

**T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**COVID 19 PNÖMONİSİNDE AĞIR KLİNİK SEYRİ  
ÖNGÖREN RADYOLOJİK KRİTERLERİN, BİLGİSAYARLI  
TOMOGRAFİ (BT) SKORUNUN VE KLİNİK  
GÖSTERGELERİN MORTALİTEYLE İLİŞKİSİ**

**UZMANLIK TEZİ  
Dr. Mehmet Can PENÇE**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Gonca ERBAŞ**

**ANKARA  
OCAK 2021**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen hocalarım; Prof. Dr. Sedat Işık, Prof. Dr. Erhan T. Ilgıt, Prof. Dr. E. Turgut Talı, Prof. Dr. Mehmet Araç, Prof. Dr. Öznur L. Boyunağa, Prof. Dr. Cem Yücel, Prof. Dr. Ahmet Baran Önal, Prof. Dr. Nil Tokgöz, Prof. Dr. Suna Özhan Oktar, Prof. Dr. Ali Yusuf Öner, Prof. Dr. Serap Gültekin, Doç. Dr. Gonca Erbaş, Doç. Dr. Murat Uçar, Doç. Dr. Koray Kılıç, Doç. Dr. Mehmet Koray Akkan, Dr. Öğr. Üyesi Emetullah Cindil, Uzm. Dr. Aydan Avdan Aslan, Uzm. Dr. Halit Nahit Şendur, Uzm. Dr. Fatih Öncü, Uzm. Dr. Mahinur Cerit ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm araştırma görevlisi arkadaşlarım ile Gazi Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın tüm aşamalarında ilgi, destek ve yardımını hiç esirgemeyen ve uzmanlık eğitimim boyunca da bilgi, deneyim ve manevi desteği ile büyük katkıda bulunan tez danışmanım sayın Doç. Dr. Gonca Erbaş'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yine tez çalışmam boyunca tüm aşamalarda büyük katkı ve yardımlarda bulunan, kendisinden pek çok şey öğrendiğim sayın Uzm. Dr. Aydan Avdan Aslan'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Özlem Güzel Tunçcan ve sayın Prof. Dr. Murat Dizbay'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tüm hayatım boyunca sevgi ve destekleriyle yanımda olarak beni bugünlere getiren aileme ve desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili eşim Ayşegöl Yay’a sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| TEŞEKKÜR.....                                                     | i    |
| İÇİNDEKİLER.....                                                  | iii  |
| KISALTMALAR.....                                                  | vi   |
| ŞEKİLLER.....                                                     | vii  |
| TABLOLAR.....                                                     | viii |
| RESİMLER.....                                                     | ix   |
| GRAFİKLER.....                                                    | x    |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....                                             | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                            | 4    |
| 2.1. COVID-19.....                                                | 4    |
| 2.1.1. COVID-19'un Epidemiyolojisi.....                           | 5    |
| 2.1.2. COVID-19'un Patofizyolojisi.....                           | 5    |
| 2.1.3. COVID-19'un Klinik Özellikleri.....                        | 7    |
| 2.1.4. COVID-19'un Görüntüleme Özellikleri.....                   | 8    |
| 2.1.5. COVID-19'da Negatif Prognostik Faktörler.....              | 14   |
| 2.1.6. COVID-19'un Pulmoner ve Trombotik<br>Komplikasyonları..... | 15   |
| 2.1.6.1. Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS).....            | 15   |
| 2.1.6.2. Pulmoner tromboemboli (PTE).....                         | 16   |
| 2.1.6.3. Pnömotoraks ve Pnömomediastinum.....                     | 17   |
| 2.1.6.4. Diğer Trombotik Komplikasyonlar.....                     | 18   |
| 2.1.7. COVID 19'da Ayırıcı Tanı.....                              | 18   |

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2. Modifiye CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc (mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc) Skoru..... | 19 |
| 2.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT) .....                                                                    | 21 |
| 2.3.1. Bilgisayarlı Tomografinin Tarihçesi.....                                                           | 21 |
| 2.3.2. Bilgisayarlı Tomografinin Fizik Özellikleri.....                                                   | 27 |
| 2.3.2.1. Bilgisayarlı Tomografinin Bileşenleri.....                                                       | 27 |
| 2.3.2.2. Gantri Rotasyon Süresi.....                                                                      | 29 |
| 2.3.2.3. Çok Kesitli BT (ÇKBT).....                                                                       | 30 |
| 2.3.3. Bilgisayarlı Tomografide Görüntünün Oluşturulması...                                               | 30 |
| 2.3.4. Bilgisayarlı Tomografide Doz Azaltma Yöntemleri....                                                | 32 |
| 2.3.4.1. Tüp Akımı (mA), Tüp Akımı Işınlama Zamanı (s) ve<br>Pik Kilovoltajın (kVp) Değiştirilmesi .....  | 32 |
| 2.3.4.2. Masa Hızı (Pitch).....                                                                           | 33 |
| 2.3.4.3. Otomatik Ekspozur Kontrolü (OEK).....                                                            | 33 |
| 2.3.4.4. Tek Faz Görüntüleme.....                                                                         | 33 |
| 2.3.4.5. Diğer Yöntemler.....                                                                             | 34 |
| 2.3.5. BT’de Görüntü Kalitesini Etkileyen Etmenler.....                                                   | 34 |
| 2.3.5.1. Kontrast Çözünürlüğü.....                                                                        | 35 |
| 2.3.5.2. Uzaysal Çözünürlük.....                                                                          | 35 |
| 2.3.5.3. Gürültü.....                                                                                     | 36 |
| 2.4. Semi-kantitatif BT Skoru ve Brixia Skoru.....                                                        | 36 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                                                                  | 40 |
| 3.1. Görüntüleme Protokolü.....                                                                           | 42 |
| 3.2. Veri Toplama ve Görüntü Analizi .....                                                                | 43 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 3.3. İstatiksel Analiz..... | 44 |
| 4. BULGULAR.....            | 45 |
| 5. TARTIŞMA.....            | 58 |
| 6. SONUÇ.....               | 68 |
| 7. KAYNAKLAR.....           | 69 |
| 8. ÖZET.....                | 79 |
| 9. SUMMARY.....             | 81 |
| 10. ÖZGEÇMİŞ.....           | 83 |

## KISALTMALAR

|                                            |                                                          |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>BT</b>                                  | : Bilgisayarlı Tomografi                                 |
| <b>ÇKBT</b>                                | : Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi                     |
| <b>DSÖ</b>                                 | : Dünya Sağlık Örgütü                                    |
| <b>SARS-CoV 2</b>                          | : Severe Acute Respiratory Syndrome - CoronaVirus 2      |
| <b>COVID- 19</b>                           | : Corona Virus Disease- 2019                             |
| <b>RT- PCR</b>                             | : Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction        |
| <b>RSNA</b>                                | : Radiological Society of North America                  |
| <b>SVO</b>                                 | : Serebrovasküler Olay                                   |
| <b>PTE</b>                                 | : Pulmoner Tromboemboli                                  |
| <b>mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc</b> | : Modifiye CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc skoru  |
| <b>ARDS</b>                                | : Akut Respiratuar Distres Sendromu                      |
| <b>NLR</b>                                 | : Neutrophil- Lymphocyte Ratio (Nötrofil-Lenfosit Oranı) |
| <b>STEMİ</b>                               | : ST-Elevasyonlu Myokard İnfarktüsü                      |
| <b>NSTEMİ</b>                              | : Non ST-Elevasyonlu Myokard İnfarktüsü                  |
| <b>GFR</b>                                 | : Glomeruler Filtrasyon Hızı                             |
| <b>BUN</b>                                 | : Kan Üre Azotu                                          |
| <b>BUN/Cre</b>                             | : Kan Üre Azotu – Kreatinin oranı                        |
| <b>DAG</b>                                 | : Direkt Akciğer Grafisi                                 |

## ŞEKİLLER

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1</b> SARS-CoV-2'nin hücre girişi için önerilen mekanizması ve bağışıklık sisteminin aktivasyonunu..... | 7  |
| <b>Şekil 2</b> BT cihazlarının farklı jenerasyonları.....                                                        | 23 |
| <b>Şekil 3</b> Spiral BT çalışma prensibi.....                                                                   | 26 |



## TABLÖLAR

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1</b> COVID-19 pnömonisini raporlamada önerilen RSNA'nın toraks BT sınıflama sistemi.....                                                                                        | 11 |
| <b>Tablo 2</b> CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc skoru komponentleri ve puanlaması.....                                                                                              | 20 |
| <b>Tablo 3</b> Hasta gruplarının sosyodemografik veri dağılımı.....                                                                                                                       | 45 |
| <b>Tablo 4</b> Hasta gruplarının semptom başlangıcı ile ilk BT taraması arasındaki süreye göre dağılımı.....                                                                              | 46 |
| <b>Tablo 5</b> Hasta gruplarında görülen kronik hastalıkların ve eşlik eden bazı komplikasyonların dağılımı.....                                                                          | 48 |
| <b>Tablo 6</b> Hasta gruplarından elde edilen kan değerlerinin karşılaştırılması....                                                                                                      | 50 |
| <b>Tablo 7</b> Hasta gruplarında BT'de baskın elementer lezyonların dağılımı.....                                                                                                         | 51 |
| <b>Tablo 8</b> BT lezyonlarının RSNA'ya göre sınıflaması.....                                                                                                                             | 52 |
| <b>Tablo 9</b> Hastalarda yoğun bakım kabulü ve ihtiyaç duyulan solunum cihazına göre dağılımı.....                                                                                       | 53 |
| <b>Tablo 10</b> Yoğun bakım ihtiyacını belirlemede mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc, BT ve R-mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc skorlarının ROC eğrisi analiz tablosu.....    | 55 |
| <b>Tablo 11</b> Hasta gruplarının mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc, BT, R-mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc skorları ve mutlak Brixia skoru açısından karşılaştırılması..... | 55 |
| <b>Tablo 12</b> Mortaliteyi belirlemede mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> -VASc, BT ve R-mCHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc skorlarının ROC eğrisi analiz tablosu.....                | 57 |

## **RESİMLER**

**Resim 1** COVID-19 pnömonisi için tipik görüntüleme bulguları..... 13

**Resim 2** COVID-19 seyri sırasında gelişen ARDS'yi destekleyen BT bulguları.16

**Resim 3** Semi-kantitatif BT skoru hesaplama örneği..... 38

**Resim 4** Mutlak Brixia skoru hesaplama örneği..... 39

## GRAFİKLER

**Grafik 1** Yoğun bakım ihtiyacını belirlemede mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ROC eğrisi analizi..... 54

**Grafik 2** Mortaliteyi belirlemede mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ROC eğrisi analizi..... 57

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19), Çin Halk Cumhuriyeti'nin Wuhan eyaletinin Hubei şehrinde Aralık 2019'da ortaya çıkmış ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 11 Mart 2020'de pandemi olarak ilan edilmiştir. DSÖ verilerine göre dünya genelinde, günümüze kadar 114 milyon kişinin enfekte olmasına ve yaklaşık 2,5 milyon kişinin ölümüne neden olmuştur.<sup>1</sup>

COVID-19 tanısında standart olan referans tanı yöntemi, reverse transkriptaz polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR)'dur. Ancak RT-PCR'ın sınırlılıkları olup test sonucu negatif olan ve COVID-19 açısından klinik şüphenin yüksek olduğu hastalarda, duyarlılığının yüksek olması nedeniyle bilgisayarlı tomografi (BT) erken tanıda önemli bir rol oynamaktadır. Erken tanıdaki öneminin yanında, hastalığın progresyonunun ya da komplikasyonların değerlendirilmesinde ve tedaviye yanıtın takibinde de BT yoğun olarak kullanılmaktadır.<sup>2,3</sup> Kuzey Amerika Radyoloji Derneği (RSNA), COVID 19 pnömonisinde görülen BT bulgularını radyologların tanınması ve klinik karar verme süreçlerine raporların daha iyi entegrasyonu için bir uzman fikir birliği beyanı yayınlamıştır.<sup>4</sup> Ayrıca bazı çalışmalar sık veya nadir olarak tanımlanan BT bulgularının mortaliteyle ilişkisini incelemiş olup hastalığın prognozunu ve mortaliteyle ilişkisini tayin etmeye çalışmıştır.<sup>5</sup>

BT’de, etkilenen segment sayısının ve tutulum oranının semi-kantitatif veya kantitatif şekilde ölçülerek hastalığın şiddetinin belirlenmesine yönelik skorlama sistemleri geliştirilmiştir. Yang ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, BT skorları ile hastalık şiddeti arasında anlamlı bir korelasyon olduğu belirtilmektedir.<sup>6</sup> Colombi ve ark. semi-kantitatif olarak hesaplanan görsel skora ek olarak kullandıkları bilgisayar destekli volüm bazlı kantitatif skorlama yönteminde, iyi havalanma gösteren akciğer parankim oranının %73’ten az olduğu olgularda, yoğun bakıma yatış gerekliliğinde artış saptamışlardır.<sup>7</sup>

COVID-19’ un zaman geçtikçe trombotik komplikasyonları daha iyi anlaşılmış olup hastalık etkeni olan SARS-CoV 2 endotelyal hasar ile ilişkili bulunmuştur.<sup>8,9</sup> Klinik olarak bu hastalarda; pulmoner tromboemboli (PTE), akut koroner sendrom (AKS) ve serebrovasküler olay (SVO) gibi kardiyovasküler ve nörovasküler trombotik komplikasyonların insidansı artmıştır.<sup>10,11</sup> CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru (C: Congestif heart failure, H: Hypertension, A: Age/75 yaş üzeri, D: Diabetes Mellitus, S: Stroke, V: Vascular disease, A:Age/65-74 yaş, Sc: Sex category, female) trombotik komplikasyon ve mortalite riskini öngören iyi bir klinik risk skoru olarak kabul görmüştür.<sup>12</sup>

Bu çalışmanın ana amacı; semi-kantitatif yöntemle elde edilen BT skorunun, COVID 19 hastalığı için modifiye edilen CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun (mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc) ve radyolojik komponentin de eklendiği modifiye CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc (R-

mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc) skorunun ağır klinik seyir (ölüm ve yoğun bakım kabulü) ile ilişkisini araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. COVID-19

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Ocak 2020 tarihinde saptanan koronavirüsü “*SARS-CoV 2*” (*severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*) ve neden olduğu enfeksiyon hastalığını COVID-19 olarak adlandırmıştır. Hastalık damlacık ve temas yolu ile insandan insana bulaşmaktadır. İnkübasyon süresinin ortalama 4-5 gün (0-14 gün) olduğu gösterilmiştir. COVID-19; ağırlıklı olarak respiratuar sistemi etkilemekle birlikte kardiyovasküler, nörolojik ve gastrointestinal gibi diğer birçok sistemi de etkileyebilen multisistemik bir hastalıktır. Klinik olarak en yaygın semptomların ateş, öksürük, halsizlik ve nefes darlığı olan bu hastalıktan, en sık orta yaş grubu hastalar etkilenmiştir. Hastalığın klinik spektrumu; asemptomatik veya hafif solunum yolu enfeksiyonu bulgularından, ARDS (erişkinin solunumsal distres sendromu) tablosuna dek değişmektedir. COVID-19’un kesin tanısı hastanın solunum yolundan alınan örneklerde viral RNA’nın, revers transkriptaz polimeraz zincir reaksiyon (RT-PCR) testinde saptanması ile konur. RT-PCR’nin sınırlılıkları mevcut olup duyarlılık değerleri literatürde %60-95 aralığında değişiklik göstermektedir.<sup>13</sup> Bu yetersizlik nedeniyle görüntüleme yöntemlerine özellikle pandeminin başlangıcında sıkça başvurulmuştur. Ancak görüntüleme yöntemleri tanı koydurucu değil, tanıya yardımcı bir yöntem olup görüntülemenin normal olması COVID-19 hastalığını ekarte ettirmemektedir.

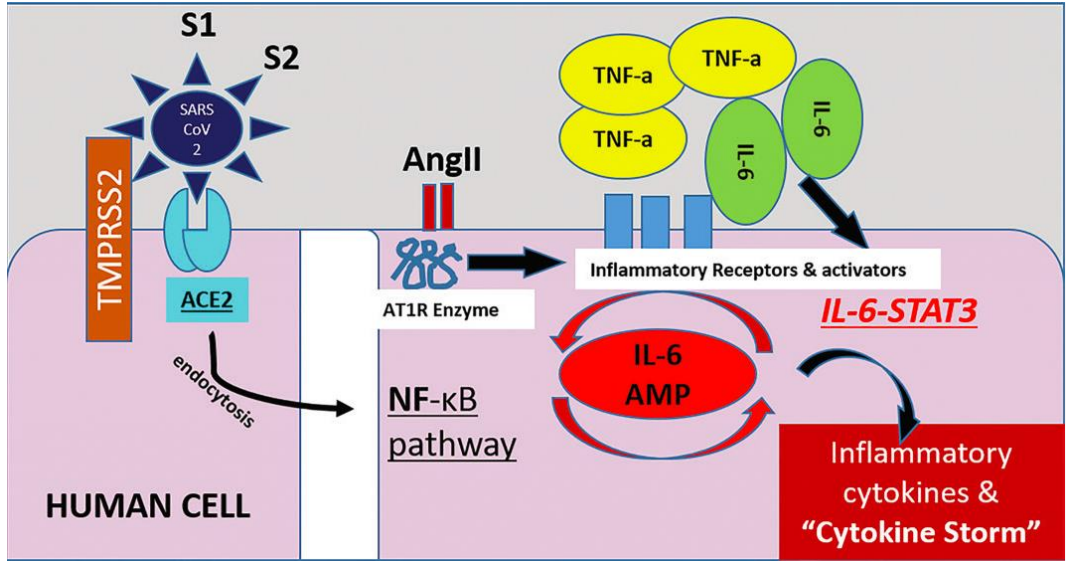
### 2.1.1. COVID-19'un Epidemiyolojisi

COVID-19; DSÖ verilerine göre dünya genelinde, günümüze kadar 114 milyon kişinin enfekte olmasına ve yaklaşık 2,5 milyon kişinin ölümüne neden olmuştur.<sup>1</sup> Çin'in Hubei Eyaleti, Wuhan Şehrinde, 31 Aralık 2019'da nedeni bilinmeyen pnömoni olguları bildirilmiş olup bu olguların şehirde bulunan deniz ürünleri pazarı ile epidemiyolojik olarak bağlantılı olduğu saptanmıştır. Çin dışında ilk olgu 13 Ocak 2020'de Tayland'dan bildirilmiştir. İlerleyen günlerde olgu bildiren ülkelerin sayısı giderek arttığı gibi şubat ayı sonlarında yerel bulaşın yaşandığı diğer ülkeler ortaya çıkmaya başlamıştır. Ülkemizde de ilk olgunun görüldüğü 11 Mart 2020 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından pandemi ilan edilmiştir. Devam eden süreçte dünyada olduğu gibi ülkemizde de olgu sayılarında artış görülmüş ve tüm kıtalardan olgu bildirimleri gerçekleşmiştir. COVID-19 enfeksiyonunda virüsü taşıyan bireylerin bulaştırıcılık süreleri hâlâ belirsizliğini korumaktadır. Bu sürenin; semptomatik dönemden bir iki gün önce başlayıp, semptomların kaybolmasıyla sona erdiği düşünülmekte olup ortalama 5-6 gün (2-14 gün) olarak tahmin edilmektedir.<sup>14,15</sup> Erkek cinsiyetin, SARS-CoV-2 enfeksiyonundan daha sık etkilendiği ve hastanede ölüm oranının, kadın hastalara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>16</sup>

### 2.1.2. COVID-19'un Patofizyolojisi



SARS-CoV-2, hücre girişı için anjiyotensin dönüştürücü enzim 2'yi (ACE 2) ve bir konakçı enzimi olan serin proteaz transmembran proteaz serin 2'yi (TMPRSS2) kullanır.<sup>17,18</sup> ACE2; burun-ağız mukozasında, akciğerlerin epitel hücrelerinde, kalp, kan damarları, bağırsak, böbrek, mesane ve beyinde yüksek oranda eksprese edilir.<sup>19,20</sup> TMPRSS2, daha yaygın bir doku grubunda eksprese edilir, bu nedenle TMPRSS2 yerine ACE2'nin ilk enfeksiyon aşamasında viral giriş için sınırlayıcı bir faktör olabileceği düşünülmektedir.<sup>21</sup> Nazal epitel, SARS-CoV-2 için ilk enfeksiyon alanlarından biridir. SARS-CoV 2 spike proteini, hücre yüzeyindeki ACE-2 reseptörüne ve/veya TMPRSS2'ye bağlandıktan sonra oluşan virüs-reseptör kompleksi endositozla hücre içerisine alınır ve bu durum hücre yüzeyinde reseptör sayısının azalmasına ve kandaki anjiotensin-2 miktarının artmasına neden olur.<sup>22,24</sup> Anjiyotensin II, özellikle endotel ve epitel hücreleri dahil olmak üzere etkilenen hücrelerde, nükleer faktör kappa-B (NF-κB ) ile interlökin 6 – sinyal dönüştürücü ve transkripsiyon 3 proteininin aktivatörünü (IL-6-STAT3) içeren bir inflamatuvar yolu tetikler. Bu yol, sitokin fırtınasına ve ARDS'ye neden olan “*IL-6 amplifikatörü (IL-6 AMP)*” olarak adlandırılan bir pozitif geri bildirim döngüsü oluşturur.<sup>23,24</sup> (Şekil 1) Ayrıca virüs hücreye girdikten sonra; biyosentez (viral replikasyon), olgunlaşma (birikim) ve salım (hücre yıkımı yoluyla) aşamalarından geçer. En sonunda, etkilenen hücrelerde büyük miktarda pro-inflamatuvar sitokin salınımı gerçekleşir. Bu durum da sitokin fırtınasına ve konakçı hücrede hasarına katkıda bulunur.<sup>23,24</sup>



