T.C.

AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

GÖZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

DERMATOŞALAZİS OLGULARINDA, BLEFAROPLASTİ CERRAHİSİNDE YAPAY ZEKANIN KULLANIMI

Hazırlayan

Aynur ER BİLİR

Danışman

Doç. Dr. Özgür EROĞUL

2025 –AFYONKARAHİSAR

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Göz Hastalıkları Anabilim Dalı

DERMATOŞALAZİS OLGULARINDA, BLEFAROPLASTİ CERRAHİSİNDE YAPAY ZEKANIN KULLANIMI

Aynur ER BİLİR

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Danışman
Doç. Dr. Özgür EROĞUL

AFYONKARAHİSAR-2025

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile beni yönlendirerek destek olan ve yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Özgür EROĞUL'na,

Uzmanlık eğitimim süresince medikal ve cerrahi olarak yetkin şekilde yetişmem için eğitimime özveriyle destek sunan, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle yön veren, eğitimime, hayat görüşüme ve vizyonuma katkıları için Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Mustafa DOĞAN'a,

Tezimin istatistiksel analiz kısmında yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. İsmet DOĞAN'a,

Eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan paylaşmaktan mutluluk duyduğum saygıdeğer öğretim üyesi hocalarıma, sevgili asistan arkadaşlarıma ve yardımcı sağlık personeline,

Bugünlere gelmemde sonsuz emeği olan, her zorlandığımda koşulsuz yanımda olan, zorlu asistanlık sürecimi benimle paylaşan sevgili babama, her zaman yanımda olan sevgili anneme, ilgi ve desteğini esirgemeyen sevgili eşime,

Sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Aynur ER BİLİR

Afyonkarahisar, Nisan 2025

DERMATOŞALAZİS OLGULARINDA, BLEFAROPLASTİ CERRAHİSİNDE YAPAY ZEKANIN KULLANIMI

Araştırma Görevlisi Aynur ER BİLİR

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi

Nisan 2025

Danışman: Doç. Dr. Özgür EROĞUL

ÖZET

Amaç: Dermatoşalazis nedeniyle blefaroplasti cerrahisi uygulanan hastaların ameliyat öncesi ve sonrası göz çevresi görüntülerinin yapay zeka (YZ) ile analiz edilerek, subjektif değerlendirmeyi en aza indirerek ölçüm doğruluğunu artırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Nisan-Kasım 2024 tarihleri arasında Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda dermatoşalazis tanısıyla blefaroplasti uygulanan 25 hastanın cerrahi öncesi ve sonrası 50 göz çevresi fotoğrafı çekildi. Standartlaştırılmış çekim koşullarında, cerrahinin etkinliğini nicel olarak değerlendirmek amacıyla bilgisayar destekli analiz gerçekleştirildi. Ölçümlerde maksimum refleks mesafesi-1 (MRD-1), tarsal platform açıklığı (TPS), kaş yağı aralığı (BFS) ve palpebral aralık yüksekliği (PFH) değerlendirildi. Yüz hatlarını tespitinde MediaPipe platformu, görüntü işlemelerinde ise Açık Kaynak Bilgisayarla Görüsü Kütüphanesi (OpenCV) kullanıldı. Hibrit bir yaklaşımla segmentasyon ve ölçüm işlemleri yapılarak dermatoşalazis ve blefaroplasti sonrası değişimi saptandı.

Bulgular: Ameliyat öncesi ve sonrası toplam 50 dijital görüntü çalışmaya dahil edildi. Derin öğrenme modelleri gelişmiş algoritmalarla desteklendi. İstatistiksel analizlerde IBM SPSS 29 yazılımıyla Wilcoxon İşaretli Sıra Testi sonuçlarına göre tüm ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı ($p < 0,001$). Bu bulgular, geliştirilen YZ destekli görüntü işleme yaklaşımının blefaroplasti sonrası takipte klinik olarak güvenilir ve geçerli bir yöntem sunduğunu desteklemektedir.

Sonuç: Blefaroplasti değerlendirmelerinde yüz hattı tespiti algoritmalarında kullanılan bu YZ destekli uygulamalar, görüntüler arasındaki farklılıkları ortadan kaldırarak bireysel değişkenliği en aza indirir ve daha güvenilir ölçümlere olanak tanır.

Anahtar kelimeler: Blefaroplasti, Dermatoşalazis, Görüntü işleme, Yapay zeka

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BLEPHAROPLASTY SURGERY FOR DERMATOCHALASIS CASES

Aynur ER BİLİR

Afyonkarahisar University of Health Sciences, Faculty of Medicine Department of Ophthalmology, Thesis

April 2025

Supervisor: Assoc. Prof. Özgür EROĞUL

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to analyze before and after periorbital images of patients who underwent blepharoplasty surgery due to dermatochalasis using artificial intelligence (AI), to minimize subjective evaluation and enhance accuracy.

Materials and Methods: 50 periorbital photographs were obtained from 25 patients who underwent blepharoplasty at the Department of Ophthalmology, Afyonkarahisar Health Sciences University, between April-November 2024. Under standardized conditions, a computer-aided analysis was conducted to quantitatively evaluate the effectiveness of the surgery. The measurements included maximum reflex distance-1 (MRD-1), tarsal platform show (TPS), brow fat span (BFS), and palpebral fissure height (PFH). The MediaPipe platform and the OpenSource Computer Vision Library (OpenCV) was used. Using a hybrid approach, segmentation and measurement procedures were conducted to identify dermatochalasis and evaluate its changes.

Results: Digital images taken before and after surgery were included and the deep learning models were supported by advanced algorithms. According to statistical analyses conducted with IBM SPSS version 29 using the Wilcoxon Signed-Rank Test, a statistically significant increase was observed ($p < 0.001$). These findings support that AI-assisted image processing approach provides a reliable and valid method for postoperative follow-up after blepharoplasty.

Conclusion: AI-supported applications for facial landmark detection algorithms in blepharoplasty eliminate differences and enable more reliable measurements.

Keywords: Artificial Intelligence, Blepharoplasty, Dermatochalasis, Image Processing

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK i
KABUL VE ONAY SAYFASI ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZET iv
ABSTRACT v
İÇİNDEKİLER vi
KISALTMALAR ix
TABLOLAR DİZİNİ x
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
1 GİRİŞ ve AMAÇ 1
2 GENEL BİLGİLER 3
2.1 Göz Kapağı Anatomisi 3
2.1.1 Göz Kapağı Derisi ve Subkutan Yağ Dokusu 3
2.1.2 Protraksiyon kasları 4
2.1.3 Orbital septum 5
2.1.4 Orbital yağ doku 5
2.1.5 Retraktör kaslar 6
2.1.6 Tars 6
2.1.7 Konjonktiva 7
2.2 Göz Kapağı Vasküler ve Lenfatik Drenajı 7
2.3 Göz Kapağı Sinir Ağı 8
2.4 Göz Kapağı Embriyolojisi 8
2.5 Göz Kapağı Fizyolojisi 9

2.6 İnvolüsyonel Periorbital Değişiklikler ve Blefaroplasti 10
2.6.1 Dermatoşalazis 10
2.6.2 Blefaroşalazis 12
2.6.3 Blefaroplasti 12
2.6.4 Preoperatif Değerlendirme 12
2.6.5 Cerrahi Teknik 13
2.6.6 Cerrahi Komplikasyonları 14
2.7 YAPAY ZEKA (YZ) 16
2.7.1 Zayıf, Güçlü Yapay Zeka ve Yapay Genel Zeka 20
2.7.2 Yapay Zekanın Temel Çalışma Prensipleri 21
2.7.3 Makine Öğrenimi (MÖ) 24
2.7.4 Yapay Sinir Ağları 24
2.7.5 Derin Öğrenme 28
2.7.6 Evrişimli (Konvolüsyonel) Sinir Ağları (ESA) 29
2.7.7 Tekrarlayan Sinir Ağları (TSA) 29
2.7.8 Uzun-Kısa Süreli Hafıza (UKSH) 29
2.7.9 Kısıtlı Boltzmann Makinesi (KBM) 30
2.7.10 Derin Sinir Ağı (DSA) 30
2.7.11 Derin Oto-Kodlayıcılar 30
2.7.12 Derin Öğrenme Kütüphaneleri 30
2.7.13 Derin Öğrenmede Görüntü Segmentasyonu 32
3 GEREÇ VE YÖNTEM 35
3.1 GEREÇ 35
3.2 YÖNTEM 42
3.2.1 Fotoğrafların Elde Edilmesi ve Gruplandırılması 42

