama arter basıncı değeri Grup VCV'ye göre anlamlı düzeyde daha yüksek saptanmıştır ( $p=0,001$ ). T2, T3, T4 ve T5'te iki grup arasında kalp atım hızı ve ortalama arter basıncı değerlerinde anlamlı

farklılık gözlenmemiştir (Kalp atım hızı için sırasıyla p değerleri; 0,588, 0,109, 0,160, 0,884) (Ortalama arter basıncı için sırasıyla p değeri; 0,655, 0,264, 0,615, 0,576).

**Tablo 18: Gruplara göre hemodinamik ölçümlerin değerlendirilmesi**

		Grup PCV	Grup VCV	p
		Ort±SD (Medyan)	Ort±SD (Medyan)	
<b>KAH</b>	<b>T1 *</b>	75,18±11,49 (74)	76,18±10,82 (77)	0,701
	<b>T2 **</b>	64,86±9,7 (63)	66,70±10,98 (65)	0,588
	<b>T3 *</b>	69,32±10,00 (69)	73,70±12,98 (74)	0,109
	<b>T4 *</b>	67,94±10,98 (67)	71,97±13,33 (73)	0,160
	<b>T5 *</b>	79,35±10,06 (82)	78,97±12,10 (80)	0,884
<b>OAB</b>	<b>T1 **</b>	107,80±9,58(107,33)	100,15±7,84 (98,33)	0,001
	<b>T2 *</b>	80,09±12,99 (79,66)	78,83±11,12 (77)	0,655
	<b>T3 *</b>	87,99±11,95 (87)	85,09±10,15 (80)	0,264
	<b>T4 *</b>	79,96±13,68 (79)	81,62±14,55 (80)	0,615
	<b>T5 *</b>	96,09±12,49 (96)	94,51±11,77 (96,33)	0,576
*Bağımsız gruplarda t testi				
**Mann Whitney U testi				

## 5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasının amacı, Trendelenburg pozisyonunda robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi cerrahisi geçiren hastalarda PCV ve VCV modlarının Transvers LUS Skoru, oksijenlenme ve mekanik ventilasyon ölçümleri açısından karşılaştırılması ve hastalarımız için optimal ventilasyon modunun seçilmesinde yol gösterici olmasıdır

Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi cerrahisinin anestezi yönetimi, aşırı Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyumun genel anestezi ile birlikteliğinin fizyolojik etkileri ve risklerinin iyi anlaşılmasını gerektirmektedir. RALRP cerrahisi sırasında diyaframın yukarı doğru yer değiştirmesi sonucu atelettazi gelişimi, azalmış fonksiyonel rezidüel kapasite ve akciğer kompliyansı gibi anesteziyi zorlayacak pek çok solunumsal sorun aynı anda yaşanabilmektedir. Bu nedenle anestezi sisteminin koruyacak ve aşırı Trendelenburg-pnömoperitonyum birlikteliğinin hastaya vereceği zararı en aza indirecek bir ventilasyon stratejisi uygulaması gerekir. Hastaya ve cerrahiye uygun mod seçilmesi bunun ilk basamağını oluşturur. Ancak, mekanik ventilasyonun temel modları arasında sayılan basınç ve volüm kontrollü ventilasyon modlarının birbirine üstünlükleri konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Dahası bu iki ventilasyon modunun kıyaslanması amacıyla günümüze değin yapılan çalışmalarda kullanılan parametreler birbirine oldukça benzerdir. Söz konusu çalışmalar iki ventilasyon modunu kıyaslamada solunumsal gösterge olarak daha çok solunum mekanikleri ( $P_{peak}$ ,  $P_{mean}$ ,  $P_{aw}$ , kompliyans değerleri), hemodinamik göstergeler (KAH, OAB gibi) ve arter kan gazları ölçümlerini kullanmıştır. Ancak, iki ventilasyon modunu akciğerde oluşan havalanma kaybı açısından değerlendirecek akciğer ultrasonografisi tekniği ile kıyaslayan çalışma bulunmamaktadır.

Mekanik ventilasyon uygulaması başlatılırken seçilecek modun hastaya ve cerrahiye uygunluğunun değerlendirilmesi önem arz eder. Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi sırasında cerrahi açıdan özelleştirilmiş bir

laparoskopik teknik kullanılır. Bu nedenle çalışmamızda literatür taraması yapılırken laparoskopik cerrahi geçiren diğer hasta gruplarını da içerecek şekilde PCV ve VCV modlarını kıyaslayan çalışmalar incelenerek öne çıkan makalelerin sonuçları değerlendirilmiştir.