**Şekil 1** SARS-CoV-2'nin hücre girişi için önerilen mekanizma ve bağışıklık sisteminin aktivasyonunu<sup>24</sup>

### 2.1.3. COVID-19'un Klinik Özellikleri

COVID-19'un inkübasyon süresinin maruziyetten sonra 14 günden az olduğu ve çoğu olgunun maruziyetten 4-5 gün sonra ortaya çıktığı düşünülmektedir.<sup>25,26</sup> Olguların çoğu asemptomatik olup bir meta-analiz verisine göre; doğrulanmış COVID-19 hastalarının yaklaşık %15-45'inin asemptomatik olduğu tahmin edilmektedir.<sup>27</sup> COVID-19'un klinik bulguları değişkendir. Ateş (%80,4), öksürük (%63,1), yorgunluk (%46) ve balgam çıkarma (%41,8) COVID-19'un en yaygın belirtileridir. Diğer yaygın semptomlar arasında; anoreksi (%38,8), göğüste sıkışma hissi (%35,7), nefes darlığı (%35) ve kas ağrısı (%33) bulunur.<sup>28</sup> Koku alma bozukluğu (%41) ve tat alma bozukluğu (%38,2) da görece sık görülen semptomlar arasındadır. Daha az bildirilen diğer semptomlar ise; baş ağrısı (%15,4), boğaz ağrısı (%13,1), ishal (%12,9), titreme (%10,9), bulantı-kusma (%10,2) ve karın

ağrısıdır (%4,4).<sup>28,29</sup> COVID-19'lu semptomatik hastaların çoğu (%80) hafif ile orta derecede solunum yolu hastalığı yaşar ve belirli bir tedaviye gerek kalmadan iyileşir. Ciddi semptomu olan (%14-15) ve kritik hastalığı (%5) olan olgularda ise; dispne ve hipoksi daha belirgindir.<sup>30</sup> Ciddi ve kritik hastalarda, semptom başlangıcından iki gün sonra elde edilen görüntülemelerde akciğerde tutulum oranı %50'den fazla olma eğiliminde olup özellikle kritik hastalar solunum yetmezliği, şok ve multi-organ yetmezliği ile tanı alabilir.<sup>31</sup> Orta yaşlı ve yaşlı erişkinler, hastalıktan en sık etkilenen gruptur ve yaşlı erişkinlerin şiddetli hastalık geçirme olasılığı daha yüksektir. İleri yaş, mortalite ile ilişkili olup ölümlerin %80'inin 65 yaş ve üzerinde olduğu bildirilmiştir.<sup>32,33,34</sup>

#### 2.1.4. COVID-19' un Görüntüleme Özellikleri

Şekil 1' de görüldüğü üzere ACE-2 reseptörleri, alveolar boşluk içinde akciğer epitel hücresinin asiner tarafında eksprese edilir. Bu durum hastalığın başlangıcında neden distal hava yollarının etkilendiğini açıklamaktadır.<sup>35</sup> Alveolar hasar ayrıca, sıvıların pulmoner interstisyum ve asinüsü doldurmasına izin veren sitokin-kemokinlerin salınmasıyla ve pulmoner vasküler yapıların mikro-makro trombozuna neden olan COVID-19 ile ilişkili hiperkoagülasyon durumuyla ilişkilidir.<sup>36</sup> Temel görüntüleme özellikleri altta yatan patofizyolojik süreçle uyumludur.

Amerikan Radyoloji Koleji, COVID-19 tanısında BT'nin birinci basamak tanı aracı olarak kullanılmamasını önermemekte olup semptomatik hastalar ile komplikasyon geliştiği düşünülen hastalar için saklanması tavsiye etmektedir.<sup>37,38</sup> Akciğer grafisi, şüpheli COVID-19 enfeksiyonu olan hastalarda önerilen birinci basamak görüntüleme yöntemidir. Hastalığın erken döneminde akciğer grafisi normal olabilir. Bu nedenle tetkikin duyarlılığı düşüktür (%33,5- 69), ancak özgüllüğü yüksek olup %90'ları bulmaktadır.<sup>39</sup> Akciğer grafisinde tipik bulgular; periferik, orta-alt zon yerleşimli, yer yer retiküler opasitelerin eşlik ettiği buzlu cam opasitesi (BCO) ve/veya konsolidasyondur.<sup>40</sup> Ayrıca multifokal peribronkovasküler opasiteler, nodül ve kitle benzeri lezyonlar da görülebilir. Hastalığın takibinde, özellikle konsolidasyonların geliştiği dönemde ve ciddi-kritik hastaların akciğer grafilerinde bulgular daha belirgindir. Bu dönem, semptomların başlamasını takiben 4-6. günlerde başlar ve 10-12. günlerde belirginleşir. Bu nedenle direkt grafi takip amaçlı da kullanılır.

Direkt akciğer grafisinin (DAG) yetersiz kaldığı durumlarda, klinik olarak ciddi dispnesi olup saturasyon düşüklüğü olan hastalarda ve COVID-19 ilişkili komplikasyon düşünüldüğünde kılavuzlar BT önermektedir.<sup>41</sup> Akciğer grafisine benzer şekilde toraks BT'de de en sık izlenen karakteristik görüntüleme bulgusu; bazal ağırlıklı apikobazal gradiyentin izlendiği, periferik-posterior yerleşimli, bilateral, multi-lober, konsolidasyonun eşlik ettiği ya da etmediği buzlu cam dansitesidir. Ancak buzlu cam dansitesi ve konsolidasyon dışında; kaldırım taşı görünümü, pulmoner vasküler genişleme, hava bronkogramı, bronşial

distorsiyon/bronşiektazi, subplevral çizgilenme gibi bulgular da tanımlanmıştır.<sup>42,43</sup>

Kuzey Amerika Radyoloji Derneği (RSNA), COVID-19 pnömonisinde görülen BT bulgularının radyologların tanınması ve klinik karar verme süreçlerine raporların daha iyi entegrasyonu için bir uzman fikir birliği beyanı yayınlamıştır.<sup>4</sup>

| <b>COVID-19 Pnömonisi Görüntüleme Sınıflaması</b> | <b>Açıklama</b>                                                                               | <b>BT Bulguları</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipik Görünüm</b>                              | COVID-19 pnömonisi için daha fazla özgülükte yaygın olarak bildirilen görüntüleme özellikleri | <p>-Periferal, bilateral, konsolidasyon içeren veya içermeyen BCO veya görünür intralobüler çizgiler (kaldırım taşı)</p> <p>-Konsolidasyonlu veya konsolidasyonsuz, yuvarlak morfolojiye sahip multifokal BCO veya görünür intralobüler çizgiler (kaldırım taşı)</p> <p>-Ters halo işareti veya organize pnömoninin diğer bulguları (Hastalığın ilerleyen dönemlerinde görülür)</p> |
| <b>Belirsiz Görünüm</b>                           | COVID-19 pnömonisi için non-spesifik görüntüleme özellikleri                                  | <p>Tipik özelliklerin olmaması ve aşağıdakilerin varlığı:</p> <p>-Konsolidasyonlu veya konsolidasyonsuz, spesifik dağılımdan yoksun, yuvarlak olmayan veya periferal olmayan, multifokal, difüz, perihilar veya unilateral BCO</p> <p>-Yuvarlak olmayan ve periferal olmayan dağılım özelliği gösteren, birkaç adet, çok küçük BCO</p>                                              |
| <b>Atipik Görünüm</b>                             | Nadir veya COVID-19 pnömonisi için raporlanmayan özellikler                                   | <p>Tipik veya belirsiz özelliklerin olmaması ve aşağıdakilerin varlığı:</p> <p>-BCO'lar olmadan izole lobar veya segmental konsolidasyon</p> <p>-Ayrı küçük nodüller (sentrilobüler, tomurcuklu ağaç)</p> <p>-Akciğer kavitasyonu</p> <p>-Plevral efüzyon ile birlikte düz interlobüler septal kalınlaşma</p>                                                                       |
| <b>Pnömoni için negatif</b>                       | Pnömoni için özellik yok                                                                      | Pnömoniyi düşündüren BT özelliği yok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

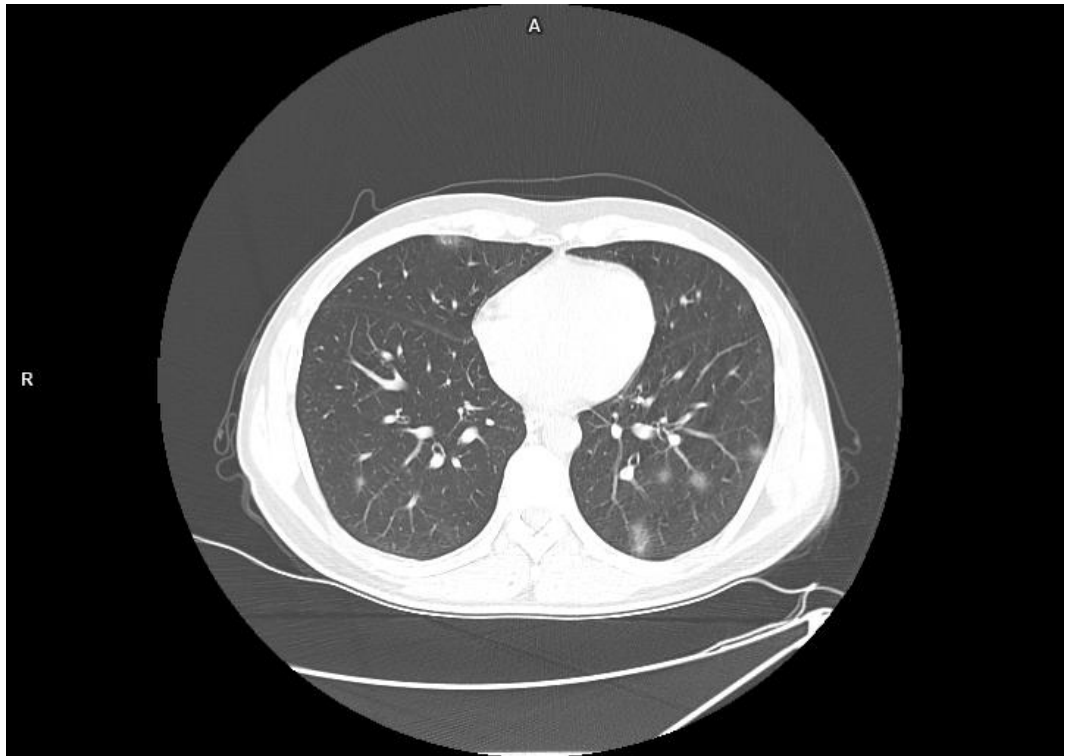
**Tablo 1** COVID-19 pnömonisini raporlamada önerilen RSNA'nın toraks BT sınıflama sistemi

BT’de BCO, COVID-19’ da en sık bildirilen (%57-95) majör parankimal bulgu olup yuvarlak ve/veya yamasal tarzda olabilir.<sup>44,45</sup> (Resim 1). Bilateral, multi-lober, periferik ve posterior yerleşimli olarak ortaya çıkma eğiliminde olup genellikle alt loblar dominant olarak tutulur.<sup>46,47</sup> Konsolidasyon ise; daha nadir raporlanan bir bulgu olup (%29-72) izole olarak görülebilse de, sıklıkla BCO’ya eşlik eder ve progresyonu gösterir. Şiddetli olgularda ve ilk haftadan sonra daha sık izlenme eğilimindedir.<sup>48</sup> Huang ve arkadaşları, yoğun bakım ünitesine kabul edilen hastalarda en sık izlenen BT bulgusunun muti-lober veya subsegmenter konsolidasyon olduğunu belirtmiştir.<sup>49</sup> Ağırlıklı periferik yerleşim gösteren lezyonlarda subplevral alan sıklıkla tutulmasına rağmen bazen subplevral korunma izlenebilir.<sup>50</sup> Vasküler genişleme ve bölgesel mozaik perfüzyon değişiklikleri gibi pulmoner vasküler anomaliler de COVID-19’ da sıkça bildirilmiştir.<sup>51</sup> Ancak Wu ve arkadaşları, bu bulgunun inflamatuvar sürece bağlı olduğunu ve bu nedenle COVID-19 için nonspesifik olduğunu bildirmiştir.<sup>52</sup>

Daha nadir olarak bildirilen halo bulgusu ve ters-halo bulgusu (atol işareti) da yine COVID-19 pnömonisi için spesifik değildir. Bağışıklığı baskılanmış hastalarda fırsatçı fungal enfeksiyonun erken bulgusu veya bağışıklığı normal hastalarda kriptojenik organize pnömoni, vaskülit, non-fungal endemik enfeksiyonlar, neoplazilerde izlenebilir.<sup>53</sup> Bernheim ve arkadaşları, ters halo bulgusunun geç evrede ortaya çıktığını ve olguların %4 kadarında görüldüğünü bildirmiştir.<sup>46</sup> Zhou ve arkadaşları ise, halo bulgusunun sadece erken dönemde

görüldüğünü ve olguların %20'sinde izlendiğini bildirmektedir.<sup>54</sup> Unifokal ve/veya unilateral lezyonlar nadir (%2) olarak bildirilmiştir.<sup>55</sup>

BT'nin COVID-19 pnömonisindeki tanısal doğruluk oranları için; hastaların tipik semptomlara sahip olup olmaması ve hastalığın toplumda görülme sıklığı belirleyicidir. Tipik klinik bulgulara sahip hastalarda ve prevalansın yüksek olduğu pandemi dönemi söz konusu olduğunda duyarlılık %90-94, özgüllük %79-84, pozitif öngörü değeri  $\geq$  %90 ve negatif öngörü değeri %50-73' tür.<sup>56</sup>



**Resim 1:** COVID-19 pnömonisi için tipik görüntüleme bulguları. Bilateral, multilober, peribronkovasküler, periferik ve ağırlıklı posterior yerleşimli buzlu cam dansitesinde lezyonlar



### 2.1.5. COVID-19’ da Negatif Prognostik Faktörler

COVID-19’ da ağır klinik seyri öngören ve mortalite ile ilişkisi belirlenmiş birçok parametre mevcuttur. Bunlar; hematolojik, biyokimyasal, inflamatuvar, kardiyak ve koagülasyon parametreleridir.<sup>57,58</sup>

Hematolojik parametrelerden; lenfopeni ve artmış nötrofil-lenfosit oranı (NLR) klinik kötü seyir ve mortalite ile ilişkili bulunmuştur.<sup>57,58,59</sup> Trombosit değerleri ise, ciddi hastalıkta düşme eğiliminde olup sepsis ilişkili koagülopatiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.<sup>59</sup>

Biyokimyasal parametrelerden; kan üre azotu (BUN) ve kreatinin değerleri, karaciğer fonksiyon testleri (ALT-AST), kreatin fosfokinaz (CK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) değerlerinde artış yine kötü prognozla ilişkili olarak bulunmuştur.<sup>57</sup>

İnflamatuvar, kardiyak ve koagülasyon belirteçlerinden; C-Reaktif protein (CRP), interlökin- 6 (İL-6), eritrosit sedimentasyon hızı (ESH), prokalsitonin yüksekliğinin mortaliteyle ilişkili olduğu bildirilmiştir.<sup>57,60</sup> Yine troponin ve beyin natriüretik peptid (BNP) düzeyleri ile mortalite ve yoğun bakım kabulü arasında anlamlı bir ilişki mevcuttur.<sup>61</sup> Son olarak, koagülasyon parametreleri içerisinde mortaliteyi ve ağır klinik seyri öngören en kuvvetli parametre D-dimer seviyesi olup 1000 ng/mL’nin üzerindeki değerler kötü prognozla ilişkilidir.<sup>57,59</sup>

## 2.1.6. COVID-19'un Pulmoner ve Trombotik Komplikasyonları

### 2.1.6.1. Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS)

Konakçı hücrelerde hasara neden olan büyük miktarda pro-inflamatuar sitokin salınım sendromudur ve yaşlı hastalarda daha fazla görülme eğilimindedir.<sup>23,62</sup> Akut başlangıçlı non-kardiyojenik pulmoner ödem, hipoksemi ve mekanik ventilasyon ihtiyacı ile karakterize olup COVID-19 hastalarında yoğun bakım kabulünün ve mortalitenin ana nedenidir.<sup>44</sup> ARDS, klinik bir tanı olup radyolojik yöntemler, tanıyı desteklemek için kullanılır. Bulgular nonspesifik olup altta yatan diğer olası nedenlerin dışlanması amacıyla radyolojik yöntemlere başvurulur. Erken evrede, posterior ve bazal ağırlıklı diffüz buzlu cam dansiteleri izlenir ve interlobüler septal-intralobüler intersitisyel kalınlaşmaların eşlik ettiği kaldırım taşı görünümü izlenebilir (Resim 2). Subakut evrede, özellikle posterior kesimlerde konsolidasyon ve geri dönüşlü bronşiektazi izlenir. Ancak hasta pron pozisyonunda takip edildiyse bu bulgular anterior kesimde de izlenebilir. Kronik evrede (> 2 hafta) ise; fibrozis bulguları ve yapısal distorsiyon ortaya çıkar.<sup>63</sup>



**Resim 2** COVID-19 seyri sırasında gelişen ARDS’yi destekleyen BT bulguları. Hastada izlenen diffüz buzlu cam dansitesi alanlarına interlobüler septal-intralobüler intersitisyel kalınlaşmaların eşlik ettiği kaldırım taşı görünümü

#### 2.1.6.2. Pulmoner tromboemboli (PTE):

COVID-19 hastalığı ilişkili hiperkoagülabilitenin patofizyolojisi oldukça karmaşık olsa da; koagülopatinin kötü bir prognostik gösterge olduğu ve daha yüksek mortalite ile ilişkili olduğu bilinmektedir. COVID ilişkili koagülopatinin, sepsisin indüklediği koagülopati ve trombotik mikroanjiopatinin özellikleriyle ortaya çıktığı düşünülmekte olup altta yatan nedenler olarak inflamatuvar sitokin salınımı, kritik hastalık, trombosit aktivasyonu ve endotelial disfonksiyon gibi

birçok faktör suçlanmaktadır.<sup>64,65</sup> Pulmoner BT anjiyografi yapılan COVID-19 hastalarında PTE insidansı % 23 ile % 30 arasında bildirilmiş olup yoğun bakım kabul ve mekanik ventilatör ihtiyacı ile ilişkili bulunmuştur.<sup>66,67</sup> PTE, beden kitle indeksi yüksek olan hastalarda anlamlı olarak daha fazla izlenmiş olup lobar-segmenter pulmoner arter dallarda, santral kesime göre daha yüksek oranda izlendiği bildirilmiştir.<sup>68</sup> Ackermann ve arkadaşları, COVID-19 ve Influenza A'ya bağlı solunum yetmezliği nedeniyle ölen hastaların incelendiği bir seride, COVID-19 grubunda alveoler kapiller yataktaki mikrotombüslerin 9 kat ve anjiogenezin 2,7 kat daha fazla olduğunu bildirmiş olup SARS-CoV 2 ile ağır endotelyal hasar ilişkili bulunmuştur.<sup>8</sup> Pulmoner BT anjiyografide; ilgili vasküler yapıdaki trombüs ile uyumlu dolum defektinin yanı sıra parankimal bulgu olarak mozaik perfüzyon ve periferik yerleşimli, kama şekilli enfarkt alanları izlenebilir ve bunlar COVID ilişkili parankim bulguları ile karışabilir. Dual enerji BT ile kontrast madde sonrası iyot haritalaması yapılarak perfüzyon bozuklukları gösterilebilir. COVID-19 hastalarında dual enerji BT ile yapılan bir çalışmada, PTE ile uyumlu dolum defekti saptanmadan perfüzyon defektlerinin varlığı gösterilmiş olup, bu bulgunun mikroanjiyopatiye bağlı olabileceği düşünülmüştür.<sup>69</sup>

#### 2.1.6.3. Pnömotoraks ve Pnömomediastinum:

COVID-19' da görülen alveolar hasar ve pozitif basınçlı mekanik ventilatöre bağlı barotravma, pnömotoraks ve pnömomediastinuma neden olabilir. Mekanik ventilasyon gerektiren COVID-19 hastalarının, yalnızca ARDS'li hastalar ve

COVID-19 bulunmayan hastalarla karşılaştırıldığında artmış barotravma riski altında olduğu bulunmuştur. Barotravma, COVID-19'lu hastalarda uzun dönem hastane yatışı ile ilişkili olup mortalitenin bağımsız bir risk faktörüdür.<sup>70</sup>