3.2.2 Görüntü Ön İşlemesi 45
3.2.3 Görüntünün Etiketlenmesi 48
3.3 İSTATİSTİKSEL ANALİZ 64
4 BULGULAR 67
4.1 Hasta Popülasyonu ve Demografik Veriler 67
4.2 Yüz İşaretleme ve MediaPipe İşleyişi 67
4.3 Teknik Yöntem ve Kararlılık Optimizasyonu 68
5 TARTIŞMA 78
6 SONUÇ 89
7 KAYNAKLAR 91
8 EKLER

KISALTMALAR

AUC: Eğri Altındaki Alan

CPU: Merkezi İşlem Birimi

DÖ: Derin Öğrenme

DSA: Derin Sinir Ağı

DVM: Destek Vektör Makineleri

FPS: Saniye Başına Kare

GH: Gestasyon Haftası

GPU: Grafik İşlem Birimi

HOG: Yönlendirilmiş Gradyanlar Histogramı (Histogram of Oriented Gradients)

IoU: Birleşim Üzerinden Ortalama Kesişim (Intersection over Union)

KBM: Kısıtlı Boltzmann Makinesi

MÖ: Makine Öğrenimi

MTCNN: Çok Görevli Basamaklı Evrişimli Sinir Ağları

mAP: ortalama Doğruluk Oranı (mean Average Precision)

OO: Orbikülaris Oküli

ROC: Alıcı İşletim Karakteristik Eğrisi

UKSH: Uzun-Kısa Süreli Hafıza

YZ: Yapay Zeka

YSA: Yapay Sinir Ağları

TABLOLAR DİZİNİ

TABLO 1: Akıllı Sistem Tasarım Kategorileri.....**20**
TABLO 2: YZ Algoritmalarının Kıyaslamaları.....**23**
TABLO 3: Yapay Sinir Ağı Terminolojisi **2525**
TABLO 4: Yapay Zeka Araçları **31**
TABLO 5: Yapay Sinir Ağı Performans Ölçütleri Karşılaştırması (122).....**34**
TABLO 6: Sağ Göz Blefaroplasti Cerrahisi Öncesi Ve Sonrası Değişimin İstatistiksel Analizi **77**
TABLO 7: Sol Göz Blefaoplasti Cerrahisi Öncesi Ve Sonrasi Değişimin Istatistiksel Analizi **77**
TABLO 8. Literetür Çalışmalarına Kıyaslamalı Bakış……..……..……..**83**
TABLO 9. Göz Kapağı Cerrahisi Sonrası Yüz Analizi Literatürünün Kıyaslamalı Özeti…….....**87**

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Göz Kapağı Anatomisi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 5
Şekil 2: Göz Kapağı Embryolojik Gelişimi (22)..... 9
Şekil 3: Blefaroplasti Cerrahisi 14
Şekil 4: Yapay Zekanın Tarihsel Gelişmesi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 17
Şekil 5: Turing Testi (Bu tez çalışması için I-Pad APP Datastructer ve chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 18
Şekil 6: Bilişsel Bilim (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 19
Şekil 7: Yapay Zekanın Alt Disiplinleri (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur) 20
Şekil 8: Yapay Zeka Algoritmalarının Tarihi Gelişimi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 22
Şekil 9: Yapay Zekanın Çalışma Alt Başlıkları (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 23
Şekil 10: Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme Çalışma Yapısı (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 24
Şekil 11: Yapay Nöron..... 25
Şekil 12: Yapay Sinir Hücresinin Çalışma Mantığı (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 25
Şekil 13: Sigmoid ve Hiperbolik Tanjant Aktivasyon Fonksiyonu..... 26
Şekil 14: Yapay Sinir Ağının Katmanları (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur) 27
Şekil 15: Yüz Tanımanın Katmanlarda Oluşumu..... 28
Şekil 16: Dermatoşalazis için Zihin Haritalaması..... 38
Şekil 17: Göz Üst Kapak Blefaroplasti İşlemi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)..... 40
Şekil 18: Fotoğrafların Eldesi Ve Sınıflandırılması İşlemi 44
Şekil 19: Görüntü İşleme ve Etiketleme 46
Şekil 20: Göz kapağı Düşüklüğü ve MediaPipe 47
Şekil 21: MediaPipe Uygulama Alanları..... 49
Şekil 22: OpenCv'nin Yüz Algılama Modüllerinin İlişkilendirilmesi..... 53
Şekil 23: Mediapipe ile Yüz Işaretleri Bulma..... 55
Şekil 24: Birleşim Üzerinden Ortalama Kesişim (IoU) Analizi..... 59
Şekil 25: ImageFx Sentetik Olarak Üretilmiş Dermatoşalazisli Hasta. 60
Şekil 26: Bu Tez Çalışmasında Çeşitli Antropometrik Ölçümler 61
Şekil 27: TPS ve Dermatoşalazis Seviyesinin Sentetik Yüz Üstünde Gösterimi..... 61
Şekil 28: Göz ve Göz Çevresi Yapıların İstenilen Bölgesini Segmente Edilmesi..... 62

Şekil 29: Göz Kapağı ve TPS'un Segmente Edilmesi 63
Şekil 30: TPS ve Dermatoşalazis Tespiti. 63
Şekil 31: Araştırmada Kullanılan Sol Göze ait Örnek Görüntüler. 64
Şekil 32: Araştırmada Kullanılan Sol Göze ait Örnek Görüntüler. 64
Şekil 33: Blefaroplasti Cerrahisi Öncesi Hasta Fotoğrafı ile Oluşturulan Ölçümler 69
Şekil 34: Blefaroplasti Cerrahisi Sonrası Hasta Fotoğrafı ile Oluşturulan Ölçümler 69
Şekil 35: Blefaroplasti Cerrahisi Öncesi ve Sonrası Sağ Göz Hasta Fotoğrafı ile Yapılan Ölçümlerde Göz Kapağı ve TPS'un Değişimi 70
Şekil 36: Blefaroplasti Cerrahisi Öncesi ve Sonrası Sağ Göz Hasta Fotoğrafı ile Yapılan Ölçümlerde MRD-1, PFH, TPS ve BFS Değişimi 70

1 GİRİŞ ve AMAÇ

Cilt yaşlanması, birçok farklı faktörün etkisiyle ortaya çıkan doğal bir süreçtir. Yaşlanmanın ilerlemesiyle birlikte dermal yapıda kolajen ve elastin liflerinin kaybı, epidermal incelme, dermoepidermal bağlantının zayıflaması ve hücresel yenilenme hızında azalma gözlemlenmektedir. Bu fizyopatolojik süreçler zamanla, ciltte incelme, elastikiyet kaybı, kırışıklık ve sarkma gibi değişiklikler meydana gelebilir. Bu belirtiler genellikle ilk olarak göz çevresinde fark edilir.

Yüzün en dinamik ve dikkat çekici anatomik bölümlerinden biri olan perioküler bölgede, yaşlanma belirtileri diğer yüz bölgelerine kıyasla daha erken ve daha belirgin biçimde ortaya çıkmaktadır. Bu bölgenin anatomik hassasiyeti ve yüksek fonksiyonel yükü, yaşlanmaya bağlı değişikliklerin estetik görünüm üzerindeki etkisini daha da artırmaktadır. Perioküler bölgedeki yaşa bağlı değişikliklerin en önemli örneklerinden biri dermatoşalazistir.

Dermatoşalazis, üst göz kapağında aşırı ve sarkık deri birikimi ile karakterize bir durum olup, genellikle bilateral (iki taraflı) olarak görülür ve çoğunlukla yaşlanma sürecine bağlı olarak gelişir. Bu durum, hem estetik hem de fonksiyonel sorunlara yol açabilmektedir. İleri vakalarda dermatoşalazis yalnızca kozmetik bir sorun olmaktan çıkmakta; üst göz kapağındaki sarkık deri, pupilla aksını kısmen ya da tamamen örterek görme alanında daralmaya ve buna bağlı fonksiyonel görme kaybına yol açabilmektedir. Ayrıca, bu hastalarda göz kapaklarında ağırlık hissi, alın bölgesinde frontal baş ağrıları ve kompansatuvar olarak alın kaslarının kronik aktivasyonu da görülebilmektedir.

Blefaroplasti cerrahisi sonrası hasta değerlendirmeleri, çoğunlukla ameliyat öncesi ve sonrası çekilen fotoğrafların karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Ancak bu geleneksel yöntem; hastanın pozisyonundaki küçük değişiklikler, fotoğraf çekim açılarındaki tutarsızlıklar, ışıklandırma koşulları ve yüz ifadelerindeki doğal varyasyonlar gibi çok sayıda dış faktörden etkilenmekte olup, ölçümlerin kesinlik, nesnellik, objektiflik ve tekrarlanabilirlik açısından sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Özellikle baş hareketleri, periorbital kas aktivitesi ve mimik kaslarının dinamik etkileri, göz kapağı estetiğine ilişkin değerlendirmeyi daha da karmaşık hale getirmektedir.

