T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HEMŞİRELİK ANABİLİM DALI

YOĞUN BAKIM HASTALARINDA AĞRININ YÜZ HAREKETİNİ ÖLÇEN AĞRI TANILAMA SİSTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bil. Uzm. Fatmagül ÜSTÜNEL

HEMŞİRELİK ANABİLİMDALI DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMANI
Prof. Dr. Sevilay ERDEN

ADANA-2025

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HEMŞİRELİK ANABİLİM DALI

YOĞUN BAKIM HASTALARINDA AĞRININ YÜZ HAREKETİNİ ÖLÇEN AĞRI TANILAMA SİSTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bil. Uzm. Fatmagül ÜSTÜNEL

HEMŞİRELİK ANABİLİMDALI DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMANI
Prof. Dr. Sevilay ERDEN
Doç. Dr. Fatih KILIÇ

Bu tez, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "TDK-2023-15641" numaralı proje olarak desteklenmişti

ADANA-2025

KABUL ve ONAY

Ç.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Hemşirelik Anabilim Dalı Doktora Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan

"Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanılama Sistemi ile Değerlendirilmesi"

adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarihi: 25 / 06 / 2025

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Sevilay ERDEN
Çukurova Üniversitesi
Başkan

Prof. Dr. Sevban ARSLAN
Çukurova Üniversitesi
Üye

Prof. Dr. Hasan Murat GÜNDÜZ
Çukurova Üniversitesi
Üye

Doç. Dr. Zahide TUNÇBİLEK
Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hamide ŞİŞMAN
Selçuk Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun / / tarih ve sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kübra AKILLIOĞLU
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 25/06/2025

İMZA

Fatmagül ÜSTÜNEL

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleri ile yolumu aydınlatan ve ışığını benden hiç esirgemeyen, değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sevilay ERDEN'e ve tez sürecimde bilgi, sabır ve emeğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Fatih Kılıç'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı etkin bir şekilde gerçekleştirmemde emeği geçen, hocalarım Sayın Prof. Dr. Sevban Arslan, Sayın Prof. Dr. Hasan Murat Gündüz'e, Sayın Doç. Dr. Zahide Tunçbilek'e,

Eğitim sürecimde desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olan ve bana rehberlik yapan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hamide Şişman'a teşekkürlerimi sunarım.

Veri toplama aşamasında destek olan Sayın Duygu Demircan, Sayın Fırat Demir, Sayın Serbest Gümüş, Sayın Gülümser Durgun ve Sayın İlknur Tura'ya,

Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne ve çalışmayı destekleyen Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

Bu süreçte desteklerini her zaman hissettiren, Dahiliye Nefroloji bölüm hocalarıma ve güzel ekibime teşekkürlerimi sunarım.

Sevgi ve dualarıyla bana güç veren canım babam ve aileme, yokluğunu her an hissettiğim, gidişiyle kalbimde derin bir boşluk bırakan canım anneme... Şükranlarımı sonsuz bir minnetle sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL ve ONAY i
ETİK BEYAN ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
SİMGELER ve KISALTMALAR ix
ÖZET x
ABSTRACT xii
1.GİRİŞ 1
2.GENEL BİLGİLER 5
2.1.Yoğun Bakım Hastalarında Ağrı 5
2.2. Yoğun Bakımda Ağrının Nedenleri 5
2.3.Yoğun Bakım Hastasında Ağrının Hastadaki Sonuçları 6
2.4.Yoğun Bakım Hastalarında Ağrı Değerlendirilmesi 6
2.4.1. Yoğun Bakım Hastalarında Sıklıkla Kullanılan Ağrı Değerlendirme Ölçekleri 8
2.5. Ağrı Değerlendirmesinde Makine Öğrenmesi ve Bilgisayar Destekli Yüz İfadesi Analizi 13
2.6. Yoğun Bakımda Ağrı Değerlendirmesinde Hemşirenin Rolü 15
2.7. Derin Öğrenme Yöntemleri 16
2.7.1.Evrişimsel Sinir Ağları 16
2.7.2.Evrişimsel Uzun Kısa Süreli Hafıza 16
2.7.3. Derin Öğrenme Modelleri İle Sınıflandırma (ResNet-50, EfficientNets, ConvNeXt-tiny) 17
3.GEREÇ ve YÖNTEM 20
3.1. Araştırmanın Amacı ve Türü 20
3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Özellikleri 20
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi 21

3.3.1. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri; 21
3.3.2. Dışlanma Kriterleri: 21
3.4. Veri Toplama Araçları 21
3.4.1. Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu (Ek 1): 22
3.4.2. Sayısal Ağrı Ölçeği: 22
3.4.3. Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBÖ), ... 22
3.4.4. Hasta Ağrı Değerlendirme Çizelgesi: 23
3.4.5. Video Kamera: 23
3.4.6. Kamera Tripodu: 23
3.4.7. Yüz Eylem Kodlama Sistemi (YEKS-Facial Action Coding System (FACS): 23
3.5. Verilerin Toplanması 25
3.5.1. Araştırmanın Uygulanması 25
3.6. Veri Toplama Akış Şeması 27
3.7. Verilerin Değerlendirilmesi 27
3.8. Araştırmanın Etik İlkeleri: 28
3.9. Araştırmanın Güçlü Yönleri ve Sınırlılıkları 28
4.BULGULAR 30
4.1. Hasta-Makine Öğrenmesi Ağrı Değerlendirilmesi Verileri 30
4.2.Hastaların ve Hemşirelerin Ağrı Değerlendirme Verileri 34
4.3.Hasta-Makine-Hemşire Ağrı Değerlendirme Verileri 37
5.TARTIŞMA 39
5.1.Hasta-Makine Ağrı Değerlendirilmesi İle ilgili Verilerin Tartışılması 39
5.2.Hasta-Hemşire Ağrı Değerlendirilmesi ile İlgili Verilerin Tartışılması 40
5.3. Hasta-Makine-Hemşire Ağrı Değerlendirilmesi ile İlgili Verilerin Tartışılması 42
6. SONUÇ ve ÖNERİLER 43
EKLER 59
Ek 1. Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu 59
Ek 2. Hasta Ağrı Değerlendirme Çizelgesi 60
Ek 3. Aydınlatma ve Onam Formu 61

Ek 4. Etik Kurul Onayı 62
Ek 5. Enstitü Tez Önerisi Kabulü 63
Ek 6. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları 64
Ek 7. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları 65
Ek 8. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları 66
Ek 9. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları 67
ÖZGEÇMİŞ 71

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1.1. Ağrı Düzeyi Ortalamasının Sınıf 4 Veri Kümesinin Sınıflara Göre Eğitim/Doğrulama/Test Dağılımı 30
Çizelge 4.1.2. Ağrı Düzeyi Ortalamasının Sınıf 6 Veri Kümesinin Sınıflara Göre Eğitim/Doğrulama/Test Dağılımı 31
Çizelge 4.1.3. Sınıf 4'ün (0,3,6,9) Model Performans Karşılaştırma Tablosu 31
Çizelge 4.1.4. Sınıf 6'nın (0,2,4,6,8,10) Model Performans Karşılaştırma Tablosu 33
Çizelge 4.2.1. Hastaya İlişkin Tanıtıcı Özelliklerin Dağılımı (N=46)..... 34
Çizelge 4.2.2. Hasta ve Hemşirelerin Ağrı Düzeyi Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 35
Çizelge 4.2.3. Hasta İle Hemşirelerin değerlendirdikleri Ağrı Düzeyleri Ortalamaları Arasındaki Uyum..... 36
Çizelge 4.3.1. Hasta İle Makine Değerlendirilmesi ve Hemşirelerin Değerlendirdiği Ağrı Puanı Arasındaki Uyumun İncelenmesi 38

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 2.1. Sayısal Ağrı Ölçeği (63) 8
Şekil 2.2. Görsel Kıyaslama ölçeği (65) 9
Şekil 2.3. Sözel Kategori Ölçeği (65) 10
Şekil 2.4. Davranışsal Ağrı Ölçeği (65) 10
Şekil 2.5. Yoğun Bakım Ağrı Gözlem Formu (65) 11
Şekil 2.6. Yetişkinler İçin Sözel Olmayan Ağrı Ölçeği (70) 12
Şekil 2.7. Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (72). 13
Şekil 3.1. Hastanın Yüz İfadelerini İçeren Video Kaydının Yapılması 23
Şekil 3.2. Ağrıyla ilişkili Eylem Birimi listesi 24
Şekil 3.3.Yapay Zeka Kullanılarak Otomatik Ağrı Tespiti (107) 26
Şekil 4.1. (A) (EfficientNet_B0), (B) (ResNet50) ve (C) ConvNeXt-tiny Karışıklık Matrisi, ... 32
Şekil 4.2. (A) (EfficientNet_B0), (B) (ResNet50), (C) ConvNeXt-tiny Karışıklık Matrisi 33

SİMGELER ve KISALTMALAR

ARDS : Akut Respiratuar Distres Sendromu

CNN : Evrişimsel Sinir Ağları-Convolutional Neural Network

GKÖ : Görsel Kıyaslama Ölçeği

YEKS : Yüz Eylem Kodlama Sistemi

SKÖ : Sözel Kategöri Ölçeği

SAÖ : Sayısal Ağrı Ölçeği

WBYÖ : Wong Baker Yüzler Ölçeği

YBÜ : Yoğun Bakım Ünitesi

DAÖ : Davranışsal Ağrı Ölçeği

YZ : Yapay Zeka

MR : Manyetik Rezonans Görüntüleme

MAE : Ortalama Mutlak Hata-Mean Absolute Error

H : Hemşire

ÖZET

Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanılama Sistemi ile Değerlendirilmesi

Yoğun bakımda bilinci açık, sözel iletişim kurulamayan hastaların ağrı değerlendirmelerinde kullanılan standart ölçekler sınırlıdır. Bu hastalarda otomatik, standart, sürekli, önyargısız ve ölçeklenebilir ağrı ölçekleri geliştirilmelidir. Çalışma, bilinci açık sözel iletişim kuramayan yoğun bakım hastalarında ağrının yüz hareketini ölçen ağrı tanılama sistemi ile değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

Araştırmanın örneklemini, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Genel Cerrahi Yoğun Bakım, Nöroloji Yoğun Bakım, Dahiliye Yoğun Bakım Üniteleri ile Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Yoğun Bakım ve Beyin Cerrahi Yoğun Bakım ünitelerinde Nisan 2023-Ekim 2024 tarihleri arasında takip edilen ve dahil edilme kriterlerine uyan hastalar oluşturmuştur. Araştırmanın örneklem büyüklüğü %95 güç tip 1 hata 0.05 referans, korelasyon katsayısı 0.50 çift kuyruk hipotezinde ulaşılması gereken 46 kişi olarak hesaplanmıştır. Verilerin toplanmasında Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu, Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ), Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBYÖ), Hasta Takip Formu, Yüz Eylem Kodlama Sistemi (YEKS), Video Kamera, Kamera Tripodu kullanılmıştır. Ağrı değerlendirmesi hasta tarafından SAÖ, hemşireler tarafından WBYÖ ve bilgisayar tarafından YEKS ile yapılmıştır. Veriler 2 gün boyunca sabah ve akşam günde 2 kez ağrılı girişimlerden hemen önce, girişim sırasında ve girişimden 20 dk sonra toplanmıştır. Dört hemşire tarafından hastaların video kayıtlarından elde eldilen fotoğraflardan ağrı değerlendirilmiştir. Verilerin İstatistiksel analizleri SPSS (IBM SPSS Statistics 27) adlı paket program kullanılarak yapılmıştır. Hastanın Yüz Eylem Kodlama Sistemi analizinde, makine öğrenmesi algoritmalarından; EfficientNet_B0, ResNet50 ve ConvNeXt-tiny derin öğrenme modelleri kullanılmıştır.

Hasta ile makine ölçümlerinin karşılaştırılmasında, modeller arasında; Sınıf 4'te ConvNeXt-tiny eğitimde setinde %99, test verisinde %57.9, Sınıf 6'da ResNet50 eğitim verisi setinde %98, test verisinde %52,9 başarı elde etmiştir. Hasta ile dört hemşire tarafından değerlendirilen, ağrı düzeyleri ortalamaları arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). Hastaların kendi ağrı bildirimi ile makine ölçümlerinin, hemşirelerin tahminine oranla, daha uyumlu olduğu ve bu uyumun da anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$).

Çalışmamız yoğun bakımda kendini sözel olarak ifade edemeyen bilinci açık hastaların ağrı değerlendirilmesini iyileştirmek amacıyla yapılmış olup, makine öğrenmesinin doğruluk payından faydalanılarak, geliştirilecek objektif ağrı değerlendirme ölçekleri, subjektifliği azaltarak, ağrı değerlendirilmesinde

hemşirelerin gözlemsel farklılıklarını da azaltabilir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular, makine öğrenmesi tabanlı ağrı değerlendirme sistemlerinin hastanın kendi ağrı bildirimiyle hemşire değerlendirmesine kıyasla, daha uyumlu olduğunu, daha objektif ve tutarlı sonuçlar üretebildiğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Ağrı Değerlendirmesi, Yoğun Bakım, Yüz Eylem Kodlama, Makine Öğrenmesi, Teknoloji.

ABSTRACT

Evaluation of Pain in Intensive Care Patients with a Pain Diagnostic System that Measuring Facial Movement

Standard scales used in pain assessment of patients who are conscious and cannot communicate verbally in intensive care are limited. Automatic, standardized, continuous, unbiased and scalable pain scales should be developed for these patients. The study was conducted to evaluate pain in intensive care patients who are conscious and unable to communicate verbally, using a pain diagnosis system that measures facial movements.

The sample of the study consisted of patients who were followed up in Çukurova University Faculty of Medicine Balcalı Hospital General Surgery Intensive Care Unit, Neurology Intensive Care Unit, Internal Medicine Intensive Care Unit and Adana City Training and Research Hospital General Surgery Intensive Care Unit and Brain Surgery Intensive Care Unit between April 2023 and October 2024 and who met the inclusion criteria. The sample size of the study was calculated as 46 people to be reached in the two-tailed hypothesis with 95% power, type 1 error, 0.05 reference, and 0.50 correlation coefficient. Patient Identification Form, Numerical Pain Scale (NPS), Wong Baker Faces Pain Scale (WFPS), Patient Follow-up Form, Facial Action Coding System (FACS), Video Camera, Camera Tripod were used to collect data. Pain assessment was made by the patient with FACS, by the nurses with FACS, and by the computer with WFPS. Data were collected twice a day, in the morning and evening, for 2 days, immediately before, during, and 20 minutes after painful interventions. Pain was assessed by four nurses using photographs taken from video recordings of the patients. Statistical analyses of the data were performed using the SPSS (IBM SPSS Statistics 27) package program. In the analysis of the patient's Facial Action Coding System, machine learning algorithms; EfficientNet_B0, ResNet50 and ConvNeXt-tiny deep learning models were used.

In the comparison of patient and machine measurements, among the models; in Class 4, ConvNeXt-tiny achieved 99% success on the training set and 57.9% on the test data, and in Class 6, ResNet50 achieved 98% success on the training data set and 52.9% on the test data. A positive and statistically significant relationship was found between the mean pain levels assessed by the patient and four nurses ($p<0.05$). It was determined that the patients' own pain report and the machine measurements were more consistent than the nurses' estimates, and this consistency was significant ($p<0.001$).

Our study was conducted to improve the pain assessment of conscious patients who cannot express themselves verbally in intensive care. Objective pain assessment scales to be developed by utilizing the accuracy of machine learning can reduce subjectivity and decrease nurses' observational differences in pain

assessment. In this context, the findings show that machine learning-based pain assessment systems are more compatible with the patient's own pain report and nurse assessment, and can produce more objective and consistent results.

Keywords: Pain Assessment, Intensive Care, Facial Action Coding, Machine Learning, Technology.

1.GİRİŞ

Ağrı, tüm bireylerin yaşamı boyunca deneyimlediği, çeşitli nedenlere bağlı olarak ortaya çıkan, vücudun farklı bölgelerinden kaynaklanan, subjektif, tanılanması zor, soyut ve karmaşık bir kavramdır (1). Ameliyat sonrası ağrı ise cerrahi girişim sonucunda yara yerinde lokal, humoral ve nöral olarak salınan kimyasal mediyatörlerin aktif hale gelmesi ile başlayan doku iyileşmesi ile sona eren, genellikle kısa süreli ve iyi lokalize olmuş akut ağrı türüdür (2). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki cerrahi hastaların %86'sı ameliyattan sonra ağrı yaşamaktadır ve bu hastaların %75'i orta ve şiddetli ağrı bildirmektedir (3). Ülkemizde ise ameliyat olan hastaların yaklaşık dörtte üçünde akut ağrı gelişmekte ve bunların %80'inde orta ve şiddetli ağrı yaşanmaktadır (4,5). Her yıl dünya çapında 300 milyondan fazla ameliyat gerçekleştirilmekte olup, başarılı cerrahi sonuçlar için ameliyat sonrası ağrıyı yönetmek çok önemlidir. Kontrol edilemeyen akut ağrı, fizyolojik stres yanıtı olumsuz yönde etkileyerek, tromboembolik, pulmoner ve diğer organ sistemlerinde komplikasyonlara ve bu nedenle hastaların yoğun bakım ünitelerinde veya hastanede kalış sürelerinin uzamasına, ağrı tedavisi için hastaların taburculuk sonrası hastaneye geri dönmesine, hastaların yaşam kalitelerinin azalmasına ve kronik ağrı gelişmesine neden olabilmektedir(6).

Ağrı yönetiminin ilk ve en önemli basamağı ağrı değerlendirmesidir (7,8). Ağrı, hassas ölçümleri ve tıbbi teşhisi karmaşık ve öznel bir deneyim olmasına rağmen mevcut yöntemlerde, ağrı deneyimini nesnel olarak ölçmek için etkili ve güvenilir bir yöntem bulunmamaktır. Her ne kadar hastanın ağrı bildirimi altın standart olarak kabul edilse de, bazı özel hasta grupları için bu standart etkisiz ve hatta yanlış olabilir. Yenidoğanlar, belirli tipte nörolojik bozuklukları ve demansı olanlar, yardımlı solunum cihazı kullanan yoğun bakım hastaları ve ameliyat sonrası dönemdeki hastalar bu gruba örnek teşkil etmektedir (9). Günümüzde ağrı değerlendirilmesinde tek ve çok boyutlu olmak üzere birçok ölçüm aracı kullanılmaktadır. Mc Gill Melzack Ağrı Soru Formu/Anketi, Dartmouth Ağrı Soru Formu/Anketi gibi çok boyutlu ölçekler ağrıyı; yeri, niteliği, arttıran ve azaltan faktörler gibi tüm yönleri ile ele almaktadır (10). Bu ölçüm araçlarının uzun sürmesi ve karmaşık bir yapıya sahip olması akut ağrı şiddetinin ve uygulanan tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesini sınırlandırmaktadır (11). Sözel Kategöri Ölçeği (SKÖ), Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ), Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBYÖ) gibi tek

boyutlu ölçekler ise ağrı değerlendirmesinin hastanın kendisi tarafından yapıldığı ancak sadece ağrı düzeyini ölçen ölçeklerdir (11).

Hem yurt içi hem de yurt dışı literatüründe akut ağrının değerlendirildiği tek boyutlu ölçeklerin basit, hızlı ve kolay anlaşılır olması nedeniyle daha çok tercih edildiği bildirilmiştir (12-14). Ancak yoğun bakımda bilinci açık hastalarda tek boyutlu ölçeklerin ağrı değerlendirme ölçümlerinin ağrı derecelendirmeleri sınırlıdır. Çünkü bu ölçekler özneldirler, ruh halinden etkilenebilirler ve karşılaştırma yaparken hastanın ağrı algısını etkileyebilirler (3).

Yoğun bakım hastaları, yaşamı destekleyici ve ileri teknoloji gerektiren tedavi yöntemleri, mevcut hastalık, travmalar, bası yaraları, uzun süre hareketsiz kalma, cerrahi girişimler gibi birçok nedenden dolayı ağrı deneyimlemektedir (15,16). Yoğun bakım ünitesine yatırılan hastaların %40-77'sinin, altta yatan birincil patolojiden bağımsız olarak orta- şiddetli düzeyde ağrı yaşadığı bilinmektedir (17,18). Bu kadar yoğun yaşanan ağrı hastalarda hareketlerde sınırlılık, invaziv ya da noninvaziv monitorizasyon araçlarının varlığı, normal uyku ve uyanıklık döngüsünün bozulması, sedasyon ya da nöromüsküler bloker ilaç uygulanması gibi nedenlerle doğru değerlendirilemeyebilmektedir (19). Yoğun bakımdaki bilinci açık hastalarda tek boyutlu ölçekler, bilinci kapalı hastalarda ise daha çok davranışların ve fizyolojik parametlerelerin değerlendirildiği ölçekler kullanılmaktadır (13). Bilinci açık olup, mekanik ventilasyonda takip edilen hastalarda sözel iletişim kurulamadığı için fizyolojik verileri değerlendirme, göz teması kurma, el-kol ve yüz hareketlerinden yararlanma, baş hareketi ile onaylama ya da reddetme, evet-hayır içeren kapalı uçlu sorular sorma, dudak okuma, kâğıt-kalem, alfabe veya Şekil li araçlarla ağrı değerlendirmesi yapılmaktadır (20). Sözsüz iletişim için göz izleme cihazları kullanılarak ventilasyon uygulanan hastalarda temel ihtiyaçlarını belirlemek için yapılan çalışmada hastaların %64'ü sağlık profesyonelleri tarafından anlaşıldığını belirtmişlerdir (21). Diğer yandan anlaşılamayan diğer hastaların oranı yüksektir ve bu durum hastaların hemşireler tarafından daha iyi algılanması için objektif yöntemlerin kullanımını gerektirmektedir.

Literatürde hemşirelerin hastaların ağrısına ilişkin değerlendirmelerinin her zaman doğru olmadığı ve ağrıyı hafife alma eğiliminde oldukları bildirilmektedir (22,23). Gözlemsel ölçeklerin kullanımında sağlık profesyonelleri ön yargılı davranabilmekte ve hastanın ağrı şiddetini hafife alabilmektedirler (24). Birlikte ele alındığında, bu

sınırlamalar daha otomatik, standart, sürekli, önyargısız ve ölçeklenebilir ağrı ölçütleri geliştirmeye ihtiyaç olduğunu göstermektedir (25). Bu sorunları aşmak için davranış bilimciler, güvenilir ve geçerli yüz ağrı göstergeleri belirlemiştir. Ağrı yaşayan bireyin ağrı durumunu değerlendirmede vücudunun pozisyonu, ağrısını sözcüklerle ifadesinin yanı sıra yüz ifadesi de kullanılmaktadır (25,26). Yüz ifadelerinin insan ömrü boyunca ağrının güvenilir göstergeleri olarak hizmet edebileceği ve ayrıca ağrı uyaranlarına karşılık gelen yüz ifadelerinin iyi bir tutarlılığı olduğu bilinmektedir (27). Bu bağlamda, geliştirilecek objektif ağrı değerlendirme ölçekleri, subjektifliği azaltarak, ağrı değerlendirilmesinde hemşirelerin gözlemsel farklılıklarını da azaltabileceği düşünülmektedir.