Wang JP ve ark. [19] tarafından yapılan meta-analizde, PCV ile VCV'nin solunumsal ve hemodinamik parametrelere etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar taranmış. Meta-analize 2014 yılının sonuna kadar yayımlanmış 8 çalışma dahil edilmiştir. Çalışmaların 214'ünde PCV, 214'ünde VCV kullanılan 428 laparoskopik cerrahi geçirmiş olguyu içermektedir. Solunumsal parametreler ( $P_{peak}$ ,  $P_{plato}$ ,  $P_{mean}$ , kompliyans, rezistans, dakika ventilasyon,  $V_T$  ve  $etCO_2$ ) ve hemodinamik parametreler (KAH ve OAB) değerlendirilmiştir. Sonuçlar preoperatif (entübasyon sonrası cerrahi başlamadan), intraoperatif ve postoperatif (cerrahi sonrası, ekstübasyon öncesi) olarak sınıflandırılmış; iki grup arasında hemodinamik açıdan fark gözlenmemiştir. Solunumsal parametrelere bakıldığında Grup PCV'de preoperatif yapılan ölçümlerde daha düşük  $P_{peak}$ , daha yüksek kompliyans, daha düşük hava yolu rezistansı değerleri gözlenmiştir. İntraoperatif dönemde Grup PCV'de daha düşük  $P_{peak}$  ve daha yüksek kompliyans değerleri saptanırken, ortalama hava yolu basıncı değeri daha yüksek bulunmuştur. Postoperatif dönemde ise Grup PCV'nin hem  $P_{peak}$  hem ortalama hava yolu basıncı değerleri daha düşük bulunmuş ancak  $etCO_2$  değerleri açısından daha yüksek değerler gözlenmiştir. Diğer solunumsal parametreler açısından ise fark bulunmamıştır. Analiz sonucu laparoskopik cerrahi geçirecek hastalarda hemodinamik açıdan PCV ve VCV arasında fark gözlenmediği ancak Grup PCV'nin  $P_{peak}$ , kompliyans ve hava yolu rezistansı gibi solunumsal parametreler açısından kısmen daha iyi göstergelere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Choi ve ark. [18] tarafından yapılan çalışmada RALRP cerrahisi geçirmiş 34 hasta incelenmiş; hastalar PCV ve VCV modları ile ventilasyonları sağlanacak şekilde iki eşit gruba ayrılmıştır. Tüm hastalara pulmoner arter katateri takılmış olup ölçülen solunumsal ( $PaO_2$ , solunum sayısı,  $C_{dyn}$ ,  $P_{peak}$ ,  $P_{mean}$ , tahmini ölü boşluk/ tidal volüm oranı, şant fraksiyonu) ve hemodinamik (KAH, CVP, OAB, ortalama pulmoner arter basıncı, pulmoner kapiller kama basıncı, kardiyak indeks, sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, sağ ventrikül diyastol sonu volüm indeksi değerleri) parametreler kıyaslanmıştır. Ölçümler entübasyon sonrası supin pozisyonda, 30°

Trendelenburg pozisyonunda iken pnömoperitonyumun 60. dakikasında ve 120. dakikasında olmak üzere dört defa tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda Grup PCV, daha yüksek  $C_{dyn}$  ve daha düşük  $P_{peak}$  değerleri göstermesi dışında solunumsal ve hemodinamik açıdan Grup VCV'den farklı bulunmamıştır. Yazarlar, Grup PCV'nin  $P_{peak}$  değerlerindeki düşüklüğün hastaların oksijenizasyonunda iyileşmeye sebep olmamasına dikkat çekmişlerdir. Bu durumun gerekçesi olarak da gruplar arası ortalama hava yolu basınçları ( $P_{mean}$ ) arasındaki benzerlik gösterilmiştir. Ortalama hava yolu basıncının önemi; 'kollabe olmuş alveolün rekrutmentini ve kan akımının yeniden dağılımını belirleyen esas basınç değeri' olması ile açıklanmıştır. Sonuç olarak her iki ventilasyon modunun RALRP cerrahisi için uygulanabilir olduğu çıkarımı yapılmıştır.

Jaju ve ark. [17] tarafından yapılmış çalışmada robot yardımcı pelvik cerrahi (radikal histerektomi ve prostatektomi) geçirmiş 60 hasta incelenmiş; hastalar PCV ve VCV şeklinde 30'arlı gruplara ayrılmıştır. Tüm hastalarda ventilasyon öncelikle VCV modunda başlatılarak ilk ölçümleri yapılmış. Pozisyon verilmesi sonrası PCV veya VCV şeklinde ventilasyona devam edilmiştir. Daha sonraki ölçümler hastaya Trendelenburg pozisyonu ( $40^\circ$ ) verilmesinin 60. dakikasında, 120. dakikasında ve hasta tekrar supin pozisyona alındığında yapılmış. Bu zaman dilimlerinde hastaların solunumsal ( $P_{peak}$ ,  $P_{mean}$ ,  $C_{dyn}$ , arter kan gazı analizi) ve hemodinamik (kalp hızı, OAB, CVP) değerleri kaydedilmiştir. Hastaların Trendelenburg pozisyonunda kaldığı 2 ölçüm zamanında Grup VCV'de  $P_{peak}$  ve  $P_{mean}$  değerleri Grup PCV'ye göre belirgin yüksek bulunmuştur ( $p < 0,001$ ).  $C_{dyn}$  değerleri Grup PCV'de daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,001$  ve  $< 0,045$ ). Hemodinamik parametreler açısından ise fark bulunmamıştır. Çalışmanın sonucunda robotik pelvik cerrahilerde daha iyi solunumsal göstergelere yol açması nedeniyle PCV modunun tercih edilmesi gerektiği çıkarımı yapılmıştır.