Son yıllarda, yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) tabanlı teknolojiler, tıp alanında giderek artan bir şekilde kullanılmakta ve sağlık hizmeti sunumunda hekimlere karar destek sistemleri aracılığıyla önemli katkılar sağlamaktadır. Bu bağlamda, bilgisayarla görme ve yüz işaret noktası tespit algoritmaları, hasta değerlendirme sürecini daha sistematik ve standart hale getirmek için etkili bir çözüm sunmaktadır. YZ destekli bu yöntemler, cerrahi öncesi ve sonrası çekilen görüntülerdeki boyut farklılıklarını normalize ederek bireyler arası değişkenliği en aza indirmekte; böylece daha güvenilir, tekrarlanabilir ve objektif ölçümler yapılmasına olanak tanımaktadır.

Bu çalışmada, dermatoşalazis tanısıyla blefaroplasti cerrahisi geçiren hastaların cerrahi etkinliği, YZ temelli görüntü işleme ve analiz yöntemleri kullanılarak objektif biçimde değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu sayede, cerrahi başarı düzeyinin subjektif gözlemlerin ötesine geçerek ölçülebilir, tekrarlanabilir ve klinik anlamda güvenilir verilerle ortaya konması hedeflenmiştir.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Göz Kapağı Anatomisi

Göz kapağı anatomisi, göz sağlığı ve görme fonksiyonu açısından kritik bir yapı olarak, koruma ve nemlendirme gibi önemli işlevler üstlenir. Göz kapakları, gözleri dış etkenlerden koruma, gözyaşlarını dağıtma ve göz yüzeyini nemlendirme gibi önemli işlevlere sahip olan ince, esnek dokulardır. Göz kapakları, üst ve alt kapak olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Her iki kapak da cilt, kas, sinir ve bağ dokusu gibi çeşitli yapıları içerir. Bu ince dokular, koruma, gözyaşı dağılımı ve görme süreçlerinde kritik roller üstlenir. Göz kapağı ile ilgili olası hastalıkların farkında olmak ve gerekli önlemleri almak, bireylerin genel göz sağlığını koruma açısından önemlidir. Göz kapağı anatomisi, göz sağlığının temel bir parçası olarak hayli önemlidir. Bu bağlamda, göz kapakları anatomik olarak 7 tabakaya ayrılır. Önden arkaya doğru:

1-Göz Kapağı Derisi ve Subkutan Yağ Dokusu

2-Protraksiyon kasları

3-Orbital septum

4-Orbital yağ doku

5-Retraksiyon kasları

6-Tars

7-Konjonktiva

2.1.1 Göz Kapağı Derisi ve Subkutan Yağ Dokusu

Göz kapağı derisi, vücudun en ince ve en esnek yapılarından biridir; kalınlığı kapak kenarında ~0.5 mm, orbital rimde ~1 mm'dir [1]. Subkutan dokusu gevşek bağ dokusundan oluşur ve travmalara karşı tampon görevi görür. Bu yapı, ödem ve hematoma duyarlılığı artırırken, aynı zamanda kapakların serbest ve hızlı hareketini destekler [1,2].

Pretarsal bölge altındaki dokulara sıkıca yapışıkken, preseptal bölgede daha gevşek bir bağlantı vardır. Bu fark, sıvı birikimi için potansiyel alanlar oluşturur. Cilt altında

yağ dokusu bulunmaz; dermis tabakası elastik lifler ve kollajen ağları içerir. Subkutan bağ dokusu ise fibroblast, adiposit ve makrofajlar bakımından zengindir [1,2].

Kapak kıvrımı, levator aponevrozunun cilt ve pretarsal OO (orbikülaris oküli) kas lifleriyle yaptığı bağlantıyla oluşur; erkeklerde 8–9 mm, kadınlarda 9–11 mm yukarıda yer alır. Üst göz kapağı katlantısı ise levator aponevrozu ve septum birleşiminden kaynaklanır ve primer bakışta kapak kıvrımını örter [1,2].

Bu yapılar, cerrahi uygulamalarda büyük öneme sahiptir. Derinin inceliği, blefaroplasti ve pitozis cerrahisinde minimal invaziv tekniklerin uygulanmasına olanak tanırken, gevşek bağ dokusunun korunması iyileşmeyi hızlandırır ve komplikasyonları azaltır [3]. Yaşlanmayla birlikte bu bölgede elastikiyet kaybı, dermatoşalazis ve estetik deformiteler görülebilir [3].

2.1.2 Protraksiyon kasları

OO kası, göz kapağı cildinin hemen altında bulunan ve çok parçalı bir yapıya sahip olan çizgili bir kastır. Göz kapaklarının kapanmasından sorumlu olan ana kas olarak işlev görür ve 7. kranial sinir (fasiyal sinir) tarafından innerve edilir. Kasın kontraksiyonu, palpebral fissürü daraltarak göz kapaklarının etkin bir şekilde kapanmasını sağlar. Ayrıca, OO kasının belirli bölümleri, lakrimal pompa fonksiyonunu destekleyerek gözyaşı drenajına katkıda bulunur.

Anatomik olarak OO kası, orbital**,** palpebral ve lakrimal olmak üzere üç ana bölüme ayrılır. Palpebral bölüm, alt gruplara ayrılarak incelenir: preseptal kısım, orbital septumun üzerinde yer alırken; pretarsal kısım, tars üzerinde bulunur ve kirpiklerin yakınında yer alan silier (marjinal) kısım ile tamamlanır. Bu ayrım, kasın işlevsel ve anatomik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar [4].

Pretarsal kısım: Derin ve yüzeyel iki başlıdır. Derin başı posterior lakrimal krestten, yüzeyel başı medial kantal tendonun ön kolundan kaynaklanır. Derin başın lifleri birleşerek Horner kasını oluşturur ve lakrimal pompa fonksiyonuna katkıda bulunur. Üst ve alt kapaklardaki lifler lateralde birleşerek lateral kantal tendona katılır. Bu kas, gözyaşı drenajı ve istemsiz göz kırpma refleksinde görev alır [5].

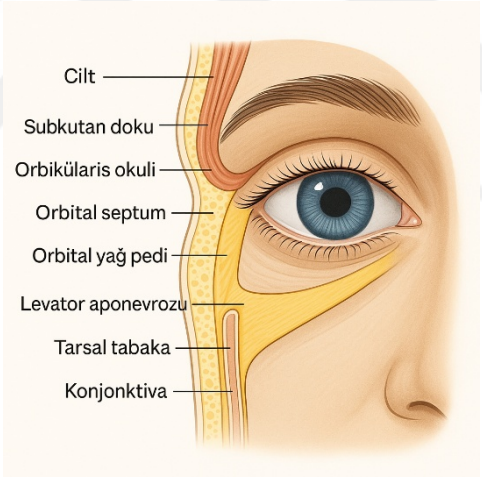
Preseptal kısım: Genellikle medial kantal tendonun kenarlarından ya da ortak tendondan tek başlı çıkar. Derin lifler lakrimal kese fasyasından, yüzeyel lifler ön

daldan kaynaklanır. Lateralde, alt ve üstten gelen liflerin birleşimiyle lateral palpebral raphe oluşur. Kas, kapak hareketi ve lakrimal pompa işleviyle ilişkilidir [5].

Orbital kısım: Anterior lakrimal krest, medial kantal tendon ve orbital kenardan kaynaklanır; orbita etrafında eliptik bir yapı oluşturur. Göz kapağı kenarında yer alan Riolan kası, meibomian bez fonksiyonu, kirpik hizası ve göz kırpma kontrolünde rol oynar [6].

2.1.3 Orbital septum

Göz kapağını orbitadan ayıran fibröz bir bariyerdir. Arkus marjinalisten kaynaklanır. Üst kapakta levator aponevrozu ile 2–5 mm yukarıda birleşir; Asyalı bireylerde bu birleşme daha aşağıdadır. Alt kapakta, kapsulopalpebral fasya ile inferior tarsal kenarın hemen altında birleşir. Kantal bölgelerde, ön tabaka fibröz ligamana; arka tabaka, medialde lakrimal krest ve lateralde orbital tüberküle tutunur. Bu yapılar, göz kapağı ve orbital anatomide önemli işlevlere sahiptir [7].