#### 2.1.6.4. Diğer Trombotik Komplikasyonlar:

COVID-19'un trombotik ve tromboembolik komplikasyon oranı yüksek olup derin ven trombozu (DVT), periferik arteriyel trombozlar, akut iskemik inme, akut koroner sendrom (AKS) bunlardan bazılarıdır. Altta yatan muhtemel patofizyolojik süreç, multisistemik trombotik hastalığa neden olabilecek bir pro-koagulan patern ve bir endotelial tromboenflamatuvar sendromu içerir.<sup>9</sup>

#### 2.1.7. COVID 19'da Ayırıcı Tanı

Influenza başta olmak üzere diğer viral pnömoniler, atipik bakteriyel pnömoniler, organize pnömoni, pulmoner ödem, alveolar hemoraji, aspirasyon pnömonisi, ilaç toksisitesi, bağ doku hastalıkları başlıca ayırıcı tanıları arasında olup benzer görüntüleme özelliklerine sahip olabilir. Ayrıca hastalığın erken dönemde BT'de parankimal bulgu saptanmayabilir, bu nedenle hastaların klinik özellikleri ve RT-PCR testleriyle korelasyonu önerilir. RSNA raporlama sürecinde BT bulgularının radyologlar tarafından tanınması ve raporların klinik karar verme süreçlerine daha iyi entegrasyonu için bir uzman fikir birliği beyanı yayınlamış olup

hastaları tipik görünüm, belirsiz görünüm, atipik görünüm ve pnömoni için negatif olmak üzere dört gruba ayırmıştır.<sup>4</sup>

## **2.2. Modifiye CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc (mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc) Skoru**

COVID-19'un zaman geçtikçe trombotik komplikasyonları daha iyi anlaşılmış olup hastalık etkeni olan SARS-CoV 2 endotelyal hasar ile ilişkili bulunmuştur.<sup>8,9</sup> Klinik olarak bu hastalarda trombotik komplikasyonların insidansı artmıştır.<sup>10,11</sup> Literatürde trombotik komplikasyon ve mortalite riskini öngören CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru (C: Congestif heart failure, H: Hypertension, A: Age/75 yaş üzeri, D: Diabetes Mellitus, S: Stroke, V: Vascular disease, A:Age/65-74 yaş, Sc: Sex category, female) mevcuttur ve iyi bir klinik risk skoru olarak kabul görmüştür.<sup>12</sup> (Tablo 2)

| <b>CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc Skoru</b>                                                                        | <b>Puan</b><br><b>(Total puan = 9)</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Konjestif Kalp Yetmezliği (C)</b> (veya sol ventrikül disfonksiyonu)                                                | <b>1</b>                               |
| <b>Hipertansiyon (H)</b> (Sürekli olarak 140/90 mmHg'nin üzerinde kan basıncı veya ilaçla tedavi edilen hipertansiyon) | <b>1</b>                               |
| <b>Yaş ≥ 75 (A)</b>                                                                                                    | <b>2</b>                               |
| <b>Diabetes Mellitus (D)</b>                                                                                           | <b>1</b>                               |
| <b>Stroke (S)</b> (veya TİA veya tromboemboli öyküsü)                                                                  | <b>2</b>                               |
| <b>Vasküler hastalık (V)</b> (periferik arter hastalığı, myokard enfarktüsü, aortik plak öyküsü)                       | <b>1</b>                               |
| <b>Yaş 65-74 (A)</b>                                                                                                   | <b>1</b>                               |
| <b>Cinsiyet kategorisi (Sc)</b> (kadın cinsiyet)                                                                       | <b>1</b>                               |

**Tablo 2** CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>- VASc skoru komponentleri ve puanlaması

Yapılan sosyodemografik çalışmalarda; erkek olgular orantısız bir şekilde SARS-CoV-2 enfeksiyonundan daha sık etkilenmekte olup hastanede ölüm oranı kadın olgulara kıyasla daha yüksektir.<sup>16</sup> Çetinkal ve arkadaşları; 694 RT-PCR pozitif hasta üzerinden yaptıkları çalışmada, yalnız cinsiyet kategorisini değiştirerek oluşturdukları modifiye CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc (mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc) skorunun, klasik CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoruna oranla hastane içi mortaliteyi öngörmede daha üstün ve bağımsız bir belirleyici faktör olduğunu bildirmiştir.<sup>71</sup>

### 2.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Tomografi; tomos (kesit) ve graphia (görüntü) kelimelerinden oluşmakta ve kesitsel görüntü anlamına gelmektedir. BT, X ışını kullanarak insan vücudunun kesitsel görüntülerinin oluşturulmasını sağlayan tanısal bir görüntüleme yöntemidir. X ışınları, farklı dokulardan geçerken farklı miktarlarda atenüe olurlar. Vücuttan geçtikten sonra atenüe olan X ışınları ise, dedektörler tarafından toplanıp analog-dijital çeviriciler sayesinde sayısal verilere çevrilir.<sup>72</sup> Dijital görüntü, her biri atenüasyon derecesi ile uyumlu olarak HU (Hounsfield Unit) ile temsil edilen piksellerden oluşur. Son aşamada ise; dijital görüntü, analog bilgiye dönüştürülür ve monitöre yansıtılır. BT, sıklıkla kullanılan tanısal görüntüleme yöntemlerinden olup radyoloji kliniklerinde gerçekleştirilen tanısal görüntülemelerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.<sup>73</sup>

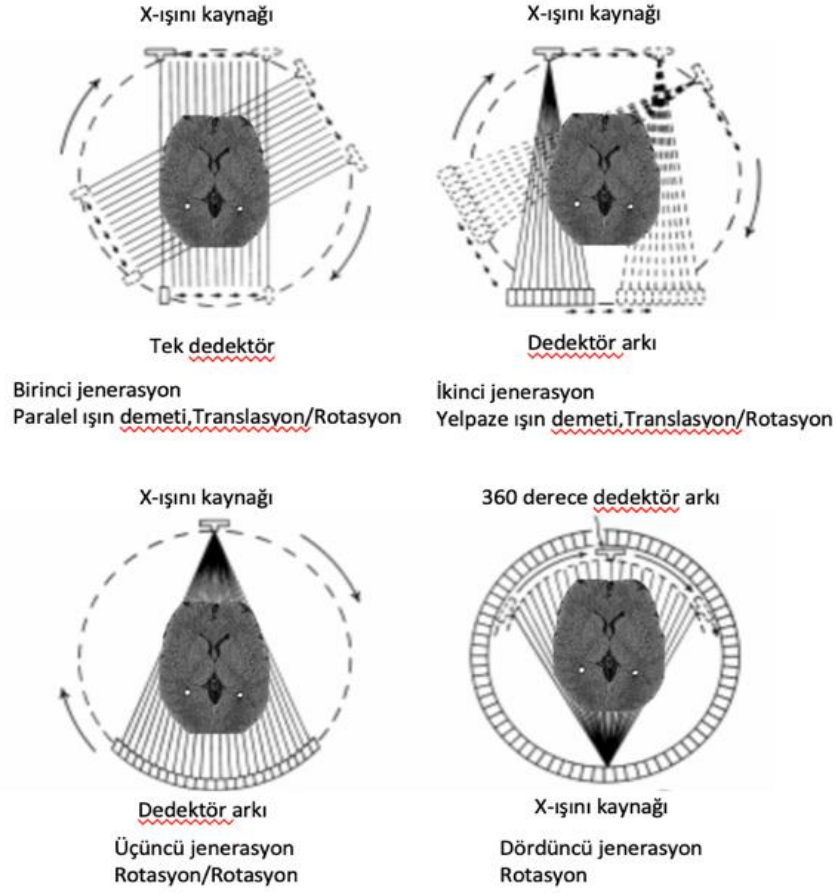
#### 2.3.1. Bilgisayarlı Tomografinin Tarihçesi

1917 yılında J. Radon, BT'nin matematiksel temeli olarak bilinen ölçülen verilerden görüntü oluşturmak için bir algoritma geliştirmiştir. 1950-1970 yılları arasında fizikçi A. Cormack ise, insan vücudundan geçen radyasyonun ölçümlerine dayanarak emilimin dağılımını hesaplayan bir yöntem geliştirmiştir<sup>74</sup>. İngiliz bir elektrik mühendisi olan Sir Godfrey N. Hounsfield, 1971 yılında beyin tümörü olan olguda, prototip bir tarayıcı ile (EMI Mark 1- Electrical and Musical Industries) tarihteki ilk tomografik görüntülemeyi yapmıştır.<sup>75</sup> Hounsfield'in ilk prototip



cihazı, yaklaşık 300 saniye rotasyon zamanına sahip olup ilk olarak Londra’da Atkinson Morley Hastanesi’nde kullanılmıştır. Hounsfield ve Cormack çalışmaları nedeniyle 1979 yılında fizyoloji tıp alanında Nobel ödülü almışlardır. Türkiye’de BT ilk defa 1976 yılında Hacettepe Üniversitesi’nde beyin görüntüleme amacıyla kullanıma girmiştir.

İlk BT’nin klinik kullanıma girmesinin ardından, BT teknolojisi hızlı bir gelişme göstermiştir. Hounsfield’in birinci jenerasyon BT sisteminde, tek bir kesit ancak 5 dakikada elde edilebilirken, günümüz tarayıcılarında etkin görüntü için bu süre milisaniyeler düzeyine kadar gerilemiştir. Yıllar boyunca BT’nin istikrarlı bir şekilde artan pek çok performans özelliği arasında, artan tarama hızının her zaman en yüksek önceliğe sahip olduğu ve BT gelişmelerinin arkasındaki neden olduğu izlenmiştir. Modern BT cihazlarının başarısı yalnızca tekli görüntülerin elde edilmesinde hızdaki artışın değil, aynı zamanda slip ring (kayma halkası) teknolojisi ve hacimsel verilerin elde edilebilmesinin sonucudur. Görüntü kalitesi ve çözünürlük derecesi, aynı yıllar içerisinde istikrarlı bir gelişme göstermiştir.<sup>76</sup> BT’nin evrimi sürecinde farklı çalışma prensiplerine sahip BT cihazları ortaya çıkmıştır. Bu jenerasyonlar arasındaki başlıca farklılıklar; dedektörlerin sayı ve dizilişi, tüp ve dedektörlerin dönüşü, X ışını demetinin morfolojisi ile ilişkilidir. (Şekil 2)



**ŞEKİL 2:** BT cihazlarının farklı jenerasyonları

1. Jenerasyon BT Cihazı: Hounsfield tarafından geliştirilen ilk BT cihazı olan EMI Mark I, birinci jenerasyon olarak isimlendirilmektedir. Kalem ışın demeti de denilen dar ve birbirine paralel X ışını demetleri ile tek dedektör sistemi kullanılmıştır. Translasyon/rotasyon prensibine göre çalışmaktadır. Tüpün 1 derece dönüşü sonrasında elde edilen veri işlendikten sonra, tekrar 1 derecelik dönüş yapılır ve 180 derecelik dönüş tamamlanana kadar bu işlem tekrarlanırdı.<sup>75</sup> Bu prensiple çalışan cihazda tek kesit yaklaşık 5

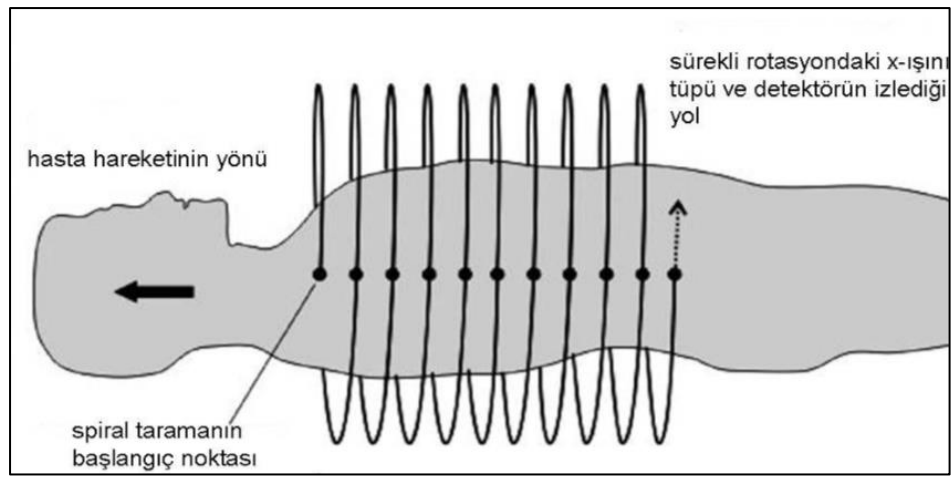
dakikada tamamlandığı için görüntü oluşturabilme süresi yaklaşık 20 dakikadır. Sadece beyin görüntülemesi için kullanılmıştır.

2. Jenerasyon BT Cihazı: İlkine benzer şekilde translasyon/rotasyon prensibine göre çalışmakla birlikte, bu cihazlarda farklı olarak dedektör sistemi sayısı artmıştır ve yaklaşık 30 dedektörden oluşan, 10 derecelik dar bir yelpaze (fan beam) X-ışını demeti açısını kapsayan sistemle değiştirilmiştir. Ayrıca bu dedektörlerde, birbirlerine göre farklı açılarla yerleştirilmiş ve bir taramada birden çok açıda projeksiyon elde edilebilmiştir. Birinci jenerasyon cihazlara benzer şekilde tek kesitli olan bu sistemle, tek kesitlik görüntü alınma süresi 18-20 saniyeye indirilmiş olup beyin dışındaki diğer vücut bölümleri de incelenmeye başlanmıştır.<sup>77</sup>

3. Jenerasyon BT Cihazı: X-ışını tüpü ve dedektör hasta etrafında dönmekte olup rotasyon/rotasyon prensibiyle çalışmaktadır. Bu jenerasyondan sonra dedektörün yatay ekseninde hareket ettiği translate prensibinden vazgeçilmiştir. Hasta masası hareket ettirilerek tüm vücut taraması mümkün hale gelmiştir (step and shoot). Bu cihazlarda tüp rotasyon süresi 3-4 saniye olup tek kesit almak için gereken süre ise 2-4 saniyeye kadar düşürülmüştür. Dedektör sayıları bu kuşakta 1000' e kadar çıkarılmış olup tüp ve dedektörlerin ikisi de hareketlidir.<sup>78</sup> Günümüzde kullanılan spiral (6. Jenerasyon) ve çok dedektörlü cihazlar (7. Jenerasyon) da benzer prensiple çalışmaktadır.

4. Jenerasyon BT Cihazı: Döner hareketli bir tüpten çıkan geniş yelpaze X-ışını ve hastayı 360 derece saran sabit bir dedektör sistemi kullanılmıştır (rotate-stationary sistemi). Bu sistemler daha az hareketli parçaya sahip olup gantri rotasyon süresinin, veri toplama süresinden hızlı olmaması gerekmektedir. Tüpün hasta çevresinde çok hızlı dönmesi potansiyeline sahipti ve bu nedenle kesit başına çok kısa sinyal toplama süreleri gerekiyordu. Dördüncü jenerasyon BT'lerin, çok sayıda elektronik kanal ve dedektör elemanı gereksiniminin neden olduğu (yaklaşık 4800-5000) yüksek maliyetler nedeniyle günümüzde üretimi tercih edilmemektedir.
5. Jenerasyon BT Cihazı: Elektron demeti tomografisi olarak da adlandırılır. Gantri halkasının alt yarısı sabit Tungsten anot materyali ve üst yarısı ise sabit dedektör dizilerinden oluşur (stationary-stationary prensibi). Masa hareketlidir. Elektron tabancasından çıkan elektronlar, saptırma bobini sayesinde oluşturulan elektromanyetik alan sayesinde Tungsten anot materyale yönlendirilir. Oluşan X ışınları, hastayı geçer ve dedektör sistemleri tarafından algılanır. Kesit elde etme süresi oldukça kısadır (ultra-fast), ancak maliyet nedeniyle yaygın olarak kullanılmamaktadır.
6. Jenerasyon BT Cihazı (Helikal/Spiral BT): X ışını tüpü ve dedektörler gantri içerisinde sürekli dönerken, masa sabit hızla gantri içerisinde hareket eder ve hacimsel bir veri elde edilir (rotasyon-rotasyon prensibi) (Şekil 3). Bir takım matematiksel formül ve algoritmalarla (interpolasyon

algoritmaları) elde edilen hacimsel veri, kesitsel görüntülere dönüştürülür. İnceleme hızı, bu sayede belirgin olarak azalmıştır. Bu cihazın oluşmasını sağlayan slip ring teknolojisi, gantrinin sabit kısmı ile hareket eden kısmı arasında elektrik ve veri iletimini sağlar.



**Şekil 3** Spiral BT çalışma prensibi

7. Jenerasyon BT Cihazı (Çok Kesitli BT): Bu tarayıcılardaki en önemli gelişme; z ekseninde fiziksel olarak ayrılmış ve aynı anda birden fazla kesitin alınmasını sağlayan X-ışını dedektörlerinin kullanılması ve X-ışını demetinin konik şekilde olmasıdır. ÇKBT sistemlerinin ana avantajı; daha hızlı tarama hızı, gelişmiş çözünürlük ve tüp gücünün daha iyi kullanılmasıdır. ÇKBT sistemlerine, ayrıca elektrokardiyografi (EKG) tetikleme özelliğinin de eklenmesiyle kardiyak BT gibi incelemelerin gerçekleştirilmesi mümkün hale gelmiştir.<sup>78,79</sup> Literatürde multi-dedektör BT olarak da adlandırılan ÇKBT'nin çalışma prensibi; spiral BT

sistemlerine benzemekle birlikte ÇKBT'nin esas farkı, tek rotasyonda 4 ya da daha fazla (günümüzde 640' a kadar) kesit alınmasına olanak sağlayan dedektör yapısıdır.<sup>80,81</sup> Bu dedektör sıralarının farklı kombinasyonlarının seçilebilmesi sayesinde, değişik kesit kalınlıklarında çok kesitli incelemeler yapılabilmektedir.

### 2.3.2. Bilgisayarlı Tomografinin Fizik Özellikleri

#### 2.3.2.1. Bilgisayarlı Tomografinin Bileşenleri

BT cihazı; tarayıcı, bilgisayar ve görüntüleme ünitesi olmak üzere üç temel bölümden oluşmaktadır.<sup>82</sup>

##### 2.3.2.1.1. Tarayıcı

Tarayıcı, masa ve gantriden oluşur. Gantri, ortasında hastanın girdiği açıklık bulunan halkadır. Gantri üzerinde karşılıklı olarak yerleştirilmiş tüp ve dedektör sistemleri bulunmaktadır. Kesitsel görüntü elde edebilmek için; gantri belli bir hızda dönerken, tüpten çıkan X-ışını kolime edilerek yelpaze veya konik şekilde bir X-ışını demeti haline getirilir. Kolime edilmiş X ışını, görüntü kalitesini artırdığı gibi hastanın alacağı radyasyon miktarını da azaltmaktadır.

Hastanın vücudundan geçen X-ışını demetleri, hastayı geçerken absorpsiyon ve saçılma nedeniyle atenüe olur. Atenüe olan X ışınları, tüpün

karşısına yerleştirilmiş dedektörler tarafından algılanır ve görüntü oluşturmak için bilgisayara gönderilir. Bilgisayarda; karmaşık matematiksel işlemler sayesinde X-ışınlarının geçtiği alanın her noktasında atenüasyon değerleri hesaplanır. Bu işlemler sonucunda; gelen X-ışınının yoğunluğuyla orantılı bir elektrik sinyali oluşturulur ve bu sinyal dijitalize edilerek görüntü oluşturulur.

#### 2.3.2.1.2. Bilgisayar

Bilgisayar ünitesi, tarayıcı üniteden gelen ham verileri (sinogram/raw data) kullanarak dijital görüntüyü oluşturur. Bu işleme “rekonstrüksiyon” denir. Rekonstrüksiyon aşamasında, matematiksel işlemler ve algoritmalar (filtrelenmiş geri yansıtma modeli ve/veya yinelemeli iteratif rekonstruksiyon modeli) ile elde edilen sonuçlar, tarama alanını temsil eden sayılardan oluşmuş dijital bir haritaya dönüştürülür. Bilgisayarda oluşturulan bu dijital haritanın, görsel bir ürüne dönüşmesi için görüntü ünitesinde işlenmesi gerekir.