Jaju ve ark. [17] çalışmasında, Choi ve ark. [18] yaptığı çalışmadan farklı olarak daha yüksek  $P_{mean}$  ve daha düşük  $PaO_2$  değerlerine ulaşılmasının sebebi olarak uygulanan Trendelenburg pozisyonunun dereceleri arasındaki fark olduğu düşünülebilir (Jaju ve ark.;  $40^\circ$ , Choi ve ark.;  $30^\circ$ ). Ayrıca her iki çalışmada da konuyla ilgili veri bulunmasa da cerrahinin süresi de sonuçları etkileyecek bir etken olabilir.

Bizim çalışmamızda solunum mekanikleri açısından değerlendirildiğinde tüm zaman dilimlerinde ölçülen  $P_{peak}$  değerleri Grup VCV’de Grup PCV’ye göre anlamlı düzeyde yüksekti ( $p=0,002$ ). Ortalama hava yolu basınçları açısından değerlendirildiğinde entübasyon sonrası (T2) yapılan ölçümde Grup PCV’nin ortalama hava yolu basıncı değerleri Grup VCV’ye göre anlamlı düzeyde yüksek olarak bulunurken, mekanik ventilasyon uygulamasının devam ettiği diğer ölçüm dönemlerinde ortalama hava yolu basınçlarının iki grup arasında benzer değerler gösterdiği bulundu ( $p=0,6$   $p=0,344$ ). İki grup,  $C_{dyn}$  değerleri açısından kıyaslandığında tüm zaman dilimlerinde anlamlı olarak Grup PCV’nin kompliyans değeri daha yüksek bulundu. Çalışmamızın sonuçları  $P_{peak}$  ve  $C_{dyn}$  değerleri açısından mevcut literatürle benzerlik göstermektedir [17–19]. Ortalama hava yolu basınçları açısından yalnızca indüksiyon sonrası yapılan ölçümlerde gruplar arası fark bulunmuş olup, bu farklılık sonradan yapılan ölçümlerde devam etmemiştir. Ortalama hava yolu basınçları açısından mevcut literatür kendi içerisinde tutarlı değildir; bizim elde ettiğimiz sonuçlar da diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir [17–19].

Çalışmamız sonucundaki hemodinamik veriler incelendiğinde Grup PCV’nin mekanik ventilasyon başlamadan önceki kan basıncı değerlerinin daha yüksek olduğu görüldü. Ancak sonraki ölçümlerde iki ventilasyon modu arasında hemodinamik değerler açısından fark gözlenmedi. Çalışmamızın sonucunun, benzer çalışmalarla uyumlu olduğunu söyleyebiliriz [17].

Akciğer ultrasonografisi non-invaziv olması, yatakbaşı hızlı bir şekilde uygulanabilmesi, anlık görüntü vermesi ve radyasyon yaymayan bir teknik olması gibi avantajlara sahiptir. Ancak uzun yıllar boyunca akciğerin ultrasonografisinin yapılamayacağı görüşü hâkim olması nedeniyle bu alanda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. 1980’li yıllarda Daniel A. Lichtenstein gibi araştırmacıların ısrarlı çalışmaları konuyla ilgili merak uyandırmıştır. Son 20-30 yıl içerisinde ise uygulama yaygınlık kazanmaya başlamış ve ameliyathanede anestezi uzmanları tarafından farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Ancak akciğer ultrasonografisi hala gelişmekte olan bir görüntüleme tekniği olma özelliğini korumaktadır. Akciğer ultrasonografisi ile ilgili literatürü ventilasyon modlarının kıyaslanmasına yönelik olarak daralttığımızda ise karşımıza çıkacak kaynak sayısı oldukça sınırlıdır. Oysa ki, akciğer ultrasonografisi ile peroperatif tanı imkanı sağlanabilecek kollaps/atelektazi,

konsolidasyon, alveolar-interstisyel sendrom, plevral efüzyon ve pnömotoraks gibi pek çok solunumsal patoloji mevcuttur [40]. Dahası; akciğer ultrasonografisi ile akciğer havalanmasının takibi yapılabilmektedir.