Şekil 1: Göz Kapağı Anatomisi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

2.1.4 Orbital yağ doku

Orbital yağ, orbital septumun arkasında yer alır; üst göz kapağında levator aponevrozunun önünde, alt göz kapağında ise kapsulopalpebral fasyanın önünde konumlanmıştır. Bu yapı, ekstrakonal orbital yağın öne doğru uzantısını oluşturur. Üst göz kapağında, orbital yağ iki bölüme ayrılır: medial ve santral (preaponevrotik) yağ paketleri. Buna karşılık, alt göz kapağında üç yağ paketi bulunur: medial, santral ve lateral. Bu yağ paketleri, göz kapağı cerrahisi açısından kritik öneme sahiptir, çünkü göz kapağı retraktörlerinin önündeki düzlemi tanımada rehberlik ederler. Özellikle üst

göz kapağında santral yağ paketi, levator aponevrozunun hemen önünde yer alarak elektif göz kapağı cerrahilerinde ve göz kapağı travması durumlarında, anatomik ilişkilerin doğru şekilde tanımlanmasında önemli bir referans noktasıdır. Alt göz kapağında, inferior oblik kas, medial ve santral yağ paketleri arasında seyreder. Orbital yağ paketleri, ince bir fibröz kapsülle çevrilidir ve bu kapsül önde orbitoseptal dokuyla süreklilik gösterir. Yağ paketlerinin öne doğru şişkinlik yapması, özellikle orbital septumun zayıflaması ve bollaşması sonucunda oluşur. Bu durum, ileri yaşlarda sık görülen bir değişimdir ancak bazı genç bireylerde genetik faktörlere bağlı olarak da meydana gelebilir. Sonuç olarak, bu şişkinlikler kabarık ve sarkık göz kapaklarının oluşumuna yol açar [8, 9].

2.1.5 Retraktör kaslar

Üst kapak retraktörleri, levator palpebra superioris kası ve onun aponevrozu ile Müller kasından oluşur. Levator kası, sfenoid kemikten orijin alarak üst rektus kasına paralel seyreder ve Whitnall ligamanı düzeyinde aponevrotik forma geçerek tarsal plağa tutunur. Aponevrozun lateral boynuzu lateral orbital tüberküle, medial boynuzu ise lakrimal krest ve medial kantal tendona tutunur. Aponevroz, pretarsal OO kasıyla birleşerek kapak kıvrımını oluşturur. İnferior bağlantısı zayıflarsa pitozis gelişebilir. Levator ve üst rektus kası, okulomotor sinirin üst dalı ile innerve edilir [11, 12].

Müller kası, levator kasının arka yüzünden çıkar, tarsal plağa tutunur ve sempatik sinirlerle innerve edilir. İnce ayarlı kapak elevasyonuna katkı sağlar. Horner sendromunda bu kasın fonksiyonu azalır. Cerrahide, Müller kası ile aponevroz arasındaki periferal arteriyel ark ayırt edici bir işaret noktasıdır [1, 10].

Alt kapak retraktörleri, kapsulopalpebral fasya ve inferior tarsal kastan oluşur. Fasya, inferior rektusla bağlantılı olup alt orbital septumla birleşerek alt tarsal plağa tutunur. Bu yapı, alt kapak kıvrımının oluşumunda rol oynar. Alt tarsal kas, Müller kasının alt kapaktaki karşılığıdır, ancak daha az gelişmiştir ve cerrahide tanımlanması güçtür [13].

2.1.6 Tars

Tars, üst ve alt göz kapaklarında yapısal destek sağlayan yoğun, fibröz plaklardır. Üst tarsal plağın vertikal uzunluğu yaklaşık 8-10 mm, alt tarsal plağın vertikal uzunluğu ise 3-4 mm arasında değişir. Bu plaklar, göz kapağının

dayanıklılığını ve şekil bütünlüğünü korumada kritik bir rol oynar. Tarsal plaklar, medialde ve lateralde OO kasının yüzeyel ve derin lifleriyle birleşerek kantal ligamanlarıoluşturur. Lateral kantal ligaman, genellikle daha gevşek bir yapıya sahiptir ve yaşlanma süreciyle birlikte bu gevşeklik daha belirgin hale gelir. Bu durum, özellikle alt göz kapağında involüsyonel değişikliklere yol açabilir.

Lateral kantal desteğin yeniden oluşturulması, alt göz kapağında ortaya çıkan gevşekliğin düzeltilmesi ve rekonstrüksiyon cerrahilerinde önemli bir adımdır. Bu işlem, göz kapağı pozisyonunun ve fonksiyonunun restorasyonu için gereklidir [14].

2.1.7 Konjonktiva

Konjonktiva, göz kapaklarının arka yüzeyini kaplayan ince ve hassas bir müköz membrandır. Palpebral konjonktiva, tarsal plakların ve Müller kaslarının hemen arkasında yer alır ve göz küresinin yüzeyini kaplayan bulbar konjonktivaya geçiş yaptığı fornikslere doğru uzanır. Bu geçiş bölgeleri, göz hareketlerini kolaylaştıran ve gözün yüzeyini koruyan önemli anatomik yapılardır. Fornikslere destek sağlayan asıcı ligamanlar, üst göz kapağında levator kası ve üst rektus kasının birleşik kılıflarından kaynaklanır. Alt göz kapağında ise bu yapı, Lockwood ligamanından orijin alır. Bu asıcı yapılar, konjonktival dengenin korunmasında önemli bir rol oynar ve cerrahi müdahaleler sırasında konjonktival prolapsus riskini önlemek için yeniden yapılandırılmalıdır.

Konjonktiva, gözün yüzeyini nemlendiren ve koruyan müsin üreten goblet hücreleri ile aksesuar lakrimal bezler olan Wolfring ve Krause bezlerini içerir. Wolfring bezleri, genellikle tarsal plakların marjinal olmayan sınırları boyunca bulunur. Krause bezleri ise fornikslerde yer alır ve göz yüzeyinin sabit nem dengesini sağlamak için çalışır. Bu yapıların sağlıklı fonksiyonu, göz yüzeyinin korunmasında ve düzgün bir görme performansı sağlanmasında kritik öneme sahiptir [15].

2.2 Göz Kapağı Vasküler ve Lenfatik Drenajı

Göz kapakları, hem yüzeyel hem de derin vasküler sistemlerle zengin şekilde beslenir. Arka lamel, oftalmik arterin lakrimal ve nazal dalları ile anterior silier arterler aracılığıyla konjonktival vasküler ağ üzerinden kan alır. Üst göz kapağında iki ana arteriyel arkad bulunur: Marjinal arkad (kapak kenarında) ve Periferal arkad (tarsal plağın üst sınırında).

Alt göz kapağında yalnızca marjinal arkad mevcuttur. Bu arkadlar, medial ve lateral palpebral arterlerden kaynaklanır. Ön lamel ise yüzeyel karotid sistemden (transvers fasiyal, yüzeyel temporal ve angular arterler) gelen kanla beslenir. Bu arteriyel ağ, cerrahi sırasında damar bütünlüğünün korunmasını gerektirir.

Venöz drenaj yüzeyel sistem (fasiyal venler) ve derin sistem (süperior oftalmik ven) yoluyla sağlanır. Bu çift drenaj yapısı, etkin metabolik temizliği destekler.

Lenfatik drenaj ise hem yüzeyel hem derin servikal nodlara olur. Geleneksel olarak: üst kapağın medial üçte biri ve alt kapağın medial üçte ikisi submandibular nodlara, diğer bölgeler ise preauriküler nodlara drene olur.

Yeni çalışmalarda, göz çevresindeki tüm bölgelerin öncelikle preauriküler nodlara drene olduğu düşünülmektedir. Cerrahide lenfatik yapının korunması, özellikle lenfödemi önlemek için önemlidir [16, 17].

2.3 Göz Kapağı Sinir Ağı

Göz kapaklarının duyusal innervasyonu, trigeminal sinirin oftalmik (V1) ve maksiller (V2) dallarınca sağlanır. Üst kapakta santral bölgede supraorbital, medialde supratroklear ve infratroklear, lateralde lakrimal sinirler görev alır.

Alt kapak ise esasen infraorbital sinirle; medial kısmı ek olarak infratroklear sinirle uyarılır. Şakak ve lateral kantal duyular, zigomatikotemporal ve zigomatikofasiyal sinirlerce taşınır. Motor innervasyonda, OO kası fasiyal sinirin temporal ve zigomatik dallarıyla; levator palpebra kası okülamotor sinirin üst dalı ile; Müller kası ise sempatik liflerle uyarılır. Bu yapılar, özellikle kapak cerrahilerinde korunması gerekir [18].