Dünya çapında yüz ifadesi analizinin ağrı değerlendirmesinde kullandığı araştırmalar devam etmektedir (26-29). Ekman ve Friesen tarafından 1978 yılında geliştirilen Yüz Eylem Kodlama Sisteminde, yüzlerce eylem ünitesi kombinasyonu kullanılarak yüz kaslarının hareketleri tanımlanmaktadır (30,31). Bu sistem yüz ifadelerini kategorize eden, ayrıntılı, nesnel, anatomik tabanlı bir kodlama sistemidir. Sistemde 46 farklı yüz eylem birimi bulunmakta olup, fonksiyonel nöroanatomik hareketler, herhangi bir yüz ifadesini kodlamak için gerekli ve yeterlidir. Sistem; kronik ağrıda, ameliyat sonrası dönemdeki erişkin ve çocuklardaki akut ağrı değerlendirilmesinde, yenidoğanlarda, deneysel ve klinik ağrı çalışmalarında uygulanmış olup, bilinci açık sözel iletişim kuramayan yoğun bakım hastalarının ağrı değerlendirmesinde uygulanmamıştır (3,32-36). Ülkemizde yoğun bakım hastalarında ağrı ile ilgili yapılan çalışmalarda daha çok tek boyutlu ölçeklerin kullanıldığı yüz hareketini ölçen ağrı tanılama benzeri sistemin ağrı değerlendirilmesinde kullanılmadığı görülmektedir (13,14). Bu çalışmanın amacı bilinci açık sözel iletişim kuramayan yoğun bakım hastalarında ağrının yüz hareketini ölçen ağrı tanılama sistemi ile değerlendirilmesidir.

Araştırma Soruları;

Araştırma sorusu 1. Yoğun bakım hastasının kendi değerlendirdiği ağrı düzeyi ile Yüz Eylem Kodlama Sistemi (YEKS) ile değerlendirilen ağrı düzeyi arasında uyum var mıdır?

Araştırma sorusu 2. Yoğun bakım hastasının kendi değerlendirdiği ağrı düzeyi ile hemşirelerin değerlendirdiği (WBYÖ) ağrı düzeyi arasında uyum var mıdır?

Araştırma sorusu 3. Yoğun bakım hastasının kendi değerlendirdiği ağrı düzeyi ile Yüz Eylem Kodlama Sistemi mi (YEKS) yoksa hemşirelerin değerlendirdiği (WBYÖ) ağrı düzeyi mi daha uyumludur?

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Yoğun Bakım Hastalarında Ağrı

Yoğun bakım; organ ya da organ fonksiyonlarının kısmen veya tamamen kaybıyla sonuçlanan durumlarda, bu fonksiyonların geçici olarak desteklenmesi, yerine getirilmesi ve hastalığın temel nedenlerinin tedavi edilmesi amacıyla multidisipliner sağlık ekibinin koordineli çalıştığı özel birimlerdir (39). Tıbbi teknolojideki yeniliklere rağmen, ağrı yoğun bakım ünitelerinde hala bir sorun olmaya devam etmektedir. Yoğun bakım hastalarının çoğunluğu (%75'ten fazlası) istirahatte ağrı yaşasa da, standart bakım prosedürleri (tüp/dren çıkarma, endotrakeal aspirasyon ve yeniden konumlandırma) sırasında ağrılarının şiddeti önemli ölçüde artmaktadır (39).

2.2. Yoğun Bakımda Ağrının Nedenleri

Ameliyat sonrası hastaların yaklaşık üçte biri, elektif veya acil cerrahi prosedürden sonra cerrahi yoğun bakım ünitelerine takip edilmektedir. Son güncel gelişmeler doğrultusunda, odak noktasının hasta merkezli bakıma kayması, uluslararası akreditasyon önerilerinin kullanımı ile ağrı değerlendirmesi ve ağrı yönetimi gibi ölçümler de aynı derecede önem kazanmaktadır. Dahası, ağrı bir hastanın yaşam kalitesini ciddi şekilde etkiler ve işlevsel kapasitenin iyileşmesine müdahale edebilmektedir (40). Etkin ve düzenli ağrı değerlendirmesinin ventilatör kullanım süresi ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresi üzerinde olumlu etkisi olduğu, ağrı algısını iyileştirdiği, ağrı yoğunluğu ve sıklığını azalttığı, analjezik kullanımı ve mortaliteyi azalttığı ve daha az komplikasyona yol açtığı bildirilmektedir (41). Yoğun bakım ünitesinde hastaların büyük çoğunluğu kaldıkları süre boyunca yoğun bakıma kabul nedenleri ve standart bakım prosedürleri nedeniyle ağrı yaşamaktadır (42). Yapılan cerrahi müdahaleler, tanı ve tedavi maksatlı invaziv ve noninvaziv girişimler, travma, uzun süre hareketsiz kalma, pozisyon değiştirilmesi, endotrakeal ve trakeal aspirasyon, derin solunum egzersizleri, öksürme egzersizleri, yara bakımı, günlük pansuman değiştirme, dren/katater takılması ya da çıkartılması, monitörize etme, ağız ve göz bakımı, kıyafet değiştirme ve rutin hemşirelik uygulamaları ağrıya yol açmaktadır (43).

2.3.Yoğun Bakım Hastasında Ağrının Hastadaki Sonuçları

Yoğun bakım ünitelerinde ağrı, çoklu organ sistemlerini etkileyerek ciddi klinik sonuçlara yol açabilmektedir. Ağrının sedasyon ihtiyacını artırarak ventilatörden ayrılmayı geciktirdiğini, oksijen tüketimini artırarak hipoksi riskini yükselttiği bilinmektedir (44). Sempatik aktivasyonla hipertansiyon, taşikardi ve miyokard iskemisine neden olan ağrı (45), kortizol artışıyla da immünosupresyona ve nozokomiyal enfeksiyon riskine yol açabilmektedir (46). Ağrının nöropsikiyatrik etkileri arasında deliryum insidansında 2-3 kat artış, opioid kötü kullanım riski yer alırken (47), taburculuk sonrası hastaların %40'ında travma sonrası stres bozukluğu görülmekte (48) ve hastaların %30-50'sinde ise kronik/nöropatik ağrı gelişmektedir (49). Ağrının fiziksel sonuçları arasında kas atrofisi ve rehabilitasyon gecikmesine sebep olurken sistemik etkiler ise mortalitede %15-20 artış ve YBÜ yatış süresinde 3-5 gün uzamayla ilişkili olduğu belirlenmiştir (50).Ağrı nedeniyle oluşan bu değişiklikler morbidite ve mortalite riski artacağından, durumu kritik olan YB hastalarında etkin bir ağrı yönetimi sağlanmalıdır. Ağrı yönetiminin ilk basamağı ağrı değerlendirmesidir.

2.4.Yoğun Bakım Hastalarında Ağrı Değerlendirilmesi

Subjektif bir veri olan ağrının objektif olarak değerlendirilmesi oldukça zordur (51). Ağrı değerlendirmesi ve yönetiminin önündeki en yaygın engellere baktığımızda hastanın iletişim kuramaması (%57,5), hasta dengesizliği (%56,5) ve ağrı değerlendirmesi için protokol/kılavuz eksikliği (%55,0) bildirilmektedir (52). Hemşireler tarafından en fazla bildirilen ağrı değerlendirmesi ve yönetiminin önündeki engeller hemşirelik iş yükünün fazla olması (%65,3), hastayla iletişim kuramaması (%53,3), ağrı değerlendirmesini engelleyen sedasyon (%50) ve ağrı değerlendirme araçlarının bulunmaması (%49,7) olarak bildirilmektedir (63). Özellikle sedasyon ve endotrakeal entübasyon uygulanan hasta gurubunu oluşturan YBÜ' lerindeki iletişim sınırlılığı ağrı değerlendirilmesini çok daha zorlaştırmaktadır (54). Bu hastalarda ağrı değerlendirmesini olumsuz yönde etkileyen hasta ile ilgili etmenler; bilinç düzeyinde değişiklik, invaziv ya da noninvaziv monitorizasyon araçlarının varlığı, hastalarda hızla değişen hemodinamik durum, stres, normal uyku ve uyanıklık döngüsünün bozulması, sedasyon ya da

nöromusküler inhibitör tedavi uygulanması, hareketlerde ve görmedeki sınırlılıklardır (55).

Birçok ağrı değerlendirme aracı hastaların iletişim kurma becerisine dayanır, bu nedenle yoğun bakım hemşirelerinin iletişim sınırlamalarını kabul ederek davranışsal ağrı değerlendirme yöntemlerini ustaca kullanmasını gerektirmektedir (56). Günümüzde ağrı değerlendirmesinde tek ve çok boyutlu olmak üzere birçok ölçüm aracı kullanılmaktadır (11). Tek boyutlu ölçüm araçları, ağrı şiddeti gibi ağrı deneyiminin sadece bir boyutunun ölçüldüğü, ağrı değerlendirmesinin hastanın kendisi tarafından yapıldığı ölçeklerdir. Bu ölçüm araçları akut ağrıların şiddetinin ve ağrı tedavisinin etkinliğinin izlenmesinde kullanılmaktadır (11,57). İletişim kurulabilen hastaların ağrı değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan ölçekler; Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ), Görsel Kıyaslama Ölçeği (GKÖ), Sözel Kategöri Ölçeği (SKÖ) ve Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeğidir (58). Bu ölçekler, basit, kullanılması kolay, ağrı şiddetindeki değişimin izlenmesine olanak sağlayan, geçerli ve güvenilir ölçüm araçlarıdır (10). İletişim kurulamayan hastalarda ise ağrı değerlendirilmesi sıklıkla Davranışsal Ağrı Ölçeği (DAÖ), Kritik Bakım Ağrı Gözlem Aracı (CPOT) ve Sözel Olmayan Ağrı Ölçeği (Non-Verbal Pain Scale) (NVPS) kullanılmaktadır (59).

Ağrı değerlendirilmesinde kullanılan bu ölçeklere ek olarak hastayı bütüncül olarak değerlendiren Amerikan Ağrı Derneği Hasta Sonuç Anketi de ameliyat sonrası ilk 24 saatlik ağrı değerlendirmesinde ya da kronik ağrıda hastanın hastaneye kabul edilmesini takiben ilk 24 saatlik süredeki ağrıyı değerlendiren bir değerlendirme aracıdır. Erden ve arkadaşları tarafından 2018 yılında Türkçe geçerlilik ve güvenirliği alınan Revize Amerikan Ağrı Derneği Hasta Sonuç Anketi (Revised American Pain Society Patient Outcome Questionnaire-APS-POQ-R); klinik sonuçlara dayalı ağrı yönetim stratejilerini, hastanın ağrıya ve analjeziye yanıtını, hastanın ağrı tedavisi hakkında bilgi alabilme ve tedaviye katılım yeteneğini, farmakolojik olmayan ağrı tedavi yöntemlerini ve ağrı tedavisinden memnuniyetini değerlendirerek bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır (60). Ülkemizde ilk defa Revize Amerikan Ağrı Derneği Hasta Sonuç Anketi kullanılarak yapılan çalışmada (2023), çalışmaya dahil edilen hastaların yaklaşık üçte birinin ağrı tedavisi hakkında bilgi alarak aldıkları bilgiden yararlandıkları, opioid kullanım oranının düştüğü, ağrının %70 oranında düştüğü ve hasta memnuniyet oranının nispeten yüksek olduğu bildirilmektedir (61).

2.4.1. Yoğun Bakım Hastalarında Sıklıkla Kullanılan Ağrı Değerlendirme Ölçekleri

2.4.1.1. İletişim Kurulabilen Hastalarda Kullanılan Ağrı Ölçekleri

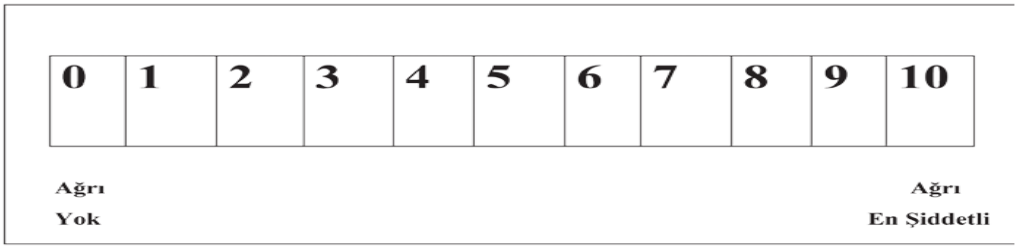
a. Sayısal Ağrı Ölçeği (Numerical Rating Scale-NRS); Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ), öncelikle yetişkinlerde kullanılan tek boyutlu bir ağrı yoğunluğu ölçüsüdür. Birden fazla versiyonu mevcuttur; ancak, 11 maddelik yineleme en yaygın kullanılanıdır. NRS kullanılarak değerlendirilen hastalar, ağrı yoğunluklarını en iyi temsil eden 0-10 arasında bir sayı bildirir; 0 hiç ağrı olmadığını ve 10 son 24 saatteki "hayal edilebilecek en kötü ağrıyı" gösterir. Yükselen puanlar artan ağrı yoğunluğuna karşılık gelir; ancak, ağrı ölçeğinin üst eşiğini temsil etmek için kullanılan tanımlayıcının tutarlılığı ve tekdüzeliği konusunda endişeler dile getirilmektedir. NRS'nin klinik endikasyonları, akut ortamda ağrının değerlendirilmesini içerir; çünkü kronik ortam, hastaların ağrı seviyesini abartabilecek kafa karıştırıcı değişkenler ortaya çıkarır. Öznel olmasına rağmen, bu ağrı ölçeğinin kendi kendine bildirilen yapısı güvenilirliğini güçlendirir (62).



Şekil 2.1. Sayısal Ağrı Ölçeği (63)

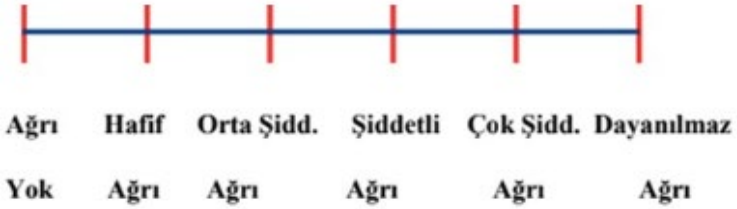
b.Görsel Kıyaslama ölçeği (Visual Analogue Scale-VAS); Görsel Kıyaslama Ölçeği (GKÖ), çok çeşitli popülasyonlarda kullanılan tek boyutlu bir ağrı yoğunluğu ölçüsüdür. GKÖ, genellikle 10 cm (100 mm) uzunluğunda yatay veya dikey bir çizgiden oluşan ve her iki ucunda 2 sözlü tanımlayıcı bulunan (her bir semptom aşırılığı için bir tane) sürekli tek maddeli bir ölçektir. Katılımcıdan, algılanan ağrı yoğunluğunu gösteren GKÖ çizgisine dik bir çizgi çizmesi istenir. "0" ankrajı ile hastanın 10 cm'lik çizgideki işareti arasındaki mesafeyi (milimetre cinsinden) ölçmek için bir cetvel kullanılır. Bu ölçüm 0 ile 100 arasında değişen bir puan verir; "0" çizgi ucu "ağrı yok" ve "100" çizgi ucu "olabilecek en kötü ağrı" veya önceki 24 saat içinde deneyimlenen "hayal

edilebilecek en kötü ağrı" anlamına gelir. Puanların tercih edilen bir sayısal değer etrafında kümelenmesini önlemek için, ara noktalarda sayılar veya sözlü tanımlayıcılar önerilmemektedir. Ameliyat sonrası ağrı yoğunluğunu hiç, hafif, orta veya şiddetli olarak tanımlayan ameliyat sonrası hastalarda (diz protezi, histerektomi veya laparoskopik miyomektomi) ağrı GKÖ'i puanlarının dağılımına dayanarak, ağrı GKÖ'inde şu kesme noktaları önerilmektedir: Ağrı yok (0-4 mm), hafif ağrı (5-44 mm), orta ağrı (45-74 mm) ve şiddetli ağrı (75-100 mm). Belirli GKÖ ölçümlerinin yorumlanmasıyla ilgili diğer çalışmalar, 30'un üzerindeki ağrının orta dereceli ağrıyla ve 54'ün üzerindeki ağrının şiddetli ağrıyla tutarlı olduğunu göstermektedir (64).



Şekil 2.2. Görsel Kıyaslama ölçeği (65)

c.Sözel Kategori Ölçeği (Verbal Rating Scale-VRS); Sözlü Kategori Ölçekleri (SKÖ), Sözlü Tanımlayıcı Ölçekler, Sözlü Ağrı Ölçeği, Basit Tanımlayıcı Ölçek ve Grafik Derecelendirme Ölçeği olarak da bilinir. Farklı ağrı yoğunluğu seviyelerini tanımlayan bir dizi ifadeden oluşmaktadır. Hastalar ağrı seviyelerini en iyi tanımlayan tek tanımlayıcıyı atarlar. Basit 4 kategorili ölçekler SKÖ-4'ten (örneğin, ağrı yok, hafif ağrı, orta ağrı, yoğun veya şiddetli ağrı) 15 kategorili ölçekler SKÖ-15'e kadar uzanan çeşitli sözel derecelendirme ölçekleri örnekleri vardır. Bu tür ölçeklerin temel avantajları, iyi doğrulanmış olmaları, çeşitli çalışmalarda ve klinik ortamlarda güvenilir olmaları, uygulanması ve anlaşılması kolay olmaları, yaşa bağlı düşük başarısızlık oranlarına sahip olmaları ve üstün psikometrik özellikler sağlamalarıdır Özellikle yaşlılar ve düşük eğitimli hastalar (<6 yıl) tarafından tercih edilmektedir. Birçok çalışmada, SKÖ'leri için diğer ölçeklere kıyasla daha iyi uyum bildirilmiştir (66).



Şekil 2.3. Sözel Kategori Ölçeği (65)

2.4.1.2. İletişim Kurulamayan Hastalarda Kullanılan Ağrı Ölçekleri

a. Davranışsal Ağrı Ölçeği (Behavioral Pain Scale-PBS); Uluslararası kılavuzlar, kendi kendine bildirimde bulunamayan yetişkin yoğun bakım hastalarında ağrının izlenmesi için davranışsal ağrı ölçeğini önermektedir. Ölçek üç bölümden oluşmaktadır bu bölümler; "üst ekstremite hareketleri". "mekanik ventilasyona uyum" ve "yüz ifadesi"dir. Toplamda 12 maddeden oluşmakta ve her bölüme 1-4 arası puan verilmektedir. "1 puan ağrının olmadığını", "2 puan hafif", "3 puan orta", "4 puan ise şiddetli ağrıyı" tanımlamaktadır ve en düşük 3, 17 en yüksek 12 puan elde edilmektedir. Elde edilen puanla ağrı düzeyi doğru orantılıdır, puan artınca ağrı düzeyide artmaktadır (67).

Alt Ölçek	Tanımı	Puan
Yüz ifadesi	Rahat Kısmen gergin Tamamen gergin Yüzünü buruşturuyor	1 2 3 4
Üst ekstremite	Haraket yok Kısmen bükülmüş Parmak fleksiyonu ile tamamen bükülmüş Kalıcı retraksiyonda	1 2 3 4
Ventilasyonla uyum	Tolere edici hareket Öksürüyor, fakat çoğu zaman ventilasyonu tolere ediyor Ventilatörle savaşıyor Ventilasyonu kontrol edemiyor	1 2 3 4

Şekil 2.4. Davranışsal Ağrı Ölçeği (65)

b. Yoğun Bakım Ağrı Gözlem Formu (Critical-Care Pain Observation Tool-CPOT); Yoğun bakım ağrı gözlem formu, her biri farklı davranış kategorilerine ait olan dört bölüme ayrılmaktadır: yüz ifadesi, vücut

hareketleri, kas gerginliği ve ventilatöre uyum (sadece mekanik ventilasyon uygulanan hastalar için) veya seslendirme (sadece entübe olmayan hastalar için). Her bölüm 0 ile 2 arasında puanlanır ve olası toplam puan 0 ile 8 arasında değişir. Ölçek yoğun bakım ünitesindeki hem entübe hem de entübe olmayan hastalarda kullanılabilir (68).

c.

Alt Ölçek	Tanımı	Puan
Yüz ifadesi	Rahat Gergin Yüzünü buruşturuyor	0 1 2
Vücut hareketleri	Hareketler yok Koruyucu Huzursuz	0 1 2
Kas gerilimi	Rahat Gergin, rijit Çok gergin ya da rijit	0 1 2
Ventilasyonla uyumu	Ventilatörü tolere ediyor Öksürüyor, fakat tolere ediyor Ventilatörle savaşıyor	0 1 2
Ses çıkarma (Ekstübe hastalar)	Normal tonda konuşuyor ya da ses yok İç çekiyor, inliyor Bağırıyor, hıçkırarak ağlıyor	0 1 2

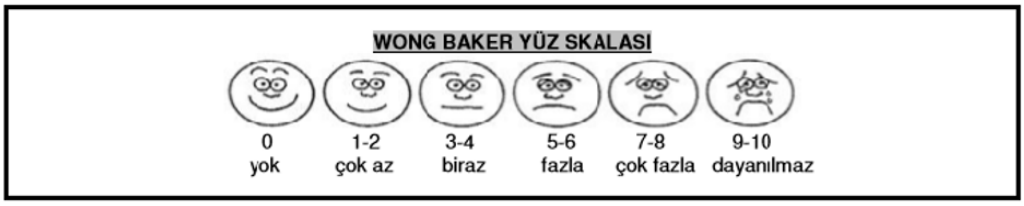
Şekil 2.5. Yoğun Bakım Ağrı Gözlem Formu (65)

d. Yetişkinler İçin Sözel Olmayan Ağrı Ölçeği (Nonverbal Adult Pain Scale); Yetişkin Sözsüz Ağrı Ölçeği ilk olarak Odhner ve arkadaşları tarafından 2003 yılında, travma ve büyük karın cerrahisi sonrası yoğun bakım ünitesinde entübe ve sedasyon uygulanan hastalar için geliştirildi. Daha sonra Kabes ve arkadaşları tarafından 2010 yılında revize edilerek son şekli verildi. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Kaya ve Erden tarafından 2019 yılında yapıldı (69). Yetişkin Sözsüz Ağrı Ölçeği'nin beş göstergesi vardır: yüz, aktivite/hareket, uyanıklık, yaşamsal bulgular ve solunum. Her bölüm 0-2 puan arasında puanlanır ve toplam puan 0 ile 10 arasında değişmektedir. Ölçeğin değerlendirilmesinde 0-2 puan hiç ağrı olmadığını, 3-6 puan hafif ağrıyı, 7-10 puan ise şiddetli ağrıyı göstermektedir. Hasta konforunu sağlamak için müdahalelerden önce ve sonra her dört saatte bir ağrının değerlendirilmesi önerilmektedir (69).