Peroperatif dönemde LUS Skorlaması kullanımı akciğer havalanmasının takibini ve bu sayede solunumsal komplikasyonların önlenmesini amaçlar [4]. LUS skorlamasının kendisi henüz üzerinde çalışılan bir skorlama olup pek çok çalışmada karşımıza farklı uyarlamalar ve isim değişiklikleri ile çıkmaktadır. Bu tez çalışmasında, kullanılan akciğer ultrasonografisi tekniğinde transvers prob tutuş tekniği kullanılmış olmasına açıklık getirmesi amacıyla “Transvers LUS skoru” isimlendirmesi tercih edilmiştir. Ancak görüntüler klasik LUS skorunda olduğu gibi skorlanmıştır.

Her ne kadar konu ile ilgili yayınlar arasında ortak bir terminolojide buluşulamamış olsa da ‘Klasik LUS skoru’ isimlendirmesi kullanıldığında daha çok skorlamanın ilk ortaya atıldığı makalelere gönderme yapılmaktadır. Bu makalelere konu olan çalışmaların ilk ikisi Bouhemad ve ark.’nın [5] yoğun bakımda önce antibiyotik tedavisi alan ventilatör ilişkili pnömoni tanılı hastalar üzerinde, sonrasında da yine yoğun bakımda yatak başı PEEP ile akciğer rekrutmanı uygulanan hastalar üzerinde yapılan akciğer ultrasonografisi görüntülemelerine dayanır. Bu çalışmaları Soummer ve ark.’nın [7] başarılı bir ventilatörden ayırma sürecini takip eden ekstübasyon sonrası sıkıntıyı öngörmeye akciğer havalanmasının ultrasonografik değerlendirilmesini konu alan çalışması izler.

Bouhemad ve ark.’nın [6] konuyla ilgili yaptığı ilk çalışmada ventilatör ilişkili pnömoni tanılı 26 yoğun bakım hastasında antibiyotik tedavisi sonrası BT ile doğrulanan ultrasonografik tekrar havalanma bulguları takip edilmiştir. Dört ultrasonografik havalanma paterninin kullanıldığı bu skorlamaya “ultrasonografik akciğer tekrar havalanma skoru” adı verilmiştir. Bu skorlamanın puanlaması ‘1: normal havalanma 2: multipl, iyi tanımlanabilen B-çizgileri 3: multipl iç içe geçmiş B-çizgileri 4: konsolidasyon’ olacak şekilde dizayn edilmiştir. Ultrason değerlendirmesi toraksın 12 bölgesinden yapılmıştır. Araştırmacılar, pnömoni tedavisi öncesi ve sonrası yaptıkları ultrason bakışı ile elde ettikleri skorlama sonuçlarını BT ile elde ettikleri tekrar kazanılan akciğer volümü değerleri ile karşılaştırmışlardır. Skorlama sonucu elde edilen değerler ile akciğerde tekrar

kazanılan/kaybedilen akciğer volümü arasında korelasyon saptanmış ve dahası elde edilen puanlara bakılarak kaç mililitrelik akciğer hacminin tekrar kazanıldığı tahmin edilebileceği iddia edilmiştir.

Bouhemad ve ark. [6] daha sonra yoğun bakımda yatmakta olan 40 hafif ARDS hastasında rekrutiment ile akciğer havalanması arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Hastalara PEEP ile rekrutiment uygulanmış, bunun sonucu basınç volüm eğrisi tekniği ile hesaplanan akciğer volümü ve ultrasonografik tekrar havalanma skoru kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda basınç-volüm eğrisi metodu ile ultrasonografik tekrar havalanma skoru arasında güçlü korelasyon bulunmuştur ( $Rho=0,88$ ,  $p<0,0001$ ). Bu iki yöntemin birbirinin eşdeğeri olduğu sonucuna varılmıştır.

Bouhemad ve ark.nın [6] kullandığı skorlamada, görüntülere eşdeğer görülen puanlar ve ultrason bakışının yapıldığı toraks bölgeleri klasik LUS skorundaki ile birebir aynıdır. Bahsedilen çalışmaların ilkinde ultrasonografik skorlamadaki değişiklikler akciğerde havalanma kaybını göstermede altın standart yöntem olan BT görüntüsü ile doğrulanmıştır [5]. İkinci çalışmada ise mekanik ventilasyon pratiğinde yeri olan basınç volüm eğrisi çizdirme yöntemi ile yine aynı skorlamanın birbirine eş değer düzeyde benzer sonuçlar verdiği görülmüştür [6]. Bu çalışmalar sonucu havalanma kaybının tanısında ultrasonografik yöntemlerin kullanılabilirliği gösterilmiştir.

Soummer ve ark. [7] 100 yoğun bakım hastası üzerinde başarılı bir ventilatörden ayırma denemesinin ardından, postekstübasyon distres görülme ihtimalinin öngörülmesinde LUS skorunun kullanımının yararlılığını araştırmıştır. Hastalar spontan solunum denemesi öncesi, ekstübasyondan 60 dakika ve 4 saat sonra olacak şekilde 3 zaman diliminde akciğer ultrasonu, ekokardiyografi ve plazma BNP değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Postekstübasyon distres gözlenen grupta LUS skoru değerleri tüm zamanlarda daha yüksek olarak gözlenmiştir. Spontan solunum denemesi sırasında LUS skorunda artma yani akciğer havalanmasında azalma yalnızca postekstübasyon distres gözlenen gruptasaptanmıştır. Diğer değerler açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Çalışma sonucunda spontan solunum denemesi sırasında akciğer ultrasonu ile tespit edilen

havalanma kaybı bulgularının (LUS skoru>17 iken) postekstübasyon distresi öngörmede faydalı olduğu bulunmuştur.