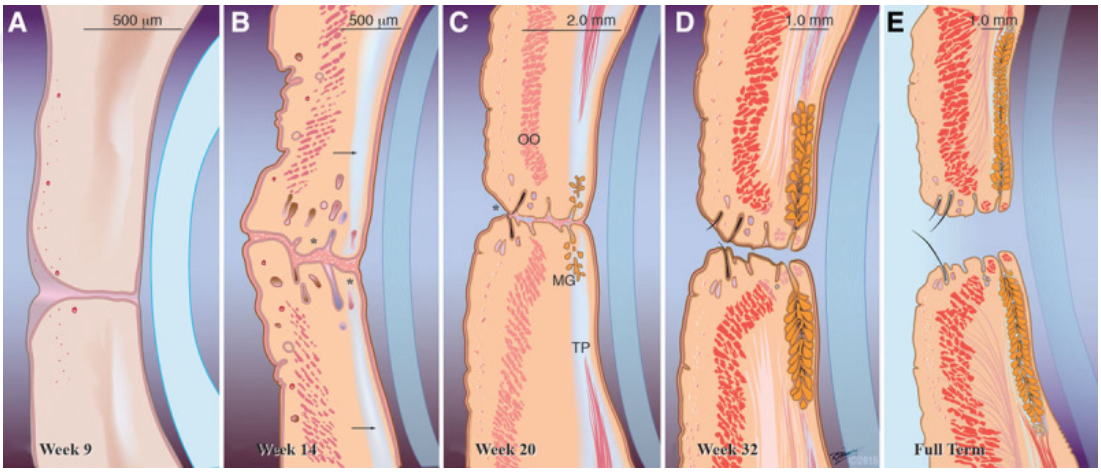
2.4 Göz Kapağı Embriyolojisi

Göz kapakları; sekonder mezenkim kökenli, kranyal nöral krest hücreleriyle istila edilen mezoderm ve yüzey ektodermden gelişir. Yüzey ektodermden deri epiteli, konjonktiva, Zeiss, Moll ve Meibomius bezleri ile karinkül oluşurken; orbital septum, tars, levator palpebra, Müller ve OO kasları mezodermal kaynaklıdır. Gelişim süreci üç evrede incelenir: büyüme, farklılaşma ve olgunlaşma.

Üst kapak frontonazal çıkıntıdan, alt kapak ise maksiller çıkıntıdan gelişerek 6. gestasyon haftasında (GH) belirginleşir. Kapakların ön yüzü iki, arka yüzü tek katlı

epitelle örtülüdür; arka epitelden tarsal konjonktiva gelişir. 7. GH'da kanalikül ve punktumların öncü yapıları oluşur. Füzyon süreci 8. GH'da başlar, 20. GH'da kapaklar ayrılır; bu süreçteki bozukluklar ankiloblefarona yol açabilir.

Füzyonla birlikte OO kası, Meibomius bezleri, tars yapılar, kanalikül, punktum, kirpik folikülleri ve konjonktiva gelişmeye başlar. Meibomius bezleri 11. GH'da sekresyona başlar. Levator palpebra kası 12. GH'da, Müller kası 14. GH'da ayırt edilir. Kanalikküller 16. GH'da gelişimini tamamlarken, punktumlar ancak kapaklar ayrıldığında açılır. OO ve levator kaslarının innervasyonu tamamlandığında, kapakların motor fonksiyonu 31. GH civarında başlar. Levator kası, 4. intrauterin ayda üst rektus üzerine göç ederek tarsın ön yüzüne yapışır ve son konumunu alır [19–22].



Şekil 2: Göz Kapağı Embryolojik Gelişimi (22)

2.5 Göz Kapağı Fizyolojisi

Göz kapakları, göz küresini fiziksel travmalardan ve yabancı cisimlerden korurken, gözyaşının oküler yüzeyde dengeli dağılmasını sağlayarak gözün nemlenmesine ve temizlenmesine katkıda bulunur. Ayrıca aşırı ışık maruziyetine karşı retinayı koruyarak görme fonksiyonunu destekler [23, 24].

Erişkinlerde göz kapağı aralığı dikeyde 10–12 mm, yatayda 28–30 mm'dir. Üst göz kapağı erişkinde üst limbusun 1,5–2 mm kadarını örterken, alt göz kapağı alt limbus hizasındadır. Göz kapakları üç temel hareket gerçekleştirir: açılma, kapanma ve kırpma [25, 26]. Üst kapağın açılması levator palpebra superior ve Müller kası aracılığıyla olur. Levator kası kapağı yukarı kaldırırken, Müller kası yaklaşık 2 mm'lik ek açıklık sağlar. Sempatik tonusun azalması durumunda Müller kası gevşeyerek

kapağın düşmesine neden olabilir. Her iki levator kası merkezi kaudal nükleustan eş zamanlı innerve edilir.

Levator kası, okulomotor sinirin üst dalı ile innervasyonu paylaşan üst rektus kasıyla ilişkilidir; bu nedenle yukarı bakışta levator kası kasılır, aşağı bakışta ise gevşer. Doğumsal pitoziste levator kasının fibroadipoz yapısı nedeniyle hareket kısıtlı olabilir ve lid-lag fenomeni gözlenir. Alt kapağın hareketi, alt kapak retraktörleriyle sağlanır ve konjonktivanın skleraya gerilmesiyle yukarı hareket ederken, aşağı bakışta alt rektus ve oblik kasların etkisiyle aşağı hareket eder [27, 28].

Kapanma hareketi, esas olarak orbikularis okuli (OO) kasıyla sağlanır. Bu sırada göz küresi yukarı kayar (Charles-Bell fenomeni) ve korneayı korur [28]. Göz kırpma; spontan, refleks ve istemli olmak üzere üçe ayrılır. Spontan kırpma, levator kas gevşemesi yerine OO kasının ani kasılmasıyla oluşur ve 1/5 saniye sürer; bu, gözyaşı dağılımını sağlar ve retina pigmentlerini yeniler. En düşük EMG aktivitesi bu tipte görülür [29, 30].

Refleks kırpma; dokunma, ışık, ses veya irritasyonla tetiklenir. Uyarana göre afferent yol değişir: kornea refleksinde trigeminal sinir, ışıkta optik sinir, seste vestibulokoklear sinir devrededir. İstemli kırpma, daha uzun sürer ve yüksek EMG aktivitesi gösterir [30].

2.6 İnvolüsyonel Periorbital Değişiklikler ve Blefaroplasti

2.6.1 Dermatoşalazis

Dermatoşalazis, göz kapağı cildinde ve altta bulunan bağ dokusunda meydana gelen fazlalık ve gevşeklik durumudur. Bu klinik tablo genellikle orbital yağ dokusunun fıtıklaşması ile ilişkilendirilir. Dermatoşalazis, ileri yaş gruplarında daha sık gözlemlense de orta yaşlı bireylerde de rastlanabilmektedir. Genç hastalarda ise bu durumun en yaygın nedeni ailevi yatkınlıktır. Ayrıca dermatoşalazise, pitozisin eşlik etmesi de gözlenmektedir.

Dermatoşalazisin temel patofizyolojik mekanizması yaşlanma sürecine dayanmaktadır. Bununla birlikte, erkek cinsiyeti, yüksek vücut kitle indeksi, sigara kullanımı, açık ten rengi, tiroid orbitopatisi, bağ dokusu hastalıkları ve travma gibi faktörler, bu durumun gelişme riskini artırıcı niteliktedir. Üst kapakta belirgin

dermatoşalazisi olan hastalar, genellikle göz çevresinde ağırlık hissi ve ağrı, üst görme alanında daralma, bulanık görme, gözde sulanma ile birlikte gözlerin uykulu ya da yorgun görünmesi şikayetleri ile başvurmaktadır. Buna karşın, alt kapak dermatoşalazisi çoğunlukla kozmetik bir sorun olarak değerlendirilmektedir [31]. Lateral Dermatoşalazis Sınıflaması, lateral göz kapağı derisinin sarkma derecesini değerlendirmek amacıyla geliştirilen anatomik referanslara dayalı yeni bir sistemdir. Bu sınıflama, üst blefaroplasti öncesi ve sonrası estetik deformitenin nesnel olarak tanımlanmasına olanak sağlamaktadır. LDC, dört dereceli bir skalaya sahiptir ve her derece, spesifik anatomik yapılar esas alınarak tanımlanmıştır:

- Derece 0: Lateral orbital bölgede dermatoşalazis bulgusunun olmaması durumu. Bu durum, normal olarak kabul edilir.
- Derece 1: Dermatoşalazis alt sınırının, lakrimal karunkül ile üst göz kapağı kenarının birleşim noktasının üzerinde konumlanması. Bu, hafif derecede lateral sarkmayı ifade eder.
- Derece 2: Dermatoşalazis alt sınırının, lakrimal karunkülün üst göz kapağı ile birleşim noktasından başlayarak, pupilla orta hattında bulunan iris alt kenarına kadar olan mesafede yer alması. Bu aralıkta bulunan olgular orta düzeyde dermatoşalazis olarak sınıflandırılır.
- Derece 3: Dermatoşalazis alt sınırının, pupiller hattaki iris alt kenarının da altına kadar uzanması. Bu, ileri düzeyde lateral sarkma bulgusunu gösterir.