#### 2.3.2.1.3. Görüntüleme Ünitesi

Bilgisayar ünitesinde oluşturulan ve sayılardan oluşan dijital haritanın, görülebilir analog görüntüye çevrildiği yerdir. Görüntüleme biriminde, harita elemanlarının aldıkları rakamsal değere göre gri renk skalasında bir renk kodu verilir. Bu haritanın gri renk tonlarında renklendirilerek bir resim oluşturulur. Resmi oluşturulan bu noktalara piksel adı verilir. İki boyutlu olan pikselin bir de

kalınlığı mevcuttur ve kesitin kalınlığı 3. boyutu oluşturur. Piksel yüzeyinin kesit kalınlığı ile çarpımı sonucu oluşan hacme ise, hacim elemanı anlamına gelen voksel adı verilir. Her bir voksel, organizmayı geçen X-ışınının atenuasyonunu gösteren ve Hounsfield Ünitesi (HU) ile ölçülen sayısal bir değer taşır. En sonunda oluşturulan analog görüntüler, monitörlerde gösterilir. Görüntüdeki gri ton sayısı  $2^n$  şeklinde belirlenir ( $n$ = piksel başına düşen bit sayısıdır). Piksel/voksel sayısını belirten noktalar ve çizgilerin birleşiminden oluşan örgüye de matriks adı verilir. BT cihazlarının teknolojik gelişimiyle paralel olarak farklı matriks boyutları olabilir (256x256, 512x512, 1024x1024 gibi). Matriksin boyutunun görüntünün oluşturulduğu alana (FOV) bölünmesi, her bir pikselin boyutunu belirler. FOV, SFOV (scan field of view/tarama) ve DFOV (display field of view/gösterim) olmak üzere ikiye ayrılır. SFOV, toplam taranan alanı yani ham verinin elde edildiği alanı ifade eder. DFOV ise, görüntü oluşturmak için toplanan ham verinin hangi bölümünün kullanıldığını temsil eder.

#### 2.3.2.2. Gantri Rotasyon Süresi

Gantri rotasyon süresi, günümüzde kullanılan sistemlerde 0.2 saniyeye kadar düşürülmüştür. Gantri rotasyon süresinin kısalması, hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş alanların taranabilmesine olanak sağlamış ve z aks çözünürlüğünü de artırmıştır. Gantrinin rotasyonu ile birlikte gantriye etkileyen merkezkaç kuvveti, gantri rotasyon süresinin daha da kısaltılmasında en önemli sınırlayıcı rolü oynamaktadır. Ayrıca, tarama zamanı



kısaldıkça birim zamanda ölçülen veri miktarı artmıştır. Bu miktardaki verinin iletimi; düşük voltajlı slip ring yönteminden farklı olarak, daha yüksek hacimli ve hızlı veri iletim sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Tarama zamanının kısılması, tüpe uygulanan merkezkaç kuvvetini artırdığı gibi tüpün ürettiği X-ışını miktarının artmasına neden olmuştur ve bu nedenle tüpün soğutma yeteneğinin iyileştirilmesini de gerektirmiştir.<sup>83</sup>

#### 2.3.2.3. Çok Kesitli BT (ÇKBT)

ÇKBT’ de; en ince kesit kalınlığını belirleyen faktör, en küçük dedektör elemanının z-eksenindeki genişliğidir. Minimum kesit kalınlığı cihaza göre değişken olup bazı sistemlerde 0,5 mm, bazı sistemlerde ise 0,625 mm’dir. ÇKBT’ de, gantrinin tek dönüşü ile geniş hacimler tarayabilme yeteneği sayesinde çok hızlı bir tarama gerçekleştirilebilmektedir.<sup>84,85</sup> Bu sayede; anjiyografik incelemeler, kardiyak incelemeler ve hızlı çekim gereken durumlarda (küçük çocuklar ve bilinci kapalı olan hastalar gibi) avantaj sağlayabilmektedir.

#### 2.3.3. Bilgisayarlı Tomografide Görüntünün Oluşturulması

BT görüntüsü, dedektör tarafından algılanan X-ışını atenüasyon değerlerinin farklarının matematik fonksiyonlar ile işlenmesi sonucu oluşturulur. Rekonstruksiyon denilen bu işlemlerle, her pikseldeki X-ışını atenüasyon değerleri belirlenir ve görüntüye grinin tonlamaları şeklinde iki boyutlu olarak aktarılır.

Değişik rekonstrüksiyon yöntemleri ile görüntünün daha hızlı ve net oluşturulması için çalışılmıştır.

Spiral BT' de, konvansiyonel BT'nin aksine kesit başlangıcı ve bitişi aynı noktada birleşmemektedir. Bu nedenle konvansiyonel BT'lerde kullanılan rekonstrüksiyon teknikleri spiral BT' de işe yaramamakla beraber helikal verinin düzlemsel (planar) veriye çevrilmesi için  $180^0$  ve  $360^0$  lineer interpolasyon algoritmaları geliştirilmiştir. İnterpolasyon, farklı bir yerde ve değeri bilinmeyen bir noktadaki olası değeri tahmin etmeye dayanan bir yöntemdir.  $360^0$  interpolasyon algoritmasında tüpün her tam dönüşünün açısı pozisyonunda, z-ekseninde seçilen noktaya en yakın iki noktanın interpolasyonu kullanılır. Daha sık kullanılan  $180^0$  interpolasyon daha karmaşık bir yöntem olup tüp ile dedektör arasındaki X-ışını atenuasyonunun her iki yönde eşit olması esasına dayanır. Bu yöntemde; ikinci bir sanal spiral hesaplanarak, gerçek ve sanal spiraller arasındaki açısı interpolate edilir ve görüntü oluşturulur.<sup>86</sup>

Günümüz ÇKBT cihazlarında ise,  $180^0$  lineer interpolasyon algoritmaları yerine çok noktalı (multi-point) rekonstrüksiyon algoritmaları kullanılmaktadır. Multipoint rekonstrüksiyon algoritmasında; verilerin örneklenmesi de optimize edilmiş olup z-ekseninde örnekleme miktarı artırılmıştır ve böylece sinyal/gürültü oranı (SNR) artmıştır.

#### 2.3.4. Bilgisayarlı Tomografide Doz Azaltma Yöntemleri

##### 2.3.4.1. Tüp Akımı (mA), Tüp Akımı Işınlama Zamanı (s) ve Pik Kilovoltajın (kVp) Değiştirilmesi

BT’de; tüp akımı (miliamper, mA) ve tüp akımı ışınlama zamanı (s), X ışını tüpündeki elektron akış miktarını kontrol eder ve hasta dozunu etkilemede en önemli parametrelerdendir. Tüp akımındaki artış, diğer faktörler sabit tutulduğunda görüntüdeki gürültüyü azaltmakla birlikte hastaya daha yüksek radyasyon dozu verilmesine neden olmaktadır. Gantri rotasyon süresi, BT için ışınlama süresini belirler ve gantri rotasyon süresinin azalmasıyla hasta dozu azalır. BT’de tüp akım miktarı, miliamper saniye (mAs) ile ölçülmekte olup bir tarama süresi boyunca üretilen X-ışını sayısını kontrol eder ve X-ışını foton sayısını belirler.<sup>87</sup>

X-ışını foton enerjisi ise; tüp gerilimi (kVp) ile kontrol edilmekte olup, tüp geriliminin artmasıyla X-ışını foton enerjisi artar. Tüp akımındaki doğru orantıdan farklı olarak, radyasyon dozu tüp geriliminin karesi ile ilişkilidir. Daha düşük kVp değerleri; hasta dozunu azaltmakla birlikte foton yetersizliği gürültüsü ve artan artefaktla sonuçlanarak, düşük kVp’de artan gürültü nedeniyle tüp akım ışınlama süresini (mAs) artıracaktır. Diğer yandan fotoelektrik etki arttığı için kontrast çözünürlüğü artacaktır. Bu nedenle incelemelerde optimum kVp değerleri hasta özelinde seçilmelidir. Örneğin çoğu hastada, abdominal BT 140 kVp yerine 120 kVp’de optimum şekilde gerçekleştirilebilir ve bu da radyasyon dozunda %20-

40'lık bir azalma sağlar.<sup>88</sup> Ancak hasta yaşı ve kilosuna göre hasta özelinde değerlendirilmelidir.

#### 2.3.4.2. Masa Hızı (Pitch)

X-ışını tüpünün bir dönüşü sırasında masanın ilerleme mesafesinin, X ışını demeti kalınlığına oranı pitch olarak tanımlanır. Diğer parametreler sabitken pitch değerinin artması; incelenen bölgeyi daha kısa sürede ıslayacağı için, radyasyon dozunun azalmasına neden olur. Ayrıca artan pitch değeri; nefes ve hareket artefaktlarını azaltırken, foton yetersizliğine bağlı gürültüyü artırır. Bu nedenle belirli durumlarda pitch, doz azaltım aracı olarak kullanılamaz. Pitch seçimi, uygun hasta dozu ve görüntü kalitesiyle sonuçlanacak şekilde mA ve kVp seçimleri ile dengelenmelidir.<sup>89</sup>

#### 2.3.4.3. Otomatik Ekspozur Kontrolü (OEK)

OEK'nin temel prensibi, tüp voltajı ve istenilen gürültü oranı seçildikten sonra tarama süresi boyunca tüp akımının, tarayıcı tarafından değiştirilmesidir. Hastanın daha ince ve daha az atenuasyonuna sahip bölgelerinde doz azaltılarak görüntü kalitesi sabit tutulur ve homojen bir görüntü kalitesi de elde edilerek doz azaltılmaya çalışılır.

#### 2.3.4.4. Tek Faz Görüntüleme

Çok fazlı gerçekleştirilen incelemelerde, tekrarlanan taramalar nedeniyle hastaya verilen radyasyon dozu artmaktadır. Bu nedenle çok fazlı veya anjiyografik incelemelerde tetkik endikasyonunun dikkatle değerlendirilmesi ve gereksiz tetkikten kaçınılması gerekmektedir.

#### 2.3.4.5. Diğer Yöntemler

Tanısal görüntülemelerde önemi bulunmayan, düşük enerjili X-ışınlarının hastaya ulaşmasını engelleyen filtreler kullanılarak hastanın alacağı radyasyon dozu azaltılabilmektedir. Ayrıca tarama alanının uygun pozisyonlanması, dedektör boyutunun uygun seçilmesi, doğru endikasyonla tetkik yapmak ve iteratif rekonstrüksiyon teknikleri hasta dozunu azaltmada kullanılan diğer yöntemlerdendir.

#### 2.3.5. BT’de Görüntü Kalitesini Etkileyen Etmenler

BT’de görüntü kalitesini etkileyen bazı esas faktörler; kontrast çözünürlüğü, uzaysal çözünürlük, gürültü, artefaktlar, kontrast/gürültü oranı ve sinyal/gürültü oranlarıdır.

#### 2.3.5.1. Kontrast Çözünürlüğü

İki farklı dokunun boyut ve şeklinden bağımsız olarak yoğunluklarının ayırt edebilme kapasitesidir. Cisim ve görüntü kontrastı olarak iki temel unsura bağlıdır. Görüntü kontrastı, incelemeyi yapan kişinin pencereleme ayarına bağlı olarak değişir, kullanıcı bağımlıdır. Cisim kontrastı ise, atenuasyon farklılıklarına bağlıdır. X ışınlarının enerjisi (kVP), tüp akımı (mAs), piksel boyutu, rekonstrüksiyon filtreleri ve yöntemi, gürültü, kesit kalınlığı kontrast çözünürlüğünü etkileyen faktörlerdir.

#### 2.3.5.2. Uzaysal Çözünürlük

BT’ de aksiyel rezolüsyon ve z aks rezolüsyonu olmak üzere iki çeşit uzaysal rezolüsyondan bahsedilir. Birbirine komşu iki dokuyu ayırt edebilme gücü olarak tanımlanabilir. Uzaysal çözünürlüğü en iyi piksel boyutu temsil eder. Piksel boyutu ve FOV’ un artması, incelenen objenin kontrastının azalmasına neden olur ve uzaysal çözünürlüğü azaltır. Dedektör boyutu ve sayısı, pitch, hasta öncesi ve sonrası kolimasyon, fokal spot boyutu ve kullanılan rekonstrüksiyon filtreleri de uzaysal çözünürlüğü etkilemektedir. Uzaysal çözünürlüğü açıklamak için kullanılan matematiksel terimlerden biri modülasyon transfer fonksiyonudur (MTF). MTF, görüntünün objeye oranıdır. Düşük uzaysal frekans büyük nesneleri, yüksek uzaysal frekans ise küçük nesneleri gösterebilir. Uzaysal frekans arttıkça; görüntünün objeyi temsil etme oranı, yani MTF azalır.

#### 2.3.5.3. Gürültü

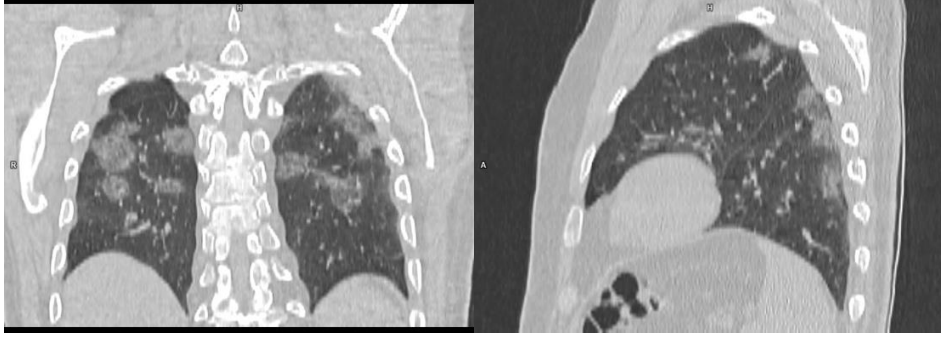
Bir dokunun BT numarasının, ortalama bir değerin altında ve üstünde değişimidir, yani atenüasyon katsayılarındaki rastlantısal dalgalanmalardır. Gürültü oranı yükseldikçe görüntü granüler hale gelir. Radyasyon dozu arttıkça, foton sayısı artacağından gürültü azalır. Dijital radyografide, görüntü gürültüsü her piksele düşen foton sayısına bağlıdır. BT’de ise, her bir dedektör ölçümüne etki eden X ışını sayısı ile ilgilidir. Piksel boyutu, mAs, kVp ve kesit kalınlığı arttıkça; dedektöre ulaşan X ışını sayısı da artacağından gürültü azalır. Pitch değeri azalır; dedektöre düşen foton sayısı artar, efektif mAs artar ve gürültü azalır. Diğer taraftan; yumuşak doku rekonstrüksiyon filtreleri, dedektöre düşen foton sayısını etkilemeden gürültüyü azaltır. Gürültü, ölçülen BT numaralarındaki standart sapmaya (SS) eşittir ve SS arttıkça, gürültü de artar.

#### 2.4. Semi-kantitatif BT Skoru ve Brixia Skoru

Colombi ve arkadaşları, semi-kantitatif olarak hesaplanan görsel skora ek olarak kullandıkları bilgisayar destekli volüm bazlı kantitatif skorlama yönteminde, iyi havalanma gösteren akciğer parankim oranının %73’ten az olduğu olgularda, yoğun bakıma yatış gerekliliğinde artış saptamışlardır.<sup>7</sup> Kantitatif BT skoru; etkilenen akciğer volümünü niceliksel açıdan, semi-kantitatif skora yani vizüel skora göre daha doğru hesaplamasına rağmen, kantitatif skor için kullanılan programlar tüm poliklinik ve acil servis departmanlarında ulaşılabilir konumda değildir ve/veya hekimlerin bu aşamada bu programları kullanmadaki tecrübeleri

sınırlıdır. Semi-kantitatif skor için ise, görüntülere ulaşılan bir tanısal monitörün varlığı yeterli olup zaman açısından da daha avantajlı konumdadır. Literatürde birçok semi-kantitatif BT skrolama modelleri mevcut olup en çok kullanılan ve en pratik semi-kantitatif skrolama modellerinden biri 5/25'lik sisteme göre (5 lob/toplam 25 puan) yapılan modeldir. Bu modelde, her lobun etkilenen volümünün yüzdesi baz alınır. Buna göre; 0: tutulum yok; 1: <%5, 2: %5–25, 3: %26–50, 4: %51–75, 5: >%75 olacak şekildedir.<sup>90,91</sup> Böylece her lob için etkilenen akciğer volüm yüzdesine göre 1-5 arasında puan elde edilir ve akciğerde 5 lob olduğu için toplamda 25 puan üzerinden değerlendirme yapılır. Abbasi ve arkadaşları tarafından, 262 hasta üzerinden yapılan bir çalışmada semi-kantitatif BT skoru ile mortalite, yoğun bakım kabulü ve invaziv mekanik ventilatör ihtiyacı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.<sup>90</sup> Yine aynı çalışmada; lingular segmentin de dahil edildiği 6/24'lük sistem (6 lob/toplam 24 puan) kullanılmış olup, mortaliteyi öngörmeye eşik değeri  $\geq 12$  olarak alındığında, skoru % 69,6 duyarlılık ve %80,1 özgüllüğe sahip olduğu bildirilmiştir.<sup>90</sup> Francone ve arkadaşları ise; 130 semptomatik COVID-19 hastası üzerinden yaptıkları ve 5/25'lik sistem modelini kullandıkları retrospektif çalışmada; BT skoru 18 ve daha yüksek olan hastaların, skoru 18'den daha düşük olana hastalara göre anlamlı olarak daha yüksek ölüm riski olduğunu bildirmiştir.<sup>91</sup>





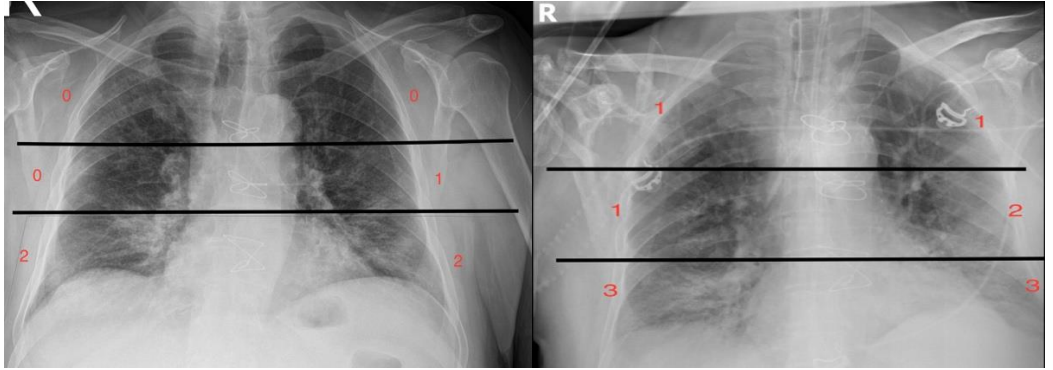
**Resim 3** Semi-kantitatif BT skoru hesaplama örneği. Posterior kesimden geçen düzlemde her iki akciğer alt loblarının koronal görüntüsü (sol) ve sol akciğer alt lobun sagittal görüntüsü (sağ). Sol akciğer alt lob için tutulum oranı %5-25 arasında izlenmiş olup bu lob için BT skoru 2’dir.

Her ne kadar direkt akciğer grafisinin (DAG), COVID-19 pnömonisinin erken döneminde duyarlılığı düşük olsa da, özellikle kritik hastalığı olanlarda hızlı progresyonu veya toparlanmayı göstermek için etkili bir tanı aracıdır. Brixia skoru, DAG üzerinden hesaplanan ve akciğerlerin 6 zona bölündüğü bir semi-kantitatif skorlama sistemidir. Üst zonlar aortik arkın alt duvarının üstünde kalan alan, orta zonlar aort arkının alt duvarının altında ve sağ inferior pulmoner venin alt duvarının üstünde kalan alan ve alt zonlar ise sağ inferior pulmoner veninin alt duvarının altında kalan akciğer alanlarıdır.<sup>92</sup> Her zon için, 0 ile 3 arasında puanlama yapılır ve total skor 18’dir. Bu skora göre:

- Skor 0: Akciğer anormalliği yok
- Skor 1: İnterstisyel infiltratlar

- Skor 2: İnterstisyel ve alveolar infiltratlar (interstisyel bulgular baskın)
- Skor 3: İnterstisyel ve alveolar infiltratlar (alveolar bulgular baskın)

Brixia skorunun; hızlı elde edilebilirliğinin yanı sıra gözlemciler arası uyumu da ‘çok iyi’ olup mortal hastalarda, hastaneden taburcu edilen hastalara oranla anlamlı olarak daha yüksek olduğu bildirilmiştir.<sup>92</sup>



**Resim 4** Mutlak Brixia skoru hesaplama örneği. COVID 19 pnömonisi nedeniyle takipli hastada yoğun bakıma kabulünde çekilen DAG (Brixia skoru 5) (sol). Yoğun bakım takip süresine göre ortanca günde elde olunan DAG (Brixia skoru 11). Bu hasta için mutlak Brixia skoru  $11-5= +6$  bulunmuş olup hasta kısa bir süre sonra kaybedilmiştir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma için, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Etik Kurulu'nun 04.01.2021 tarihli ve 02 karar no'lu onayı alınmıştır.