Monastesse ve ark. [4] yaptıkları çalışmada laparoskopik olarak abdominal ya da jinekolojik cerrahi geçirmiş 30 hastada 'modifiye LUS skoru'nu kullanarak akciğer havalanmasını takip etmiş ve peroperatif olarak başta atelektazi olmak üzere pulmoner komplikasyonların saptanıp saptanamayacağını araştırmıştır. Çalışma kapsamında tüm hastalar genel anestezi indüksiyonu öncesi, indüksiyondan 5 dk. sonra, pnömoperitonyumun 5. dakikasında, derlenme ünitesine gelişin 15. dakikası ve derlenme ünitesinden çıkmadan hemen önce olmak üzere toplamda beş dönemde değerlendirilmiştir. Hastalara tüm zaman dilimlerinde düşük frekans (2-5 MHz) konveks prob ile modifiye LUS skoru değerlendirilmesi yapılarak, arter kan gazları analizi, mekanik ventilasyon parametreleri,  $P_{peak}$  değerleri ve operasyon masası açıları ölçülerek kaydedilmiştir. Modifiye LUS skoru; klasik LUS skorunun üzerinde değişiklikler yapılarak, skorlamanın atelektazi saptamada hassasiyetini artırmak üzere araştırmacılar tarafından değiştirilmesi ile oluşturulmuştur. Klasik LUS skorundan farklı olarak modifiye LUS skorunda subplevral konsolidasyonlar kendi içinde hafiften ağıra değerlendirilerek puanlamaya katkısı artırılmıştır. LUS skorunun zamanlar arası değişimi ile  $PaO_2/FiO_2$  üzerinden değerlendirilen oksijenizasyon değişimi arasında orta derecede korelasyon saptanmıştır ( $r= -0,43$ ,  $p=0,18$ ). Genel anestezi indüksiyonu ile LUS skorunda belirgin artma olduğu ve bu kötüleşmenin hasta derlenme ünitesini terk edene kadar devam ettiği gözlenmiştir. Bu artışın akciğer bazallerinde ve dependan akciğer zonlarında daha belirgin olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucu akciğer ultrasonografisinin peroperatif uygulanabilir; atelektazi ve diğer solunumsal komplikasyonları saptamaya uygun bir teknik olduğu sonucuna varılmıştır.

Monastesse ve ark. [4] peroperatif olarak LUS skorunun artış gösterdiğini, bu yüksekliğin hastalar derlenme ünitesini terk edene kadar devam ettiğini ve  $PaO_2/FiO_2$  ile LUS skoru arasında orta derecede korelasyon ( $r= -0,43$ ,  $p=0,018$ ) olduğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda ise hastaların LUS skorları her iki grupta bazal değerlerine (T1) göre Trendelenburg ve pnömoperitonyumun uygulandığı peroperatif dönemde (T3 ve T4) arttığı; oksijenasyonun bozulduğu saptanmıştır. Ancak, ekstübasyondan sonra derlenme döneminde LUS skorlarının azalmaya başladığı ve oksijenasyonun iyileştiği gözlenmiştir. Çalışmamız sonucunda tespit edilen

PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ile LUS skoru arasında bulunan orta dereceli korelasyon değeri (r=-0,440, p<0,001) Monastesse ve ark.'nın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ile LUS skoru arasındaki korelasyonun daha yüksek bulunmamasının nedeni cerrahi, pozisyon, pnömoperitonyum gibi nedenlerden kaynaklanan ve ventilasyon-perfüzyon dengesinde ölçümü yapılamayan dengesizliklere yol açan birtakım değişikliklerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Genel anestezinin akciğerde gaz değişimini bozduğu ve bunun önde gelen nedeninin atelektazi gelişimi olduğu uzun yıllardır iyi bilinen bir gerçektir [41]. Genel anestezi altındaki hastaların yaklaşık %90'ında dependan alanlarda atelektezi geliştiği saptanmıştır [42]. Atelektazi akciğer dokusunun kompresyonu, alveolar havanın absorpsiyonu ve sürfaktan yapısının bozulması sonucu meydana gelebilir. Genel anestezi altındaki hastalarda bu mekanizmaların üçü birden atelektazi oluşmasına yol açmaktadır. Kompresyon atelektazisi; alveollerin şiş kalmasını sağlayan transmural basıncın bir nedenle azalması ile alveollerin kollapsı sonucu meydana gelir. Diafram normal şartlar altında kasılı halde iken abdominal ve torakal boşluklar arası basınç farkını dengeler. Anestezi indüksiyonu ile beraber diyafragma gevşeyerek sefalik yönde yer değiştirir ve iki boşluk arasındaki basıncı dengeleyemez hale gelir. Bunun sonucunda plevral basınç özellikle dependan akciğer alanlarında çok yüksek hale gelir; bitişik akciğer dokusuna kompresyon uygular ve kompresyon atelektazisi meydana gelir. Kompresyon atelektazisi cerrahi tipinden (abdominal, torakal) ve hasta pozisyonundan (Trendelenburg, litotomi, dekübit) kaynaklı atelektazilerin altında yatan temel mekanizma olarak düşünülmektedir.