Categories	0	1	2
Face	No particular expression or smile.	Occasional grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.	Frequent grimace, tearing, frowning, wrinkled forehead.
Activity (movement)	Lying quietly, normal position.	Seeking attention through movement or slow, cautious movement.	Restless, excessive activity and/or withdrawal reflexes.
Guarding	Lying quietly, no positioning of hands over areas of body.	Splinting areas of the body, tense.	Rigid, stiff.
Physiology (vital signs)	Stable vital signs	Change in any of the following: * SBP > 20 mm Hg. * HR > 20/minute.	Change in any of the following: * SBP > 30 mm Hg. * HR > 25/minute.
Respiratory	Baseline RR/SpO_2 Compliant with ventilator	RR > 10 above baseline, or 5% ↓SpO_2 mild asynchrony with ventilator	RR > 20 above baseline, or 10% ↓SpO_2 severe asynchrony with ventilator

Şekil 2.6. Yetişkinler İçin Sözel Olmayan Ağrı Ölçeği (70)

e. Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBÖ -Wong-Baker FACES Pain Rating Scale –WBS); Hastaların ağrısını yüz ifadelerine göre belirleyen tek boyutlu ağrı değerlendirme ölçeğidir (11). Bu ölçekte yüzlere sayısal değerlere göre ağrı puanı verilmektedir. En düşük puan "0" en yüksek puan "10" dur. Ölçekten alınan puan arttıkça ağrı şiddeti artmakta, puan düştükçe şiddeti azalmaktadır. Ölçeğin uygulanma esnasında; hastaya "yüz ifadelerinin her birinin bir kişiye ait olduğu, hiç ağrısı olmayan mutlu bir yüz ile işlem sırasında kendisinde biraz veya oldukça ağrı duyan üzgün yüzler" olduğu açıklanmaktadır. Yüz ifadeleri gösterilerek açıklama yapılmaktadır. "Yüz 0" ağrının olmadığını belirtir ve çok mutludur. "Yüz 2" biraz ağrısı vardır. "Yüz 4 " biraz daha fazla ağrısı vardır. "Yüz 6" ağrısı daha fazla vardır. "Yüz 8" ağrısı oldukça fazladır. "Yüz 10" ağrısı dayanılmaz derecededir. Çocuktan kendi durumunu en iyi yansıtan yüz ifadesini seçmesi istenmektedir (71). Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği üç yaşından büyük, iletişim kurulamayan, konuşamayan hastalarda kullanılmaktadır.



Şekil 2.7. Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (72).

2.5. Ağrı Değerlendirmesinde Makine Öğrenmesi ve Bilgisayar Destekli Yüz İfadesi Analizi

Ağrı, özellikle ağrı deneyimlerini bildiremeyen veya ağrı ifadelerini yorumlamanın zor olduğu kişilerde ölçülmesi zor, öznel bir deneyimdir (73, 74). Literatür, Görsel Kıyaslama Ölçeği (GKÖ), Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ) ve Sözel Kategori Ölçeği (SKÖ) dahil olmak üzere ağrı değerlendirmesi için çeşitli ağrı puanlama sistemleri sunmaktadır (20,59). GKÖ'nün ağrının oldukça güvenilir ve geçerli bir ölçüsü olduğunu ve önemli kanıtlara dayanarak tedavi etkilerine en çok yanıt veren ölçüt olduğu kabul görmektedir. Ancak GKÖ, bireylerin bilinçsiz, bilişsel olarak engelli veya kendilerini sözlü olarak ifade edemediği durumlarda kullanılmasının uygun olmadığı görülmektedir (74). Gözlemsel ölçekler, hastaların ağrılarını iletmedeki yetersizliklerini ele almak için farklı klinik ortamlarda ve belirli hasta popülasyonlarında kullanılmak üzere geliştirilmiş ve doğrulanmıştır (59). Davranışsal Ağrı Ölçeği, Yetişkinler İçin Sözel Olmayan Ağrı Ölçeği gibi ölçekler, ağrıyı değerlendirmek için alternatif bir yöntem sunmakla birlikte gözlemcinin eğitimi ve deneyimi nedeniyle yorumu hatalı olabilir (74).

Yoğun bakım ünitelerinde ağrı değerlendirilmesinin zorluklarına rağmen, objektif ölçümler sağlamak için çeşitli teknolojik çalışmalar devam etmektedir (75). Sensör teknolojisi ve yapay zeka kullanan yüz ifadesi analizi, ağrıyı objektif olarak ölçme potansiyeli göstermektedir (76). Karma gerçeklikler, çevrimiçi müdahaleler, akıllı telefon uygulamaları ve giyilebilir cihazlar gibi diğer teknolojik müdahaleler de ağrı yönetimi için araştırılmaktadır. Zorluklara rağmen, teknolojinin şefkatli bakımla entegrasyonu, klinik ortamlarda ağrı değerlendirmesi ve yönetiminin iyileştirilmesi için umut vadetmektedir (77).

Yapay zeka, ağrı sırasında yüz ifadelerinin analizini daha verimli hale getirerek ve insan profesyonellerin iş yükünü azaltarak sağlık sistemini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Özellikle yapay zeka, makine öğrenimi algoritmalarını ve veri analizi

tekniklerini kullanarak özellik çıkarmayı otomatikleştirebilir ve çok fazla insan çabası gerektiren, tekrarlayan ve zaman alıcı görevleri gerçekleştirebilir. Bu durum daha iyi hasta sonuçları, kaynakların daha iyi kullanımı ve daha düşük işletme maliyetleri ile sonuçlanabilmektedir (78).

Makine ifadesi çok geniş ve soyut bir kavram olarak tanımlanmaktadır. Makine bir bilgisayardır, bilgisayar da özünde hesaplama işlemi olan bir hesaplayıcıdır. Makineler mevcut verilere bakarak onlardan öğrenebilme özelliğine sahiptirler. Mevcut veriler ile arasındaki örüntüyü matematiksel algoritmalarla keşfedip, modelleyerek yeni gelen veriler için bir öngörü oluşturabilmektedir (78). Algoritmalar bir problemi çözmek için tanımlanan adımlardır. Makine öğrenimindeki matematiksel algoritmalarda verilere dayanarak değişik problem tiplerini çözer. Öğrenme ve problem tiplerine göre kullanılan algoritmalar farklılık gösterir (79).

Yüz ifadesi sözsüz iletişimde önemli bir rol oynamaktadır. Farklı alanlarda, eğitimlerde, insan-bilgisayar etkileşimlerinde etkileşimi kolaylaştırmak için yüz ifadeleri kullanılmaktadır. Basit yüz görüntüleri veya video kayıtları kullanılarak farklı girişimler yürütülmektedir. Yüz eylem kodlama sistemleri (YEKS), gözlemlenebilir yüz ifadedelerini tanımlamak ve analiz etmek için kullanılan manuel bir yöntemdir. Yüz hareketlerini, belirli bir kas veya kas grubunun aktivasyonuna karşılık gelen ve diğer eylem birimlerinden bağımsız olarak tanımlanabilen ve puanlanabilen eylem birimleri (EB) adı verilen bir dizi temel birime ayırır. YEKS kılavuzu, yardımcı olarak bir dizi fotoğraf ve çizim kullanarak bu EB'lerini puanlamak için yönergeler sağlar (80). Bu sistem, psikoloji, sosyoloji ve iletişim çalışmaları gibi alanlarda ve yüz animasyonu yazılımlarının geliştirilmesinde ve yüz felcinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

YEKS, sağlıklı bireyler, kronik ağrı rahatsızlıkları olan hastalar ve nörolojik veya psikiyatrik bozuklukları olan bireyler dahil olmak üzere çeşitli popülasyonlarda ağrının yüz ifadelerini incelemek için kullanılmıştır. Araştırmacılar, termal, elektriksel ve basınç uyaranları gibi farklı ağrı uyaranlarına ve farklı analjezi türlerine yanıt olarak ağrının yüz ifadelerini incelemek için YEKS'i kullanılmıştır (81). Bu yaklaşımlar, analiz sırasında gülümseme gibi tipik ifadelerin tanımlanması ve popülasyon grupları arasındaki farklılıklar gibi birden fazla önyargı ile yüklenmiştir (9). YEKS, bilimsel araştırmalarda güvenilebilecek değerlendirmeler yapmak için özel eğitimden geçmesi gereken insan

gözlemciler tarafından yürütülmüştür. Eylem birimi tekniklerinin ilerlemesi, ağrıyla ilgili davranışların bilgisayar aracılı otomatik tespiti için stratejilerin geliştirilmesini teşvik etmektedir (82).

2.6. Yoğun Bakımda Ağrı Değerlendirmesinde Hemşirenin Rolü

Ağrı değerlendirmesi, ağrı yönetiminin önemli ve ilk basamağını oluşturmaktadır. Ağrı değerlendirmesinde ağrının nedeni, özellikleri ve uygun analjezi seçeneği belirlenirken aynı zamanda tedavinin etkinliği de değerlendirilmektedir. Yoğun bakım ünitelerinde birincil bakım sağlayıcı ve hastaya en yakın çalışan olan hemşireler, ağrının önlenmesi, değerlendirilmesi ve azaltılmasında birincil sorumlulardır (83). Amerikan Ağrı Yönetimi Hemşireliği Derneği, ağrılı prosedür geçiren hastaların, bakım aldığı süreç boyunca güvenli ve etkili ağrı yönetimi hakkına sahip olduğunu ve hemşirelerin ağrıyı yönetmek için bütünleştirici müdahaleleri kullanmalarını önermektedir (84). Bu bağlamda yoğun bakım hemşiresi ağrı göstergelerini değerlendirmeli ve izlemelidir. İdeal ağrı değerlendirmesi için (7);

1. Ağrının kaynağı belirlenmeli (pansuman değişimi, pozisyon değişimi, aspirasyon vb),

2. Mümkünse hastanın ağrısını ifade etmesi sağlanmalı,

• Ağrı şiddetini belirleyen ölçekler kullanılmalı,

• Ağrı şiddeti ölçülemiyorsa ağrı ile ilgili bilgi almak için hastaya cevabı evet/hayır olan kısa cevaplı sorular sorulmalı (ağrın var mı, ameliyat yerinde mi?.... gibi)

3. Ağrıya ilişkin fizyolojik ve davranışsal belirtiler izlenmeli,

4. Tedavi girişimlerinden önce ve sonra ağrı yeniden değerlendirilmelidir.

Yapay zeka (YZ) alanındaki son gelişmeler, hemşirelikte ağrı değerlendirmesi ve yönetimini iyileştirmek için umut verici fırsatlar sunmaktadır. Makine öğrenimi dahil olmak üzere yapay zeka teknolojileri, ağrının tanınmasını, tahmin edilmesini ve kendi kendine yönetimini geliştirebilir (85). Bu araçlar, objektif ağrı değerlendirmesinin doğruluğunu, hassasiyetini ve verimliliğini potansiyel olarak artırabilir (73). Bu bağlamda, ağrı değerlendirme algoritmaları oluşturmak için ağrı kayıtları doğru ve düzenli tutulmalıdır. Ağrı değerlendirilirken hastanın ağrı verilerinin yanında (ağrının yeri, süresi, karakteri, arttıran ve azaltan faktörler vb) aynı zamanda hemodinamik verileride değerlendirilerek kayıt altına alınmalıdır (86).

2.7. Derin Öğrenme Yöntemleri

Makine öğrenimi ve yapay zekânın bir alt kümesi olan derin öğrenme yöntemleri, başta sağlık hizmetleri olmak üzere çeşitli alanlarda önem kazanmıştır. Bu yöntemler arasında Evrişimsel Sinir Ağları (CNN-Convolutional Neural Network) etkin derin öğrenme modellerinden biridir (87).

2.7.1.Evrişimsel Sinir Ağları

Evrişimsel Sinir Ağları (CNN-Convolutional Neural Network), öncelikle görüntü tanıma ve sınıflandırma görevleri için kullanılan güçlü derin öğrenme modelleridir (88). CNN'ler, öğrenilebilir parametreler içeren konvolüsyonel ve tam bağlantılı katmanlar ile konvolüsyonel, doğrusal olmayan, havuzlama ve tam bağlantılı katmanlar dahil olmak üzere birden fazla katmandan oluşmaktadır (89). Bu ağlar, girdi görüntülerinden hiyerarşik özellikleri otomatik olarak öğrenerek yüz tanıma, duygu algılama ve nesne tanıma gibi çeşitli uygulamalar için etkili hale gelir (88). CNN'ler büyük miktarda veriyi işleme konusunda mükemmeldir ve örüntü tanıma, bilgisayarla görme ve doğal dil işleme alanlarında dikkate değer bir performans göstermektedir (90). CNN'lere adını veren konvolüsyonel işlem, özellik haritaları oluşturmak için giriş görüntülerine öğrenilmiş filtrelerin uygulanmasını içermektedir. Bu hiyerarşik yaklaşım, daha yüksek katmanların bozulmalara ve çevirilere karşı değişmez olan daha karmaşık özellikleri öğrenmesine olanak tanıyarak CNN'leri özellikle görüntü ile ilgili görevler için etkili hale getirir (88).

2.7.2.Evrişimsel Uzun Kısa Süreli Hafıza

Evrişimsel Uzun Kısa Süreli Bellek (ConvLSTM) ağları, CNN'leri uzamsal özellik çıkarma yeteneklerini Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağlarının zamansal işleme yetenekleriyle birleştirir. Bu hibrit mimari, işleme boyunca uzamsal-zamansal yapıyı korur. ConvLSTM'ler birinci şahıs etkileşim tanıma, insan davranışı sınıflandırma videolarda şiddet algılama ve hiyerarşik tür tahmini gibi çeşitli uygulamalarda etkinlik göstermektedir (91). Model tipik olarak çerçeve düzeyinde özellikler çıkarmak için CNN'leri kullanır ve bunlar daha sonra ConvLSTM katmanları tarafından toplanır (92). Bu yaklaşım, video dizilerindeki yerel hareket ve değişikliklerin analiz edilmesini sağlar. ConvLSTM'ler, doğruluk ve gerçek zamanlı işleme açısından geleneksel CNN'ler ve

LSTM'lere kıyasla üstün performans göstermiştir, bu da onları çeşitli uzamsal-zamansal veri analizi görevleri için umut verici bir araç haline getirmektedir (91).

2.7.3. Derin Öğrenme Modelleri İle Sınıflandırma (ResNet-50, EfficientNets, ConvNeXt-tiny)

CNN'ler, öncelikle görüntü işleme ve sınıflandırma için kullanılan derin öğrenme algoritmalarıdır (93). CNN işleminin temel aşamaları girdi, konvolüsyonel, ReLU (doğrusal olmayan), havuzlama ve tam bağlantılı katmanları içerir (94). Süreç görüntü girişi ile başlar, ardından özellikleri tespit etmek için konvolüsyon işlemleri, doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonlarının uygulanması, boyutluluğu azaltmak için havuzlama ve son olarak sınıflandırma için tam bağlantılı katmanlar gelir (93). CNN'ler yüz tanıma, görüntü sınıflandırma ve el yazısı analizi dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda mükemmeldir. CNN'lerin verimliliği, insan müdahalesi olmadan özellikleri otomatik olarak tespit etme yeteneklerinden ve büyük pikselli görüntüleri işlemedeki hesaplama verimliliklerinden kaynaklanmaktadır (95).

CNN tabanlı modeller (ResNet, EfficientNet, ConvNeXt-tiny), otomatik özellik çıkarma ve derin mimarileri sayesinde görüntü analizinde devrim yaratmıştır. Özellikle tıbbi görüntüleme ve gerçek zamanlı uygulamalarda bu modellerin adaptasyonu kritik önem taşır.

ResNet-50, görüntü sınıflandırma ve nesne algılama görevleri için yaygın olarak kullanılan derin bir evrişimli sinir ağı mimarisi olup, CNN'nin ve AlexNet'in daha gelişmiş bir versiyon modelidir (96). Derin ağlardaki kaybolan gradyan sorununu ele almak için artık bağlantılar kullanır ve gelişmiş bilgi akışı ve gradyan yayılımına izin verir. ResNet-50, imza doğrulama, nesne algılama, duygu tanıma ve MRI görüntüleri kullanılarak meme kanseri sınıflandırması gibi çeşitli uygulamalarda etkinliğini göstermiştir (97). Derin mimarisi, karmaşık desenlerin ve özelliklerin yakalanmasını sağlayarak bu görevlerde daha iyi performans elde edilmesine yol açmaktadır. ResNet-50'nin güvenilirliği, verimliliği ve uyarlanabilirliği, onu düşük güçlü cihazlar da dahil olmak üzere çeşitli donanım platformlarında transfer öğrenimi ve dağıtımı için popüler bir seçim haline getirmektedir (98).

Verimli bir şekilde ölçeklenen evrişimli sinir ağları ailesi olan ***EfficientNets***, son zamanlarda görüntü sınıflandırma sorunları için son teknoloji modeller olarak ortaya

çıkmıştır (99). EfficientNets, model kalitesini korurken model boyutunu ve yürütülen kayan nokta işlemlerini azaltarak doğruluğun yanı sıra verimliliği de optimize eder. Modelin temel ağ mimarisi, sinir mimarisi araması kullanılarak tasarlanmıştır. EfficientNets modelleri ailesi, orijinal EfficientNet-B0 modelinin genişletilmesiyle üretilmiştir. Verimlilik ve doğruluk açısından, bu model ailesi tüm önceki evrişimli sinir ağı modellerini geride bırakmıştır. ImageNet veri kümesinde, EfficientNet-B7 %84,4'lük ilk 1 doğruluğa ve %97,1'lik ilk 5 doğruluğa ulaşmıştır. Ayrıca, o dönemde en iyi doğruluğa sahip diğer modellerle karşılaştırıldığında, boyut 8,4 kat azaltılırken verimlilik 6,1 kat artırılmıştır. Ve transfer öğrenmesi kullanılarak, EfficientNets, çeşitli iyi bilinen veri kümelerinde o dönemdeki en ileri seviyeye evrilmiştir (100).

ConvNeXt-tiny, çeşitli görüntü tanıma görevlerinde ümit verici sonuçlar gösteren kompakt bir evrişimsel sinir ağı modelidir. Uzaktan algılama sahne sınıflandırmasında daha büyük modellere kıyasla üstün performans gösterir ve birden fazla veri kümesinde yüksek doğruluk elde etmektedir (101). ConvNeXt-tiny ayrıca sıtma paraziti tespiti ve polikistik over sendromu tanısı gibi tıbbi görüntü analizinde de sırasıyla %95 doğrulukla etkili olduğunu kanıtlamıştır (102). Modelin mimarisi transformatörlerden esinlenmiştir ancak standart evrişimler kullanır ve bu da rekabetçi doğruluğu korurken onu daha kaynak verimli hale getirir (103). ConvNeXt-tiny, uzaktan algılama uygulamalarında hassasiyetini artıran dikkat mekanizmaları ve etiket yumuşatma düzenlemesini entegre ederek daha da geliştirilebilir (101).

2.7.4.4. Derin Öğrenme Modellerinde Kullanılan Metrikler

Karmaşıklık Matrisi (Confusion Matrix): 'Hata Matrisi' veya 'Karmaşıklık Matrisi', bir sınıflandırma modelinin performansın ölçmek için yaygın kullanılan araçlardandır. Bu matris verilen gerçek sınıf etiketleri ile modelin tahmin ettiği sınıf etiketlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasını sağlar.

Doğruluk (Accuracy): Modelin doğru tahmin ettiği örneklerin oranıdır. Doğruluğun maksimum değeri 1 olabilir. Örneğin, 100 örneğin 80'inin doğru sınıflandırıldığı bir modelin doğruluk skoru 0.8 olacaktır.

Hassasiyet (Precision): Pozitif olarak sınıflandırılan örneklerin ne kadarının gerçekten pozitif olduğunu gösterir. Hassasiyet modelin pozitif sınıfı doğru sınıflandırma yeteneğini ölçmektedir.

Duyarlılık (Recall): Gerçek pozitif örneklerin ne kadarının pozitif olarak sınıflandırıldığını gösterir.

F1 Skor (F1 Score): F1 Skor ise Hassasiyet (Precision) ve Duyarlılık (Recall) skorlarının harmonik ortalamasıdır.

Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-MAE): Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki mutlak farkların ortalamasıdır (104).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Amacı ve Türü

Araştırmanın amacı bilinci açık, sözel iletişim kurulamayan yoğun bakım hastalarında ağrının yüz hareketini ölçen ağrı tanılama sistemi ile değerlendirilmesidir. Araştırma metodolojik ve tanımlayıcı tipte bir araştırmadır.

3.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Özellikleri

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi ve Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi olmak üzere iki hastanenin toplam 7 yoğun bakım ünitesinde yapıldı. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi, 6 Şubat depreminden sonra Feyyaz Etiz Onkoloji ek binası ve Adana Yüreğir Devlet Hastanesi yerleşkesinde toplam 500 yatak kapasitesi ile sağlık ve eğitim hizmeti vermektedir. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi bünyesinde Cerrahi Yoğun Bakım, Nöroloji Yoğun Bakım ve Dahiliye Yoğun Bakım Birimleri 10'ar yatak olmak üzere toplam 30 yatak ile hizmet vermektedir. Yoğun bakım birimleri gündüz (08-16), gece (16-08) vardiyasında olmak üzere toplam 20'şer hemşire görev yapmaktadır. Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1680 yatak kapasitesiteli olup, çalışma Genel Cerrahi Yoğun Bakım ve Beyin Cerrahi Yoğun Bakım ünitelerinde yürütülmüştür. Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesi Genel Cerrahi Yoğun Bakım 1 ve Genel Cerrahi Yoğun Bakım 2 olmak üzere iki üniteden oluşmakta olup, gece ve gündüz 2 vardiyada toplam 45 hemşire ve 25 yatak ile hizmet vermektedir. Beyin Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesi Beyin Cerrahi Yoğun Bakım 1 ve Beyin Cerrahi Yoğun Bakım 2 olmak üzere 2 üniteden oluşmakta olup, gece ve gündüz 2 vardiyada toplam 50 hemşire ve 25 yatak ile hizmet vermektedir.

Belirtilen ünitelerde kendini sözel olarak ifade edemeyen bilinci açık hastaların ağrı değerlendirmesinde; Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ), Görsel Kıyaslama Ölçeği (GKÖ), Sözel Kategöri Ölçeği (SKÖ) ve Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi ya da başka bir yapay zeka değerlendirme aracı ağrı değerlendirmesinde kullanılmamaktadır.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evreni Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi ve Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin yoğun bakım birimlerinde takip edilen, örneklemini ise çalışmanın kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar oluşturdu. Ön çalışma için örneklem hesabı yapılırken literatürden faydalanıldı (105). 10 hasta ile ön çalışma tamamlandıktan sonra güç analizi yapılarak örneklem büyüklüğü hesaplandı. Çalışmanın istatistiksel güç analizi, %95 güç (1-β), 0.05 tip I hata düzeyi (α), 0.50 korelasyon katsayısı ve çift kuyruk hipotez testi temel alınarak yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, çalışmanın geçerli ve güvenilir sonuçlar üretebilmesi için 46 katılımcıya ulaşılması gerektiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda, ön uygulama verileri hariç tutularak çalışma için gerekli örneklem büyüklüğüne ulaşılmıştır.

3.3.1. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri;

- 18 yaş ve üstü,
- Entübe/ trakeostomisi olan,
- Bilinci açık, sözel iletişim kurulamayan,
- Glaskow koma skoru 14-15 olan,
- Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar araştırmaya dahil edildi.

3.3.2. Dışlanma Kriterleri:

- Yüz ifadesi analizini değiştirebilecek herhangi bir yüz anomalisi olan (fasial paralizi, poland-mobius sendromu)
- Nörolojik ve zihinsel bozuklukluğu olan,
- Kronik ağrı geçmişi olan,
- Sürekli prone pozisyonunda olmasını gerektiren bir durumu olan (*Pilonidal Sinus, ARDS* vb),
- Sağlık profesyoneli ile aynı dili konuşamayan hastalar araştırmaya dahil edilemiştir.