Bu çalışmada; 01.03.2020 ile 01.12.2020 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi acil servisine veya polikliniklerine başvurup COVID-19 şüphesiyle BT ünitesine yönlendirilen ve/veya RT-PCR testleri pozitif olan yaklaşık 4000 hastanın görüntüleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Akciğerde parankimal tutulumu olmayan hastalar, hareket artefaktı nedeniyle suboptimal kalitede tetkik elde olunan hastalar, akciğerde kitle öyküsü olan hastalar, önceden lobektemi öyküsü olan hastalar, parankimal fibrozis ile giden sistemik hastalığı olanlar (olağan interstisyel pnömoni, hipersensivite pnömoni öyküsü gibi), herhangi bir malignite öyküsü olup aktif kemoterapi ve/veya radyoterapi alan hastalar ve son olarak 18 yaşın altındaki hastalar bu çalışmadan dışlanmıştır. Ayrıca hasta takiplerinde ayırıcı tanısı net olarak yapılamayan, dış merkezden sevk ile kabul edilen ve BT görüntüsü elde olunduktan sonra hastaneden ayrılan hastalar da dışlanmıştır. RSNA'nın COVID-19 kılavuzuna göre tipik, belirsiz veya atipik kategoride parankimal bulgulara sahip 901 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların klinik verileri, hastane bilgi işletim sistemi (Nucleus) üzerinden elde olunmuştur. Mortalite verileri 15 Ocak 2021 tarihine kadar takip edilmiştir.

Koroner arter hastalığı (KAH); önceki miyokardiyal infarktüs, perkütan koroner girişim, koroner arter baypas greftleme veya medikal olarak tedavi edilen KAH öyküsü olarak tanımlanmıştır. Ayrıca periferik arter hastalığı veya aortik plak öyküsü olan hastalar da kaydedilmiştir. Hipertansiyon; sürekli olarak 140/90 mmHg'nin üzerinde kan basıncı ve/veya ilaçla tedavi edilen hipertansiyon olarak kabul edilmiştir. Konjestif kalp yetmezliği (KKY), klinik bir sendrom olması nedeniyle klinik olarak semptom gösterip KKY olarak kabul edilen veya EKO'da ejeksiyon fraksiyonu düşük ve/veya sol ventrikül disfonksiyonu saptanan hastalar olarak kabul edilmiştir. Önceden geçirilmiş SVO, geçici iskemik atak (TİA) veya tromboemboli öyküsü olan hastalar kaydedilmiştir. İnsülin ve/veya oral anti-diyabetik ilaç kullanan veya bilinen bir öyküsü olmayan ancak kan şekeri veya HbA1C seviyesi yüksek olup endokrinoloji ve/veya genel dahiliye uzmanı tarafından yeni diyabet tanısı konulan hastalar da diabetes mellitus (DM) olarak kabul edilmiştir. Ayrıca hastaların klinik seyirleri, resmi konsültasyon notları ve hastalık süresince kullandıkları ilaçlar incelenerek hastalık süresince gelişen ve klinik olarak da COVID-19 ile ilişkilendirilen trombotik komplikasyonlar kaydedilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda her hastanın mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru hesaplanmıştır.

Elde olunan BT görüntülerinde; radyolojik bulguların incelenmesi ve 5/25'lik modele göre semi-kantitatif BT skorunun hesaplanması, biri deneyimli toraks radyoloğu olmak üzere iki radyolog tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde olunan BT skorlarına göre; skoru 0-6 arası olan hastalara 0 puan, 7-12 arası olan hastalara 1

puan, 13-18 arası olan hastalara 2 puan ve 19-25 puan arası olan hastalara ise 3 puan verilerek hastaların mevcut  $mCHA_2DS_2-VASc$  skorlarına radyoloji komponenti de eklenmiş ve  $R-mCHA_2DS_2-VASc$  skoru elde edilmiştir. Son olarak; elde olunan  $R-mCHA_2DS_2-VASc$ ,  $mCHA_2DS_2-VASc$  ve BT skorlarının mortaliteyi ve yoğun bakım ihtiyacını öngörme açısından duyarlılık ve özgüllük değerleri ile birbirleriyle ilişkisine bakılmıştır.

### 3.1. Görüntüleme Protokolü

Görüntüleme işlemi, 16 kesitli multidedektör BT (LightSpeed VCT GE, General Electric Medical Systems WI, ABD) ve 192 kesitli çift kaynaklı multi-dedektör BT (Somatom Force, Siemens Healthineers, Almanya) cihazlarından biriyle gerçekleştirilmiştir. Akciğer apeksinden, kostofrenik sinüsleri içine alacak şekilde diyafram düzeyine dek olan alan incelemeye dahil edilmiş olup tetkikler düşük doz teknikleri kullanılarak ve İV kontrast madde verilmeden gerçekleştirilmiştir. Akciğer parankimine yönelik yinelemeli iteratif rekonstruksiyon algoritmaları (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction/ASIR ve Advanced Modeled Iterative Reconstruction/ADMIRE) kullanılmış ve 0,625-1,25 mm kesit kalınlığında görüntüler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Klinik olarak PTE şüphesi olan hastalarda intravenöz iyotlu kontrast maddeler verilerek düşük kVp tekniği ile pulmoner BT anjiyografi tetkiki gerçekleştirilmiştir. Elde edilen BT verileri iş istasyonuna aktarılmış olup görüntüler; 30 inç, 6 megapiksel çözünürlüğe

sahip tanısal tıbbi monitörlerde değerlendirilmiştir. Yoğun bakım hastalarında ise, dijital portabl sistemler kullanılarak AP akciğer grafileri elde olunmuştur.

### **3.2. Veri Toplama ve Görüntü Analizi**

Hastane bilgi işletim sisteminde kayıtlı RT-PCR testi pozitif ve akciğerde pnömoni ile uyumlu radyolojik bulguları olan 901 hastanın mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hastalık seyri sırasında gelişen trombotik komplikasyonlar kaydedilmiştir. Hastalar; semptomlarının başlangıcından, ilk BT taraması yapılana kadar geçen süreye göre tabakalandırılmıştır (0-5 gün, 5-10 gün, >10 gün veya asemptomatik). Hastaların hastaneye kabulü sonrası ilk 3 gün içerisindeki kan değerlerine bakılmış ve negatif prognostik faktörler olarak tanımlanan laboratuvar verileri kaydedilmiştir. Bakılan negatif prognostik faktörler şunlardır: D-dimer, CRP, nötrofil/lenfosit oranı (NLR), kreatinin (Cre), BUN/Cre oranı, troponin, ferritin, prokalsitonin, interlökin 6 (IL 6), laktat dehidrogenaz (LDH) ve kreatin kinaz (total CK).

901 hastanın elde edilen görüntü serileri çalışma istasyonuna aktarılarak biri deneyimli toraks radyoloğu olmak üzere iki radyolog tarafından tek oturumda değerlendirilmiştir. Hastaların semi-kantitatif BT skorları; 5/25'lik modele uygun olarak ve mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarından habersiz şekilde hesaplanmıştır. BT bulguları RSNA uzman fikir birliğine uygun şekilde; tipik, belirsiz, atipik olarak sınıflanmış ve temel elementer lezyonlar BCO, mikst patern (BCO +

konsolidasyon), konsolidasyon olacak şekilde sınıflandırılmıştır. BT’de; COVID pnömonisine eşlik eden ve hastada hemodinamik bozulma oluşturabilecek diğer bulgular (belirgin plevral efüzyon, belirgin amfizem, pnömotoraks, pnömomediastinum gibi) kaydedilmiştir. Yoğun bakım kabulü olan hastaların; yoğun bakımdaki ilk günü ile yoğun bakım takip süresinin ortanca günü arasındaki Brixia skorları arasındaki fark (mutlak Brixia skoru) hesaplanmış olup mortaliteyle ilişkisine bakılmıştır.

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

Bu araştırmada katılımcılardan elde edilen verilerin analizleri SPSS (versiyon IBM SPSS 22) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Örneklem grubunun, bağımlı değişkenler açısından normal dağılım gösteren değerler için parametrik analizler, normal dağılım göstermeyen değerler için de non-parametrik analizler kullanılmıştır. Sosyodemografik verilerin değerlendirilmesinde betimsel analiz yöntemleri, gruplar arası karşılaştırma yaparken ise; Bağımsız T-Testi, Tek Yönlü Varyans Analizi, Ki-Kare, Mann Whitney U analizi ve değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için de Pearson Korelasyon analiz yöntemleri ile ROC Eğrisi hesaplaması kullanılmıştır. İstatistiki açıdan  $p < 0,05$  anlamlı olarak kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Hastaların sosyodemografik veri dağılımları Tablo 3'te gösterilmiştir.

|                         | Hayatta kalan grup (n=789) |             | Mortal grup (n=112) |             | Toplam (n=901) |             | X <sup>2</sup> | p        |
|-------------------------|----------------------------|-------------|---------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|----------|
|                         | n                          | %           | n                   | %           | n              | %           |                |          |
| <b>Yaş Kategorileri</b> |                            |             |                     |             |                |             |                |          |
| 54 yaş ve altı          | 387                        | 49          | 8                   | 7.1         | 395            | 43.8        | 167.45         | <0.001   |
| 55-64 yaş               | 166                        | 21          | 12                  | 10.7        | 178            | 19.8        |                |          |
| 65-74 yaş               | 163                        | 20.7        | 35                  | 31.3        | 198            | 22          |                |          |
| 75 yaş ve üzeri         | 73                         | 9.3         | 57                  | 50.9        | 130            | 14.4        |                |          |
| <b>Cinsiyet</b>         |                            |             |                     |             |                |             |                |          |
| Kadın                   | 380                        | 48.2        | 48                  | 42.9        | 428            | 47.5        | 1.107          | 0.293    |
| Erkek                   | 409                        | 51.8        | 64                  | 57.1        | 473            | 52.5        |                |          |
|                         | <b>Ort.</b>                | <b>s.s.</b> | <b>Ort.</b>         | <b>s.s.</b> | <b>Ort.</b>    | <b>s.s.</b> | <b>t</b>       | <b>p</b> |
| <b>Yaş</b>              | 54.71                      | 15.66       | 72.39               | 11.43       | 56.91          | 16.27       | -14.543        | <0.001   |

**Tablo 3** Hasta Gruplarının Sosyodemografik Veri Dağılımı

Hastaların sosyodemografik verileri incelendiğinde, grupların yaş kategorileri dağılımı ( $X^2=167.452$ ,  $p<0.001$ ) ve yaş ( $t=-14.543$ ,  $p<0.001$ ) açısından anlamlı bir fark varken, cinsiyet dağılımı ( $p=0.293$ ) açısından anlamlı bir fark yoktur. Buna göre, mortalitenin en çok 75 yaş ve üzeri kişilerde (%50,9) görüldüğü dikkati çekmiştir. Benzer şekilde, mortal gruptaki hastalar (Ort.=72.39±11.43) hayatta kalan hastalara (Ort.=54.71±15.66) göre anlamlı olarak daha yaşlıdır. ( $p < 0,001$ ).



Hastaların hastalık şikâyetinin başlama süresine göre dağılımı Tablo 4'te gösterilmiştir.

|                                            | Hayatta kalan grup (n=789) |      | Mortal grup (n=112) |      | Toplam (n=901) |      | X <sup>2</sup> | p      |
|--------------------------------------------|----------------------------|------|---------------------|------|----------------|------|----------------|--------|
|                                            | n                          | %    | n                   | %    | n              | %    |                |        |
| <b>Hastalık şikâyetinin başlama süresi</b> |                            |      |                     |      |                |      |                |        |
| 0-5 gün                                    | 341                        | 43.2 | 96                  | 85.7 | 437            | 48.5 | 72.047         | <0.001 |
| 5-10 gün                                   | 134                        | 17   | 8                   | 7.1  | 142            | 15.8 |                |        |
| 10 günden fazla                            | 69                         | 8.7  | 3                   | 2.7  | 72             | 8    |                |        |
| Aseptomatik                                | 245                        | 31.1 | 5                   | 4.5  | 250            | 27.7 |                |        |

**Tablo 4** Hasta gruplarının semptom başlangıcı ile ilk BT taraması arasındaki süreye göre dağılımı

Olguların; hastalık ilintili semptom başlangıcı ile ilk BT taraması arasındaki geçen süre kaydedilmiş olup hasta gruplarına göre dağılımı incelendiğinde, hayatta kalan hasta grubu ve mortal grup arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ( $X^2=72.047$ ,  $p<0.001$ ). Buna göre; mortal gruptaki hastaların çoğunluğunun (n=96) semptom başlangıcı ile ilk BT taraması arasındaki zaman aralığının 0-5 gün arasında olduğu dikkati çekmiştir.

Tüm hastalar, hastalık şikâyetinin başlama süresine göre BT skorları açısından karşılaştırılmış ve gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Buna göre; asemptomatik hastaların BT skoru, hastalık şikâyeti başlama süresi 0-5 gün, 5-10 gün ve 10 günden fazla olanlardan anlamlı olarak daha azdır ( $p<0.001$ ). Hastaların; hastalıkla ilgili şikâyetlerinin başlama sürelerine göre, BT skorlarının ortalamaları

hesaplanmıştır. Hastalık şikâyetinin başlama süresi 0-5 gün olanların BT skoru ortalaması  $8.25\pm5.32$ , 5-10 gün olanların BT skoru ortalaması  $8.66\pm4.14$ , 10 günden fazla olanların BT skoru ortalaması  $8.64\pm3.90$  ve asemptomatik hastaların BT skoru ortalaması ise  $5.42\pm3.02$ 'dir.

Hastaların özgeçmişindeki mevcut kronik hastalıkları, hastalık sırasında gelişen trombotik komplikasyonlar ve hastanın hemodinamisinin daha erken bozulmasına neden olabilecek bazı eşlikçi bulguların dağılımı tablo 5' de gösterilmiştir.

|                                                                 | Hayatta kalan grup<br>(n=789) |      | Mortal grup<br>(n=112) |      | Toplam<br>(n=901) |      | X <sup>2</sup> | p      |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|------|------------------------|------|-------------------|------|----------------|--------|
|                                                                 | n                             | %    | n                      | %    | n                 | %    |                |        |
| <b>HT</b>                                                       |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 529                           | 67   | 15                     | 13.4 | 544               | 60.4 | 118.021        | <0.001 |
| Var                                                             | 260                           | 33   | 97                     | 86.6 | 357               | 39.6 |                |        |
| <b>DM</b>                                                       |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 594                           | 75.3 | 47                     | 42   | 641               | 71.1 | 53.042         | <0.001 |
| Var                                                             | 195                           | 24.7 | 65                     | 58   | 260               | 28.9 |                |        |
| <b>Vasküler Aterosklerotik Hastalık (KAH, PAH, Aortik plak)</b> |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 724                           | 91.8 | 64                     | 57.1 | 788               | 87.5 | 107.16         | <0.001 |
| Var                                                             | 65                            | 8.2  | 48                     | 42.9 | 113               | 12.5 |                |        |
| <b>Kronik Böbrek Hastalığı</b>                                  |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 743                           | 94.2 | 65                     | 58   | 808               | 89.7 | 138.34         | <0.001 |
| Var                                                             | 46                            | 5.8  | 47                     | 42   | 93                | 10.3 |                |        |
|                                                                 |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
|                                                                 |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| <b>KKY (Konjestif Kalp Yetmezliği)</b>                          |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 778                           | 98.6 | 96                     | 85.7 | 874               | 97   | -              | -      |
| Var                                                             | 11                            | 1.4  | 16                     | 14.3 | 27                | 3    |                |        |
| <b>Trombotik komplikasyonlar</b>                                |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 769                           | 97.5 | 93                     | 83   | 862               | 95.7 | -              | -      |
| DVT                                                             | 2                             | 0.2  | 2                      | 1.8  | 4                 | 0.4  |                |        |
| PTE                                                             | 6                             | 0.8  | 4                      | 3.6  | 10                | 1.1  |                |        |
| NSTEMİ                                                          | 4                             | 0.5  | 11                     | 9.8  | 15                | 1.7  |                |        |
| STEMİ                                                           | 2                             | 0.2  | 1                      | 0.9  | 3                 | 0.3  |                |        |
| SVO                                                             | 6                             | 0.8  | 1                      | 0.1  | 7                 | 0.8  |                |        |
| <b>Total Trombotik komplikasyon</b>                             |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 769                           | 97.5 | 93                     | 83   | 862               | 95.7 | -              | -      |
| Var                                                             | 20                            | 2.5  | 19                     | 17   | 39                | 4.3  |                |        |
| <b>Akciğerdeki eşlikçi bulgular</b>                             |                               |      |                        |      |                   |      |                |        |
| Yok                                                             | 761                           | 96.5 | 67                     | 59.7 | 828               | 91.9 | -              | -      |
| Plevral effüzyon                                                | 13                            | 1.6  | 19                     | 17   | 32                | 3.6  |                |        |
| Amfizem                                                         | 11                            | 1.4  | 11                     | 9.8  | 22                | 2.4  |                |        |
| Pnömotoraks                                                     | 1                             | 0.1  | 6                      | 5.4  | 7                 | 0.8  |                |        |
| Pnömomediastinum                                                | 1                             | 0.1  | 1                      | 0.9  | 2                 | 0.2  |                |        |

**Tablo 5** Hasta gruplarında görülen kronik hastalıkların ve eşlik eden bazı komplikasyonların dağılımı

Hasta gruplarında; HT ( $p<0.001$ ), DM ( $p<0.001$ ), vasküler aterosklerotik hastalık ( $p<0.001$ ) ve kronik böbrek hastalığı ( $p<0.001$ ) dağılımları anlamlı olarak farklıdır. Diğer hastalıkların dağılımı için yapılan Ki-kare analizinin, hücre dağılımında yeterli sayı olmaması nedeniyle geçersiz olduğu görülmüştür. Mortal grupta; 97 kişide HT (%86,6), 65 kişide DM (%58), 48 kişide vasküler aterosklerotik hastalık (%42,9) ve 47 kişide kronik böbrek hastalığının (%42) görüldüğü dikkati çekmiştir. Mortal gruptaki; HT, DM, vasküler aterosklerotik hastalık öyküsü ve kronik böbrek hastalığı olan hastaların sayısı hayatta kalan gruptaki hastalardan anlamlı şekilde fazla olduğu dikkati çekmiştir ( $p <0.001$ ). KKY açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Hastaların klinik takiplerinde toplam 39 hastada (%4,3) pulmoner, nörolojik ve kardiyovasküler sisteme ait trombotik komplikasyonlar gelişmiş olup hasta dağılımları şu şekildedir: 4 hastada (%0,4) DVT, 10 hasta (%1,1) PTE, 15 hasta (%1,7) non ST-Elevasyonlu Myokard İnfarktüsü (NSTEMİ), 3 hasta (%0,3) ST-Elevasyonlu Myokard İnfarktüsü (STEMİ) ve 7 hasta (%0,8) serebrovasküler olay (SVO) şeklindedir.