Son yıllarda, dependan akciğer alanlarındaki kapanmanın esas nedeninin akciğerlerin kollapsından ziyade sıvı ile dolması olduğu öne sürülmüştür. Gattinoni ve ark.'nın [43] öne sürdüğü "akciğer ağırlığı hipotezi"ne göre dependan alanlardaki akciğer dokusunun kollapsa uğramasının asıl nedeni ödematöz hale gelmiş akciğer dokusunun kendi ağırlığının oluşturduğu kompresif basınçtır.

Monastesse ve ark. [4] çalışmaları sonucunda dependan alanlarda modifiye LUS skorunun daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun gerekçesi olarak dependan alanlarda atelekteziye daha spesifik olan subplevral konsolidasyonların artışı olabileceği gibi B-çizgilerindeki artış da olabilir. Akciğer ultrasonografisi ile görülen B-çizgilerinin akciğerdeki doku/hava oranı yani akciğer dansitesindeki artış

kaynaklı ortaya çıktıkları düşünülmektedir [37]. Akciğer parankimi ile göğüs duvarının yumuşak dokuları arasında azalmış empedans ve interlobüler septadaki kalınlaşma ultrasonografik olarak oluşan lazer benzeri vertikal reverberasyon artefaktı görünümünü açıklar. Depandan alanlarda B-çizgilerinde artış gözlenmesi pek çok çalışmanın üzerinde ortaklaştığı bir sonuçtur. Akciğer ultrasonografisi ile atelektazinin tanınması amacıyla yapılan çalışmalar sonucu atelektazinin erken bir göstergesi olarak ‘akciğer nabızı’ bulgusu olduğu gösterilmiştir [44]. Ancak B-çizgilerindeki fokal artışın atelektezi gelişimi ile ilişkili olduğuna dair görüşler olsa da, peroperatif hipoksemiye yol açan en sık patolojinin atelektazi olduğu bilinse de ayırıcı tanı yapmanın klinisyen için güç olacağı kanaatindeyiz [3]. Monastesse ve ark.’nın çalışmasının BT gibi altın standart bir yöntemle desteklenmemiş olması da bu konudaki şüpheli görüşümüzü haklı çıkarmaktadır. On iki akciğer bölgesinden yapılan LUS Skoru puanlaması akciğerin tamamını etkileyen patolojileri göstermede daha yüksek değerler alınması ile sonuçlanabilmektedir. Buna karşılık olarak atelektazi gibi fokal patolojiler daha düşük değerler ile gösterilmesi ile sonuçlanabilmesi ihtimali bulunmaktadır.

Çalışmamızın sonucuna göre, her iki grupta da peroperatif Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyum uygulanması sırasında hastaların Transvers LUS Skorlarında artış meydana geldiği görülmüştür. Hastaların ameliyathaneye ilk gelişlerindeki Transvers LUS Skoru değerleri ile derlenme ünitesindeki Transvers LUS skorları arasında Grup VCV’de fark bulunamazken Grup PCV’de azalma olmak beraber istatistik fark olduğu görülmektedir.

### **5.1. Çalışmanın Limitasyonları**

Hasta gruplarının yaş ortalamaları incelendiğinde Grup PCV’de yaş ortalaması, Grup VCV’ye göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p=0,039$ ). Yaş ortalamasındaki değerlerindeki farklılık grupların homojenliğini bozan faktörler olarak değerlendirilebilir ve hastaların solunum fonksiyonlarını etkileyecek bir değişikliğe neden olmuş olabilir.

Çalışmamızda kullandığımız Transvers LUS Skoru sonuçlarını, akciğerde havalanma kaybının tanısında altın standart olan bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırmamış olmamız çalışmamızın diğer bir limitasyonudur.

Ultrasonografik muayene uygulayıcı bağımlı bir yöntemdir ve yorumlama sırasında farklılıklar oluşabilmektedir. Çalışma sırasında akciğer ultrasonografisini uygulayan tek bir anesteziist ve görüntüleri yorumlayan tek bir radyolog görev almıştır. Uygulayıcı ve görüntüleri yorumlayıcı kişi sayısının artırılması kullanıcı bağımlı hataları azaltabilir.