3.4. Veri Toplama Araçları

- Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu (Ek 1)
- Sayısal Ağrı ölçeği

- Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği
- Hasta Ağrı Değerlendirme Çizelgesi (Ek 2)
- Video Kamera Tripodu
- Yüz Eylem Kodlama Sistemi (YEKS)

3.4.1. Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu (Ek 1):

Hastanın tanıtıcı bilgileri (yaş, cinsiyet, eğitim durumu, hastanın yattığı klinik, kronik hastalıklar, ameliyat deneyimi, ağrı deneyimi, Sayısal Ağrı Ölçeği (SAÖ), Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBÖ), ameliyata ilişkin bilgilerden (ameliyat türü, cerrahi yöntem, anestezi türü, solunum desteği) oluşmaktadır (Ek-1).

3.4.2. Sayısal Ağrı Ölçeği:

Ağrı şiddetini tespit etmeye yönelik olarak kullanılan bu yöntem, hastanın ağrısını sayılarla ifade ederek açıklaması amaçlamaktadır. Ölçek 7 yaş ve üzeri çocuklarda erişkin ve bilinci açık hastalarda kullanılmaktadır. Sayısal ölçeklerde ağrının yokluğu (0) ile şiddetli ağrı (10) seviyesine kadar ulaşmaktadır (106) (Ek-1).

3.4.3. Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBÖ),

Wong ve Baker tarafından 1981'de geliştirilmiş 1983'te düzenlenmiştir. Hastaların ağrısını yüz ifadelerine göre belirleyen tek boyutlu ağrı değerlendirme ölçeğidir (11). Gülen yüzle başlayıp ağlayan yüzle son bulan 6 değişik yüz ifadesinden oluşmaktadır. Bu ölçekte yüzlere sayısal değerlere göre ağrı puanı verilmektedir. En düşük puan "0" en yüksek puan "10" dur. Ölçekten alınan puan arttıkça ağrı şiddeti artmakta, puan düştükçe şiddeti azalmaktadır. "Yüz 0" ağrının olmadığını belirtir ve çok mutludur. "Yüz 2" biraz ağrısı vardır. "Yüz 4 " biraz daha fazla ağrısı vardır. "Yüz 6" ağrısı daha fazla vardır. "Yüz 8" ağrısı oldukça fazladır. "Yüz 10" ağrısı dayanılmaz derecededir. Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği üç yaşından büyük, iletişim kurulamayan, konuşamayan hastalarda kullanılmaktadır (107) (Ek-1).

3.4.4. Hasta Ağrı Değerlendirme Çizelgesi:

Hasta, Hemşire-1(H1), Hemşire-2(H2), Hemşire-3(H3), Hemşire-4(H4) ve YEKS'in değerlendirdiği ağrı düzeyinin ve uygulanan ağrılı işlemin kaydı bulunmaktadır (Ek 2).

3.4.5. Video Kamera:

Hastaların ağrı değerlendirmesinde ağrılı girişim öncesi, sırası ve sonrasında yüz görüntüsü kamera ile değerlendirilmiştir. Yüz ifadesine ilişkin video kayıtlarında, çözünürlüğü 1920 x 1080 piksele sahip dijital video kamera kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Hastanın Yüz İfadelerini İçeren Video Kaydının Yapılması

3.4.6. Kamera Tripodu:

Video kamerayı sabitlemek için tripod kullanıldı. Tripodun maksimum uzama yüksekliği 1700 mm'dir.

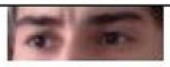
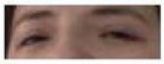
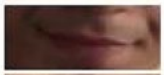
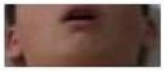
3.4.7. Yüz Eylem Kodlama Sistemi (YEKS-Facial Action Coding System (FACS):

Bu sistem Ekman ve Friesen tarafından 1978 yılında geliştirilmiştir. Yüz Eylem Kodlama Sisteminde, yüzlerce eylem ünitesi kombinasyonu kullanılarak yüz kaslarının hareketleri tanımlanmaktadır (30,31). Tanımlanan fonksiyonel nöroanatomik hareketler, herhangi bir yüz ifadesini kodlamak için gerekli ve yeterlidir. Bu sistem belirli eylemlerin kapsamlı bir operasyonel tanımını kullanarak yüz ifadelerini kategorize eden, ayrıntılı, nesnel, anatomik tabanlı bir kodlama sistemidir. Sistemde 46 farklı yüz eylem birimi bulunmaktadır.

Bilgisayarlı görüntü algoritmalarından faydalanarak yüz işareti tespiti, baş pozu

tahmini, yüz eylem birimi tanıma ve göz bakışı tahmini yapabilen bir yüz görüntüsü analiz aracıdır. Araç gerçek zamanlı performansa sahiptir ve herhangi bir özel donanım olmadan basit bir web kamerasından çalıştırılabilmektedir (107).

Program içerisinde yüz eylem birimleri yer almaktadır. Yüz eylem ünitelerini; AU1: kaşların iç kısmının kaldırılması, AU2: kaşların dış kısmının kaldırılması, AU4: kaşların çatılması, AU5: göz kapaklarının açılması, AU6: yanakların yukarı kaldırılması, AU7: göz kapaklarının kısılması, AU9: burnun buruşturulması, AU10: üst dudağın yukarı kaldırılması, AU12: dudak kenarlarının çekilmesi, AU14: gamzenin çıkması, AU15: dudak kenarının aşağı doğru hareketi, AU17: çenenin yukarı kaldırılması, AU20: dudağın gerginliği, AU23: dudağın sıkılması, AU25: dudağın açılması, AU26: çenenin düşmesi, AU28: dudağın emilmesi, AU45: gözlerin yumulması oluşturmaktadır (107).

AU	Full Name	Illustration
AU4	Brow Lowerer	
AU6	Cheek Raiser	
AU7	Lid Tightener	
AU9	Nose Wrinkler	
AU10	Upper Lip Raiser	
AU12	Lip Corner Puller	
AU17	Chin Raiser	
AU20	Lip Stretched	
AU25	Lips Part	
AU26	Jaw Drop	
AU45	Blink	

Şekil 3.2. Ağrıyla ilişkili Eylem Birimi listesi.

3.4.7.1. Derin Öğrenme Yöntemleri

Derin öğrenme yöntemlerinden ResNet-50, EfficientNets ve ConvNeXt-tiny modelleriyle değerlendirildi. Sınıflandırıcı performans değerlendirmesi için karmaşıklık

matrisi ve bu matrisle hesaplanan performans ölçüm teknikleri olan; Doğruluk, Hassasiyet, Duyarlılık, F1 Skor ve Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-(MAE) metrikleri kullanılmaktadır.

3.5. Verilerin Toplanması

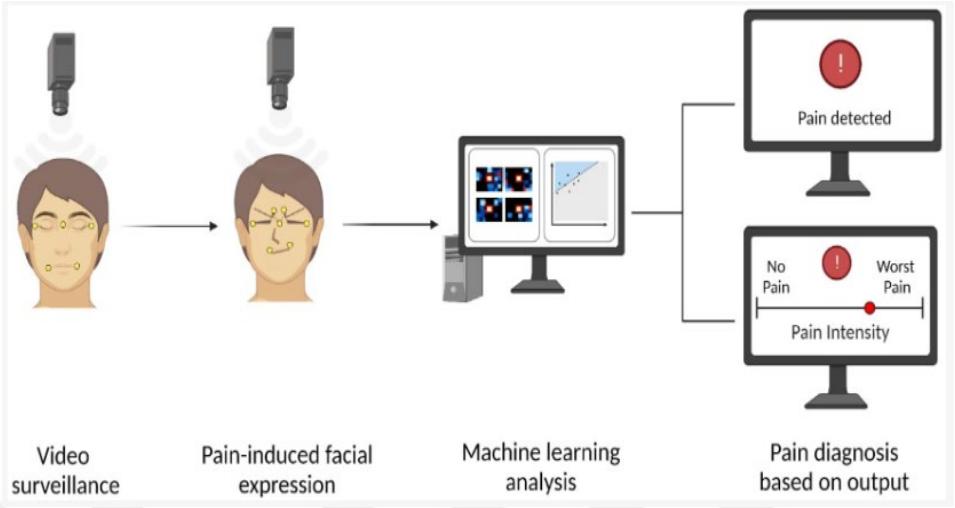
Araştırmamızda veriler Nisan 2023- Ekim 2024 tarihleri arasında, YB'da tedavi edilen hastalarda iki gün boyunca, sabah (8.00-12:00) ve öğleden sonra (12:00-16:00) olmak üzere toplam 4 kere, ağrılı girişimlerden (aspirasyon, mobilizasyon, pozisyon ve pansuman değişimi gibi) hemen önce, girişim sırasında ve girişimden 20 dk sonra toplanmıştır.Hastanın ağrı değerlendirmesi, primer hemşiresi tarafından o anda gerçekleştirilmiştir. Ardından, bu video kaydından elde edilen fotoğraf karesi üzerinden, çalışmaya dahil edilen dört hemşire (H1,H2,H3 ve H4; lisans mezunu, 30-45 yaş aralığında ve en az beş yıllık klinik deneyime sahip) tarafından bağımsız olarak ve farklı zaman dilimlerinde ağrı değerlendirilmesi yapılmıştır.

3.5.1. Araştırmanın Uygulanması

Ağrı değerlendirmesi hasta tarafından SAÖ, hemşireler tarafından WBYÖ ve bilgisayar tarafından YEKS ile yapılmıştır. Hastanın ağrı düzeyleri aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir:

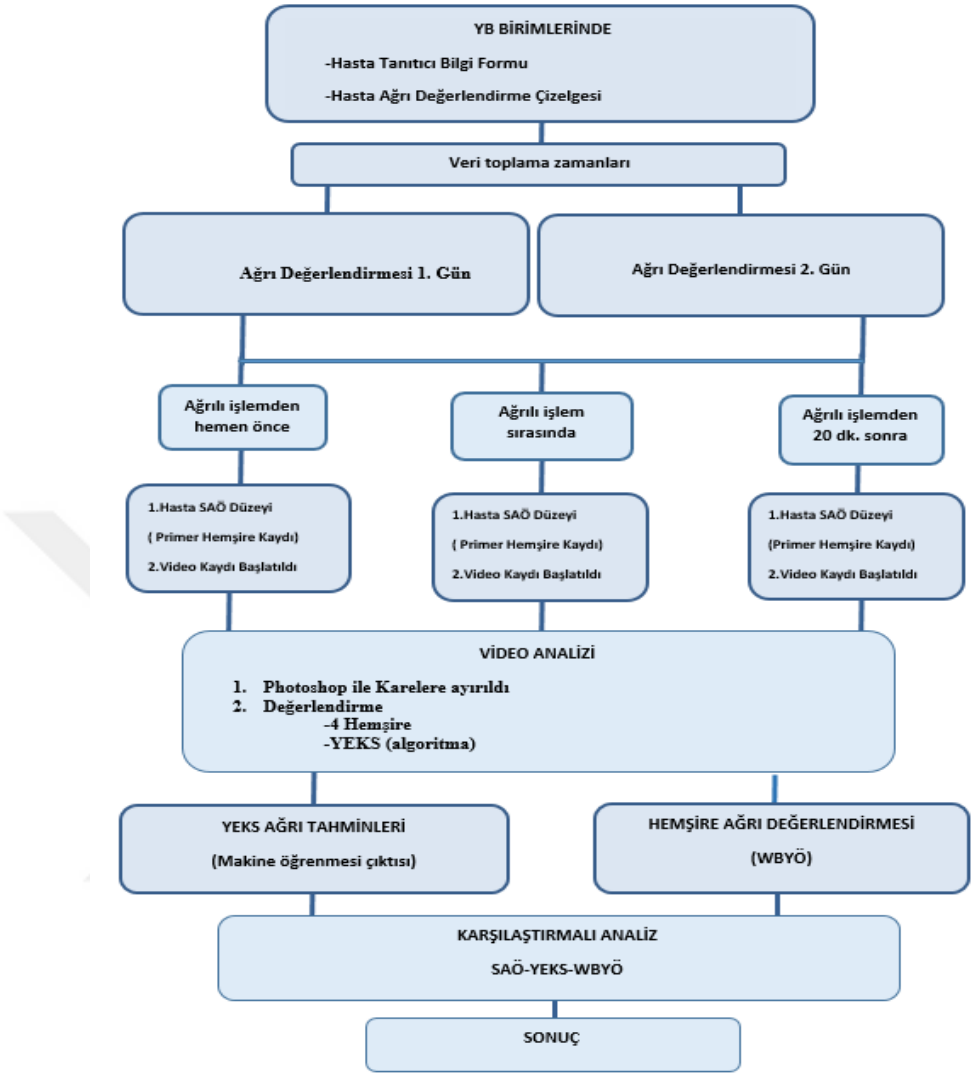
- Ağrı düzeyi, SAÖ ile ağrılı girişimden hemen önce, girişim sırasında ve girişimden 20 dakika sonra *primer hemşiresi tarafından hastaya sorularak* değerlendirilmiştir.
- Araştırmacı tarafından ağrılı girişimden hemen önce, girişim sırasında ve girişimden 20 dakika sonra hastanın video kaydı yapılmıştır. Hastaların yüz ifadelerinin net bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla, hasta yatağının karşısına, yüzü karşıdan görüntüleyebilecek eşit mesafede bir video kamera yerleştirilerek video kayıtları alınmıştır. Kaydedilen görüntülerden elde edilen fotoğraflar, görsel düzenleme yazılımı kullanılarak işlenmiştir ve yalnızca hastaların yüz ifadelerini içerecek şekilde temizlenmiştir. Ardından, bu fotoğraflar dört uzman hemşire tarafından Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği (WBYÖ) kullanılarak değerlendirilmiştir.
- Bilgisayar mühendisi tarafından geliştirilen *YEKS ile* video kayıtlarından ağrı

düzeyi oluşturulan makine öğrenmesi algoritması tarafından tahmin edilmiştir.

- 

Şekil 3.3.Yapay Zeka Kullanılarak Otomatik Ağrı Tespiti (107).

3.6. Veri Toplama Akış Şeması



3.7. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel analizler SPSS (IBM SPSS Statistics 27) adlı paket program kullanılarak yapılmıştır. Bulguların yorumlanmasında frekans tabloları ve tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. Normal dağılıma uygun ölçüm değerleri için parametrik yöntemler kullanılmıştır. Parametrik yöntemlere uygun şekilde, iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Paired Sample-t" test (t-tablo değeri); üç veya daha fazla bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "ANOVA" test (F-tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır. Normal dağılıma uygun olmayan ölçüm değerleri için parametrik olmayan yöntemler kullanılmıştır. Parametrik olmayan yöntemlere uygun

şekilde, iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Wilcoxon" test (Z-tablo değeri); üç veya daha fazla bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Kruskal-Wallis H" test (χ^2-tablo değeri) yöntemi kullanılmıştır. Ölçümlerin birbiriyle olan uyumunun incelenmesinde "Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC)" kullanılmıştır (ICC =0,5-0,75 orta düzeyde güvenilirliği, ICC =0,75-0,90 iyi güvenilirliği ve ICC≥0,90 mükemmel güvenilirliği gösterir) (109). İstatistiksel anlamlılık $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3.8. Araştırmanın Etik İlkeleri:

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etik Kurulu'ndan 04.11.2022 tarihli 127 sayılı etik kurul onayı (Ek-4) ve Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nden 10.11.2022 tarih ve 553699 sayılı yazısı ile 33/22-10 no'lu yönetim kurulu kararı alınmıştır (Ek 5). Araştırmaya başlamadan önce, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Genel Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesi'nden 16.12.2022 tarihli 590092-20 nolu (Ek 6), Nöroloji Yoğun Bakım ünitesinden 02.02.2023 tarihli 632427 sayılı (Ek 7), Dahiliye yoğun Bakım Ünitesinden 13.03.2024 tarihli 958386 sayılı (Ek 8) resmi kurum izinleri alınmıştır. Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden 22.12.2023 tarihli E-11289099-050.06.04-232459354 sayılı resmi kurum izni alınmıştır (Ek 9). Ayrıca tüm hastalara ve birinci derece yakınlarına araştırma hakkında bilgi verilmiş, Aydınlatma ve Onam Formu (Ek 3) okutularak araştırmaya katılmaya gönüllü olanlar çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın Clinical Trial kaydı yapılmıştır. (**ClinicalTrials.gov ID: NCT06485856).**

3.9. Araştırmanın Güçlü Yönleri ve Sınırlılıkları

Araştırmanın güçlü yönleri;

- Çalışmada, yoğun bakım birimlerinde yatan kendini sözel olarak ifade edemeyen (entübe/trakeostomi nedeniyle) bilinci açık hastaların yüz eylem kodlama sistemini makine öğrenmesi ile birleştiren ilk çalışma olması açısından literatüre önemli bir katkı sağlaması (özgünlük).
- Standart ağrı değerlendirme yöntemlerine (SAÖ, WBÖ vb) alternatif, objektif ve ölçülebilir bir yöntem sunması (yenilik).

- Yoğun bakım hastalarında iletişim engeli nedeniyle farkedilmeyen ağrının tespit edilmesiyle hasta memnuniyetini artırarak, hasta haklarını koruyarak tedavi başarısını arttırması (hasta konforu-etik).
- Sağlık profesyonellerinin gerçek zamanlı, otomatik bir ağrı izleme sistemi geliştirmesi için bir fırsat olması (klinik uygulanabilirlik).
- Tıp, bilgisayar ve biyomedikal mühendisliği gibi farklı alanların bir araya gelmesiyle kapsamlı bir çözüm üretilmesi (yenilikçi multidisipliner işbirliği).
- Çalışmada, klinikte karşılaşılan önemli bir soruna YZ tabanlı çözüm getirmesi, hasta bakım kalitesini artırma potansiyeli ve özgün metodolojisi ile güçlü bir araştırma olarak öne çıkmaktadır.

Araştırmanın sınırlılıkları;

- Ağrı değerlendirmesinin ağrılı prosedür boyunca hemşire tarafından gözlenememesi, video kaydı izlenerek ağrı değerlendirmesi yapılması (zaman ve iş gücü kaybı nedenli kısıtlılık)
- Çalışmaya katılan hastaların yaş, cinsiyet, etnik köken gibi faktörler açısından homojen olması, sonuçların tüm hasta gruplarına genellenebilirliğini azaltabilir (demografik çeşitlilik).

4.BULGULAR

4.1. Hasta-Makine Öğrenmesi Ağrı Değerlendirilmesi Verileri

Hasta verilerinden elde edilen Şekil dosyaları grafik programları kullanılarak 512x512 (genişlik-yükseklik), yüz bölümleri fotoğraftan alınmıştır. İlgili Şekil ler 0'dan 10'a kadar ağrıları sınıflandırılmıştır. Veri seti toplamda 592 adet fotoğraf içermektedir. Yapay zekâ modelleri sınıflama performansı açısından 11 adet sınıf olmasından dolayı elde ettikleri sonuçlar düşük gibi görülebilir. Bu sebeple 4' lü grup (0,3,6,9) ve 6'lı grup (0,2,4,6,8,10) olmak üzere 2 adet veri seti oluşturulmuştur. Bunlar sırasıyla sınıf 4 ve sınıf 6 olarak adlandırılmıştır. İlgili 2 veri seti eğitim, doğrulama ve test olarak 3 parçaya bölünmüştür. Eğitim verisi %60, doğrulama %20 ve test %20 olarak ayrılmıştır. Eğitim verisi yapay zeka modellerinin eğitilmesi aşamasında kullanılmış olup, YZ modellerinin verilerden öğrenmesi sağlanmıştır. Doğrulama verisi ise modellerin eğitim aşamasında parametreleri ayarlayabilmek için eğitim aşamasında görmediği verilerden oluşur. Eğitim aşamasında doğruluk gibi metriklerin ne kadar öğrendiği test edilir. Aşırı öğrenme (Overfitting) olup olmadığı görülür. Doğruluk verisi hiperparametreleri ayarlamak için de kullanılır. Test verisi ise eğitim aşamasında hiçbir şekilde görmediği verilerdir. Hiperparametresi ayarlanmış öğrenmiş bir modelin gerçek ortamda ne kadar başarılı olduğunu gösterir.

Çizelge 4.1.1. Ağrı Düzeyi Ortalamasının Sınıf 4 Veri Kümesinin Sınıflara Göre Eğitim/Doğrulama/Test Dağılımı

4 Sınıf Adet						
Sınıf	**Adet**	**Yüzdelik**	**Toplam Ağrı**	**Eğitim (Train)**	**Doğrulama (Val)**	**Test (Test)**
0	194	32,77%	0	116	39	39
3	111	18,75%	333	67	22	22
6	145	24,49%	870	87	29	29
9	142	23,99%	1278	85	28	29
Toplam	**592**		**2481**	**355**	**118**	**119**
Ağrı Düzeyi Ortalaması			4,19087838	592		
				0,599662	0,199324	0,201014

Çizelge 4.1.2. Ağrı Düzeyi Ortalamasının Sınıf 6 Veri Kümesinin Sınıflara Göre Eğitim/Doğrulama/Test Dağılımı

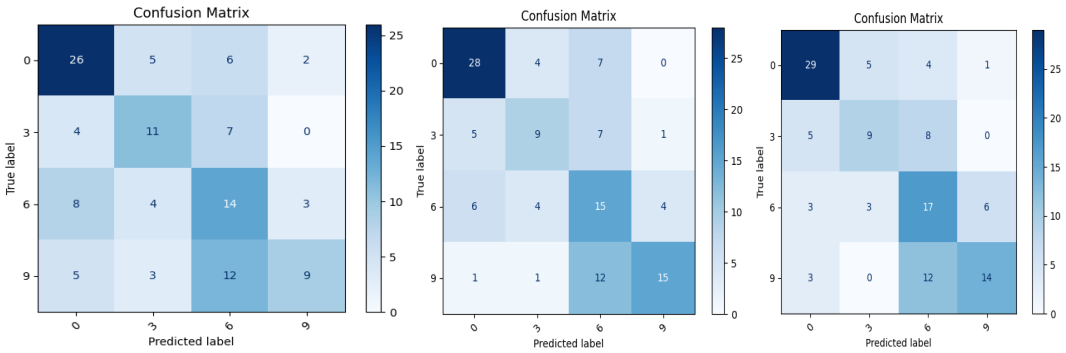
6 Sınıf Adet						
Sınıf	**Adet**	**Yüzdelik**	**Toplam Ağrı**	**Eğitim (Train)**	**Doğrulama (Val)**	**Test (Test)**
0	171	28,89%	0	103	34	34
2	68	11,49%	136	40	14	14
4	75	12,67%	300	45	15	15
6	104	17,57%	624	62	21	21
8	81	13,68%	648	49	16	16
10	93	15,71%	930	55	19	19
Toplam	**592**		**2638**	**354**	**119**	**119**
Ağrı Düzeyi Ortalaması						
			4,45608108	592		
				0,597973	0,201013	0,201013

Çizelge 4.1.1 ve Çizelge 4.1.2.'de ağrı düzeyi ortamalarının veri kümelerinin sınıflara göre dağılımı verilmiştir. Çizelge 4.2.1'de hastaların ağrı düzeyi ortalaması 4.19'dur. Verilerin en fazla olduğu '0' sınıfı toplam ağrı verisinin yaklaşık %30'luk kısmını oluşturmuştur (Çizelge 4.1.1, Çizelge 4.1.2).