Hastaların kan değerlerine ilişkin veriler Tablo 6'da gösterilmiştir.

|                         | Hayatta kalan grup<br>(n=789) |                  | Mortal grup<br>(n=112) |                  | Toplam<br>(n=901) |                  | X <sup>2</sup> | p        |
|-------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------|----------|
|                         | n                             | %                | n                      | %                | n                 | %                |                |          |
| <b>WBC</b>              |                               |                  |                        |                  |                   |                  |                |          |
| Normal                  | 525                           | 75.6             | 73                     | 65.2             | 598               | 74.2             | 58.290         | <0.001   |
| Yüksek                  | 39                            | 5.6              | 30                     | 26.8             | 69                | 8.6              |                |          |
| Düşük                   | 130                           | 18.7             | 9                      | 8                | 139               | 17.2             |                |          |
| <b>Lenfopeni</b>        |                               |                  |                        |                  |                   |                  |                |          |
| Yok                     | 349                           | 50.2             | 14                     | 12.5             | 363               | 45               | 55.441         | <0.001   |
| Var                     | 346                           | 49.8             | 98                     | 87.5             | 444               | 55               |                |          |
| <b>Kreatinin durumu</b> |                               |                  |                        |                  |                   |                  |                |          |
| Normal                  | 577                           | 83.1             | 47                     | 42               | 624               | 77.4             | 93.533         | <0.001   |
| Yüksek                  | 117                           | 16.9             | 65                     | 58               | 182               | 22.6             |                |          |
| <b>KCFT</b>             |                               |                  |                        |                  |                   |                  |                |          |
| Normal                  | 667                           | 96.8             | 98                     | 87.5             | 765               | 95.5             | 19.441         | <0.001   |
| Yüksek                  | 22                            | 3.2              | 14                     | 12.5             | 36                | 4.5              |                |          |
|                         | <b>N</b>                      | <b>Ort.±s.s.</b> | <b>N</b>               | <b>Ort.±s.s.</b> | <b>N</b>          | <b>Ort.±s.s.</b> | <b>t</b>       | <b>p</b> |
| <b>Hb</b>               | 695                           | 13.30±1.83       | 112                    | 11.82±2.07       | 807               | 13.09±1.93       | 7.121          | <0.001   |
| <b>GFR</b>              | 694                           | 79.46±18.88      | 111                    | 50.47±31.22      | 805               | 75.46±23.25      | 9.509          | <0.001   |
| <b>Fibrinojen</b>       | 434                           | 529.73±161.36    | 104                    | 650.84±186.56    | 538               | 553.14±173.1     | -6.096         | <0.001   |
|                         | <b>N</b>                      | <b>Ort.±s.s.</b> | <b>N</b>               | <b>Ort.±s.s.</b> | <b>N</b>          | <b>Ort.±s.s.</b> | <b>U</b>       | <b>p</b> |
| <b>Trombosit</b>        | 695                           | 220.15±86.44     | 112                    | 207.68±98.15     | 807               | 218.42±88.20     | 35024          | -        |
| <b>WBC</b>              | 695                           | 6.25±2.56        | 112                    | 9.09±4.67        | 807               | 6.64±3.10        | 23948          | <0.001   |
| <b>Lenfosit</b>         | 695                           | 1.35±0.67        | 112                    | 0.81±0.42        | 807               | 1.28±0.66        | 18730.5        | <0.001   |
| <b>NLR</b>              | 695                           | 4.22±4.06        | 112                    | 14.48±20.81      | 807               | 5.64±9.30        | 12558          | <0.001   |
| <b>Cre</b>              | 694                           | 1.01±1.01        | 112                    | 2.21±2.20        | 806               | 1.18±1.31        | 1947.5         | <0.001   |
| <b>BUN/Cre</b>          | 694                           | 18.40±7.90       | 112                    | 24.50±12.88      | 806               | 19.25±9          | 26928          | <0.001   |
| <b>Total CK</b>         | 383                           | 180.99±304.72    | 90                     | 558.62±1171.51   | 473               | 252.84±596.62    | 10492.5        | <0.001   |
| <b>LDH</b>              | 554                           | 345.49±178.70    | 106                    | 1596.17±4722.43  | 660               | 546.35±1947.13   | 5786           | <0.001   |
| <b>CRP</b>              | 573                           | 74.75±90.50      | 109                    | 290.99±451.40    | 682               | 109.31±213.27    | 6090.5         | <0.001   |
| <b>D-dimer</b>          | 576                           | 1.53±2.55        | 108                    | 6.82±5.70        | 684               | 2.37±3.78        | 7289.5         | <0.001   |
| <b>Ferritin</b>         | 538                           | 373.92±504.77    | 100                    | 1845.80±2662.57  | 638               | 604.62±1266.24   | 9842           | <0.001   |
| <b>Troponin</b>         | 609                           | 30.28±206.84     | 111                    | 295.72±727.28    | 720               | 71.20±355.39     | 7301           | <0.001   |
| <b>Prokalsitonin</b>    | 426                           | 1.20±5.80        | 104                    | 23.89±58.32      | 530               | 5.65±27.76       | 4811.5         | <0.001   |
| <b>IL-6</b>             | 222                           | 197.34±500.04    | 90                     | 830.31±1992.01   | 312               | 379.93±1181.42   | 4482           | <0.001   |

**Tablo 6** Hasta gruplarından elde edilen kan değerlerinin karşılaştırılması

Tablo incelendiğinde; gruplar arasında trombosit değerleri ( $p=0.089$ ) hariç diğer tüm kan değerleri açısından hayatta kalan ve mortal gruplar arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Mortal gruptaki hastaların; çoğunun normal WBC (%65,2), yüksek Cre (%58), normal KCFT (%87,5) ve lenfopeni (%87,5) değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Hb, GFR ve lenfosit değerleri mortal grupta, hayatta kalan hastalara göre anlamlı ölçüde düşükken ( $p<0.001$ ); fibrinojen, WBC, NLR, CRE, BUN/CRE, total CK, LDH, CRP, D-dimer, ferritin, troponin, prokalsitonin ve IL-6 değerleri ise mortal grupta anlamlı olarak daha yüksektir ( $p<0.001$ ).

Hasta gruplarında BT’de baskın elementer lezyonların dağılımına bakılmış olup, sonuçlar Tablo 7’de özetlenmiştir.

|                                       | Hayatta kalan grup (n=789) |      | Mortal grup (n=112) |      | Toplam (n=901) |      | X <sup>2</sup> | p      |
|---------------------------------------|----------------------------|------|---------------------|------|----------------|------|----------------|--------|
|                                       | n                          | %    | n                   | %    | n              | %    |                |        |
| <b>BT’ de baskın elementer lezyon</b> |                            |      |                     |      |                |      |                |        |
| Buzlu cam                             | 632                        | 80.1 | 39                  | 34.9 | 671            | 74.5 | 113.596        | <0.001 |
| Mixt                                  | 128                        | 16.2 | 51                  | 45.5 | 179            | 19.9 |                |        |
| Konsolide                             | 29                         | 3.7  | 22                  | 19.6 | 51             | 5.6  |                |        |

**Tablo 7** Hasta gruplarında BT’ de baskın elementer lezyonların dağılımı

Gruplar arasında BT’de baskın elementer lezyon dağılımı açısından anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Mortal gruptaki hastalarda izlenen mikst paternin (%45,5), anlamlı derecede yüksek olduğu söylenebilir ( $p<0.001$ ).

BT’ deki lezyonların RSNA’ ya göre sınıflaması Tablo 8’de gösterilmiştir.

| <b>RSNA<br/>Klasifikasyonu</b> | <b>n</b> | <b>%</b> |
|--------------------------------|----------|----------|
| Tipik görünüm                  | 747      | 82.9     |
| Belirsiz görünüm               | 131      | 14.5     |
| Atipik görünüm                 | 23       | 2.6      |

**Tablo 8** BT lezyonlarının RSNA’ ya göre sınıflaması

Hastalara ait lezyonlar RSNA kılavuzuna göre sınıflandırıldığında; 747 hastanın (%82,9) tipik görünüme, 131 hastanın (%14,5) belirsiz görünüme ve 23 hastanın (%2,6) atipik görünüme sahip olduğu izlenmiştir.

Hastaların takibinde yoğun bakım kabulüne, ihtiyaç duyulan en ileri seviye solunum cihazına ve gelişen trombotik komplikasyonlara ait verilerin dağılımı Tablo 9’da gösterilmiştir.

|                                                                                        | <b>Toplam<br/>(n=901)</b> |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|
|                                                                                        | <b>n</b>                  | <b>%</b> |
| <b>Yoğun bakım kabulü</b>                                                              |                           |          |
| Yok                                                                                    | 712                       | 79       |
| Var                                                                                    | 189                       | 21       |
| <b>Yoğun bakıma kabul edilen hastalara uygulanan en ileri seviye solunum cihazları</b> |                           |          |
| Yok ve/veya diğerleri                                                                  | 718                       | 79.6     |
| HFNO (Yüksek akımlı nazal oksijen)                                                     | 32                        | 3.6      |
| NIMV (Non-invaziv mekanik ventilasyon)                                                 | 32                        | 3.6      |
| IMV (İnvaziv mekanik ventilasyon)                                                      | 119                       | 13.2     |

**Tablo 9** Hastalarda yoğun bakım kabulü ve ihtiyaç duyulan solunum cihazına göre dağılımı

Bulgular incelendiğinde; 712 hastanın (%79) yoğun bakım ihtiyacı duymadığı ve 189 hastanın (%21) yoğun bakım ihtiyacı duyduğu izlenmiştir. Yoğun bakıma kabul edilen hastaların en ileri basamak solunum cihazı ihtiyaçları incelendiğinde; 32 hastanın (%3,6) HFNO' ya, 32 hastanın (%3,6) NIMV' e ve 119 hastanın (%13,2) IMV' ye ihtiyacı olmuştur.

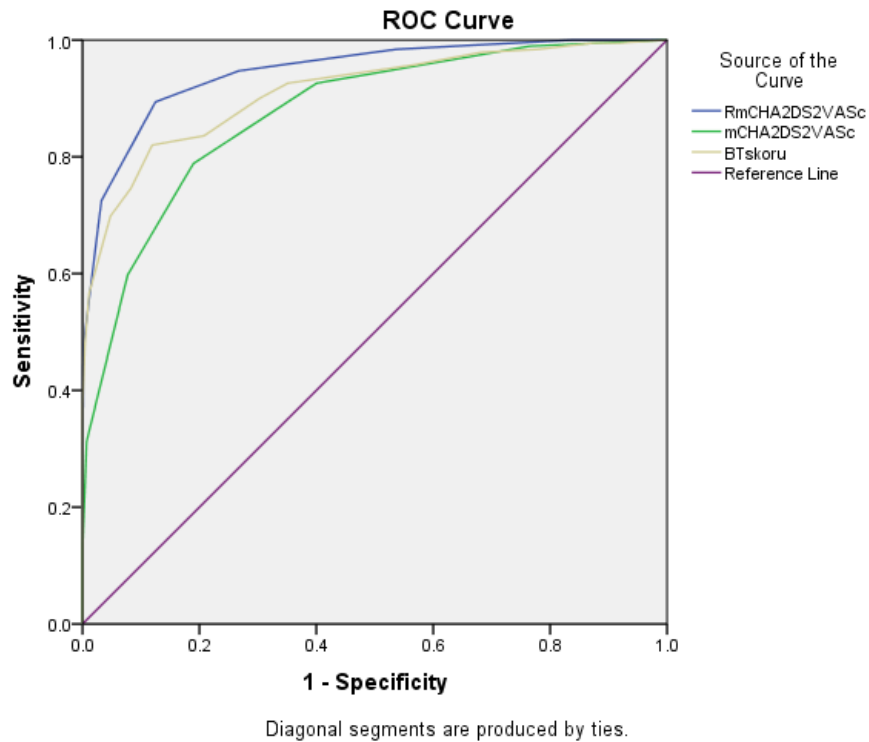
Hesaplanan BT skorunun yoğun bakım ihtiyacını belirleme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır (Grafik 1, Tablo 10). BT skorunun yoğun bakım ihtiyacını öngörmeye anlamlı olduğu saptanmıştır (EAA=0.91,  $p<0.001$ ). BT skoru için yoğun bakım ihtiyacını öngörebilecek eşik değeri  $\geq 14$  olduğunda; duyarlılık %83,6, özgüllük %79,2 olarak hesaplanmıştır.

mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun yoğun bakım ihtiyacını belirleme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır (Grafik 1, Tablo 10). Sonuçta, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc



skorunun yoğun bakım ihtiyacını öngörmeye anlamlı olduğu saptanmıştır. (EAA=0.88,  $p<0.001$ ). mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru için yoğun bakım ihtiyacını öngörebilecek eşik değeri  $\geq 5$  olduğunda; duyarlılık %78,8 ve özgüllük %81 olarak hesaplanmıştır.

R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun yoğun bakım ihtiyacını belirleme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır (Grafik 1, Tablo 10). R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun yoğun bakım ihtiyacını öngörmeye anlamlı olduğu bulunmuştur (EAA=0.95,  $p<0.001$ ). R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru için yoğun bakım ihtiyacını öngörebilecek eşik değeri  $\geq 6$  olduğunda; duyarlılık %89,4, özgüllük %87,5 olarak hesaplanmıştır.



**Grafik 1** Yoğun bakım ihtiyacını belirlemede mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ROC eğrisi analizi

| Risk Faktörü                                       | EAA (%95 CI)    | Eşik değeri | p       | Duyarlılık (%) | Özgüllük (%) |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------|---------|----------------|--------------|
| <b>mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru</b>   | .88 (0.85-0.90) | ≥ 5         | < 0.001 | 78.8           | 81           |
| <b>BT skoru</b>                                    | .91 (0.89-0.94) | ≥ 14        | < 0.001 | 83.6           | 79.2         |
| <b>R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru</b> | .95 (0.93-0.96) | ≥ 6         | < 0.001 | 89.4           | 87.5         |

**Tablo 10** Yoğun bakım ihtiyacını belirlemede mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ROC eğrisi analiz tablosu

Hasta grupları; mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT, R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorları ve mutlak Brixia skoru açısından karşılaştırılmıştır (Tablo 11).

|                                                    | Hayatta kalan grup (n=789) |      | Mortal grup (n=112) |      | Toplam (n=901) |      | t        | p      |
|----------------------------------------------------|----------------------------|------|---------------------|------|----------------|------|----------|--------|
|                                                    | Ort.                       | s.s. | Ort.                | s.s. | Ort.           | s.s. |          |        |
| <b>Mutlak Brixia Skoru</b>                         | -2.25                      | 2.34 | 4.38                | 2.71 | 1.72           | 4.15 | -17.8111 | <0.001 |
| <b>BT Skoru</b>                                    | 6.54                       | 3.52 | 14.75               | 5.49 | 7.56           | 4.68 | -15.382  | <0.001 |
| <b>mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc Skoru</b>   | 1.62                       | 1.34 | 4.09                | 1.54 | 1.93           | 1.59 | -16.113  | <0.001 |
| <b>R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc Skoru</b> | 2.07                       | 1.56 | 6                   | 1.59 | 2.56           | 2.03 | -24.463  | <0.001 |

**Tablo 11** Hasta Gruplarının mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT, R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorları ve mutlak Brixia skoru açısından karşılaştırılması

Tablo 11'e göre; mortal gruptaki hastaların mutlak Brixia skoru (4.38±2.71), BT skoru (14.75±5.49), mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru (4.09±1.54) ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-

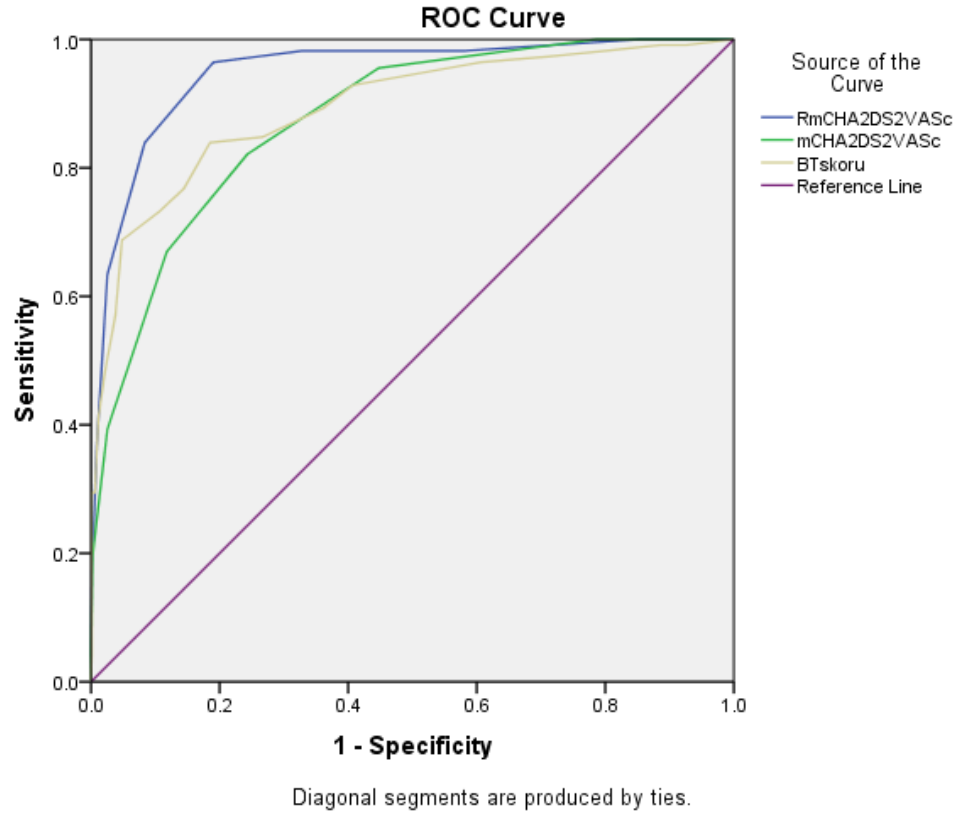
VASc skoru ( $6\pm1.59$ ) olup hayatta kalan hasta grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek olarak izlenmiştir ( $p<0.001$ ).

İzole olarak hesaplandığında, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc ve BT skorları arasında *orta derecede pozitif yönde* anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur ( $r=0.407$ ,  $p<0.05$ ).

BT skorunun mortaliteyi öngörme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır (Grafik 2, Tablo 12). BT skorunun, mortaliteyi öngörmede anlamlı bir parametre olduğu gösterilmiştir. BT skoru için mortaliteyi öngörebilecek eşik değer  $\geq 19$  olduğunda; duyarlılık %83,9, özgüllük %81,5 olarak hesaplanmıştır.

mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun mortaliteyi öngörme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır (Grafik 2, Tablo 12). mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun mortaliteyi öngörmede anlamlı bir parametre olduğu gösterilmiştir (EAA=0.88,  $p<0.001$ ). mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru için mortaliteyi öngörebilecek eşik değer  $\geq 6$  olduğunda; duyarlılık %82,1, özgüllük %75,7 olarak hesaplanmıştır.

R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun mortaliteyi öngörme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır (Grafik 2, Tablo 12). R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun mortaliteyi öngörmede anlamlı bir parametre olduğu gösterilmiştir (EAA=0.95,  $p<0.001$ ). R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru için mortaliteyi öngörebilecek eşik değer  $\geq 8$  olduğunda; duyarlılık %83,9, özgüllük %91,6 olarak hesaplanmıştır.



**Grafik 2** Mortaliteyi belirlemede mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ROC eğrisi analizi

|                                                    | EAA (%95 CI)    | Eşik değeri | p      | Duyarlılık (%) | Özgüllük (%) |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------|--------|----------------|--------------|
| <b>mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru</b>   | .88 (0.84-0.91) | ≥ 6         | <0.001 | 82.1           | 75.7         |
| <b>BT skoru</b>                                    | .89 (0.86-0.93) | ≥ 19        | <0.001 | 83.9           | 81.5         |
| <b>R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru</b> | .95 (0.93-0.97) | ≥ 8         | <0.001 | 83.9           | 91.6         |

**Tablo 12** Mortaliteyi belirlemede mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc, BT ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ROC eğrisi analiz tablosu

## 5.TARTIŞMA

COVID-19'lu semptomatik hastaların çoğu (%80) hafif ile orta derecede solunum yolu hastalığı yaşar ve özel tedaviye gerek kalmadan iyileşir. Ciddi semptomu olan hastalar (%14-15) ve kritik hastalığı (%5) olan olgularda ise; dispne ve hipoksi daha belirgindir.<sup>30</sup> Ciddi ve kritik hastalarda, semptom başlangıcından iki gün sonra elde edilen görüntülemelerde akciğerde tutulum oranı %50'den fazla olma eğilimindedir.<sup>31</sup> Artmış yaş, mortalite ile ilişkili olup ölümlerin %80'inin 65 yaş ve üzerinde olduğu bildirilmiştir.<sup>32,33,34</sup> Ayrıca yapılan sosyodemografik çalışmalarda; erkekler SARS CoV-2 enfeksiyonundan daha sık etkilenmekte olup hastane içi ölüm oranı kadın hastalara kıyasla daha yüksektir.<sup>16</sup> Bu çalışmada; literatür ile uyumlu olarak gruplar arasında yaş kategorileri açısından anlamlı bir fark bulunmuş olup, cinsiyet dağılımı açısından anlamlı bir fark izlenmemiştir ( $p=0.293$ ). Bunun nedeni örneklem aralığının darlığı olabilir. Mortalitenin en çok 75 yaş ve üzeri kişilerde (%50,9) izlendiği dikkati çekmiştir ( $p<0.001$ ).

Altta yatan kardiyovasküler hastalık, diabetes mellitus, hipertansiyon, kronik akciğer hastalığı, kanser (özellikle hematolojik maligniteler, akciğer kanseri ve metastatik hastalık), obezite ve kronik böbrek hastalığı olan hastalarda COVID-19'a bağlı şiddetli hastalık gelişme ve artmış ölüm riski bildirilmiştir.<sup>30,93,94</sup> Zheng ve ark. tarafından yapılan bir meta-analizde; erkek cinsiyet, 65 yaş üstü, sigara öyküsü, hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalık gibi komorbiditelere sahip hastaların kritik hastalık geliştirme açısından daha büyük bir riske sahip olduğunu

bildirmiştir.<sup>95</sup> Fadini ve ark. 'nın diabetin COVID-19 hastalık sürecine etkisini incelediği bir meta-analizde ise; diyabetin SARS-CoV-2 enfeksiyonu riskini artırmamakla birlikte, COVID-19'un klinik seyrini kötüleştirebileceğini bildirmiştir.<sup>96</sup> Son olarak Krittanawong ve ark. COVID-19 ve kardiyovasküler risklerin sorgulandığı bir meta-analizde; klinik olarak ağır ve kritik COVID-19 hastalığı olan hastalarda, ciddi olmayan COVID-19 hastalığına kıyasla özgeçmişlerinde DM, HT, KAH, KKY bulunma oranı istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek izlenmiştir.<sup>97</sup> Bu çalışmada da literatür ile uyumlu olarak; HT (n=97, %86,6), DM (n=65, %58), vasküler aterosklerotik hastalık (KAH, PAH) (n=48, %42,9) ve KBH (n= 47, %42)'a sahip olan hasta oranının mortal grupta anlamlı şekilde yüksek olduğu dikkati çekmiştir (p<0.001). Ancak KKY ile mortalite arasında anlamlı bir ilişki gösterilememiş olup bunun nedeni, eksik bildirim ve/veya kayıtlar olabileceği gibi kalp yetmezliğin dekompanseman derecesi ile de ilişkili olabilir.