## 6. SONUÇ

Bu çalışmanın sonucunda, iki temel ventilasyon modu olan PCV ve VCV arasında akciğerde havalanma kaybını gösteren Transvers LUS Skoru açısından bir fark bulunmadığı; her iki ventilasyon modunun da RALRP geçirecek hastalarda uygun seçenekler olduğu kanısına varılmıştır.

Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi cerrahisinde PCV ve VCV gruplarında pozisyon ve pnömoperitonyum etkisiyle oksijenlenmenin bozulduğu ve akciğer ultrasonu ile saptanan Transvers LUS Skoru değişikliklerinin bununla korele olduğu saptanmıştır.

Akciğer ultrasonografisi ile havalanma kaybı saptanması açısından doğru yöntem arayışı hala devam etmekte olduğundan konu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Altindas F. Genel Anestezi. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD web sitesi [http://1942714199/dosya-depo/ders-notlari/fatis-altindas/Genel\\_Anestezi.pdf](http://1942714199/dosya-depo/ders-notlari/fatis-altindas/Genel_Anestezi.pdf).
2. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan&Mikhail's Clinical Anesthesiology. In: Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD, editors. 6th ed. Mc Graw Hill; 2018.
3. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012 Apr;38(4):577–91.
4. Monastesse A, Girard F, Massicotte N, Chartrand-Lefebvre C, Girard M. Lung Ultrasonography for the Assessment of Perioperative Atelectasis: A Pilot Feasibility Study. *Anesth Analg.* 2017 Feb;124(2):494–504.
5. Bouhemad B, Liu Z-H, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, Le-Guen M, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med.* 2010 Jan;38(1):84–92.
6. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby J-J. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011 Feb;183(3):341–7.
7. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin J-M, Lu Q, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress\*. *Crit Care Med.* 2012 Jul;40(7):2064–72.

8. Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Elliott RRD, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth*. 2019 Oct;
9. Fitzmaurice C, Allen C, Barber RM, Barregard L, Bhutta ZA, Brenner H, et al. Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. *JAMA Oncol*. 2017 Apr;3(4):524–48.
10. Cancer Stat Facts: Prostate Cancer [Internet]. Available from: <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/prost.html>
11. Novara G, Ficarra V, Rosen RC, Artibani W, Costello A, Eastham JA, et al. Systematic review and meta-analysis of perioperative outcomes and complications after robot-assisted radical prostatectomy. *Eur Urol*. 2012 Sep;62(3):431–52.
12. Sooriakumaran P, Pini G, Nyberg T, Derogar M, Carlsson S, Stranne J, et al. Erectile Function and Oncologic Outcomes Following Open Retropubic and Robot-assisted Radical Prostatectomy: Results from the LAParoscopic Prostatectomy Robot Open Trial. *Eur Urol*. 2018 Apr;73(4):618–27.
13. Wallerstedt A, Tyrizis SI, Thorsteinsdottir T, Carlsson S, Stranne J, Gustafsson O, et al. Short-term results after robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy compared to open radical prostatectomy. *Eur Urol*. 2015 Apr;67(4):660–70.
14. Maerz DA, Beck LN, Sim AJ, Gainsburg DM. Complications of robotic-assisted laparoscopic surgery distant from the surgical site. *Br J Anaesth*. 2017 Apr;118(4):492–503.
15. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, et al (Eds). *Clinical Anesthesia*. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
16. Unal N. Temel Anestezi. 2. Kecik Y, editor. 2016. 1009–1029 p.

17. Jaju R, Jaju PB, Dubey M, Mohammad S, Bhargava AK. Comparison of volume controlled ventilation and pressure controlled ventilation in patients undergoing robot-assisted pelvic surgeries: An open-label trial. *Indian J Anaesth.* 2017 Jan;61(1):17–23.
18. Choi EM, Na S, Choi SH, An J, Rha KH, Oh YJ. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth.* 2011 May;23(3):183–8.
19. Wang J-P, Wang H-B, Liu Y-J, Lou X-P, Wang X-D, Kong Y. Comparison of Pressure- and Volume-Controlled Ventilation in Laparoscopic Surgery: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trial. *Clin Invest Med.* 2015 May;38(3):E119-41.
20. Ashrafian H, Clancy O, Grover V, Darzi A. The evolution of robotic surgery: surgical and anaesthetic aspects. *Br J Anaesth.* 2017 Dec;119(suppl\_1):i72–84.
21. Miller RD, Cohen NH, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish J p., Young WL, editors. *Miller’s Anesthesia.* 8th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015.
22. Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A, Schemmer P, Kashfi A, Kraus T, et al. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation. *Dig Surg.* 2004;21(2):95–105.
23. Harper D, Chandler B. Splanchnic circulation. *BJA Educ [Internet].* 2015 Jun 8;16(2):66–71. Available from: <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkv017>
24. O’Malley C, Cunningham AJ. Physiologic changes during laparoscopy. *Anesthesiol Clin North America.* 2001 Mar;19(1):1–19.
25. Myre K, Rostrup M, Buanes T, Stokland O. Plasma catecholamines and haemodynamic changes during pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1998 Mar;42(3):343–7.