Sınıflama, frontal düzlemde çekilmiş dijital fotoğraflar üzerinden değerlendirilmekte ve yatay çizgiler yardımıyla anatomik referans noktaları belirlenerek uygulanmaktadır. Şüpheli sınır durumlarında, daha yüksek derecenin esas alınması önerilmektedir. Öte yandan, periorbital bölgede mevcut olan fakat dermatoşalazis kaynaklı olmayan kırışıklıklar değerlendirme dışı bırakılmaktadır. Alt göz kapağının iris alt kenarını kapattığı vakalarda, iris konumunu doğru saptayabilmek adına dijital dairesel işaretlemeler kullanılmaktadır. Bu sınıflama sistemi, klinik pratikte hem tanı koyma sürecini kolaylaştırmakta hem de cerrahi müdahalelerin etkinliğini nesnel olarak değerlendirmeye katkı sağlamaktadır [32].

2.6.2 **Blefaroşalazis**

Blefaroşalazis, involüsyonel bir değişiklik olmamakla birlikte, dermatoşalazisi taklit eden benzer klinik bulgular nedeniyle ayırıcı tanısı gereklidir. Genç kadınlarda görülen ve anjionörotik ödemin nadir ailesel bir formu olan bu tablo, tekrarlayan inflamatuar ödem ataklarıyla kapak cildinde incelme ve kırışıklığa yol açar. Eşlik eden pitozis, lakrimal bez fıtıklaşması, orbital yağ atrofisi ve artmış kapak vaskülaritesi deformiteyi artırabilir. Süregelen inflamasyon atakları nedeniyle cerrahi düzeltme güçleşmektedir [33].

2.6.3 **Blefaroplasti**

Blefaroplasti, üst ve alt göz kapaklarında fazlalık cilt, kas ve yağ dokusunun eksizyonunu içeren cerrahi bir prosedürdür. Üst kapak blefaroplastisi, oküloplastide en sık uygulanan müdahalelerden biri olup, perioküler bölgede başlayan involüsyonel yapısal değişikliklerin ilerlemesiyle cilt sarkmasına bağlı görme alanı defektlerine yol açabilmektedir. Bu nedenle, blefaroplasti genellikle görme alanı defektlerinin gelişmesi durumunda endikedir; ancak yalnızca estetik kaygılar doğrultusunda da planlanabilmektedir. Üst göz kapağı blefaroplastisi özellikle dermatoşalazis tedavisine yönelik uygulanmaktadır. Ek olarak, kirpik pitozisi ile birlikte seyreden epiblefaron, blefaroşalazis, inflamasyon ve travma gibi fonksiyonel nedenler de üst göz kapağı blefaroplastisi için operasyon endikasyonu oluşturabilmektedir [34]. Hem kozmetik hem de fonksiyonel açıdan memnun edici sonuçların elde edilebilmesi için, hasta preoperatif değerlendirmesi titizlikle gerçekleştirilmelidir.

2.6.4 **Preoperatif Değerlendirme**

Blefaroplasti öncesi değerlendirmede, hastanın beklentileri ayrıntılı şekilde belirlenmeli; cerrahinin hedefleri, elde edilebilecek sonuçlar ve potansiyel riskler açık biçimde hastaya aktarılmalıdır. Tıbbi bilgilendirme, anlaşılır bir dilde yapılmalı ve detaylı bir aydınlatılmış onam formu ile desteklenmelidir. Bu formda ölüm, kalıcı görme kaybı, ciddi ekspojür gibi nadir fakat ciddi risklerin yanı sıra; retrobulber/orbital hemoraji, diplopi, kornea hasarı ve lagoftalmus gibi oftalmolojik komplikasyonlara da yer verilmelidir. Ayrıca şişlik, morluk, skar, asimetri gibi minör komplikasyonlar da açıklanmalı ve belgelendirilmelidir.

Hasta bilgilendirmesi, bireyin sosyokültürel düzeyi ve psikolojik durumu göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Anksiyete bozukluğu gibi durumlarda, gerekirse psikiyatri konsültasyonu alınmalıdır. Bu faktörler aynı zamanda anestezi türünün seçiminde de belirleyicidir; lokal anestezi altında cerrahiye uyum güçlüğü yaşanabilir.

Sistemik hastalıklar (Diyabetes Mellitus, hipertansiyon, tiroid hastalıkları, renal hastalıklar, hematolojik bozukluklar) ve kullanılan ilaçlar detaylı şekilde sorgulanmalı; özellikle antikoagülan, aspirin, bitkisel/diyet takviyeleri açısından kanama riski değerlendirilmelidir. Sigara ve alkol kullanımı da sorgulanmalı, cerrahi öncesi bırakılması önerilmelidir.

Tam bir oftalmolojik muayene, görme keskinliği testi ile başlamalı; sistemik-medikal öykü, oküler ve perioküler cerrahi geçmiş detaylandırılmalıdır. Tiroid göz hastalığı açısından dikkatli değerlendirme yapılmalı, kuru göz varlığı Schirmer testi, BUT, menisküs yüksekliği ve göz kırpma değerlendirmesiyle analiz edilmelidir. Lagoftalmus ve Bell fenomeni değerlendirilerek, preoperatif durum net biçimde belgelenmelidir. Görme alanı testleri, manuel elevasyon uygulanarak yapılmalı; bu sayede dermatoşalazis dışı nedenlerle oluşabilecek defektler (örneğin glokom, nörooftalmolojik patolojiler) ayırt edilebilmektedir.

Gözler primer pozisyonda iken yüksek çözünürlüklü preoperatif fotoğraflar çekilmeli; bu görseller hem cerrahi planlamada hem de medikolegal belgelerde referans olarak kullanılmalıdır. Ayrıca, palpebral fissür boyutu, üst kapak pozisyonu, kapak kıvrımı, kaş seviyesi ve frontal kas aktivitesi de dikkatle analiz edilmelidir [35].

2.6.5 **Cerrahi Teknik**

Başarılı bir blefaroplasti için periorbital anatominin detaylı bilgisi esastır. Kaş, glabella ve orta yüz yapılarının fonksiyonu ile alın, burun, şakak ve yanak bölgelerine yönelik ek işlemler, cerrahi planlamada göz önünde bulundurulmalıdır [35].

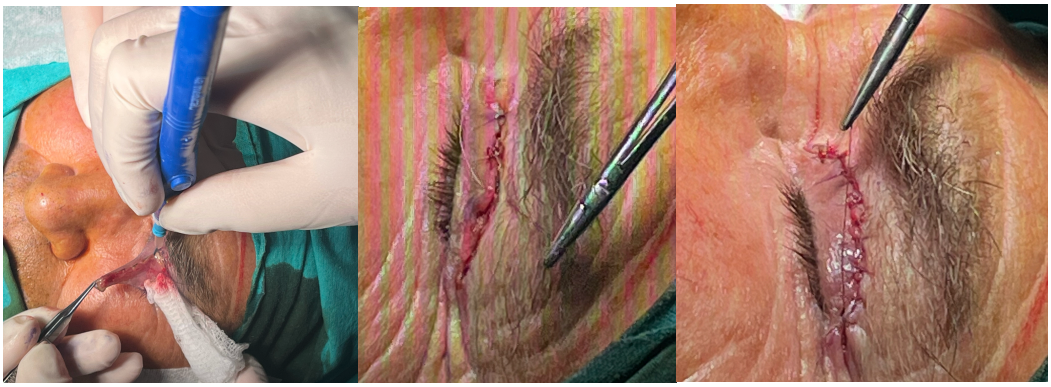
En kritik adım, fazla cilt dokusunun doğru işaretlenmesidir. Bu işlem, hasta gözlerini sıkmadan ve cilt gerginliği oluşturmadan doğal pozisyonda yapılmalıdır. Kapak kıvrımı midpupiller hizada, kirpik kenarından 10 mm yukarıdan başlanarak çizilir; çizimin iç ve dış uçları kantusların 4–5 mm yukarısında konumlanmalıdır [35]. Pinç tekniği ile fazla cilt miktarı belirlenir. Kaş altı ile kesi hattı arasında ≥10 mm ve

eksizyon sonrası kaş altı ile kapak kenarı arasında ≥20 mm mesafe bırakılması önerilir [36, 37]. Cerrahi, lokal anestezi (epinefrinli %1 lidokain) ile gerçekleştirilir. Enjeksiyon, 27G iğne ile suborbiküler alana yapılmalı, levator etkilenmemesi için derin enjeksiyondan kaçınılmalıdır [38]. Cilt insizyonu bistüri, Westcott makas, koter, RF veya CO_2 lazer ile yapılabilir. Ancak lazerin üstünlüğü gösterilmemiştir [39].