Çalışmada hastalık seyri boyunca COVID-19 ilişkili trombotik komplikasyonlar saptanmıştır. Bunlar; DVT(n=4), PTE (n=10), NSTEMİ (n=15), STEMİ(n=3) ve SVO(n=7) şeklindedir. Hücre dağılımlarında yeterli sayı olmaması nedeniyle Ki-kare analizi yapılamamıştır. Literatürde COVID-19 hastalarında PTE insidansı %23- 30 arasında bildirilmiş olup bu çalışmadaki bulgular literatüre oranla belirgin olarak düşüktür.<sup>66,67</sup> Bunun nedeni pulmoner BT anjiyografi ile dokümanite edilen PTE olgularının çalışmaya dahil edilmiş olması olabilir. Bir diğer nedeni ise, D-dimer yüksekliği olan hastalarda ve/veya takiplerinde oksijen ihtiyacında ani artış

olup klinik olarak şüphe uyandıran durumlarda; genel durum bozukluğu, hemodinamik instabilite veya böbrek fonksiyon testi bozukluğu nedeniyle hastanın BT ünitesine getirilememesi olabilir. Bazı hastaların ise, kesitsel görüntüleme yapılmaksızın klinik olarak ve/veya transtorasik EKO bulguları ile desteklenerek PTE kabul edilip tedavi başlanması nedeniyle olabilir. Yine düşük PTE insidansının bir diğer olası nedeni de; bildirilen çoğu PTE olgularında ana dallarda değil, lobar ve segmental dallarda dolma defekti görülüyor olması nedeniyle klinik olarak belirgin hemodinamik bozukluk yaratmaması ve hastalık semptomlarıyla örtüşmesi söz konusu olabilir.<sup>68</sup>

Bu çalışmada toraks BT’de saptanan bazı eşlikçi bulgular şu şekildedir; pnömotoraks (n=7, %0.8), pnömotoraks olmaksızın izole pnömomediastinum (n=2, %0.2), en az 1 cm veya daha fazla ölçülen plevral efüzyon (n=32, % 3,6) ve amfizem (Fleischner grubunun BT sınıflamasına göre akciğer hacminin % 5’ten daha fazlasını işgal eden sentrilobuler amfizem ve/veya önemli miktarda paraseptal amfizem) (n=22, %2,4).<sup>98</sup> 7 pnömotoraks olgusunun 6’sı mortal grupta izlenmiş olmakla birlikte hücre dağılımlarında yeterli sayı olmaması nedeniyle Ki-kare analizinin geçersiz olduğu izlenmiştir.

Li ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada; COVID-19 hastaları, şikayetlerinin başlama zamanı ile çekilen ilk BT arasındaki geçen süreye göre tabakalandırılmış ve hesaplanan semi-kantitatif BT skorları karşılaştırılmıştır. Mortal grupta; yakınmaların başlama süresi 0-5 gün ve 5-10 gün aralığında olan hastaların,

ortalama BT skoru anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.<sup>99</sup> Benzer şekilde Ding ve ark. tarafından yapılan başka bir çalışmada; hastalığın erken döneminde (< 10 gün) BT bulgularının geliştiği ve ilerlediği izlenmiş olup daha sonraki süreçte (10 gün ve sonrası), bulguların ilerlemesinin azalmasıyla beraber uzun süre devam etme eğiliminde olduğu gözlenmiştir.<sup>100</sup> Bu çalışmada da, şikayetlerin başlama zamanı ile ilk BT arasındaki geçen süreye göre olgular tabakalandırılmış ve literatür ile uyumlu olarak mortal gruptaki hastaların çoğunluğunun 0-5 gün (n=96 / %85,7) ile 5-10 gün arasında (n=8 / % 7,1) olduğu dikkati çekmiştir ve bu bulgu istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (p<0.001).

Çalışmada hasta kabulünde veya yatış sonrası ilk üç gün içerisinde bazı rutin kan değerleri ve negatif prognostik faktörler de kaydedilmiştir. Bu değerlerden; trombosit sayısı (p=0.089) hariç diğer tüm kan değerleri açısından hayatta kalan ve mortal gruplardaki hastalar arasında anlamlı fark saptanmıştır. Mortal gruptaki hastaların; Hb, GFR ve lenfosit değerleri anlamlı olarak daha düşük ve fibrinojen, WBC, NLR, Cre, BUN/Cre, total CK, LDH, CRP, D-dimer, ferritin, troponin, prokalsitonin ve IL-6 değerleri ise istatistiki açıdan anlamlı olarak daha yüksektir (p<0.001). Bulgular, trombosit değerleri dışında literatür verileri ile uyumlu olup özellikle D-dimer seviyeleri ve NLR yüksek mortalite oranı ile ilişkilidir.<sup>57,58,59,60</sup> İba ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada; COVID-19 ile ilişkili koagülopatinin (CAC) klinik ve laboratuvar özelliklerinin, sepsis kaynaklı koagülopati, dissemine intravasküler koagülasyon, hemofagositik sendrom/hemofagositik lenfositosis , antifosfolipid sendromu ve trombotik mikroanjiyopatide görülen



mekanizmaların hiçbirleriyle tam uyuşmayıp hepsiyle kısmen örtüşmekte olduğunu bildirmiştir.<sup>101</sup> Yine aynı çalışmada CAC'nin; artmış D-dimer ve fibrinojen seviyeleri göstermesine rağmen başlangıçta protrombin zamanı ve trombosit sayısındaki anormalliklerin minimal olduğunu belirtmiştir.<sup>101</sup> Bu çalışmada; trombosit değerlerinde iki grup arasında anlamlı fark izlenmemiş olup bunun nedeni kan değerlerinin erken dönemde (ilk 3 gün) bakılmış olması olabilir.

Çetinkal ve arkadaşlarının; RT-PCR testi pozitif 694 hasta üzerinde yaptığı retrospektif çalışmada, yalnız cinsiyet kategorisini değiştirerek oluşturdukları modifiye CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc (mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc) skorunun, klasik CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoruna oranla hastane içi mortaliteyi öngörmekte daha üstün ve bağımsız bir prediktif faktör olduğu bildirilmiştir.<sup>71</sup> Bu çalışmada da; literatürle uyumlu olacak şekilde bulgular izlenmiş olup ayrıca izole olarak hesaplanan mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru ve BT skorları arasında *orta derecede pozitif yönde* anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur ( $r=0.407$ ,  $p<0.05$ ).

Literatürde yapılan COVID-19 pnömonisinin radyolojik analizlerinde; konsolidasyon, BCO' ya göre daha nadir raporlanan bir bulgu olup (%29-72) izole olarak görülebilsede sıklıkla BCO' ya eşlik eder ve progresyonu gösterir. Şiddetli olgularda ve ilk haftadan sonra daha sık izlenir.<sup>48</sup> Huang ve arkadaşları, yoğun bakım ünitesine kabul edilen hastalarda en sık izlenen BT bulgusunun multipl lobar veya subsegmenter konsolidasyon ve mikst patern olduğunu belirtmiştir.<sup>49</sup> Bu

çalışmada da literatür ile uyumlu olarak; mortalite grubunda mikst paternin (%45,5) anlamlı derecede yüksek olduğu izlenmiştir ( $p<0.001$ ).

RSNA sınıflaması analizlerine göre; 747 hastanın (%82,9) tipik görünümüne, 131 hastanın (%14,5) belirsiz görünümüne ve 23 hastanın (%2,6) atipik görünümüne sahip olduğu izlenmiştir. Bulgular; BT duyarlılığının yüksek (%90-94) ve özgüllüğünün ise görece düşük (%79-84) olduğu literatür bilgisi ile uyumludur.<sup>56,102</sup>

Yoğun bakım kabulü olan hastaların, yoğun bakıma kabul günü ile yoğun bakım takip süresinin ortanca günü arasındaki DAG skorları arasındaki fark olan mutlak Brixia skorunun mortaliteyle ilişkisine bakılmış olup literatür ile uyumlu olarak; mortal gruptaki hastaların mutlak Brixia skorunun ( $4.38 \pm 2.71$ ), hayatta kalan gruptaki hastalara göre ( $-2.25 \pm 2.34$ ) anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ( $p<0.001$ ).<sup>92</sup> Özellikle ilk akciğer grafisinin yoğun bakım öncesinde hastanın genel durumu iyiye yakın optimal şekilde gerçekleştirilmesi, yoğun bakımda hastalık progresyonunun daha etkin takibini ve değerlendirilmesini sağlayabilir. Hastalığın erken aşamalarında; DAG'nin normal olabilmesi ve BCO'ları göstermedeki zorlukları nedeniyle duyarlılık düşük olsa da, semptomları zaten ilerlemiş hastalarda DAG genellikle akciğerlerdeki değişiklikleri yüksek bir özgüllük ile gösterebilmekte ve hasta takibinde çoğunlukla BT'ye ihtiyaç kalmamaktadır.

Klinik alışmalar, hem COVID-19'a karşı duyarlılığın hem de kötü sonlanımın kardiyovasküler hastalıklarla (KVH) ilişkili olduğunu göstermiş ve ek KVH hastalıklarının prevalansı özellikle mortal hasta grubunda yüksek bulunmuştur.<sup>103</sup> CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru; tüm bileşenleri önemli kardiyovasküler risk faktörleri olduğundan, atriyal fibrilasyonlu hastalarda inmenin yanı sıra çeşitli durumlarda ve hastalıklarda da morbidite ve mortaliteyi tahmin etmek için iyi doğrulanmış bir risk sınıflandırma skorudur.<sup>12</sup> Yukarıda bahsedildiği gibi; yapılan çalışmalar erkek cinsiyetin, SARS-CoV 2 enfeksiyonundan daha fazla etkilendiğini ve hastane içi ölüm oranının erkeklerde daha yüksek olduğunu göstermektedir.<sup>16</sup> Quisi ve arkadaşları tarafından 349 COVID-19 hastası ile gerçekleştirilen retrospektif ve çok merkezli bir çalışmada, CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun anlamlı olarak COVID-19 hastalarında hastane içi mortaliteyi öngördüğünü bildirmiştir.<sup>104</sup> etinkal ve arkadaşları ise; 694 RT-PCR pozitif hastada, basitçe cinsiyet kategorisini değiştirerek oluşturdukları modifiye CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc (mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc) skorunun, klasik CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoruna oranla hastane içi mortaliteyi öngörmede daha üstün olduğunu ve 4 puan ve üzerindeki skorlarda yine hastane içi mortalitenin anlamlı olarak arttığını bildirmiştir.<sup>71</sup> Bu çalışmada; mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun mortalite ve yoğun bakım ihtiyaı açısından ROC eğrisi analizleri yapılmış olup yoğun bakım ihtiyaını (EAA=0.88, p<0.001) ve mortaliteyi öngörmede (EAA=0.88, p<0.001) literatüre benzer şekilde anlamlı istatistiki sonuçlar elde edilmiştir. mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru için yoğun bakım ihtiyaını öngörebilecek eşik değer  $\geq 5$  olduğunda; duyarlılık %78,8, özgüllük %81 ve

mortaliteyi öngörebilecek eşik değeri  $\geq 6$  olduğunda; duyarlılık %82,1, özgüllük %75,7 olarak hesaplanmıştır. Bulgular literatürdeki eşik değerler ile benzerdir.<sup>71,104</sup>

Abbasi ve arkadaşlarının 262 COVID-19 pnömonili olguyu incelediği çalışmada; hesapladıkları semi-kantitatif BT skorundaki eşik değeri 12 olarak seçildiğinde, duyarlılığın % 69,6 ve özgüllüğün % 80.1 olduğu bildirilmiştir.<sup>90</sup> Francone ve ark.'nın 130 semptomatik COVID-19 hastasında semi-kantitatif BT skoru ile kısa dönem (24 gün) mortalite arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, 18 ve üzerindeki skorun ölüm riskini önemli derecede arttırdığını bildirmiştir.<sup>91</sup> Bu çalışmada da; BT skorunun yoğun bakım kabulü ve mortaliteyi öngörme açısından ROC eğrisi analizi yapılmıştır. Yoğun bakım ihtiyacını (EAA=0.91,  $p<0.001$ ) ve mortaliteyi (EAA=0.89,  $p<0.001$ ) öngörmede literatür ile uyumlu ve anlamlı bulgular elde edilmiştir.<sup>90,91</sup> BT skoru için yoğun bakım ihtiyacını öngörebilecek eşik değeri  $\geq 14$  olduğunda; duyarlılık %83,6, özgüllük %79,2 iken, mortaliteyi öngörebilecek eşik değeri  $\geq 19$  olduğunda; duyarlılık %83,9, özgüllük %81,5 olarak hesaplanmış olup eşik değerler açısından da literatür ile uyumlu veya birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Son olarak Colombi ve ark, semi-kantitatif olarak hesaplanan görsel skora ek olarak kullandıkları bilgisayar destekli volüm bazlı kantitatif skorlama yönteminde, iyi havalanma gösteren akciğer parankim oranı %73'den az olan olgularda, yoğun bakıma yatış gerekliliğinde artış saptamışlardır.<sup>7</sup> Bahsedilen literatür çalışmaları ve bu çalışmanın eşik değerleri baz alınarak elde olunan BT skorlarına göre; skoru 0-6 arası olan hastalara 0 puan, 7-12 arası olan hastalara 1 puan, 13-18 arası olan hastalara 2 puan ve 19-25 puan arası olan

hastalara ise 3 puan verilerek hastaların mevcut mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarına radyoloji komponenti de eklenip *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skoru elde olunmuştur.

*R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skorunun yoğun bakım ihtiyacını (EAA=0.95, p<0.001) ve mortaliteyi (EAA=0.95, p<0.001) öngörmeye anlamlı istatistik veriler bulunmuştur (Tablo 10 ve 12). *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skoru için yoğun bakım ihtiyacını öngörebilecek eşik değeri  $\geq 6$  olduğunda; duyarlılık %89,4, özgüllük %87,5 ve mortaliteyi öngörebilecek eşik değeri  $\geq 8$  olduğunda ise duyarlılık %83,9, özgüllük %91,6 olarak hesaplanmıştır. *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skorunun; izole olarak semi-kantitatif BT skoruna ve mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoruna göre mortaliteyi ve yoğun bakım ihtiyacını öngörmeye daha üstün olduğu saptanmıştır (Grafik 1 ve 2).

Çalışmamızın kısıtlılıkları; retrospektif dizayn ile gerçekleştirilmiş olması, akciğerin kapasitesini düşüren ileri derecedeki fibrotik akciğer hastalıklarının ve herhangi bir malignite öyküsü olup KT ve/veya RT alan hastaların dışlanmasıdır. Özellikle KT ve/veya RT alıp immün sistemi baskılanmış hastalarda diğer viral pnömonilere ve fırsatçı enfeksiyonlara yatkınlık artmış olup COVID-19 pnömonisi ile görüntü bulguları örtüşebilmektedir. Ayrıca bu çalışmada; literatür ile uyumlu şekilde mortalite grubunda KBH hastaları anlamlı olarak yüksek bulunmuş olmasına rağmen nihai skor olan *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skorunun bileşenleri arasında bu komponent bulunmamakta olup skorun duyarlılık ve özgüllük değerlerini düşüren potansiyel bir neden olarak düşünülmüştür. Bu konuyla ilgili olarak, KBH olgularını da içerecek alternatif skorlama sistemlerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada;

*R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skorunun, diğ er sk rlama yöntemlerine kıyasla daha iyi sonuç verdiği gösterilmiş olsa da yaygın klinik kullanımı için prospektif ve daha geniş örneklem gruplarıyla yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

## 6. SONUÇ

COVID-19 hastalarında yoğun bakım ihtiyacının ve mortalite riskinin erken dönemde öngörülebilmesi, klinik hasta yönetimi ve tedavi stratejileri için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada tanımlanan *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skoru; hastalığın klinik seyrini erken dönemde öngörebilmekte başarılı olup yeterli duyarlılık ve özgüllüğe sahip, yeni ve önemli bir skarlama yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Diğer klinik ve radyolojik skarlama sistemlerinden farklı olarak hem klinik hem de radyolojik parametreleri içermesi nedeniyle güçlü ve aynı zamanda pratik bir prognostik göstergedir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Available from: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> Accessed 1 March 2021.
2. Fang Y, Zhang H, Xie J, Lin M, Ying L, Pang P, et al. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR. *Radiology*. 2020;200432.
3. Huang P, Liu T, Huang L, Liu H, Lei M, Xu W, et al. Use of Chest CT in Combination with negative RT-PCR Assay for the 2019 novel Coronavirus but High Clinical Suspicion. *Radiology*. 2020;295(1):22-3.
4. Simpson S, Kay FU, Abbara S, Bhalla S, Chung JH, Chung M, et al. Radiological Society of North America Expert Consensus Statement on Reporting Chest CT Finding Related to COVID-19. Endorsed by the Society of Thoracic Radiology, the American College of Radiology, and RSNA. *J Thorac Imaging*. 2020.
5. Yuan M, Yin W, Tao Z, Tan W, Hu Y. Association of radiologic findings with mortality of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *PLoS One* 2020;15: e0230548.
6. Yang R, Li X, Liu H, Zhen Y, Zhang X, Xiong Q, et al. Chest CT Severity Score: An Imaging Tool for Assessing Severe COVID-19. *Radiology: Cardiothoracic Imaging* 2020;2(2):e200047.
7. Colombi D, Bodini FC, Petrini M, Maffi G, Morelli N, Milanese G, et al. Well-aerated Lung on Admitting Chest CT to Predict Adverse Outcome in COVID-19 Pneumonia [published online ahead of print, 2020 Apr 17]. *Radiology*. 2020;201433.
8. Ackermann M, Verleden SE, Kuehnel M, Haverich A, Welte T, Laenger F, et al. Pulmonary Vascular Endothelialitis, Thrombosis, and Angiogenesis in COVID-19. *N Engl J Med*. 2020; 383: 120– 8.
9. Vernuccio F, Lombardo FP, Cannella R, Panzuto F, Giambelluca D, Arzanauskaite M, et al. P. Thromboembolic complications of COVID- 19: The combined effect of a pro-coagulant pattern and an endothelial thrombo-inflammatory syndrome. *Clin. Radiol*. 2020; 75, 804–810.
10. Mestre-Gómez B, Lorente-Ramos RM, Rogado J, Franco-Moreno A, Obispo B, Salazar-Chiriboga D, et al. Incidence of pulmonary embolism in non-critically ill COVID-19 patients. Predicting factors for a challenging



diagnosis [published online ahead of print, 2020 Jun 29]. *J Thromb Thrombolysis*. 2020;1-7.

11. Spence JD, de Freitas GR, Pettigrew LC, Liebeskind DS, Kase CS, Del Brutto OH, et al. Mechanisms of stroke in COVID-19. *Cerebrovasc Dis* 2020; 49: 451–458.
12. Melgaard L, Gorst-Rasmussen A, Lane DA, Rasmussen LH, Larsen TB, Lip GYH. Assessment of the CHA2DS2-VASc score in predicting ischemic stroke, thromboembolism, and death in patients with heart failure with and without atrial fibrillation. *JAMA* 2015;314: 1030–8
13. Yang Y, Yang M, Shen C, Wang F, Yuan J, Li J, et al. Evaluating the accuracy of different respiratory specimens in the laboratory diagnosis and monitoring the viral shedding of 2019-nCoV infections. *medRxiv* <https://doi.org/10.1101/2020.02.11.20021493>.
14. Khalili M, Karamouzian M, Nasiri N, Javadi S, Mirzazadeh A, Sharifi H. Epidemiological characteristics of COVID-19: a systemic review and meta-analysis. *Epidemiol Infect.* 2020;148: e130.
15. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, Jones FK, Zheng Q, Meredith HR, et al. The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application. *Ann Intern Med.* 2020;172(9): 577-82.
16. Jutzeler CR, Bourguignon L, Weis CV, Tong B, Wong C, Rieck B, et al. Comorbidities, clinical signs and symptoms, laboratory findings, imaging features, treatment strategies, and outcomes in adult and pediatric patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis* 2020;37: 101825.
17. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S. COVID-19 pathophysiology: A review. *Clin Immunol* 2020;215: 108427.
18. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, et al. SARSCoV- 2 Cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell* 2020;181(2):271–280.e8.
19. Xu H, Zhong L, Deng J, Peng J, Dan H, Zeng X, et al. High expression of ACE2 receptor of 2019-nCoV on the epithelial cells of oral mucosa. *Int J Oral Sci* 2020;12(1):8.