Çizelge 4.1.3. Sınıf 4'ün (0,3,6,9) Model Performans Karşılaştırma Tablosu

Model		Doğrukluk (ACC)	Duyarlılık (recall)	Kesinlik (Precision)	F-ölçüsü (F-masure)	MAE
EfficientNet_B0	Eğitim	86,48	84,69	86,20	85.17	0,22
	Test	50,42	48,99	52.12	48,84	0,76
ResNet50	Eğitim	98,59	98,30	98,79	98,53	0,01
	Test	56,30	54,30	57,90	54,99	0,58
ConvNeXt-tiny	Eğitim	99,44	99,42	99,34	99,38	0,01
	Test	57,98	55,54	58,39	56,04	0,55

(MAE= Hataların Mutlak Değerlerinin ortalamaları)



(A) (B) (C)

Şekil 4.1. (A) (EfficientNet_B0), (B) (ResNet50) ve (C) ConvNeXt-tiny Karışıklık Matrisi,

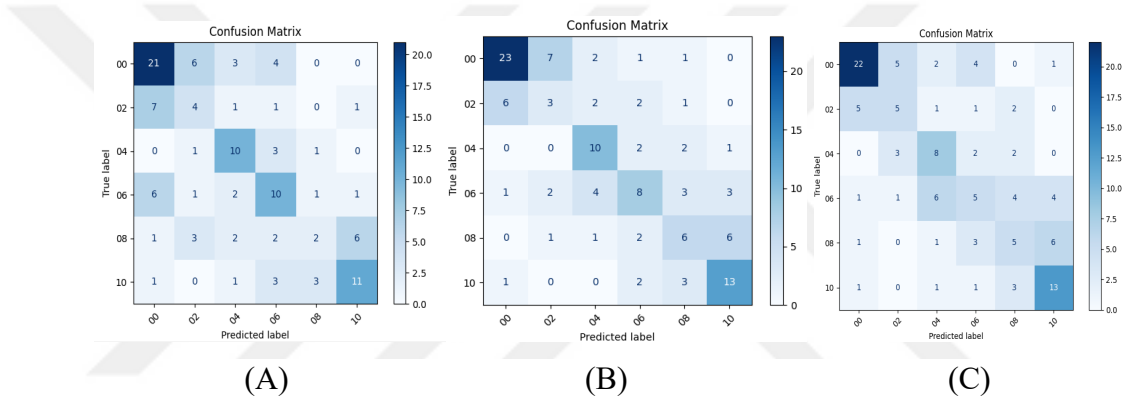
Çizelge 4.1.3.'te Sınıf 4'ün (0,3,6,9) çalışmada önerilen EfficientNet_B0, ResNet50 ve ConvNeXt-tiny'nin eğitim ve test veri kümelerindeki performansı göstermektedir. İlgili modellerin eğitim, doğrulama ve test veri setleri üzerinde elde ettiği Doğrukluk (ACC), Duyarlılık (recall), Kesinlik (Precision), F-ölçüsü (F-masure) değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bütün metrikler dikkate alındığında ConvNeXt-tiny en iyi değeri elde etmiştir. ConvNeXt-tiny %57,98 test verisinde başarı elde etmiştir. Eğitimde ise %99.44 elde etmiştir.

Şekil 4.1. A, B ve C sırasıyla EfficientNet_B0, ResNet50 ve ConvNeXt-tiny test data seti karışıklık matrisini göstermektedir. Karışıklık matrisinde satırlar verinin gerçekte hangi sınıfta olduğunu sütunlar ise modelin tahmin ettiği sınıfa dair örneklerin sayısını göstermektedir. Köşegende oluşan veriler model sınıfının doğru tahmin ettiği bunların dışındaki kutucuklarda yanlış tahmin adetini göstermektedir. Bu veriler modelin doğru tahmin ettiği verilerdir. Figür 1. B incelendiğinde köşegen verilerin daha koyu renkte olduğu yani sınıflama başarısının daha yüksek olduğunu gösterir. Figür C'de gerçekte 39 olan '0' sınıfından 29 tanesini '0' olarak doğru tahmin etmiş olup, 3 tanesini ise '5' sınıfı olarak yanlış etiketlemiştir. Aslında verileri '0' ve '3' grubuna ayırırken arada bulunan 1 v e 2 sınıflar bu iki sınıfa dağılmıştır. ConvNeXt-tiny'nin yan sınıfa tahmin etmesi doğruluk oranı düşük olmasına rağmen modelin aslında başarılı olduğunu göstermekte ve ortalama hatadan da aynı sonucu ulaşılabilmektedir. Genel itibarıyla baktığımızda '0,3,6,9' u sınıfladığında doğru sayısının yanılgılardan daha fazla (%50'den fazla) olduğu Figür 1 A,B ve C'de görülmektedir.

Çizelge 4.1.4. Sınıf 6'nın (0,2,4,6,8,10) Model Performans Karşılaştırma Tablosu

Model		Doğrukluk (ACC)	Duyarlılık (recall)	Kesinlik (Precision)	F-ölçüsü (F-masure)	MAE
EfficientNet_B0	Eğitim	78,53	74,46	77,61	75,30	0,39
	Test	48,74	45,84	44,60	44,53	0.93
ResNet50	Eğitim	98,02	97,83	97,93	97,86	0.03
	Test	52,94	49,96	48,50	48,89	0.73
ConvNeXt-tiny	Eğitim	98.87	98.71	98.90	98.80	0.01
	Test	48.74	46.21	44.64	45.04	0.84

(MAE= Hataların Mutlak Değerlerinin ortalamaları)



(A) (B) (C)

Şekil 4.2. (A) (EfficientNet_B0), (B) (ResNet50), (C) ConvNeXt-tiny Karışıklık Matrisi

Çizelge 4.1.4'te Sınıf 6'nın (0,2,4,6,8,10) çalışmada önerilen EfficientNet_B0, ResNet50 ve ConvNeXt-tiny'nin eğitim ve test veri kümelerindeki performansını göstermektedir. Çizelge 4.1.5'e göre bütün metrikler dikkate alındığında ResNet50 en iyi değeri elde etmiştir. ResNet50 test verisinde %52,94 eğitim verisi setinde ise %98.02 başarı elde etmiştir.

Şekil 4.2. A, B ve C sırasıyla EfficientNet_B0 ResNet50 ve ConvNeXt-tiny test data seti karışıklık matrisini göstermektedir. Figür 2.B'de gerçekte 36 olan '0' sınıfından 23 tanesini '0' olarak doğru tahmin etmiş olup, 7 tanesini ise '2' sınıfı olarak yanlış etiketlemiştir. Aslında verileri '0' ve '2' grubuna ayırırken arada bulunan '1' sınıfı bu iki sınıfa dağılmıştır. Genel itibarıyla baktığımızda '0,2,4,6,8,10' u sınıfladığında yaklaşık yarısını (%50) doğru tahmin ettiği Figür A, B ve C' de görülmektedir.

4.2.Hastaların ve Hemşirelerin Ağrı Değerlendirme Verileri

Yoğun bakım hastalarında ağrının yüz hareketini ölçen ağrı tanılama sistemi ile değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada hasta-hemşire ile ilgili elde edilen sonuçlar ve istatistiksel analizler tablolar halinde bu bölümde verilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Hastaya İlişkin Tanıtıcı Özelliklerin Dağılımı (N=46)

Tanıtıcı Özellikler	**n**	**%**
Yaş [$\bar{X} \pm$ S.S.→48,22±14,56 (yıl)]		
<40	11	23,9
40-49	7	15,2
50-59	19	41,3
≥60	9	19,6
Cinsiyet		
Kadın	11	23,9
Erkek	35	76,1
Eğitim düzeyi		
Okuryazar	5	10,9
İlköğretim	10	21,7
Lise	26	56,5
Üniversite	5	10,9
Ameliyat türü		
Baş-boyun cerrahisi	39	84,8
GİS cerrahisi	7	15,2
Ameliyat yöntemi		
Açık	39	84,8
Kapalı	7	15,2
Anestezi türü		
Genel	7	15,2
Lokal	39	84,8
Ameliyat öyküsü		
Var	13	28,3
Yok	33	71,7
Solunum desteği		
Endotrakeal tüp	4	8,7
Trakeostomi	42	91,3

Çizelge 4.2.1'de hastaların tanıtıcı özelliklerinin dağılımı yer almaktadır. Hastaların yaş ortalamasının 48,22±14,56 olduğu, %76,1'inin erkek, %56,5'inin lise mezunu, %84,8'inin baş-boyun cerrahisi geçirdiği ve %84,8'inin açık ameliyat olduğu belirlenmiştir. Hastaların %84'ine lokal anestezi uygulandığı, %71,7'sinin ameliyat öyküsünün olmadığı ve %91,32'ünün trakeostomili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.2. Hasta ve Hemşirelerin Ağrı Düzeyi Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

	Hasta	Hemşireler	İstatistiksel analiz* Olasılık
	$\bar{X} \pm S.S.$	$\bar{X} \pm S.S.$	
1.gün T1-1	0,39±0,82	1,89±1,10	Z=-5,565 **p<0,001**
1.gün T1-2	5,21±2,69	4,00±1,81	t=3,926 **p<0,001**
1.gün T1-3	0,54±1,01	1,86±1,06	Z=-5,318 **p<0,001**
1.gün T2-1	0,65±1,16	2,02±1,19	Z=-5,197 **p<0,001**
1.gün T2-2	5,95±3,01	4,60±1,99	Z=-3,932 **p<0,001**
1.gün T2-3	0,56±1,01	2,09±1,34	Z=-5,612 **p<0,001**
2.gün T1-1	0,86±1,46	2,09±1,25	Z=-4,693 **p<0,001**
2.gün T1-2	6,52±2,67	5,00±2,23	Z=-4,713 **p<0,001**
2.gün T1-3	0,82±1,12	2,17±1,33	Z=-5,023 **p<0,001**
2.gün T2-1	0,53±0,96	2,04±1,18	Z=-5,550 **p<0,001**
2.gün T2-2	7,39±2,70	5,88±2,23	Z=-4,921 **p<0,001**
2.gün T2-3	0,56±1,02	2,02±1,19	Z=-5,381 **p<0,001**
Genel ortalama	2,50±1,05	3,32±1,10	t=-6,109 **p<0,001**

*Normal dağılıma sahip olan verilerde iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Paired Sample" test (t-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Wilcoxon" test (Z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

T1-1: Sabah ağrılı işlem öncesi değerlendirme,T1-2: Sabah ağrılı işlem sırasında değerlendirme, T1-3: Sabah ağrılı işlem sonrası değerlendirme, T2-1:Öğlen işlem öncesi değerlendirme, T2-2: Öğlen işlem sırasında değerlendirme, T2-3:Öğlen işlem sonrası değerlendirme.

Çizelge 4.2.2'de hastaların ve hemşirelerin ağrı düzeyi ortalamalarının karşılaştırması yer almaktadır. Çizelgeye göre, birinci ve ikinci gün T1-1, T1-3, T2-1,T2-3 ve genel ortalama hasta ile hemşireler (H1,H2,H3 ve H4) arasında ağrı düzeyleri açısından anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Birinci ve ikinci gün T1-1, T1-3, T2-1,T2-3 ve hasta grubunun genel ağrı düzeyi ortalamaları hemşirelere göre anlamlı düzeyde daha düşüktür ($p<0,05$). Birinci ve ikinci gün; T1-2 ve T2-2'de hasta ile hemşireler arasında ağrı düzeyleri açısından anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Birinci ve ikinci gün; T1-2 ve T2-2'de hasta grubunun ağrı düzeylerinin, hemşirelere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.2).

Çizelgede belirtilmemekle birlikte, ağrı değerlendirme puan ortalamalarının karşılaştırılması yer almaktadır. Hasta ile Hemşire-2 arasında 1. gün (T1-3, T2-1, T2-3) ve 2. gün (T1-1, T1-3) değerlendirmelerinde, hasta ile Hemşire-4 arasında 1. gün (T1-2, T2-2) değerlendirmelerinde ve 12 değerlendirmenin genel ortalamasında hasta ile Hemşire-3 arasında anlamlı fark yoktur (p>0,05) ve ağrı düzeyleri benzerdir (Ek Çizelge 4.2.1).

Çizelge 4.2.3. Hasta İle Hemşirelerin değerlendirdikleri Ağrı Düzeyleri Ortalamaları Arasındaki Uyum

Sınıf içi korelasyon (ICC)*		**Hasta – Hemşireler**
1.gün T1-1	*r*	0,298
	p	**0,021**
1.gün T1-2	*r*	0,580
	p	**<0,001**
1.gün T1-3	*r*	0,387
	p	**0,004**
1.gün T2-1	*r*	0,452
	p	**<0,001**
1.gün T2-2	*r*	0,631
	p	**<0,001**
1.gün T2-3	*r*	0,361
	p	**0,006**
2.gün T1-1	*r*	0,445
	p	**<0,001**
2.gün T1-2	*r*	0,769
	p	**<0,001**
2.gün T1-3	*r*	0,339
	p	**0,010**
2.gün T2-1	*r*	0,404
	p	**0,002**
2.gün T2-2	*r*	0,820
	p	**<0,001**
2.gün T2-3	*r*	0,417
	p	**0,002**
Genel ortalama	*r*	0,639
	p	**<0,001**

*Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır.

Çizelge 4.2.3'te hasta ile hemşireler arasındaki ağrı düzeyleri ortalamalarının uyumları verilmiş olup, ağrı değerleri arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (p<0,05).

Çizelgede belirtilmemiş olmakla beraber, hastaların % 91,4- %65,2'si ağrılı girişimler sebebiyle ağrı yaşamıştır (Ek Çizelge 4.2.2). Ek çizelge incelendiğinde, 1.gün 1. ağrılı işlem (F=9,501; p<0,001), 1.gün 2. ağrılı işlem ((χ^2=18,397; p<0,001) ve 2.gün 1. ağrılı işlem (χ^2=13,836; p<0,001) arasında hasta ağrı düzeyi ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Aspirasyon işlemi ile pozisyon ve pansuman değişimi arasında anlamlı farklılık tespit edilmiş olup, aspirasyon işlemi

esnasındaki ağrı düzeyleri, diğer ağrılı prosedürlere göre daha yüksek bulunmuştur (Ek Çizelge 4.2.3).

Çizelgede belirtilmemekle beraber hasta ile H1'nin değerlendirdiği ağrı düzeyleri arasında 1. ve 2. gün tüm değerlendirmelerde pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu ölçümlerde hastanın ağrı düzeyleri arttıkça, hemşirenin değerlendirdiği ağrının düzeyinin de arttığını göstermektedir. Hasta ile H3'ün değerlendirdiği ağrı düzeyleri arasında 1.gün T1-1.,T1-2.,T2-1,T2-2,T2-3 değerlendirme, 2.gün T1-1.,T1-2.,T1-3,T2-2.,T2-3. değerlendirme arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). Hasta ile H3'ün değerlendirdiği ağrı düzeyleri arasında 1.gün T1-2.,T2-1,T2-1.,T2-2.,T2-3 değerlendirme, 2.gün bütün değerlendirmeler arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). Hasta ile H-3'ün değerlendirdiği ağrı düzeyleri arasında 1.gün T1-1.,T1-2.,T2.1., değerlendirme, 2.gün T1-1.,T1-2.,T2-1.,T2-2. değerlendirme arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). (Ek Çizelge 4.2.4). Belirlenen 12 değerlendirmenin genel ortalaması değerlendirildiğinde hasta ile H1, H2 ,H3 ve H4 ağrı düzeyleri arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Ek Çizelge 4.2.4).

4.3.Hasta-Makine-Hemşire Ağrı Değerlendirme Verileri

Bu bölümde, hasta-hemşire değerlendirme uyumu ile makine öğrenmesi sonuçlarının karşılaştırmalı analizine ait istatistiksel bulgular sunulmuştur.

Veri seti, modelin eğitimi, doğrulanması ve test edilmesi amacıyla üç ayrı alt kümeye bölünmüştür. Bu bölümleme, sırasıyla %60, %20 ve %20 oranlarında gerçekleştirilmiş olup, toplam 592 veri noktasının 354'ü eğitim, 119'u doğrulama ve geriye kalan 119'u ise test verisi olarak ayrılmıştır.

Çizelge 4.3.1. Hasta İle Makine Değerlendirilmesi ve Hemşirelerin Değerlendirdiği Ağrı Puanı Arasındaki Uyumun İncelenmesi

Hasta / **Değişken**	**0** **n (%)**	**1-3** **n (%)**	**4-6** **n (%)**	**8-10** **n (%)**	**İstatistiksel analiz* Olasılık**
Makine					
0	29 (%74,4)	5 (%22,7)	3 (%10,3)	3 (%10,3)	**Kappa:0,429**
1-3	5 (%12,7)	9 (%40,9)	3 (%10,3)	-	**p<0,001**
4-6	4 (%10,3)	8 (%36,4)	17 (%58,7)	12 (%41,4)	
8-10	1 (%2,6)	-	6 (%20,7)	14 (%48,3)	
Hemşireler					
0	2 (%5,1)	2 (%9,1)	-	-	**Kappa:0,211**
1-3	34 (%87,2)	8 (%36,4)	6 (%20,7)	1 (%3,4)	**p<0,001**
4-6	3 (%7,7)	11 (%50,0)	19 (%65,5)	11 (%37,9)	
8-10	-	1 (%4,5)	4 (%13,8)	17 (%58,7)	

*Kappa uyum indeksi kullanılmıştır.

Gruplar arasında en yüksek başarıyı elde eden Sınıf 4'ün ConvNeXt-tiny modelindeki değerlendirmeler kullanılmış olup, test aşamasında bulunan 119 veri üzerinden hasta, makine ve hemşireler tarafından yapılan ağrı değerlendirmelerinin dağılımı Çizelge 4.3.1'de sunulmuştur. Çizelgeye göre hemşirelerin ağrı değerlendirmesi hastanın kendi ağrı değerlendirmesi ile uyumlu olduğu, makine değerlendirmesinin hastanın kendi ağrı değerlendirmesiyle uyum düzeyinin daha yüksek olduğu olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$).

5.TARTIŞMA

Yoğun bakımda bilinci açık, sözel iletişim kuramayan hastaların ağrı değerlendirmelerinde kullanılan standart ölçekler sınırlıdır (65). Literatürde, hastanın ağrı bildirimine yakın objektif ve gelişmiş ağrı yönetimi protokollerine ihtiyaç olduğu vurgulamıştır (110,111). Bu çalışmada, kendini sözel olarak ifade etmekte güçlük yaşayan yoğun bakım hastalarının ağrı değerlendirmesinde YEKS'in objektif ve güvenilir olup olmadığının yanı sıra hastanın kendi ağrı bildirimi ile uyumu incelenmiştir.

5.1.Hasta-Makine Ağrı Değerlendirilmesi İle ilgili Verilerin Tartışılması

Çalışmamızda, Sınıf 4'ün (0,3,6,9) ve Sınıf 6'nın (0,2,4,6,8,10) EfficientNet_B0, ResNet50 ve ConvNeXt-tiny modellerinin performansları karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda 4'lü (0,3,6,9) ve 6'lı (0,2,4,6,8,10) sınıflandırma sistemleri kullanılarak; EfficientNet_B0, ResNet50 ve ConvNeXt-tiny modelleri test edilmiştir. Elde edilen doğruluk oranları: Sınıf 4'te %50,4 (EfficientNet_B0), %56,3 (ResNet50), %57,9 (ConvNeXt-tiny); Sınıf 6: %48,7 (EfficientNet_B0), %52,9 (ResNet50), %48,7 (ConvNeXt-tiny) başarı elde etmiştir (Çizelge 4.1.3 ve 4.1.4). Bu sonuçlar, sınıf sayısı arttıkça model performansının düştüğünü göstermektedir. Bu durum, literatürdeki çalışmalarla uyumludur (112,114,115,116). Batool et al. (2024) 4 sınıflı ağrı sınıflandırmasında ResNet50 ile %80 doğruluk (112), Yan & Lu (2020) ise 2 sınıflı bir sınıflandırmada %80 doğruluk birdirmişlerdir (113). Başka bir çalışmada 4 sınıflı bir sistemde ResNet50 ile %90,56 doğruluk sağlamıştır (114). Bu karşılaştırma, daha az sınıflı sistemlerin daha yüksek doğruluk sağladığını desteklemektedir. Ancak, veri seti boyutu ve çeşitliliği de performansı etkilemektedir. Geliştirilen bir ResNet50 modeli ile yapılan bir çalışmada, kalça kırığı olan hastalarda %98'e varan doğruluk elde etmiştir (115) . Bu durum, özel klinik durumlarda daha yüksek performans alınabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda ResNet50, 4 sınıflı sistemde %56,3, 6 sınıflı sistemde %52,9 doğruluk sağlamıştır. Literatürde 4 sınıflı sistemde %90,56 doğruluk (114), %80 (112) ve %98,2 (115) test doğruluğuna ulaşmıştır. 2021'de yapılan çalışmada yüz eylem kodlama birimlerinde doğruluk oranı %60-70 olup çalışmamızın sonuçlarına daha yakındır (116). Bu farklılıklar, veri setlerinin niteliği ve ön işleme

tekniklerinden kaynaklanıyor olabilir. Modelin daha başarılı olabilmesi için daha fazla örneklem gerekmektedir. Bu örneklemler farklı hastane ve farklı fiziksel yüz hatlarına sahip veriler ile genişletilirse başarı oranı artacaktır. Çalışmamızda ConvNeXt-tiny, 4 sınıflı sistemde %57,9, 6 sınıflıda %48,7 doğruluk sağlamıştır. Literatür incelendiğinde yüz eylem kodlama sistemi ile ağrı değerlendirilen çalışmalarda sadece ConvNeXt-tiny' i model olarak kullanılmış ve %87,8 doğruluk elde ettiğini bildirmiştir (117) Bu fark, veri seti boyutu ve mimari detaylardan (Daha büyük bir ConvNeXt-tiny modeli kullanılması) kaynaklanabilir. Çalışmamızda EfficientNet_B0, 4 sınıflı sistemde %50,4, 6 sınıflıda %48,7 doğruluk sağlamıştır. 2024'te Islamadina ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada EfficientNet_B0 ile %78 doğruluk bildirmiştir (118). Bu fark, veri ön işleme ve augmentasyon tekniklerinden kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızda en yüksek EfficientNet_B0 modelinin sınıf 4'te %50,4 doğruluk sağlamıştır. 2023'te yapılan çalışmayla benzerlik göstermekte olup, mekanik ventilasyon altındaki hastalarda yüzün kısmen kapalı olması nedeniyle doğruluk oranı %67,3-75,2 aralığında kalmıştır (119). Çalışmamıza dahil edilen mekanik ventilasyonlu ve trakeostomili hastalar, yüz ifadelerinin kısmen engellenmesi nedeniyle sonuçların doğruluk oranının etkilenmiş olabileceği düşünülmüştür.