OO kas ve yağ dokusu eksizyonu hastaya göre planlanır. Pretarsal OO kas korunmalı, preseptal kas sınırlı rezeke edilebilir. Yağ eksizyonu için septum açılır; prolabe medial ve preaponevrotik yağ paketleri dikkatle çıkarılır. Aşırı santral yağ çıkarımı A-frame deformitesine, yetersiz medial yağ çıkarımı ise estetik memnuniyetsizliğe yol açabilir [40, 41].

Lakrimal bez prolabe ise, septumdan ayrılarak rime 6.0 prolen ile tespit edilebilir. Kanamalar koter ile kontrol altına alınır. Cilt 6.0 katgut, prolen veya naylon ile kapatılır. Postoperatif dönemde topikal antibiyotikli pomad uygulanır, ilk 24 saat soğuk uygulama ve baş yukarıda yatış önerilir. Sütürler 5–7 gün içinde alınır. Ödem ve morluklar 10–14 günde geriler, tam iyileşme 3–4 ay sürebilir [40, 41].

Şekil 3'te kliniğimizde gerçekleştirilen blefaroplasti hastanın intraoperatif fotoğrafları sunulmaktadır.



Şekil 3: Blefaroplasti Cerrahisi

2.6.6 **Cerrahi Komplikasyonları**

Üst göz kapağı blefaroplastisi genellikle yüksek hasta memnuniyeti sağlasa da çeşitli komplikasyon risklerini içerir [41].

Postoperatif Asimetri: Sık görülen bir komplikasyon olup, dikkatli preoperatif değerlendirme ve simetrik ölçümlerle azaltılabilir.

Erken Komplikasyonlar: İlk haftada Korneal abrazyon, kuru göz, hematom, enfeksiyon, kemozis, yara ayrışması gibi komplikasyonlar gözlenebilir. Nadiren retrobulber hemoraji ve santral retinal arter oklüzyonu gelişebilir.

Orta ve Geç Komplikasyonlar: 1–6 haftada pitozis, lagoftalmus, lakrimal disfonksiyon, strabismus görülebilir. 6. hafta sonrası ise superior sulkus deformitesi, kapak katlantı bozuklukları, hipertrofik skar, dermal pigmentasyon ve kuru göz sendromu gibi uzun vadeli sorunlar ortaya çıkabilir.

Retrobulber Hemoraji: Ağrı, görme azalması, proptozis, pupilla defekti gibi bulgular acil müdahale gerektirir. Kantotomi ve kantoliz gerekebilir.

Lagoftalmus: Genellikle geçici olup ödeme veya travmaya bağlıdır. Aşırı doku eksizyonunda kalıcı olabilir. Suni gözyaşı ve gece jelleri önerilir; ciddi durumlarda cilt grefti veya ağırlık implantı gerekebilir.

Pitozis: Preoperatif mevcut olup maskelenebilir. Aponevroz hasarı da pitozise neden olabilir.

Yara İyileşmesi Sorunları: Medial webbing, hiperpigmentasyon, skar eritemi gibi sorunlar gelişebilir. Topikal tedaviler ve antifibrotik enjeksiyonlar önerilir.

Superior Sulkus Deformitesi: Yağ dokusu kaybı ve aponevroz hasarı sonucu gelişebilir.

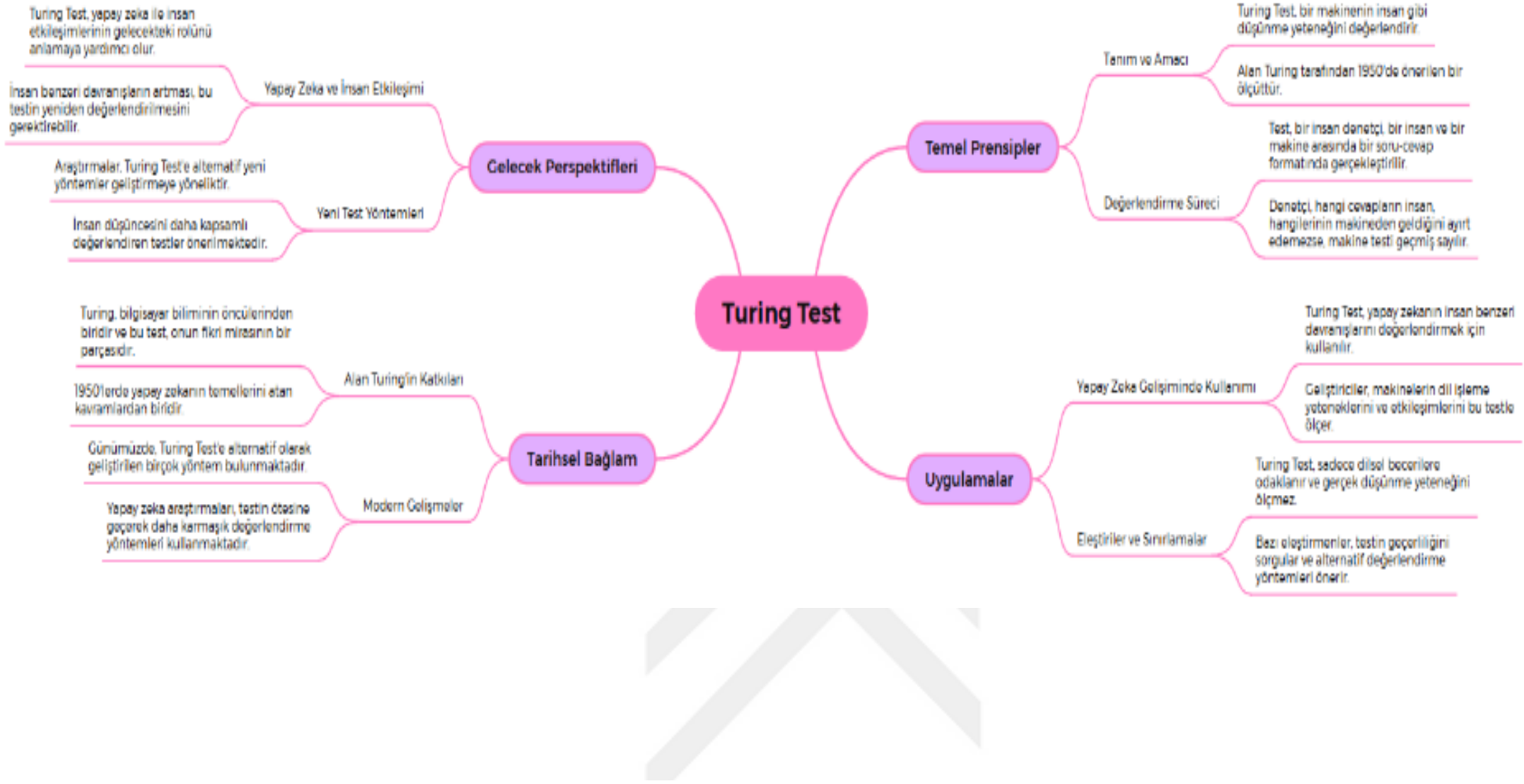
Diplopi ve Motilite Bozuklukları: Lokal anestezik yayılımı veya orbital yağ eksizyonuna bağlı olarak gelişebilir. Monoküler diplopi kuru gözle, binoküler diplopi ise üst oblik kas hasarıyla ilişkilidir [37, 42, 43].