20. Verdecchia P, Cavallini C, Spanevello A, Angeli F. The pivotal link between ACE2 deficiency and SARS-CoV-2 infection. *Eur J Intern Med* 2020;76: 14-20.
21. Sungnak W, Huang N, Bécavin C, Berg M, Queen R, Litvinukova M, et al. SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes. *Nat Med* 2020;26(5):681–687.
22. Shang J, Ye G, Shi K, Wan Y, Luo C, Aihara H, et al. Structural basis of receptor recognition by SARS-CoV-2. *Nature* 2020;581(7807):221–224.
23. Hirano T, Murakami M. COVID-19: A New Virus, but a Familiar Receptor and Cytokine Release Syndrome. *Immunity* 2020;52(5):731–733.
24. Revzin MV, Raza S, Warshawsky R, et al. Multisystem Imaging Manifestations of COVID-19, Part 1: Viral Pathogenesis and Pulmonary and Vascular System Complications. *RadioGraphics* 2020;40(6):1574–1599.
25. Yu P, Zhu J, Zhang Z, Han Y. A Familial Cluster of Infection Associated With the 2019 Novel Coronavirus Indicating Possible Person-to-Person Transmission During the Incubation Period. *J Infect Dis* 2020;221(11):1757–1761.
26. Chan JF, Yuan S, Kok KH, Wang To KK, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet* 2020;395(10223):514–523.
27. He J, Guo Y, Mao R, Zhang J. Proportion of asymptomatic coronavirus disease 2019: A systematic review and metaanalysis. *J Med Virol* 2020. doi: 10.1002/jmv.26326. pmid: 32691881
28. Zhu J, Ji P, Pang J, Zhong Z, Li H, He C, et al. Clinical characteristics of 3062 COVID-19 patients: A meta-analysis. *J Med Virol.* 2020 Oct;92(10):1902-1914.
29. Agyeman AA, Chin KL, Landersdorfer CB, Liew D, Ofori-Asenso R. Smell and taste dysfunction in patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Mayo Clin Proc* 2020;95(8):1621–1631.
30. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 2020;323(13):1239.

31. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020 May;8(5):475-481.
32. Liu K, Fang YY, Deng Y, Liu W, Wang MF, Ma JP, et al. Clinical characteristics of novel coronavirus cases in tertiary hospitals in Hubei Province. *Chin Med J (Engl)*. 2020 May 5;133(9):1025-1031.
33. Myers LC, Parodi SM, Escobar GJ, Liu VX. Characteristics of Hospitalized Adults With COVID-19 in an Integrated Health Care System in California. *JAMA* 2020;323(21):2195.
34. Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet* 2020;395(10223):507–513.
35. Wong HYF, Lam HYS, Fong AH, Leung ST, Chin TW, Lo CSY, et al. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19. *Radiology* 2020;296(2): E72–E78.
36. Liu Q, Wang RS, Qu GQ, Wang YY, Liu P, Zhu YZ, et al. Gross examination report of a COVID-19 death autopsy. *Fa Yi Xue Za Zhi*. 2020 Feb;36(1):21-23.
37. American College of Radiology. ACR Recommendations for the use of Chest Radiography and Computed Tomography (CT) for Suspected COVID-19 Infection. <https://www.acr.org/Advocacy-and-Economics/ACR-Position-Statements/Recommendations-for-Chest-Radiography-and-CT-for-Suspected-COVID19-Infection>. Accessed Dec. 12, 2020.
38. De Smet K, De Smet D, Ryckaert T, Laridon E, Heremans B, Vandenbulcke R, et al. Diagnostic Performance of Chest CT for SARS-CoV-2 Infection in Individuals with or without COVID-19 Symptoms. *Radiology*. 2021;298(1): E30-E37.
39. Cleverley J, Piper J, Jones MM. The role of chest radiography in confirming COVID-19 pneumonia. *BMJ*. 2020 Jul 16;370:m2426.
40. Öz Özcan A, Savaş R. COVID-19 hastasında radyolojik görünüm. *Ekinci O, editör. Anesteziyoloji ve COVID-19*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2020. p.27-33.
41. World Health Organization (2020) Use of chest imaging in COVID-19: a rapid advice guide. World Health Organization, Geneva. Available

via <https://www.who.int/publications/i/item/use-of-chest-imaging-in-COVID-19>. Accessed 27 Dec 2020

42. Chen D, Jiang X, Hong Y, Wen Z, Wei S, Peng G, et al. Can Chest CT Features Distinguish Patients With Negative From Those With Positive Initial RT-PCR Results for Coronavirus Disease (COVID-19)? *AJR Am J Roentgenol*. 2020;1-5.
43. Ojha V, Mani A, Pandey NN, Sharma S, Kumar S. CT in coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of chest CT findings in 4410 adult patients. *Eur Radiol*. 2020 Nov;30(11):6129-6138.
44. Salehi S, Abedi A, Balakrishnan S, Gholamrezanezhad A. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Systematic Review of Imaging Findings in 919 Patients. *AJR Am J Roentgenol*. 2020:1-7.
45. Chung M, Bernheim A, Mei X, Zhang N, Huang M, Zeng X, et al. CT Imaging Features of 2019 novel Coronavirus (2019-nCoV). *Radiology*. 2020;295(1):202-7.
46. Bernheim A, Mei X, Huang M, Yang Y, Fayad ZA, Zhang N, et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID- 19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology*. 2020;295(3):200463.
47. Pan F, Ye T, Sun P, Gui S, Liang B, Li L, et al. Time Course of Lung Changes at Chest CT during Recovery from Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Radiology*. 2020;295(3):715-21.
48. Li K, Wu J, Wu F, Guo D, Chen L, Fang Z, et al. The Clinical and Chest CT Features Associated With Severe and Critical COVID-19 Pneumonia. *Invest Radiol* 2020; 55(6): 327-31
49. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497-506.
50. Prokop M, van Everdingen W, van Rees Vellinga T, van Ufford HQ, Stöger L, Beenen L, et al. CO-RADS: A Categorical CT Assessment Scheme for Patients Suspected of Having COVID-19-Definition and Evaluation. *Radiology* 2020;296(2): E97–E104.
51. Som A, Lang M, Little B. Pulmonary Vascular Pathology in COVID-19. *N Engl J Med*. 2020 Aug 27;383(9):887.

52. Wu J, Pan J, Teng D, Xu X, Feng J, Chen YC. Interpretation of CT signs of 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia. *Eur Radiol.*2020. *Eur Radiol.* 2020;30(10):5455-5462.
53. Georgiadou SP, Sipsas NV, Marom EM, Kontoyiannis DP. The diagnostic value of halo and reversed halo signs for invasive mold infections in compromised hosts. *Clin Infect Dis* 2011;52(9):1144–1155.
54. Zhou Z, Guo D, Li C, Fang Z, Chen L, Yang R, et al. Coronavirus disease 2019: initial chest CT findings. *Eur Radiol.* 2020 Aug;30(8):4398-4406.
55. Ye Z, Zhang Y, Wang Y, Huang Z, Song B. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): a pictorial review. *Eur Radiol* 2020;30(8):4381–4389.
56. Besutti G, Giorgi Rossi P, Iotti V, Spaggiari L, Bonacini R, Nitrosi A, et al. Accuracy of CT in a cohort of symptomatic patients with suspected COVID-19 pneumonia during the outbreak peak in Italy. *Eur Radiol.* 2020;30(12):6818–6827.
57. Khinda J, Janjua NZ, Cheng S, van den Heuvel ER, Bhatti P, Darvishian M, et al. Association between markers of immune response at hospital admission and COVID-19 disease severity and mortality: A meta-analysis and meta-regression. *J Med Virol.* 2020;1-21.
58. Feng X, Li S, Sun Q, Zhu J, Chen B, Xiong M, et al. Immune-inflammatory parameters in COVID 19 cases: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine.* 2020; 7:1-14.
59. Liao D, Zhou F, Luo L, Xu M, Wang H, Xia J, et al. Haematological characteristics and risk factors in the classification and prognosis evaluation of COVID-19: a retrospective cohort study. *Lancet Haematol.* 2020 Sep;7(9): e671-e678.
60. Del Valle DM, Kim-Schulze S, Huang HH, Beckmann ND, Nirenberg S, Wang B, et al. An inflammatory cytokine signature predicts COVID-19 severity and survival. *Nat Med.* 2020 Oct;26(10):1636-1643.
61. Yang J, Zheng Y, Gou X, Pu K, Chen Z, Guo Q, et al. Prevalence of comorbidities and its effects in patients infected with SARS-CoV-2: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Infect. Dis.* 2020, 94:91-95.
62. Wu C, Chen X, Cai Y, Xia J, Zhou X, Xu S et al. Risk factors associated with acute respiratory distress syndrome and death in patients with coronavirus disease 2019 pneumonia in Wuhan, China. *JAMA Intern Med* 2020;180(7):1–11.

63. Stefanidis K, Moser J, Vlahos I. Imaging of Diffuse Lung Disease in the Intensive Care Unit Patient. *Radiol Clin North Am* 2020;58(1):119–131.
64. Ranucci M, Ballotta A, Di Dedda U, Bayshnikova E, Dei Poli M, Resta M, et al. The procoagulant pattern of patients with COVID-19 acute respiratory distress syndrome. *J Thromb Haemost* 2020;18(7):1747–1751.
65. Iba T, Levy JH, Raj A, Warkentin TE. Advance in the Management of Sepsis-Induced Coagulopathy and Disseminated Intravascular Coagulation. *J Clin Med* 2019;8(5): E728.
66. Grillet F, Behr J, Calame P, Aubry S, Delabrousse E. Acute PE Associated with COVID-19 Pneumonia Detected with Pulmonary CT Angiography. *Radiology* 2020;296(3): E186– E188.
67. Léonard-Lorant I, Delabranche X, Séverac F, Helms J, Pauzet C, Collange O, et al. Acute PE in Patients with COVID-19 at CT Angiography and Relationship to d-Dimer Levels. *Radiology* 2020;296(3): E189–E191.
68. Poyiadji N, Cormier P, Patel PY, Hadied MO, Bhargava P, Khanna K, et al. Acute PE and COVID-19. *Radiology*. 2020 Dec;297(3): E335-E338
69. Idilman IS, Telli Dizman G, Ardali Duzgun S, Irmak I, Karcaaltıncaba M, Inkaya AC, et al. Lung and kidney perfusion deficits diagnosed by dual-energy computed tomography in patients with COVID-19-related systemic microangiopathy [published online ahead of print, 2020 Aug 29]. *Eur Radiol*. 2020;1-10.
70. McGuinness G, Zhan C, Rosenberg N, Azour L, Wickstrom M, Mason DM, et al. Increased Incidence of Barotrauma in Patients with COVID-19 on Invasive Mechanical Ventilation. *Radiology*. 2020;297(2):E252-E262.
71. Cetinkal G, Kocas BB, Ser OS, Kilci H, Keskin K, Ozcan SN, et al. Assessment of the Modified CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>VASc Risk Score in Predicting Mortality in Patients Hospitalized With COVID-19. *Am J Cardiol*. 2020;135:143-149.
72. Goldman, L. W. Principles of CT: Multislice CT. *J. Nucl. Med. Technol*. 36, 57–68 (2008).
73. Frush D, Denham CR, Goske MJ, Brink JA, Morin RL, Mills TT, Butler PF, McCollough C, Miller DL. Radiation protection and dose monitoring in medical imaging: a journey from awareness, through accountability, ability and action...but where will we arrive? *J Patient Saf*. 2013 Dec;9(4):232-8.

74. Cormack, A. M. 75 years of radon transform. *J. Comput. Assist. Tomogr.* (1992). doi:10.1097/00004728-199209000-00001
75. Hounsfield, G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography): I. Description of system. *Br. J. Radiol.* (1973). doi:10.1259/0007-1285-46-552-1016
76. Kalender WA. X-ray computed tomography. *Phys Med Biol.* 2006 Jul 7;51(13): R29-43.
77. Flohr, T. CT Systems. *Curr. Radiol. Rep.* 1, 52–63 (2013).
78. Kalender WA. CT: The unexpected evolution of an imaging modality. *Eur Radiol.* 2005 Nov;15 Suppl 4: D21-4.
79. Kachelriess M, Ulzheimer S, Kalender WA. ECG-correlated image reconstruction from subsecond multi-slice spiral CT scans of the heart. *Med Phys.* 2000 Aug;27(8):1881-902.
80. Ohnesorge B, Flohr T, Becker C, Kopp AF, Schoepf UJ, Baum U, et al. Cardiac imaging by means of electrocardiographically gated multislice spiral CT: initial experience. *Radiology.* 2000 Nov;217(2):564-71.
81. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology.* 2000 Apr;215(1):55-62.
82. Hsieh, J. *Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances.* Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances (2015). doi:10.1117/3.2197756
83. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fétita C, Prêteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol.* 2002 May;12(5):1022-44.
84. Kyriakou Y, Kachelriess M, Knaup M, Krause JU, Kalender WA. Impact of the z-flying focal spot on resolution and artifact behavior for a 64-slice spiral CT scanner. *Eur Radiol.* 2006 Jun;16(6):1206-15.
85. Flohr T, Stierstorfer K, Bruder H, Simon J, Schaller S. New technical developments in multislice CT--Part 1: Approaching isotropic resolution with sub-millimeter 16-slice scanning. *Rofo.* 2002 Jul;174(7):839-45.
86. Schaller S, Flohr T, Klingenberg K, Krause J, Fuchs T, Kalender WA. Spiral interpolation algorithm for multislice spiral CT--part I: theory. *IEEE Trans Med Imaging.* 2000 Sep;19(9):822-34.

87. Callahan MJ. CT dose reduction in practice. *Pediatr Radiol*. 2011 Sep;41 Suppl 2:488-92.
88. Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, Shepard JA, Saini S. Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology*. 2004 Mar;230(3):619-28.
89. Fletcher, J. G., Bruesewitz, M. R., McCollough, C. H., Zhang, J. & Primak, A. N. Relationship between Noise, Dose, and Pitch in Cardiac Multi-Detector Row CT. *RadioGraphics* (2007).
90. Abbasi B, Akhavan R, Ghamari Khameneh A, Zandi B, Farrokh D, Rad MP, et al. Evaluation of the relationship between inpatient COVID-19 mortality and chest CT severity score [published online ahead of print, 2020 Sep 28]. *Am J Emerg Med*. 2020; S0735-6757(20)30851-2.
91. Francone M, Iafrate F, Masci GM, Coco S, Cilia F, Manganaro L, et al. Chest CT score in COVID-19 patients: correlation with disease severity and short-term prognosis. *Eur Radiol*. 2020;30(12):6808-6817.
92. Borghesi A, Maroldi R. COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression. *Radiol Med* (2020);125: 509-13.
93. Liang W, Guan W, Chen R, et al. Cancer patients in SARSCoV-2 infection: a nationwide analysis in China. *Lancet Oncol* 2020;21(3):335–337.
94. Zhou F, Yu T, Du R, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet* 2020;395(10229):1054–1062
95. Zheng Z, Peng F, Xu B, et al. Risk factors of critical & mortal COVID-19 cases: A systematic literature review and meta-analysis. *J Infect*. 2020;81(2): e16-e25.
96. Fadini GP, Morieri ML, Longato E, Avogaro A. Prevalence and impact of diabetes among people infected with SARS-CoV-2. *J Endocrinol Invest*. 2020 Jun;43(6): 867-869.
97. Krittanawong C, Virk HUH, Narasimhan B, et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) and cardiovascular risk: A meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis*. 2020;63(4): 527-528.



98. Lynch DA, Austin JH, Hogg JC, Grenier PA, Kauczor HU, Bankier AA, et al. CT-Definable Subtypes of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Statement of the Fleischner Society. *Radiology*. 2015 Oct;277(1):192-205.
99. Li Y, Yang Z, Ai T, Wu S, Xia L, Association of “initial CT” findings with mortality in older patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Eur. Radiol*. 2020, 1–8.
100. Ding X, Xu J, Zhou J, Long Q. Chest CT findings of COVID-19 pneumonia by duration of symptoms. *Eur J Radiol*. 2020;127:109009.
101. Iba T, Levy JH, Connors JM, Warkentin TE, Thachil J, Levi M. The unique characteristics of COVID-19 coagulopathy. *Crit Care*. 2020; 24(1): 360.
102. Kim H, Hong H, Yoon SH. Diagnostic Performance of CT and Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction for Coronavirus Disease 2019: A Meta-Analysis. *Radiology*. 2020;296(3): E145-E155.
103. Nishiga M, Wang DW, Han Y, Lewis DB, Wu JC. COVID-19 and cardiovascular disease: from basic mechanisms to clinical perspectives. *Nat Rev Cardiol* 2020;17: 543–58.
104. Quisi A, Alıcı G, Harbalıoğlu H, Genç Ö, Er F, Allahverdiyev S, et al. The CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score and in-hospital mortality in patients with COVID-19: A multicenter retrospective cohort study. *Turk Kardiyol Dern Ars*. 2020 Oct;48(7): 656-663.

## 8. ÖZET

### **COVID 19 PNÖMONİSİNDE AĞIR KLİNİK SEYRİ ÖNGÖREN RADYOLOJİK KRİTERLERİN, BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT) SKORUNUN VE KLİNİK GÖSTERGELERİN MORTALİTEYLE İLİŞKİSİ**

COVID-19 pnömonisinde ağır klinik seyri öngören bazı prognostik faktörler geliştirilmiştir. İleri yaş hastalarda ( $\geq 65$  yaş), erkek cinsiyette ve kardiyovasküler hastalıklarda bu riskin arttığı bilinmektedir. Hastalığın klinik seyrini öngörmek, tedavi stratejisini değiştirebilir. Bu çalışmanın ana amacı; COVID 19 pnömonisinde yoğun bakım ihtiyacı ve mortaliteyi öngörmeye semi-kantitatif BT skorunun, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorunun ve *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skorunun duyarlılık ve özgüllüğünü değerlendirmek ve aralarındaki ilişkiye bakmaktır.

Bu çalışmada 901 COVID-19 pnömonisi olgusu retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların özgeçmişleri ile klinik seyirleri incelendi ve mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorları hesaplandı. Görüntüler biri deneyimli toraks radyoloğu olmak üzere iki radyolog tarafından değerlendirildi ve semi-kantitatif BT skorları hesaplandı. BT skorlarına göre; skoru 0-6 arası olan hastalara 0 puan, 7-12 arası olan hastalara 1 puan, 13-18 arası olan hastalara 2 puan ve 19-25 puan arası olan hastalara ise 3 puan verilerek hastaların mevcut mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarına radyoloji komponenti de eklenerek *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* skoru elde edildi. En

sonunda; hesaplanan BT, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının ağır klinik seyri öngörme açısından aralarındaki ilişkiye bakıldı. BT, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc ve R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skorlarının yoğun bakım ihtiyacını ve mortaliteyi öngörmeye istatistiki açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur. R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru, ağır klinik seyri öngörmeye diğer skorlara göre daha üstün olarak izlenmiştir. Bu skor için mortaliteyi öngörmeye kullanılabilecek ideal eşik değeri  $\geq 8$  olduğunda; duyarlılık %83,9, özgüllük %91,6 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak; R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru, hastalığın ağır klinik seyrini erken dönemde öngörebilmekte başarılı olup yeterli duyarlılık ve özgüllüğü sahiptir. Diğer skorlardan farklı olarak, hem klinik hem de radyolojik parametreleri içermesi nedeniyle güçlü ve aynı zamanda pratik bir prognostik skora sistemidir.

**Anahtar Kelimeler:** COVID-19, semi-kantitatif BT skoru, CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru, R- mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc skoru

## 9. SUMMARY

### THE RELATIONSHIP OF RADIOLOGICAL CRITERIA PREDICTING SEVERE CLINICAL COURSE, COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) SCORE, CLINICAL INDICATORS AND MORTALITY IN COVID 19 PNEUMONIA

Some prognostic factors have been developed to predict severe clinical course in COVID-19 pneumonia. It is known that this risk increases in elderly patients ( $\geq 65$  years and over), male gender and patients with cardiovascular comorbidities. Predicting the clinical course of the disease might change patient treatment strategies. The main purpose of this study is; to evaluate the sensitivity and specificity of semi-quantitative CT score, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score and R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score that predict the risk of admission to intensive care unit and mortality in COVID 19 pneumonia.

In this study, 901 COVID-19 pneumonia cases were evaluated retrospectively. The history and clinical course of the patients were examined, and their mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc scores were calculated. Images were evaluated by two radiologists, one of whom was an experienced thoracic radiologist. Semi-quantitative CT scores were calculated. According to the CT scores; patients with a score between 0-6 are given 0 point; patients with 7-12, 1 point; 13-18, 2 points; and 19-25, 3 points. This radiology component score created was added to the

existing mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc scores, and thus *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* score obtained. Finally; the relationship between the calculated CT, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc and *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* scores was examined. CT, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc and *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* scores were found to be statistically significant in predicting intensive care admission and mortality. The *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* score was superior to other scores in predicting severe clinical course. For this score, the ideal threshold value that can be used to predict mortality is  $\geq 8$ , with a sensitivity of 83.9% and a specificity of 91.6%.

As a result; the *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* score is successful in predicting the severe clinical course of the disease at an early stage and has high sensitivity and specificity. Unlike other scores, it is a powerful and at the same time practical prognostic scoring system because it includes both clinical and radiological parameters.

**Keywords:** COVID-19, semi-quantitative CT score, CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score, mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc score, *R-mCHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc* score

## 10. ÖZGEÇMİŞ

**Adı:** Mehmet Can

**Soyadı:** Pençe

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Malatya/ 24.09.1990

**Eğitimi:**

-2004-2008 Hacı Ömer Tarman Anadolu Lisesi/ Ankara

-2008-2014 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi/ Eskişehir

-2015-2016 Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyoloji Kliniği/ Ankara

-2016-2021 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı/

Ankara

**Yabancı Dili:** İngilizce