26. Pandey R, Garg R, Darlong V, Punj J, Chandralekha, Kumar A. Unpredicted neurological complications after robotic laparoscopic radical cystectomy and ileal conduit formation in steep trendelenburg position: two case reports. *Acta Anaesthesiol Belg.* 2010;61(3):163–6.
27. Lee LC. Cardiopulmonary collapse in the wake of robotic surgery. *AANA J.* 2014 Jun;82(3):231–4.
28. Bahar M, editor. *Anesteziyoloji, Yoğun Bakım ve Ağrı Temel Kavramlar.* 1st ed. İstanbul; 2007.
29. Dikmen Y. *Mekanik Ventilasyon Klinik Uygulama Temelleri.* 1st ed. İstanbul; 2012.
30. Cairo JM. *Pilbeam's Mechanical Ventilation; Physiological and Clinical Applications.* 2012. 71 p.
31. Hess DR, M. KR. *Mekanik Ventilasyonun Temelleri.* 3. Ankara; 2016.
32. Karakaya MA, Karakaya AD. *Yoğun Bakım Uygulamalarında Ultrasonografi.* In: Kılıçaslan A, Gök F, Bilgili B, İsmail C, editors. *Yoğun Bakım Uygulamalarında Ultrasonografi.* 1st ed. Ankara: Güneş Kitabevi; 2019.
33. Lichtenstein D. Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now? *Breathe (Sheffield, England).* 2017 Jun;13(2):100–11.
34. Kılıçaslan A, Gök F. *Yoğun Bakım Uygulamalarında Ultrasonografi.* In: Kılıçaslan A, Gök F, Bilgili B, Cinel İ, editors. *Yoğun Bakım Uygulamalarında Ultrasonografi.* 1st ed. Ankara: Güneş Kitabevi; 2019.
35. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound.* 2014 Jul;12:25.
36. Mongodi S, Bouhemad B, Orlando A, Stella A, Tavazzi G, Via G, et al. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration. *Ultraschall Med.* 2017 Oct;38(5):530–7.

37. Goffi A, Kruisselbrink R, Volpicelli G. The sound of air: point-of-care lung ultrasound in perioperative medicine. *Can J Anaesth*. 2018 Apr;65(4):399–416.
38. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997 Nov;156(5):1640–6.
39. Pai MP, Paloucek FP. The origin of the “ideal” body weight equations. *Ann Pharmacother*. 2000 Sep;34(9):1066–9.
40. Ford JW, Heiberg J, Brennan AP, Royse CF, Canty DJ, El-Ansary D, et al. A Pilot Assessment of 3 Point-of-Care Strategies for Diagnosis of Perioperative Lung Pathology. *Anesth Analg*. 2017 Mar;124(3):734–42.
41. NUNN JF, PAYNE JP. Hypoxaemia after general anaesthesia. *Lancet* (London, England). 1962 Sep;2(7257):631–2.
42. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tokics L, Brismar B. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia. *Acta Radiol*. 1995 Nov;36(6):626–32.
43. Gattinoni L, D’Andrea L, Pelosi P, Vitale G, Pesenti A, Fumagalli R. Regional effects and mechanism of positive end-expiratory pressure in early adult respiratory distress syndrome. *JAMA*. 1993 Apr;269(16):2122–7.
44. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Meziere G. The “lung pulse”: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med*. 2003 Dec;29(12):2187–92.

## 9. İNTİHAL TARAMA RAPORU

ROBOTİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ GEÇİREN  
HASTALARDA İKİ FARKLI VENTİLASYON MODUNUN  
AKCİĞER HAVALANMASINA ETKİSİ: ULTRASONOGRAFİK  
DEĞERLENDİRME

### ORIJINALLIK RAPORU

% <b>6</b>	% <b>4</b>	% <b>3</b>	% <b>5</b>
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

### BİRİNCİL KAYNAKLAR

<b>1</b>	<b>Submitted to Marmara University</b> Öğrenci Ödevi	% <b>1</b>
<b>2</b>	<b>Wioleta Serweta, Małgorzata Matusiak, Katarzyna Ławińska. "Research on Optimising the Insulation of Footwear Materials Using Statistical Methods", Fibres and Textiles in Eastern Europe, 2019</b> Yayın	<% <b>1</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to TechKnowledge Turkey</b> Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Karabük Üniversitesi</b> Öğrenci Ödevi	<% <b>1</b>
<b>5</b>	<b>GÖKTAY, Özgen, SATILMIŞ, Tülin, GARİP, Hasan, GÖNÜL, Onur and GÖKER, Kamil. "Gömülü üçüncü molar diş cerrahisinde tramadol ve fentanilin anksiyete ve postoperatif</b>	<% <b>1</b>