5.2.Hasta-Hemşire Ağrı Değerlendirilmesi ile İlgili Verilerin Tartışılması

Çalışmamızda katılımcıların %91'inin trakeostomili olması nedeniyle, ağrı değerlendirmede en büyük engelin iletişim sorunlarından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, ağrı değerlendirmesi ve yönetiminin önündeki en yaygın engellerin hasta ile iletişim kuramama (%57-53), protokol/kılavuz eksikliği (%55) ve ağrı değerlendirme araçlarının bulunmaması (%49) olduğu bildirilmiştir (52,53). Trakeostomili hastalarda ağrı yönetimi, iletişim engeli ve nörolojik/kognitif bozukluklar nedeniyle karmaşık bir süreçtir (120). Ağrı değerlendirilmesinde, ideal olarak hasta bireyin kendi ifadeleri birincil referans noktası olsa da trakeostomi konuşmayı engelleyerek etkili iletişimi engellemekte ve potansiyel olarak ağrı yönetimini tehlikeye atmaktadır (121). Çalışmamızın sonuçları, mevcut literatür ile uyumlu olup, trakeostomili hastalarda iletişim engeli, ağrı değerlendirmeyi ciddi şekilde kısıtlamaktadır. Protokol eksikliği ve uygun araçların olmaması, bu sorunu daha da

derinleştirmektedir. Bu bulgular, trakeostomili hastalar için özel ağrı değerlendirme protokolleri ve araçlarının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda hastaların prosedürel işlemler arasında en fazla aspirasyon sırasında ağrı yaşadığı belirlenmiştir Sağlık bakımı amacıyla gerçekleştirilen tıbbi incelemeler ve tedavilerle ilişkili olan akut ağrı prosedürel ağrı olarak tanımlanmaktadır (122). Bu ağrı türü YBÜ hastalarının %50-56'sında gözlenmektedir (123). "Yoğun bakım ünitelerinde yapılan hemşirelik uygulamalarının (özellikle aspirasyon işlemi) hastalarda önemli prosedürel ağrıya yol açtığı ve hastaların aspirayon sırasında en yüksek ağrı düzeyini yaşadığı çalışmalarla kanıtlanmıştır (51, 124,125), ($p<0,001$). Hemşirelerin, ağrılı prosedürler sırasında ve sonrasında hastaların ağrısını etkin şekilde yönetmek için bilgi, beceri ve klinik yetkinliğe sahip olması gerekmektedir. Bu, hem mesleki standartlar hem de hasta hakları açısından kritik bir sorumluluktur (126). Mekanik ventilatöre bağlı ve ağrıyı sözel ifade edemeyen hastalarda, prosedürel işlemler sırasında ağrının objektif olarak değerlendirilebilmesi için hemşirelerin fizyolojik göstergelerdeki değişimleri (taşikardi, hipertansiyon, terleme vb.) davranışsal bulgularla birlikte analiz etmesi gerekmektedir. Ancak unutulmaması gereken önemli bir nokta kritik yoğun bakım hastasının hemodinamik değişimlerinden dolayı (şok, organ yetmezliği gibi) fizyolojik göstergelerin ağrı değerlendirmesinde tek gösterge olamayacağıdır (127).

Çalışmamızda 12 değerlendirmenin genel ortalamasında hasta ile H1,H2,H3 ve H4 ağrı düzeyi ortalamaları arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiş olup, bu ölçümlerde hastanın ağrı düzeyleri arttıkça, hemşirelerin değerlendirdiği ağrının düzeyinin de arttığını göstermektedir. Bu durum, ağrı ifadesinin şiddet arttıkça daha belirgin hale geldiğini desteklemektedir. Hastaya en yakın ağrı değerlendirmesi H3 (20 yıllık deneyimli) tarafından yapıldığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Son zamanlarda yapılan çalışmalar, çeşitli klinik ortamlarda hasta tarafından bildirilen ağrı düzeyleri ile hemşire değerlendirmeleri arasında tutarsızlıklar olduğunu göstermektedir. Literatürde hemşirelerin genellikle hastaların ağrı düzeylerini olduğundan az gösterirken (111,128,129,130), hemşire ve hastanın değerlendirdiği ağrı düzeyleri arasında yüksek uyum olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (131). Hemşirelerin eğitimi, deneyimi ve çalışma ortamının ağrı yönetimi uygulamalarını önemli ölçüde etkilediğini, ağrı eğitimi müdahaleleri, suboptimal ağrı yönetimi riskini %25-40 oranında azaltabildiğini ve hasta memnuniyetini artırabildiği belirlenmiştir

(132). Literatürde daha fazla deneyime ve daha yüksek eğitim seviyesine sahip yoğun bakım hemşirelerinin ağrı yönetimiyle ilgili daha iyi eleştirel düşünme ve sezgisel karar verme becerileri sergilediğini göstermektedir (133). Bu durumun çalışmamızın da gösterdiği gibi eğitim düzeyi ve klinik deneyimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bulgular, eğitim, kültür ve deneyim farklılığının ağrı değerlendirmesinde farklılık yaratabileceğini göstermektedir.

5.3. Hasta-Makine-Hemşire Ağrı Değerlendirilmesi ile İlgili Verilerin Tartışılması

Çalışmamızda, makina ile hastalar ve makine ile hemşireler arasında ağrı değerlendirme açısından uyum mevcut olup, makine ile hasta sonuçlarının hasta ile hemşire değerlendirme sonuçlarına göre istatistiksel olarak daha uyumlu olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$).Bu bulgu, mevcut literatür ile paralellik göstermektedir (134,135). Yetişkin hastalarda postoperatif ağrı değerlendirmesine yönelik yapılan bir çalışmada, YZ tabanlı sistemlerin ağrılı yüz ifadelerini tanımada hemşirelere kıyasla anlamlı ölçüde daha başarılı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, YZ algoritmalarının ağrıyı tespit etmedeki duyarlılığı %89,7 iken, hemşirelerin değerlendirme sonuçlarının duyarlılığı %44,9 olarak ölçülmüştür (132). Benzer şekilde, Othman (2021) tarafından yapılan çalışmada, yüz ifadesi analizine dayalı derin öğrenme modellerinin, gözlemci değerlendirmelerini açık ara geride bıraktığı vurgulanmıştır (136). Çocuk hasta popülasyonunda yürütülen başka bir çalışmada ise makine öğrenmesi modelinin tahminleri, çocukların öznel ağrı bildirimlerine hemşire ve ebeveyn değerlendirmelerinden daha yakın çıkmıştır (33). Bu durum, YZ tabanlı sistemlerin özellikle sözel iletişim kurmakta güçlük çeken hastalarda klinik karar destek mekanizması olarak potansiyelini ortaya koymaktadır.

Eğitim, kültür ve deneyim gibi sağlık profesyonellerindeki bireysel farklılıkların, doğru ağrı değerlendirmesinde engel teşkil edebileceğini ve klinik karar vermede farklılık yaratabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular, makine öğrenmesi tabanlı ağrı değerlendirme sistemlerinin hastanın kendi ağrı bildirimiyle daha uyumlu olduğunu, geleneksel hemşire değerlendirmesine kıyasla, daha objektif ve tutarlı sonuçlar üretebildiğini göstermektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Çalışmamızda, yoğun bakım ünitesinde bilinci açık kendini ifade edemeyen hastaların ağrı düzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla farklı makine öğrenmesi modelleri karşılaştırılmış ve hasta öz bildirimleri ile klinisyen değerlendirmeleri (H1, H2, H3, H4) arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- Yapılan analizlerde, hastaların öz bildirimlerine en yakın ağrı değerlendirmesi sırasıyla H3, H2, H4 ve H1 olarak belirlenmiştir.
- Model performansları incelendiğinde, ConvNeXt-tiny modelinin Sınıf 4'te eğitim verisinde %99,44, test verisinde %57,9, ResNet50 modelinin ise Sınıf 6'da eğitim verisinde %98, test verisinde %52,94 doğruluk oranlarıyla en yüksek başarıyı sağladığı görülmüştür.
- Çalışmamızda, hastalar ile makine ve hemşire değerlendirmeleri uyumlu olup, hastaların bildirimine en yakın olan değerlendirmenin makine ölçümü olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1, $p<0,001$).
- Bu sonuçlar, makine öğrenmesi tabanlı modellerin yoğun bakım hastalarında ağrı değerlendirmesini objektifleştirme potansiyeli olduğunu göstermektedir.
- Ayrıca, geliştirilecek otomatik ağrı değerlendirme sistemlerinin, hemşirelerin gözlemsel farklılıklarını minimize ederek klinik karar süreçlerini destekleyebileceği öngörülmektedir.

Öneriler

- Ağrı değerlendirmesinin objektifleştirilmesi için makine öğrenmesi, klinik bulgular ve biyobelirteçlerin entegre edildiği hibrit modeller üzerine çalışmalar yapılması,
- Mevcut modelin bilinci kapalı hastalarda da kullanılabilirliğini test etmek için ek klinik çalışmaların yürütülmesi,
- Yoğun bakım ünitelerinde kullanılabilecek, yapay zeka destekli gerçek zamanlı ağrı izleme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Çalışmada kullanılan modellerin test verisi üzerindeki performanslarının artırılması için daha geniş veri setleriyle eğitim yapılması,
- Makine öğrenmesi tabanlı ağrı değerlendirme araçlarının klinik kullanıma entegrasyonu için hemşirelere yönelik eğitim programları oluşturulması ve değerlendirme kriterlerinin standartlaştırılması,
- Mevcut modelin bilinci kapalı olan hastalarda da çalışılarak etkinliğinin değerlendirilmesi,
- Yoğun bakım hastalarında ağrının objektif olarak ölçülmesine yönelik önemli bir adım olmakla birlikte, ileri ki araştırmalarla model performansının klinik pratiğe aktarılabilirliğinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

7.KAYNAKLAR

1. **Kalkan N.,Güler S**. Kontrol Edilemeyen Ağrının Hasta Sonuçlarına Etkisi. Editör Erden S. Ağrı Ve Kontrolü.Akademisyen Kitabevi, Ankara, **2021**; 97-108.

2. **Deniz Doğan S**. Özel Ağrı Türleri. Editör Erden S. Ağrı Ve Kontrolü.Akademisyen Kitabevi, Ankara, **2021**;75-96.

3. **Lee, M., Kennedy, L., Girgensohn, A., Wilcox, L., Lee, J. S. E., Tan, C. W., & Sng, B. L.** Pain Intensity Estimation from Mobile Video Using 2D and 3D Facial Keypoints. *arXiv preprint arXiv.* **2020**; *2006.12246*.

4. **Ustunel, F.,& Erden, S**. Evaluation of Fear of Pain Among Surgical Patients in the Preoperative Period. *Journal of perianesthesia nursing: Official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses*. **2022**; *37*(2):188–193. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.02.003

5. **Yazıcı, G., Yılmaz, K., Bulut, H., Kaşıkçı, H. Ö., Palteki, T., Karabulut, A. B., & Memişoğlu, K**.). The prevalence of pain in the first 24 hours after surgery: a multicenter study. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. **2022;***37*(1):122-129.

6. https://www.tard.org.tr/assets/kilavuz/postooperatifagrikilavuzu.pdf Erişim tarihi:22.12.2024

7. **Erden, S.** Yoğun bakımda ağrı yönetiminde hemşirenin anahtar rolleri. *Van Tıp Dergisi*. **2015;** *22*(4):332-336.

8. **Dwamena, S. O. O., Druye, A. A., & Ampofo, E. A.** Experience of Registered Nurses of Postoperative Pain Assessment Using Objective Measures among Children at Effia Nkwanta Regional Hospital in Ghana. Journal of Caring Sciences. **2020;**9(3):125–132. doi:10.15171/jcvtr.2015.24

9. **Bargshady, G., Zhou, X., Deo, R. C., Soar, J., Whittaker, F., & Wang, H.** Enhanced deep learning algorithm development to detect pain intensity from facial expression images. *Expert Systems with Applications*. 2**020**; *149*, 113305.

10. **Erden S.** Cerrahi Ağrıda Bakım. M Karadağ ve H Bulut (Eds). Kavram Haritası ve Akış Şemalı Cerrahi Hemşireliği. Vize Basın Yayın, Ankara, **2019**;125-151.

11. **Kanat C. , & Altun Uğraş G**..Ağrı Değerlendirilmesi. İçinde; Editör Erden S. Ağrı Ve Kontrolü. Akademisyen Kitabevi, Ankara, **2021**;109-126.

12. **Pathak A, Sharma S, Jensen MP**. The utility and validity of pain intensity rating scales for use in developing countries. Pain Reports, **2018**;3(5).

13. **Edeer, A. D., Bilik, Ö., & Kankaya, E. A.** Thoracic and cardiovascular surgery patients: Intensive care unit experiences. *Nursing in critical care*, **2020;** *25*(4):206–213. https://doi.org/10.1111/nicc.12484

14. **Oral, S. E., Kıranşal, N., & Deniz, M.** Cerrahi Kliniklerde Yatan Hastalarda Ağrı ve Anksiyetenin Uyku Kalitesine Etkisi. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, **2022;***9*:288-293.

15. **Efe, A. K., & Çaydam, Ö. D.** Yoğun Bakımda Mekanik Ventilasyon Tedavisi Alan Hastaların İnvaziv Girişimlere Bağlı Ağrı Davranışlarının Değerlendirilmesi. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, **2020;** *3*(1): 23-34.

16. **Kurt, E., & Zaybak, A.** Pain Behavior Experienced During Nursing Interventions by Patients on Mechanical Ventilation: A Cross-Sectional Study. *Florence Nightingale journal of nursing*, **2022**; 30(2): 126–132. https://doi.org/10.54614/FNJN.2022.21178

17. **Liu K, Nakamura K, Katsukawa H, Nydahl P, Ely EW, Kudchadkar SR, et al**. Implementation of the ABCDEF bundle for critically ill ICU patients during the COVID-19 pandemic: a multi-national 1-day point prevalence study. Front Med. **2021**;8:735860.

18. **Eti Aslan F, Çinar F, Hayat D**. Evaluation of pain during endotracheal aspiration in intensive care patients diagnosed with COVID-19. Pain Manag Nurs. **2024** Feb;25(1):e45-e49. doi: 10.1016/j.pmn.2023.08.003.

19. **Topbaş, S., Birol, N. Y., Çiftci, H. B., Polat, B., Kırımtay, B., Yılmaz, A.** "COVID-19 Pandemisi Sürecinde Dil ve Konuşma Terapisi Yönetimi: "Şimdi Ne Yapmalıyız?". *Dil Konuşma ve Yutma Araştırmaları Dergisi*, **2020**;3(1): 1-30.

20. **Saleh, A. M.** Nurses' assessment and management practices of pain among intensive care patients in King Khalid Hospital, Kharj, Riyadh. *Heliyon*, **2023**; *9*(9).

21. **Ull, C., Hamsen, U., Weckwerth, C., Schildhauer, T. A., Gaschler, R., Waydhas, C., & Jansen, O.** Approach to the basic needs in patients on invasive ventilation using eye-tracking devices for non-verbal communication. *Artificial organs*, **2022;***46*(3):439–450. https://doi.org/10.1111/aor.14082

22. **Gıustı GD, Reıtano B, Gılı A**. Pain assessment in the Emergency Department. Correlation between pain rated by the patient and by the nurse. An observational study. Acta Biomed. **2018**;89(Suppl 4):64-70.

23. **Khalil H, Mashaqbeh M.** Areas of knowledge deficit and misconceptions regarding pain among jordanian nurses. *Pain Manag Nurs.* **2019**;20((6)):649–55.

24. **Jaaniste, T., Noel, M., Yee, R. D., Bang, J., Tan, A. C., & Champion, G. D.** Why unidimensional pain measurement prevails in the pediatric acute pain context and what multidimensional self-report methods can offer. Children, **2019;** 6(12), 1–22. doi:10.3390/children6120132

25. **K., Ahmed, A. A., Diaz, D., Goodwin, M. S., Craig, K. D., Bartlett, M. S., & Huang, J. S.** Automated Assessment of Children's Postoperative Pain Using Computer Vision. Pediatrics, **2015;** 136(1), e124–e131. doi:10.1542/peds.2015-0029

26. **Xu, X., Craig, K. D., Diaz, D., Goodwin, M. S., Akcakaya, M., Susam, B. T., … de Sa, V. R.** Automated pain detection in facial videos of children using human-assisted transfer learning. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), **2019;**11326 LNAI, 162–180. doi:10.1007/978-3-030-12738-1_12

27. **Chen, Z., Ansari, R., & Wilkie, D. J.** Learning Pain from Action Unit Combinations: A Weakly Supervised Approach via Multiple Instance Learning. *IEEE transactions on affective computing*, **2022**; 13(1): 135–146. https://doi.org/10.1109/taffc.2019.2949314

28. **Lalitharatne, T. D., Costi, L., Hashem, R., Nisky, I., Jack, R. E., Nanayakkara, T., & Iida, F.** Face mediated human–robot interaction for remote medical examination. *Scientific reports*, **2022;** 12(1), 1-14.

29. **Nagireddi, J. N., Vyas, A. K., Sanapati, M. R., Soin, A., & Manchikanti, L.** The Analysis of Pain Research through the Lens of Artificial Intelligence and Machine Learning. *Pain Physician*, **2022**;25(2), E211.

30. **Çakır, D., & Arıca, N.** Seyrek Ögrenme ile Yüz İşaret Yaması Bazlı Eylem Birimi Saptama Facial Landmark Patch Based Action Unit Detection Using Sparse Learning. Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, **2017;** 9(2): 21–26.

31. **Ekman, P., & Friesen, W. V.** Facial action coding system. Environmental Psychology & Nonverbal Behavior, **1978**.

32. Anan T, Kajiki S, Oka H, Fujii T, Kawamata K, Mori K, Matsudaira K. Effects of an artificial intelligenceassisted health program on workers with neck/shoulder pain/stiffness and low back pain: Randomized controlled trial. JMIR Mhealth Uhealth, **2021**; 9:e27535.

33. **Fontaine, D., Vielzeuf, V., Genestier, P., Limeux, P., Santucci-Sivilotto, S., Mory, E., ... & DEFI study group.** Artificial intelligence to evaluate postoperative pain based on facial expression recognition. *European Journal of Pain*, **2022**.

34. **Sikka, K., Ahmed, A. A., Diaz, D., Goodwin, M. S., Craig, K. D., Bartlett, M. S., & Huang, J. S.** Automated Assessment of Children's Postoperative Pain Using Computer Vision. Pediatrics, **2015**;136(1), e124–e131. doi:10.1542/peds.2015-0029

35. **Brahnam, S., Nanni, L., McMurtrey, S., Lumini, A., Brattin, R., Slack, M., & Barrier, T.** Neonatal pain detection in videos using the iCOPEvid dataset and an ensemble of descriptors extracted from Gaussian of Local Descriptors. Applied Computing and Informatics, **2020**.

36. **Hassan, T., Seuß, D., Wollenberg, J., Weitz, K., Kunz, M., Lautenbacher, S., ... & Schmid, U.** Automatic detection of pain from facial expressions: a survey. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, **2019**; 43(6), 1815-1831.

37. **Anan T, Kajiki S, Oka H, Fujii T, Kawamata K, Mori K, Matsudaira K.** Effects of an artificial intelligenceassisted health program on workers with neck/shoulder pain/stiffness and low back pain: Randomized controlled trial. JMIR Mhealth Uhealth **2021**; 9:e27535.

38. **Gkikas S, Tsiknakis M**. Automatic assessment of pain based on deep learning methods: A systematic review. Comput Methods Programs Biomed. **2023**;231:107365.doi: 10.1016/j.cmpb.2023.107365. Epub 2023 Feb 8. PMID: 36764062.

39. **Eti Aslan F, Çinar F, Hayat D.** Evaluation of Pain During Endotracheal Aspiration in Intensive Care Patients Diagnosed with COVID-19. Pain Manag Nurs. **2024** Feb;25(1):e45-e49. doi: 10.1016/j.pmn.2023.08.003. Epub 2023 Oct 10. PMID: 37827865.

40. **De Moraes, E. B., de Macedo Antunes, J., Ferrari, M. F. M., Fontes, B. V., da Silva Pereira, R. C., Ogawa, L., & Daher, D. V**. Post-operative pain management by nurses in an intensive care unit: a best practice implementation project. *JBI Evidence Implementation*, **2024**; *22*(1), 16-25.

41. **Haslam, B. S., Butler, D. S., Kim, A. S., & Carey, L. M.** Chronic pain following stroke: Current treatment and perceived effect. *Disability and Health Journal*, **2021;** *14*(1), 100971.

42. **Shahiri, S., & Gélinas, C.** The validity of vital signs for pain assessment in critically ill adults: A narrative review. *Pain Management Nursing*, **2023;** *24*(3), 318-328.

43. **Özsaban, A., Cura, Ş. Ü., Coşkun, E. Y., & Kibar, D.** Investigation of pain associated with endotracheal aspiration and affecting factors in an intensive care setting: A prospective observational study. *Australian Critical Care*, **2023;***36*(5):687-694.

44. **Boncyk C, Rolfsen ML, Richards D, Stollings JL, Mart MF, Hughes CG,** et al. Management of pain and sedation in the intensive care unit. BMJ. **2024**;387.

45. **Aslanidis T, Nouris C**. Introductory Chapter: Pain in ICU. In: Pain Management-From Acute to Chronic and Beyond. London: IntechOpen; **2024.**

46. **Bezu L, Akçal Öksüz D, Bell M, Buggy D, Diaz-Cambronero O, Enlund M, et al.** Perioperative immunosuppressive factors during cancer surgery: an updated review. Cancers. **2024**;16(13):2304.

47. **Burry LD, Cheng W, Williamson DR, Adhikari NK, Egerod I, Kanji S, et al**. Pharmacological and non-pharmacological interventions to prevent delirium in critically ill patients: a systematic review and network meta-analysis. Intensive Care Med. **2021**;47(9):943-60.

48. **Askari Hosseini SM, Arab M, Karzari Z, Razban F**. Post-traumatic stress disorder in critical illness survivors and its relation to memories of ICU. Nurs Crit Care. **2021**;26(2):102-8.

49. **Szewczyk AK, Jamroz-Wiśniewska A, Haratym N, Rejdak K.** Neuropathic pain and chronic pain as an underestimated interdisciplinary problem. Int J Occup Med Environ Health. **2022**;35(3):249.

50. **Nedergaard HK, Korkmaz S, Olsen HT, Jensen HI, Strøm T, Toft P.** Failure of non-sedation strategy in critically ill, mechanically ventilated patients-a retrospective, post-hoc analysis of the NONSEDA trial. J Crit Care. **2022**;68:66-71.

51. **Erden S, Artiklar T, Tura İ, Türkmen A.** Assessment of Procedural Pain in Patients with COVID-19 in the Intensive Care Unit. Pain Manag Nurs. **2022** Oct;23(5):596-601. doi: 10.1016/j.pmn.2022.03.002. Epub 2022 Mar 14. PMID: 35418331; PMCID: PMC8919865.

52. **Rababa M, Al-Sabbah S, Hayajneh AA, Al-Rawashdeh S**. Critical care nurses' perceived barriers and enablers of pain assessment and management. Pain Manag. **2023** Feb;13(2):105-114. doi: 10.2217/pmt-2022-0075.

53. **Hamdan, K. M., Shaheen, A. M., & Abdalrahim, M. S.** Barriers and enablers of intensive care unit nurses' assessment and management of patients' pain. *Nursing in Critical Care*, **2022;***27*(4), 567-575.

54. **Stollings JL, Rumbaugh KA, Wang L, Hayhurst CJ, Ely EW, Hughes CG**. Correlation of the Critical Care Pain Observation Tool and Numeric Rating Scale in Intensive Care Unit Patients. J Intensive Care Med. **2024** Jan;39(1):12-20. doi: 10.1177/08850666231187336.

55. **Alakan, Y. Ş., & Ünal, E.** Pain assessment in intensive care nursing and nursing management. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, **2017**; *4*(2), 12-29.

56. **Majeed, H. M., Hassan, A. F., Jasim, A. H., & Al-Ganmi, A. H. A.** Evaluation of Nurses' Practices and Perceived Barriers Related to Pain Assessment in Critically Ill Patients at Baghdad Teaching Hospitals. *Azerbaijan Pharmaceutical and Pharmacotherapy Journal*, **2023;** *22*, 64-69.

57. **Yeşilyurt, M., Faydali, S.** Ağri değerlendirmesinde tek boyutlu ölçeklerin kullanimi. Journal of Anatolia Nursing and Health Sciences, **2020;** 23(3), 444–451.

58. **Li, L., Wu, S., Wang, J., Wang, C., Zuo, W., Yu, L., & Song, J.** Development of the Emoji faces Pain Scale and its validation on Mobile devices in adult surgery patients: longitudinal observational study. *Journal of Medical Internet Research*, **2023;***25*:41189.

59. **Tura, I., & Erden, S.** Postoperatif Ağrı Kontrolünde Kanıt Temelli Öneriler. Dental and Medical Journal-Review, **2022;**4(1):34-47.

60. **Erden S, Karadağ M, Güler Demir S, Atasayar S, Opak Yücel B, Kalkan N, Erdoğan Z, Ay A.** Cross-cultural adaptation, validity, and reliability of the Turkish version of revised American Pain Society patient outcome questionnaire for surgical patients. Agri. **2018** Apr;30(2):39-50. doi: 10.5505/agri.2018.21548. PMID: 29738065.

61. **Erden, S., Güler, S., Tura, İ., Başibüyük, İ. F., & Arslan, U. E.** Evaluating patient outcomes in postoperative pain management according to the revised American Pain Society Patient Outcome Questionnaire (APS-POQ-R). *Applied Nursing Research*, **2023;***73*, 151734.

62. **Goudman, L., Pilitsis, J. G., Billet, B., De Vos, R., Hanssens, K., Billot, M., ... & Moens, M.** The level of agreement between the numerical rating scale and visual analogue scale for assessing pain intensity in adults with chronic pain. *Anaesthesia*, **2024;** *79*(2), 128-138.

63. https://kasimyilmaz34.blogspot.com/2016/04/yenidoganda-agri-degerlendirme-ve.html

64. **Moore, R. A., Clephas, P. R. D., Straube, S., Wertli, M. M., Ireson-Paige, J., & Heesen, M.** Comparing pain intensity rating scales in acute postoperative pain: boundary values and category disagreements. *Anaesthesia*, **2024;** *79*(2), 139-146.

65. Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği (TARD) [Internet]. [cited 2024 Dec 22]. Available from: www.tard.org.tr

66. **Robinson, C. L., Phung, A., Dominguez, M., Remotti, E., Ricciardelli, R., Momah, D. U., ... & Gill, J.** Pain Scales: What Are They and What Do They Mean. *Current Pain and Headache Reports*, **2024**; *28*(1), 11-25.

67. **Mauritz MD, Uhlenberg F, Dreier LA, Giordano V, Deindl P.** Discriminant properties of the Behavioral Pain Scale for assessment of procedural pain-related distress in ventilated children. Scand J Pain, **2022**;25; 22(3):464-472. doi: 10.1515/sjpain-2021-0193. PMID: 35451587.

68. **Marques R, Araújo F, Fernandes M, Freitas J, Dixe MA, Gélinas C**. Validation Testing of the European Portuguese Critical-Care Pain Observation Tool. Healthcare (Basel), **2022**; Jun 9;10(6):1075. doi: 10.3390/healthcare10061075. PMID: 35742126; PMCID: PMC9222682.

69. **Kaya, P., & Erden, S.** Cross-cultural adaptation, validity and reliability of the Turkish version of Revised Nonverbal Pain Scale. *Agrı-The Journal Of The Turkısh Socıety Of Algology*, **2019;** *31*(1).

70. University of Florida Department of Emergency Medicine. PAMI (Pain and Addiction Medicine Initiative) [Internet]. Gainesville (FL): University of Florida; [cited **2024** Dec 22]. Available from: com-jax-emergency-pami.sites.medinfo.ufl.edu

71. **Davas, S., & Kurtuncu, M.** The effect of three different methods during blood collection on pain level and parental satisfaction in children. *Arch Health Sci Res*, **2021**;*8*(1), 60-68.

72. **Yılmaz K.** Yenidoğanda ağrı değerlendirme ve tedavisi [Internet]. **2016** Apr [cited 2024 Dec 22]. Available from: https://kasimyilmaz34.blogspot.com/2016/04/yenidoganda-agri-degerlendirme-ve.html

73. **El-Tallawy, S. N., Pergolizzi, J. V., Vasiliu-Feltes, I., Ahmed, R. S., LeQuang, J. K., El-Tallawy, H. N., ... & Nagiub, M. S.** Incorporation of "Artificial Intelligence" for Objective Pain Assessment: A Comprehensive Review. *Pain and Therapy*, **2024;**1-25.

74. **De Sario, G. D., Haider, C. R., Maita, K. C., Torres-Guzman, R. A., Emam, O. S., Avila, F. R., ... & Forte, A. J.** Using AI to detect pain through facial expressions: a review. *Bioengineering*, **2023;***10*(5), 548.

75. **Korving, H., Sterkenburg, P. S., Barakova, E. I., & Feijs, L. M. G.** Physiological measures of acute and chronic pain within different subject groups: a systematic review. *Pain Research and Management*, **2020**;1, 9249465.

76. **Dawes, T. R., Eden-Green, B., Rosten, C., Giles, J., Governo, R., Marcelline, F., & Nduka, C.** Objectively measuring pain using facial expression: is the technology finally ready?. *Pain management*, **2018**; *8*(2), 105-113.

77. **Suso-Ribera, C., Castilla, D., Martínez-Borba, V., Jaén, I., Botella, C., Baños, R. M., & García-Palacios, A.** Technological interventions for pain management, **2022.**

78. **Demirkol, Z**. *Herkes için Yapay Zeka*. İstanbul: Destek Yayınları. **2021.**

79. **Mahesh, B.** Machine learning algorithms - a review. *International Journal of Science and Research*, **2020;** *9*(1), 381–286. doi:10.21275/ART20203995.

80. **Waller, B. M., Julle-Daniere, E., & Micheletta, J.** Measuring the evolution of facial 'expression'using multi-species FACS. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **2020;** *113*, 1-11.

81. **Cascella, M., Schiavo, D., Cuomo, A., Ottaiano, A., Perri, F., Patrone, R., ... & Cutugno, F.** Artificial intelligence for automatic pain assessment: research methods and perspectives. *Pain Research and Management*, **2023**(1), 6018736.

82. **Prkachin, K. M., & Hammal, Z.** Computer mediated automatic detection of pain-related behavior: prospect, progress, perils. *Frontiers in Pain Research*, **2021;** *2*, 788606.

83. **Eti Aslan F, Çinar F, Hayat D.** Evaluation of Pain During Endotracheal Aspiration in Intensive Care Patients Diagnosed with COVID-19. Pain Manag Nurs. **2024** Feb;25(1):e45-e49. doi: 10.1016/j.pmn.2023.08.003. Epub 2023 Oct 10. PMID: 37827865.

84. **Wrona, S. K., Quinlan-Colwell, A., Brown, L., and Jannuzzi, R. G. E.** Procedural pain management: Clinical practice recommendations American Society for Pain Management Nursing. Pain Management Nursing, **2022;**23(3), 254–258. https://doi.org/10.1016/j.pmn.2021.11.008).

85. **Zhang, M., Zhu, L., Lin, S. Y., Herr, K., Chi, C. L., Demir, I., ... & Chi, N. C.** Using artificial intelligence to improve pain assessment and pain management: a scoping review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, **2023;***30*(3), 570-587.

86. **Sengul, T., Erden, S., Karadağ, A., Yilmaz, D., & Gokduman, T.** Overlooked Pain Assessment Records in Patients with Pressure Injuries During the COVID-19 Pandemic: A Retrospective Data Analysis. *Advances in Skin & Wound Care*, **2024**; *37*(3), 162-166.

87. **Ozcan T, Toprak AN, Aruk İ, Sahin O, Ozcan I.** Applications of deep learning techniques in healthcare systems: a review. J Clin Pract Res. **2024**;46(6).

88. **Taye MM.** Theoretical understanding of convolutional neural network: concepts, architectures, applications, future directions. Computation. **2023**;11(3):52.

89. Maxwell AE, Warner TA, Guillén LA. Accuracy assessment in convolutional neural network-based deep learning remote sensing studies - Part 1: literature review. Remote Sens. **2021**;13(13):2450.

90. **Purwono P, Ma'arif A, Rahmaniar W, Fathurrahman HIK, Frisky AZK, ul Haq QM.** Understanding of convolutional neural network (CNN): a review. Int J Robot Control Syst. **2022**;2(4):739-48.

91. **Zhang Y, Tian Y, Wu P, Chen D**. Application of skeleton data and long short-term memory in action recognition of children with autism spectrum disorder. Sensors. **2021**;21(2):411.

92. **Abbass MJ, Lis R, Awais M, Nguyen TX**. Convolutional long short-term memory (ConvLSTM)-based prediction of voltage stability in a microgrid. Energies. **2024;**17(9):1999.

93. **Yao X, Wang X, Wang SH, Zhang YD**. A comprehensive survey on convolutional neural network in medical image analysis. Multimed Tools Appl. **2022**;81(29):41361-405.

94. **Krichen M.** Convolutional neural networks: a survey. Computers. **2023**;12(8):151.

95. **Mair ZR, Cholil W, Yulianti E, Marcelina D, Isnainiyah IN.** Convolutional neural network analysis on handwriting patterns and its relationship to personality: a systematical review. In: 2023 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Informations System (ICIMCIS); **2023** Nov; p. 308-12.

96. **Gupta Y, Ankit, Kulkarni S, Jain P.** Handwritten signature verification using transfer learning and data augmentation. In: Proceedings of International Conference on

Intelligent Cyber-Physical Systems: ICPS 2021; **2022** Jan; Singapore: Springer Nature Singapore; p. 233-45.

97. **Das T, Nayak DSK, Kar A, Jena L, Swarnkar T.** ResNet-50: the deep networks for automated breast cancer classification using MR images. In: 2024 International Conference on Advancements in Smart, Secure and Intelligent Computing (ASSIC); **2024** Jan; p. 1-6.

98. **Praveen TNVS, Sivathmika D, Jahnavi G, Bolledu J.** An in-depth exploration of ResNet-50 for complex emotion recognition to unraveling emotional states. **2023** May.

99. International Conference on Advancement in Computation & Computer Technologies (InCACCT). **2023**. IEEE; 2023. p. 1-5.

100. **Hafizh RA, Zefrinaldi A, Sulistiyo MD**. Evaluating Transfer Learning with EfficientNetB0 for Smoking Image Classification. In: 2024 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT). IEEE; **2024**. p. 207-13.

101. **Hoang VT, Jo KH**. Practical analysis on architecture of EfficientNet. In: 2021 14th International Conference on Human System Interaction (HSI). IEEE; **2021**. p. 1-4.

102. **Perdana RA, Arimurthy AM**. Remote Sensing Scene Classification using ConvNeXt-Tiny Model with Attention Mechanism and Label Smoothing. Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi). **2024**;8(3):389-400.

103. **Mmileng OP, Whata A, Olusanya M, Mhlongo S**. Application of ConvNeXt with Transfer Learning and Data Augmentation for Malaria Parasite Detection in Resource-Limited Settings Using Microscopic Images. medRxiv. **2024.**

104. **Feng J, Tan H, Li W, Xie M.** Conv2NeXt: Reconsidering Conv NeXt Network Design for Image Recognition. In: **2022** International Conference on Computers and Artificial Intelligence Technologies (CAIT). IEEE; 2022. p. 53-60.

105. **Lakens, D**. Sample size justification. *Collabra: psychology*, **2022**; *8*(1), 33267.

106. **Tangi R, Solmaz R.** Meme Kanseri Tanısında Wisconsin Veri Seti ile Makine Öğrenmesi Uygulamaları [Machine Learning Applications for Breast Cancer Diagnosis Using the Wisconsin Dataset]. Bilişim Teknolojileri Dergisi. **2025**;18(1):29-43.

107. **Özdemir, Ö., Tuğlu, F., Hürtan, A., Günaydın, S., & Zeynep, A.** Karpal Tünel Sendromu Tanısı Alan Hastaların Ağrı Durumlarında Kullandıkları Yöntemler. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, **2021**; *1*(1), 13-21.

108. **Baltrusaitis, T., Zadeh, A., Lim, Y. C., & Morency, L. P**. OpenFace 2.0: Facial behavior analysis toolkit. Proceedings - 13th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, FG, **2018**; 59–66. doi:10.1109/FG.2018.00019.

109. **Shrout PE, Fleiss JL.** Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. Psychol Bull **1979**;86:420-8.

110. **De Sario GD, Haider CR, Maita KC, Torres-Guzman RA, Emam OS, Avila FR, et al.** Using AI to detect pain through facial expressions: a review. Bioengineering. **2023**;10(5):548.

111. **Bellal M, Lelandais J, Chabin T, Heudron A, Gourmelon T, Bauduin P, et al.** Calibration trial of an innovative medical device (NEVVA©) for the evaluation of pain in non-communicating patients in the intensive care unit. Front Med (Lausanne). **2024** Jun 27;11:1309720. doi: 10.3389/fmed.2024.1309720.

112. **Batool K, Anwar S, Mann ZÁ.** SecFePAS: Secure Facial-Expression-Based Pain Assessment with Deep Learning at the Edge. In: *2024 IEEE/ACM Symposium on Edge Computing (SEC)*. IEEE; **2024**. p. 417-24.

113. **Yan J, Lu G, Li X, Zheng W, Huang C, Cui Z, et al.** FENP: a database of neonatal facial expression for pain analysis. *IEEE Trans Affect Comput*. **2023**;14(1):245-54.

114. Alghamdi T, Alaghband G. Facial expressions based automatic pain assessment system. *Appl Sci*. 2022;12(13):6423.

115. **Shuang Y, Liangbo G, Huiwen Z, Jing L, Xiaoying C, Siyi S, et al**. Classification of pain expression images in elderly with hip fractures based on improved ResNet50 network. *Front Med*. **2024**;11:1421800.

116. **Nerella S, Cupka J, Ruppert M, Tighe P, Bihorac A, Rashidi P**. Pain Action Unit Detection in Critically Ill Patients. *Proc COMPSAC*. **2021**;2021:645-51. doi: 10.1109/COMPSAC51774.2021.00094.

117. **Liu Z, Mao H, Wu C-Y, Feichtenhofer C, Darrell T, Xie S**. A ConvNet for the 2020s. *Proc IEEE/CVF Conf Comput Vis Pattern Recognit (CVPR)*. **2022**:11976-86.

118. **Islamadina R, Saddami K, Arnia F, Abidin TF, Muharar R, Irwandi M, et al**. Learning Rate Analysis for Pain Recognition Through Viola-Jones and Deep Learning Methods. *J Nas Tek Elektro Teknol Inform*. **2024**;13(2):77-83.

119. **Yuan X, Cui Z, Xu D, Zhang S, Zhao C, Wu X, et al**. Occluded facial pain assessment in the ICU using action units guided network. *IEEE J Biomed Health Inform*. **2024**;28(1):438-49.

120. **Lejeune N, Thibaut A, Martens G, Martial C, Wannez S, Laureys S, et al.** Can the Nociception Coma Scale-Revised Be Used in Patients With a Tracheostomy? *Arch Phys Med Rehabil*. **2020**;101(6):1064-7. doi: 10.1016/j.apmr.2019.09.020.

121. **Aravind AK, Krishnamurti C**. Communication Strategies in Tracheostomized Patients. *Int J Sci Res (IJSR)*. **2021**;10(3):40-5. doi: 10.21275/SR21223124229.

122. **Yılmaz ED, Dinçer NÜ.** Prosedürel ağrı yönetiminde sanal gerçeklik kullanımı [Use of virtual reality in procedural pain management]. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*. **2022**;9(1):109-14.

123. **Damico V, Macchi G, Murano L, Forastieri A**. Incidence of pain at rest and during nursing procedures in ICU patients: A longitudinal observational study. *ResearchGate* [Internet]. **2020** Jun 23.

124. **Demirdelen MN.** Yoğun bakım hastalarında prosedürel ağrının iki farklı ağrı değerlendirme ölçeğine göre incelenmesi [Evaluation of procedural pain in intensive care patients according to two different pain assessment scales] [Master's thesis]. Hasan Kalyoncu Üniversitesi; **2024.**

125. **Kosteklı S, Celık S, Keskın E.** Effect of deep and superficial endotracheal suctioning on hemodynamic parameters and pain in neurosurgical intensive care patients. *Marmara Med J*. **2022**;35(2):237-43.

126. **Wrona SK, Quinlan-Colwell A, Brown L, Jannuzzi RGE.** Procedural pain management: Clinical practice recommendations American Society for Pain Management Nursing. *Pain Manag Nurs*. **2022**;23(3):254-8. doi:10.1016/j.pmn.2021.11.008

127. **Çakmak NCS, Çalışkan N**. Comparison of pain assessments made by patients and nurses in emergency services. *J Hum Sci*. **2020**;17(3):864-76.

128. **Erden S, Demir N, Ugras GA, Arslan U, Arslan S.** Vital signs: Valid indicators to assess pain in intensive care unit patients? An observational, descriptive study. Nurs Health Sci. **2018**;20(4):502-8.

129. **Çakmak NCS, Çalışkan N**. Comparison of pain assessments made by patients and nurses in emergency services. *J Hum Sci*. **2020**;17(3):864-76.

130. **Wooldridge S, Branney J.** Congruence between nurses' and patients' assessment of postoperative pain: a literature review. *Br J Nurs*. **2020**;29(4):212-20.

131. **Giusti GD, Reitano B, Gili A.** Pain assessment in the Emergency Department. Correlation between pain rated by the patient and by the nurse. An observational study. *Acta Biomed*. **2018**;89(Suppl 4):64-70.

132. **Al-Kalaldeh M, Al-Zaidaneen H**. Congruency of nurse–patient pain scoring in the emergency department: a cross-sectional observational study. *Pain Manag*. **2022**;12(5):635-43.

133. **Grommi S, Vaajoki A, Voutilainen A, Kankkunen P**. Effect of pain education interventions on registered nurses' pain management: a systematic review and meta-analysis. *Pain Manag Nurs*. **2023**;24(4):456-68.

134. **Fernández-Castro M, Martín-Gil B, López M, Jiménez JM, Liébana-Presa C, Fernández-Martínez E.** Factors relating to nurses' knowledge and attitudes regarding pain management in inpatients. *Pain Manag Nurs*. **2021**;22(4):478-84.

135. **Aydın Aİ, Özyazıcıoğlu N**. Assessment of postoperative pain in children with computer assisted facial expression analysis. J Pediatr Nurs. **2023**;71:60-5.

136. **Othman E, Werner P, Saxen F, Al-Hamadi A, Gruss S, Walter S. Automatic vs**. human recognition of pain intensity from facial expression on the X-ITE pain database. Sensors. **2021**;21(9):3273.

EKLER

Ek 1. Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu

Hastanın;

1) Yaşı:

2) Cinsiyeti: Kadın( ) Erkek( )

3) Eğitim durumu: Okur-yazar değil ( ) Okuryazar ( ) İlköğretim ( ) Lise ( ) Üniversite( )

4) Ameliyatı: ……..

5) Ameliyat yöntemi: ( )Açık ( )Kapalı

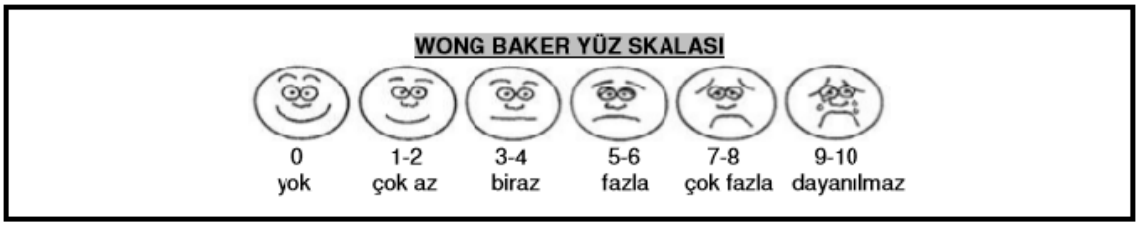
6) Anestezi türü: ( )Genel ( )Lokal ( )Epidural/Spinal

7) Ameliyat deneyimi: ( ) Yok ( ) Var

8) Solunum desteği**:** Endotrakeal tüp ( ) Trakeostomi ( )

Ağrı değerlendirmesi için soruların tablosu aşağıda yer almaktadır.





Ek 2. Hasta Ağrı Değerlendirme Çizelgesi

<table>
<tr><td colspan="3" rowspan="2">ZAMAN</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">1.gün Ağrı değerlendirme</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2">2.gün Ağrı değerlendirme</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="6">Ağrılı işlemden önce</td><td>Değerlendiren</td><td>Değerlendirme yöntemi</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Hasta</td><td>SAÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H1</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H2</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H3</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H4</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">Ağrılı işlem sırasında</td><td colspan="3">Uygulanan işlem</td><td rowspan="2">Hasta</td><td rowspan="2">SAÖ</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td>1.</td><td>2.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Aspirasyon</td><td></td><td></td><td>H1</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Mobilizasyon</td><td></td><td></td><td>H2</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Pozisyon</td><td></td><td></td><td>H3</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>H4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Pansuman değişimi</td><td></td><td></td><td>Bilgisayar mühendisi</td><td>YEKS</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="5">Ağrılı işlemden 20 dk sonra</td><td>Hasta</td><td>SAÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H1</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H2</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H3</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>H4</td><td>WBYÖ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Bilgisayar mühendisi</td><td>YEKS</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Ek 3. Aydınlatma ve Onam Formu

GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLDİĞİ VE RIZASININ ALINDIĞINI GÖSTEREN ONAM FORMU

CERRAHİ YOĞUN BAKIM HASTALARINDA AĞRININ YÜZ HAREKETİNİ ÖLÇEN AĞRI TANILAMA SİSTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Değerli katılımcı;

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü Cerrahi Hastalıkları ABD Doç. Dr. Sevilay Erden, Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Bilgisayar Yazılımı ABD Doç. Dr. Fatih KILIÇ ve Doktora öğrencisi Uzm. Hem. Fatmagül ÜSTÜNEL tarafından yürütülecektir. Bu çalışmanın amacı bilinci açık sözel iletişim kuramayan yoğun bakım hastalarında ağrının yüz hareketini ölçen ağrı tanılama sistemi ile değerlendirilmesidir.

Bu çalışmaya kendi isteğinizle girebilir, girmeyebilir ya da istediğiniz aşamada çalışmadan ayrılabilirsiniz.

Çalışma ekibi, kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ve araştırmanın sonuçları tıbbi literatürde yayınlanabilecektir. Kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında sizden herhangi bir ücret alınmayacaktır ve size herhangi bir ücret ödenmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmanızı ve iş birliği yapmanızı arzu ediyoruz. Yardımlarınız için şimdiden teşekkür ediyoruz.

Çalışmaya katılmayı kabul ediyorum ( )

Çalışmaya katılmayı kabul etmiyorum ( )

GÖNÜLLÜNÜN ADI SOYADI:

İMZA:

TARİH:

AÇIKLAMAYI YAPAN ARAŞTIRICININ
ADI SOYADI:
İMZA:

TARİH:

Ek 4. Etik Kurul Onayı

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Sayısı		Tarih
127		4 Kasım 2022

KARAR NO 43- Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Sevilay Erden yönetiminde, Fatmagül Üstünel tarafından yürütülmesi öngörülen, "Cerrahi Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanımlama Sistemi ile Değerlendirilmesi" başlıklı doktora tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

Ek 5. Enstitü Tez Önerisi Kabulü

11/11/2022-554302

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : E-96631441-050.01.01-554302 11/11/2022
Konu : Yönetim Kurul Kararı / Birgül BELGİN ve Fatma ÜSTÜNEL'in Tez Önerisi Kararı

Sayın Doç.Dr. Sevilay ERDEN

Enstitümüz Yönetim Kurulu'nun 10.11.2022 tarih ve 33/22- 9 ve 10 no'lu kararlar aşağıda sunulmuştur.
Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Karar No: 9- Hemşirelik Anabilim Dalı Başkanlığı'nın **10.11.2022** tarih ve **553711** sayılı yazısı görüşüldü;
Doktora öğrencisi **Birgül BELGİN**'nin **"Kraniyotomi Yapılan Hastalarda Enfeksiyon Kontrol Önlem Paketi Kullanımının CAE Hızına Etkisi"** başlıklı tez önerisinin kabulüne, öğrencinin kendisi tarafından YÖK Yayın ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı Tez Otomasyon Sistemine veri girişi yapılması ve çıktılarının Enstitü'ye iletilmesine, oy birliği ile karar verildi.

Karar No:10 - Hemşirelik Anabilim Dalı Başkanlığı'nın **10.11.2022** tarih ve **553699** sayılı yazısı görüşüldü;
Doktora öğrencisi **Fatma ÜSTÜNEL**'in **"Cerrahi Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanımlama Sistemi İle Değerlendirilmesi"** başlıklı tez önerisinin kabulüne, öğrencinin kendisi tarafından YÖK Yayın ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı Tez Otomasyon Sistemine veri girişi yapılması ve çıktılarının Enstitü'ye iletilmesine, oy birliği ile karar verildi.

Prof.Dr. Behice DURGUN
Enstitü Müdürü

Dağıtım:
Hemşirelik Anabilim Dalı Başkanlığına
Sayın Doç.Dr. Sevilay ERDEN

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

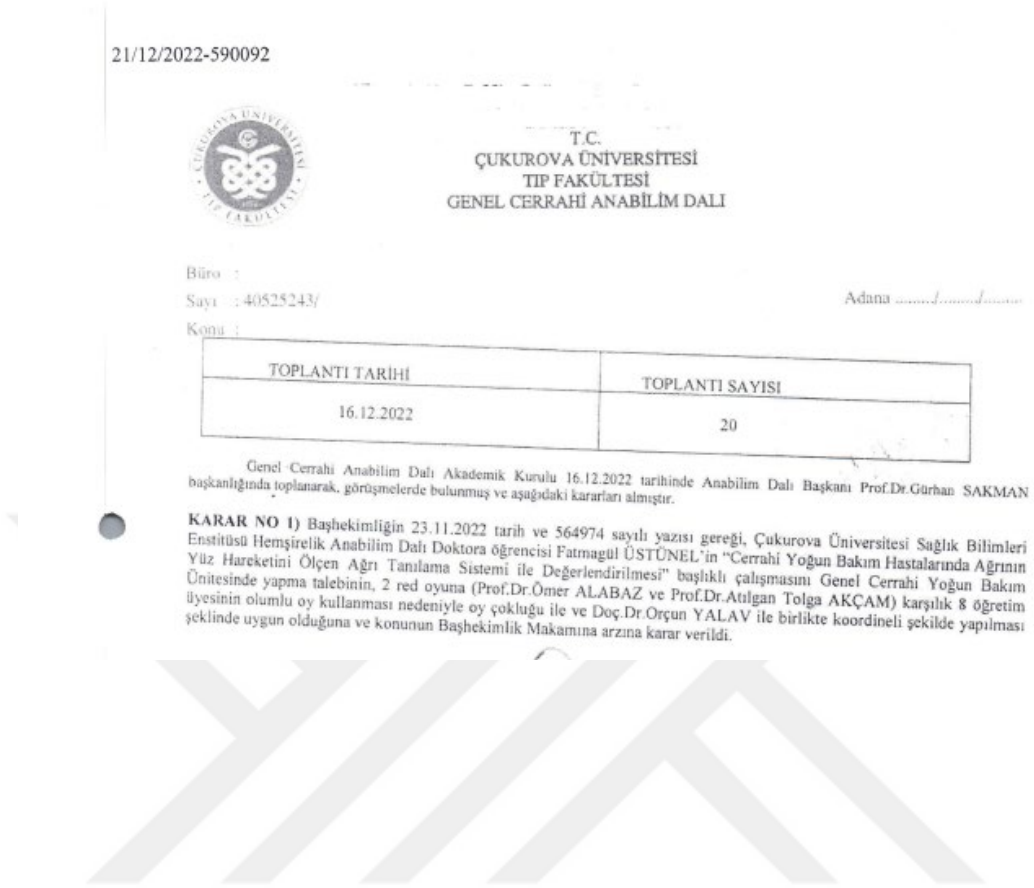
Belge Doğrulama Kodu :*BSAE7VJEJZ* Pin Kodu :47003 Belge Takip Adresi : https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5540&eD=BSAE7VJEJZ&eS=554302

Adres:Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 01330 Balcalı, Sarıçam / Adana
Telefon:0 (322) 338 60 78 Faks:0 (322) 338 62 98
e-Posta:sagbile@cu.edu.tr Web:www.cu.edu.tr
Kep Adresi:cukurovauniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Hanife KIRNAK
Unvanı: İşçi

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek 6. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları



21/12/2022-590092

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GENEL CERRAHİ ANABİLİM DALI

Büro :
Sayı : 40525243/ Adana ...../...../.....
Konu :

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI
16.12.2022	20

Genel Cerrahi Anabilim Dalı Akademik Kurulu 16.12.2022 tarihinde Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr.Gürhan SAKMAN başkanlığında toplanarak, görüşmelerde bulunmuş ve aşağıdaki kararları almıştır.

KARAR NO 1) Başhekimliğin 23.11.2022 tarih ve 564974 sayılı yazısı gereği, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Fatmagül ÜSTÜNEL'in "Cerrahi Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanılama Sistemi ile Değerlendirilmesi" başlıklı çalışmasını Genel Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesinde yapma talebinin, 2 red oyuna (Prof.Dr.Ömer ALABAZ ve Prof.Dr.Atılgan Tolga AKÇAM) karşılık 8 öğretim üyesinin olumlu oy kullanması nedeniyle oy çokluğu ile ve Doç.Dr.Orçun YALAV ile birlikte koordineli şekilde yapılması şeklinde uygun olduğuna ve konunun Başhekimlik Makamına arzına karar verildi.

Ek 7. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : E-27224817-044-633738 04/02/2023
Konu : Tez Çalışması Kurum İzni Hk.
(Fatmagül ÜSTÜNEL)

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 25.01.2023 tarihli ve 623486 sayılı yazınız.

Enstitünüz Hemşirelik Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Fatmagül ÜSTÜNEL'in "Cerrahi Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanılama Sistemi ile Değerlendirilmesi" başlıklı doktora tez çalışmasını Balcalı Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı Yoğun Bakım Ünitesinde yapmasının uygun görüldüğü izni ile ilgili Balcalı Hastanesi Başhekimliğinin 02.02.2023 tarihli ve 632427 sayılı yazısı ekte gönderilmiştir.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Neslihan BOYAN
Rektör Yardımcısı

Ek:Yazı ve Ekleri (2 sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu :*BSF74HH6R3* Pin Kodu :09152 Belge Takip Adresi : https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5540&eD=BSF74HH6R3&eS=633738
Adres:Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı Balcalı Mah. 01250 Bilgi için: Tuba ERDOĞAN
Reşmiyeguzarık Sarıçam/ADANA Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Telefon:0 (322) 338 61 50 Faks:0 (322) 338 70 22
e-Posta:ogrenci@cu.edu.tr Web:www.cu.edu.tr
Kep Adresi:cukurovauniversitesi@hs01.kep.tr

Ek 8. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları

26/03/2024-969541

T.C.
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI
Yoğun Bakım Bilim Dalı Başkanlığı

Sayı : E-92630686-302.08.01-969541 26/03/2024
Konu : Tez Çalışma İzni Kurum İzni
(Fatmagül ÜSTÜNEL)

BALCALI HASTANESİ BAŞHEKİMLİĞİNE

İlgi : 18649120 - 13/03/2024 tarihli, 958386 sayılı ve "Tez Çalışma İzni Kurum İzni (Fatmagül ÜSTÜNEL)" konulu yazı,

Üniversitemizin Sağlık Bilimleri Enstitüsü Ebelik Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Fatmagül ÜSTÜNEL'in "Cerrahi Yoğun Bakımlarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanımla Sistemi ile Değerlendirilmesi" başlıklı doktora tez çalışmasını, Girişimsel Olmayan Etik Kurul'dan İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı'nda bu tez çalışmasının yapılabilir onayı alındıktan sonra, hasta/hasta yakınının bilgilendirildiği ve rızasının alındığını gösteren onam formu ile gerekli onam hasta/hasta yakınından alındıktan sonra Yoğun Bakım Bilim Dalı'mızda yapılması uygundur. Gereğini bilgilerinize saygılarımla arz ederim.

Dr.Öğr. Üyesi Kaniye AYDIN
Bilim Dalı Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :*BSNHVAKV1Z* Pin Kodu :43692
Belge Takip Adresi : https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5540&eD=BSNHVAKV1Z&eS=969541

Adres:Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi 1330 Balcalı, Sarıçam / Adana
Telefon:0 (322) 338 64 04 Faks:0 (322) 338 65 72
e-Posta:tip@cu.edu.tr Web:www.cu.edu.tr
Kep Adresi:cukurovauniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Kaniye AYDIN
Unvanı: Bilim Dalı Başkanı
Tel No: 0(322) 338 64 04

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek 9. Araştırmanın Yürütüldüğü Kurumların Resmi İzin Yazıları

Tarih ve Sayı: 26/12/2023-E.886261

T.C.
ADANA VALİLİĞİ
İl Sağlık Müdürlüğü

Sayı : E-11289099-050.06.04-232459354
Konu : Bilimsel Araştırma Talebi (Fatmagül ÜSTÜNEL)

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

İlgi : 22.12.2023 tarihli ve E-11289099-050.06.04-232415757 sayılı yazı.

İlgi yazıya istinaden; Çukurova Üniversitesi Cerrahi Hastalıkları Anabilim Dalı Bölümünde doktora öğrencisi Fatmagül ÜSTÜNEL tarafından, SBÜ Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yürütülmek istenen **"Cerrahi Yoğun Bakım Hastalarında Ağrının Yüz Hareketini Ölçen Ağrı Tanılama Sistemi İle Değerlendirilmesi"** başlıklı, ekte bulunan bilimsel araştırma talebi **"Adana İl Sağlık Müdürlüğü Bilimsel Araştırma ve Proje Çalışmaları Değerlendirme Komisyonu''** tarafından 22 Aralık 2023 tarihli toplantıda değerlendirilmiştir.

Başvuru talebinin, Covid-19'a karşı gerekli önlemlerin alınması, çalışmaya katılacak gönüllülerin açık rızasının alınması, kişisel veri elde edilmesi/işlenmesi durumunda 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve alt düzenlemelerine uygun şekilde hareket edilmesi ve çalışma sonuçlarının Müdürlüğümüz Kamu Hastaneleri Hizmetleri Başkanlığı Ar-Ge ve Proje Koordinatörlüğüne sunulması koşulu ile uygun bulunduğunun talep sahibine bildirilmesi hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Serhathan ŞİMŞEK
İl Sağlık Müdürü a.
Destek Hizmetleri Başkanı

Ek: Bilimsel Araştırma Talebi (Fatmagül ÜSTÜNEL)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge doğrulama kodu: 015EA696-8524-4FBD-9744-ABC987DF79DC Belge doğrulama adresi: https://www.turkiye.gov.tr/saglik-bakanligi-ebys

Köprülü Mah. Mustafa Kemal Paşa Bul. No:8 Yüreğir/ADANA 01230
Telefon No: 03223440303
e-Posta: adana.dhb@saglik.gov.tr İnternet Adresi: adanaism.saglik.gov.tr
Kep Adresi: adanaism@hs01.kep.tr

Bilgi için: Gülay KEÇE
Hemşire
Telefon No: 03223441911

Ek Çizelge 4.2.1. Hasta ile Hemşirelerin Ağrı Değerlendirme Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

	Hasta		H1		H2		H3		H4		p1*	p2*	p3*	p4*
	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]				
1.gün T1-1	0,39±0,82	0,0 [0,3]	2,7±1,41	2,0 [1,3]	0,91±1,31	1,0 [2,0]	1,80±2,02	1,0 [3,3]	2,17±0,97	2,0 [1,3]	Z=-5,757 **p<0,001**	Z=-2,524 **p=0,012**	Z=-3,9666 **p<0,001**	Z=-5,584 **p<0,001**
1.gün T1-2	5,21±2,69	5,0 [4,3]	4,45±1,81	3,0 [3,0]	2,41±2,30	2,0 [3,3]	3,91±2,08	3,0 [2,0]	5,01±2,16	4,0 [3,0]	Z=-2,344 **p=0,019**	Z=-5,052 **p<0,001**	t=4,040 **p<0,001**	Z=-0,014 p=0,989
1.gün T1-3	0,54±1,01	0,0 [1,0]	2,61±1,32	2,0 [2,0]	0,83±1,23	0,0 [2,0]	1,63±1,86	1,0 [3,0]	2,36±0,99	3,0 [1,0]	Z=-5,575 **p<0,001**	Z=-1,329 p=0,184	Z=-3,708 **p<0,001**	Z=-5,414 **p<0,001**
1.gün T2-1	0,65±1,16	0,0 [1,0]	2,65±1,45	2,5 [2,0]	0,95±1,28	0,0 [2,0]	1,85±1,98	1,5 [3,0]	2,61±1,21	3,0 [1,0]	Z=-5,454 **p<0,001**	Z=-1,464 p=0,143	Z=-3,774 **p<0,001**	Z=-5,554 **p<0,001**
1.gün T2-2	5,95±3,01	6,5 [4,3]	5,04±1,93	4,0 [3,0]	3,36±2,71	3,0 [4,0]	4,63±2,26	4,0 [2,0]	5,39±2,03	6,0 [3,3]	Z=-2,913 **p=0,004**	Z=-4,803 **p<0,001**	Z=-3,407 **p<0,001**	Z=-1,907 p=0,057
1.gün T2-3	0,56±1,01	0,0 [1,0]	2,73±1,51	2,5 [2,0]	1,02±1,58	0,0 [2,0]	1,91±2,16	0,5 [4,0]	2,71±1,39	3,0 [1,0]	Z=-5,576 **p<0,001**	Z=-1,871 p=0,061	Z=-3,855 **p<0,001**	Z=-5,587 **p<0,001**
2.gün T1-1	0,86±1,46	0,0 [1,0]	2,63±1,38	2,0 [2,0]	1,08±1,56	0,0 [2,3]	2,02±2,02	2,5 [4,0]	2,63±1,27	3,0 [1,0]	Z=-4,980 **p<0,001**	Z=-1,045 p=0,296	Z=-3,377 **p<0,001**	Z=-4,895 **p<0,001**
2.gün T1-2	6,52±2,67	7,0 [5,0]	5,47±2,07	5,0 [3,3]	3,97±3,15	3,5 [5,3]	5,00±2,52	6,0 [4,0]	5,56±2,19	6,0 [4,0]	Z=-3,458 **p<0,001**	Z=-5,591 **p<0,001**	Z=-4,403 **p<0,001**	Z=-2,567 **p=0,010**
2.gün T1-3	0,82±1,12	0,0 [2,0]	2,63±1,45	2,0 [2,0]	1,23±1,70	0,0 [3,0]	2,09±2,19	2,0 [4,0]	2,71±1,31	3,0 [1,0]	Z=-4,977 **p<0,001**	Z=-1,644 p=0,100	Z=-3,596 **p<0,001**	Z=-5,279 **p<0,001**
2.gün T2-1	0,53±0,96	0,0 [1,0]	2,50±1,26	2,0 [1,3]	1,04±1,53	1,0 [2,0]	2,04±2,24	2,0 [4,0]	2,58±0,91	3,0 [1,0]	Z=-5,642 **p<0,001**	Z=-2,180 **p=0,029**	Z=-4,166 **p<0,001**	Z=-5,636 **p<0,001**
2.gün T2-2	7,39±2,70	8,0 [4,0]	6,06±2,14	6,0 [4,0]	4,80±3,22	4,0 [6,0]	6,13±2,43	6,5 [3,0]	6,52±2,21	6,0 [3,3]	Z=-4,120 **p<0,001**	Z=-5,266 **p<0,001**	Z=-3,886 **p<0,001**	Z=-3,198 **p=0,001**
2.gün T2-3	0,56±1,02	0,0 [1,0]	2,45±1,26	2,0 [1,3]	1,15±1,77	0,0 [2,0]	2,02±2,13	2,0 [4,0]	2,43±0,89	3,0 [1,0]	Z=-5,402 **p<0,001**	Z=-2,314 **p=0,021**	Z=-4,068 **p<0,001**	Z=-5,570 **p<0,001**
Genel ortalama	2,50±1,05	2,4 [1,2]	3,49±1,16	3,4 [1,9]	1,90±1,37	1,8 [2,3]	2,92±1,70	2,9 [3,2]	3,58±0,89	3,7 [1,2]	t=-5,960 **p<0,001**	Z=-3,123 **p=0,002**	Z=-1,649 p=0,099	t=-7,560 **p<0,001**

*Normal dağılıma sahip olan verilerde iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Paired Sample" test (t-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde iki bağımlı grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Wilcoxon" test (Z-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

T1-1: sabah ağrılı işlem öncesi değerlendirme,T1-2: sabah ağrılı işlem sırasında değerlendirme, T1-3: sabah ağrılı işlem sonrası değerlendirme, T2-1:Öğlen işlem öncesi değerlendirme, T2-2: öğlen işlem sırasında değerlendirme, T2-3:Öğlen işlem sonrası değerlendirme.

p1: Hasta – H1 karşılaştırılması; p2: Hasta – H2 karşılaştırılması; p3: Hasta – H3 karşılaştırılması, p4: Hasta – H4 karşılaştırılması

Ek Çizelge 4.2.2. Prosedürel Ağrılı İşlemlerin Dağılımının İncelenmesi

Değişken (N=46)	n	%
1.gün 1. İşlem esnası		
Aspirasyon	30	65,2
Pozisyon değişimi	7	15,2
Pansuman değişimi	9	19,6
1.gün 2. işlem esnası		
Aspirasyon	31	67,4
Pozisyon değişimi	5	10,9
Pansuman değişimi	10	21,7
2.gün 1. işlem esnası		
Aspirasyon	33	71,8
Pozisyon değişimi	5	10,8
Pansuman değişimi	8	17,4
2.gün 2. işlem esnası		
Aspirasyon	42	91,4
Pozisyon değişimi	2	4,3
Pansuman değişimi	2	4,3

Ek Çizelge 4.2.3. Prosedürel İşlemlerinin Ağrı Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Değişken	Hasta ağrı düzeyi			İstatistiksel analiz*
	n	$\bar{X} \pm S.S.$	Medyan [IQR]	Olasılık
1.gün 1. İşlem esnası				
Aspirasyon (1)	29	6,38±2,25	6,0 [3,5]	F=9,501
Pozisyon değişimi (2)	7	3,00±2,58	3,0 [3,0]	**p<0,001**
Pansuman değişimi (3)	9	3,55±2,06	3,0 [2,5]	**[1-2,3]**
1.gün 2. işlem esnası				
Aspirasyon (1)	31	7,29±2,35	8,0 [3,0]	χ^2=18,397
Pozisyon değişimi (2)	5	2,30±1,81	2,0 [3,0]	**p<0,001**
Pansuman değişimi (3)	10	3,60±2,41	3,0 [4,3]	**[1-2,3]**
2.gün 1. işlem esnası				
Aspirasyon (1)	32	7,50±2,34	8,0 [3,0]	χ^2=13,836
Pozisyon değişimi (2)	5	5,00±1,58	5,0 [3,0]	**p<0,001**
Pansuman değişimi (3)	8	3,75±2,25	3,0 [3,3]	**[1-2,3]**

*Normal dağılıma sahip olan verilerde üç veya daha fazla bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "ANOVA" test (F-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır. Normal dağılıma sahip olmayan verilerde üç veya daha fazla bağımsız grubun ölçüm değerleriyle karşılaştırılmasında "Kruskal-Wallis H" test (χ^2-tablo değeri) istatistikleri kullanılmıştır.

Ek Çizelge 4.2.4. Hasta İle Hemşireler Arasındaki Ağrı Puanları Uyumlarının İncelenmesi

Sınıf içi korelasyon (ICC)*		Ağrı Puanları			
		Hasta – H1	**Hasta – H2**	**Hasta –H3**	**Hasta – H4**
1.gün T1-1	*r*	0,240	0,423	0,279	0,456
	p	0,181	**0,034**	0,138	**0,022**
1.gün T1-2	*r*	0,656	0,653	0,739	0,697
	p	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
1.gün T1-3	*r*	0,483	0,379	0,506	0,261
	p	**0,015**	0,057	**0,010**	0,157
1.gün T2-1	*r*	0,537	0,464	0,508	0,526
	p	**0,006**	**0,019**	**0,010**	**0,007**
1.gün T2-2	*r*	0,774	0,768	0,726	0,653
	p	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
1.gün T2-3	*r*	0,438	0,486	0,440	0,224
	p	**0,028**	**0,014**	**0,027**	0,200
2.gün T1-1	*r*	0,502	0,573	0,540	0,452
		0,011	**0,003**	**0,005**	**0,023**
	p				
2.gün T1-2	*r*	0,844	0,846	0,849	0,692
	p	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
2.gün T1-3	*r*	0,368	0,434	0,466	0,207
	p	0,064	**0,030**	**0,019**	0,220
2.gün T2-1	*r*	0,579	0,357	0,415	0,403
	p	**0,002**	0,072	**0,038**	**0,044**
2.gün T2-2	*r*	0,850	0,835	0,877	0,860
	p	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**
2.gün T2-3	*r*	0,448	0,506	0,448	0,314
	p	**0,025**	**0,010**	**0,024**	0,105
Genel ortalama	*r*	0,658	0,695	0,723	0,680
	p	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**	**<0,001**

*Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Fatmagül ÜSTÜNEL, Fırat Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu hemşirelik bölümünden 2005 yılında mezun oldu. Çukurova Üniversitesi Tıp Takültesi Balcalı Hastanesi'inde 2006 yılında klinik hemşiresi olarak göreve başladı. Yaklaşık 10 yıl klinik hemşireliği, 3,5 yıl süpervizör hemşire, yaklaşık 5 yıldır da Dahiliye Nefroloji Kliniğinde sorumlu hemşire olarak görev yapmaktadır. 2020 yılında Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde Hemşirelik Anabilim Dalı bölümünde Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2020 yılında Hemşirelik Anabilim Dalı bölümünde doktora eğitimine başladı. Doktora yaptığı bu süreçte uluslararası kongrelerde ağrı ve cerrahi hemşirelik bakımı gibi tez konusuna yakın konularda sunumlar yaptı.