2.7 YAPAY ZEKA (YZ)

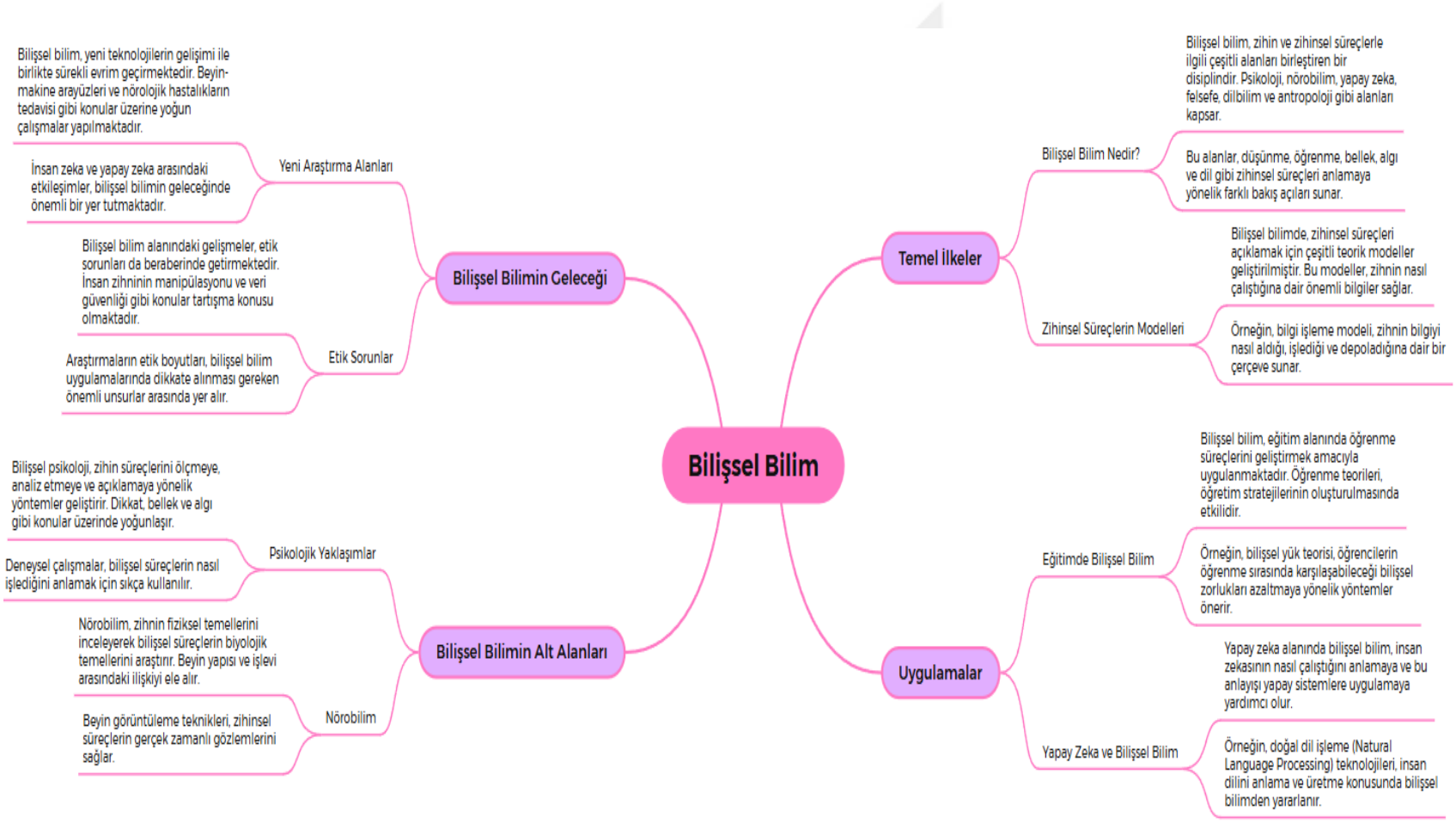
YZ, belirli hedeflere ulaşmak üzere bilgi edinme, anlama ve uygulama yeteneği gösteren sistemleri ifade eder. Zekânın kesin bir tanımı bulunmamakla birlikte, YZ genel olarak insanlar gibi düşünebilen, öğrenebilen ve problem çözebilen makinelerin geliştirilmesi çabasıdır. Aynı zamanda YZ, matematik, bilgisayar bilimi, ve bilişsel bilim gibi çok sayıda disiplini içeren hesaplamalı modeller ve zihinsel süreçlerin araştırması olarak da tanımlanabilir [44].

1940'larda Warren McCulloch ve Walter Pitts, insan beyninin sinirsel yapısını temel alan ilk matematiksel modeli geliştirerek temelini atmıştır [45]. Alan Turing, 1950'de "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu ortaya atmış ve insan ile makine ayrımını ölçmeyi amaçlayan Turing Testini önermiştir (Şekil 5) [46]. Aynı yıl Minsky, Rochester, McCarthy ve Shannon "yapay zeka" terimini kullanmış; McCarthy, 1956'daki Dartmouth Konferansı'nda YZ'yi "zeki bilgisayar programları tasarlama bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlamıştır [44,47–49]. Russell ve Norvig, Yapay Zeka: Modern Bir Yaklaşım adlı eserlerinde YZ'yi dört kategori altında sınıflandırmış; Turing ve McCarthy'nin yaklaşımını "insan gibi davranan sistemler" olarak tanımlamışlardır [46]. Haugeland 1985'de, YZ'yi "bilgisayarları düşündürme çabası" olarak açıklamıştır [48]. Bu yaklaşım, YZ'nin yalnızca teknik değil, bilişsel bilimle kesişen bir alan olduğunu gösterir. Bilişsel hesaplama, insan zihnini taklit eden sistemlerle problem çözmeyi hedefler. IBM Watson, bu yaklaşımın klinikteki önemli örneklerindendir [48]. 1956–1974'te geliştirilen erken YZ sistemleri 1974–1980 arasında duraklamıştır. 1980'lerde MYCIN gibi uzman sistemlerle alana ilgi yeniden artmıştır [50]. 1986'da geri yayılım algoritması, 2006'da DÖ (Derin Öğrenme) yaklaşımı ve 2012 ImageNet başarısı YZ'nin gelişimini hızlandırmıştır [51,52]. Özellikle sağlıkta hastalık teşhisi, ilaç geliştirme ve kişiselleştirilmiş tedavide YZ tabanlı uygulamalar (ör. AlphaFold, IBM Watson Health) ön plana çıkmaktadır [44–53].

Şekil 4: Yapay Zekanın Tarihsel Gelişmesi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)



Şekil 5: Turing Testi (Bu tez çalışması için I-Pad APP Datastructer ve chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)



Şekil 6:. Bilişsel Bilim (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

Şekil 7'de bu teknolojilerin uygulama alanları gösterilmektedir. YZ yaklaşımları, insan davranışını gözlemleyen insan merkezli ve mühendislik-matematik temelli rasyonalist modeller olarak iki ana grupta incelenir.

Şekil 7: Yapay Zekanın Alt Disiplinleri (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

Bu yaklaşımlar; insan gibi düşünme, rasyonel düşünme, insan gibi davranma ve rasyonel davranma şeklinde dört sınıfta tanımlanır ve akıllı sistem tasarımı için temel oluşturur [53–57]. Bu dört kategori ilişkilendirilmesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Akıllı sistem tasarım kategorileri

	İnsan Benzeri	Rasyonel
Düşünce	Bilişsel Bilim Yaklaşımı "İnsanlar gibi düşünen makineler"	Düşünce Yasaları Yaklaşımı "Rasyonel Düşünen Makineler"
Eylem:	Turing Testi Yaklaşımı "İnsanlar gibi davranış yapan makineler"	Rasyonel Aracı Yaklaşımı "Rasyonel davranış yapan makineler"

Bir bilgisayarın "zeki" sayılabilmesi, iletişim kurma, bilgiyi temsil etme, çıkarım yapma, öğrenme, algı gibi bilişsel yetileri yerine getirebilmesine bağlıdır [46].

2.7.1 Zayıf, Güçlü Yapay Zeka ve Yapay Genel Zeka

YZ, yalnızca belirli görevleri yerine getiren sistemlerin ötesine geçerek, bağımsız düşünme yeteneğine sahip "güçlü YZ" sistemlerini hedefler [46]. Yapay genel zeka, insan benzeri algı, muhakeme ve hareket gibi çoklu becerilere sahip

sistemleri ifade eder [54, 58]. Buna karşın “dar YZ”, yalnızca tek bir göreve odaklanır; sanal asistanlar ve navigasyon sistemleri buna örnektir [54, 59]. “Güçlü YZ” ise çok yönlü olup esnek görevler üstlenebilir; ileride bilinç geliştirebileceği öngörülse de, Penrose (1994) bu sürecin bilinç tanımındaki belirsizlik nedeniyle zor olduğunu belirtir [60, 61]. YZ sistemleri genellikle reaktif, sınırlı bellekli ve teorik düzeyde süper YZ olarak sınıflanır. Örneğin çevrimiçi medya içeriklerini kişiselleştiren algoritmalar, YZ’nin kullanıcı odaklı veri işleme kapasitesini yansıtır [54].

2.7.2 Yapay Zekanın Temel Çalışma Prensipleri

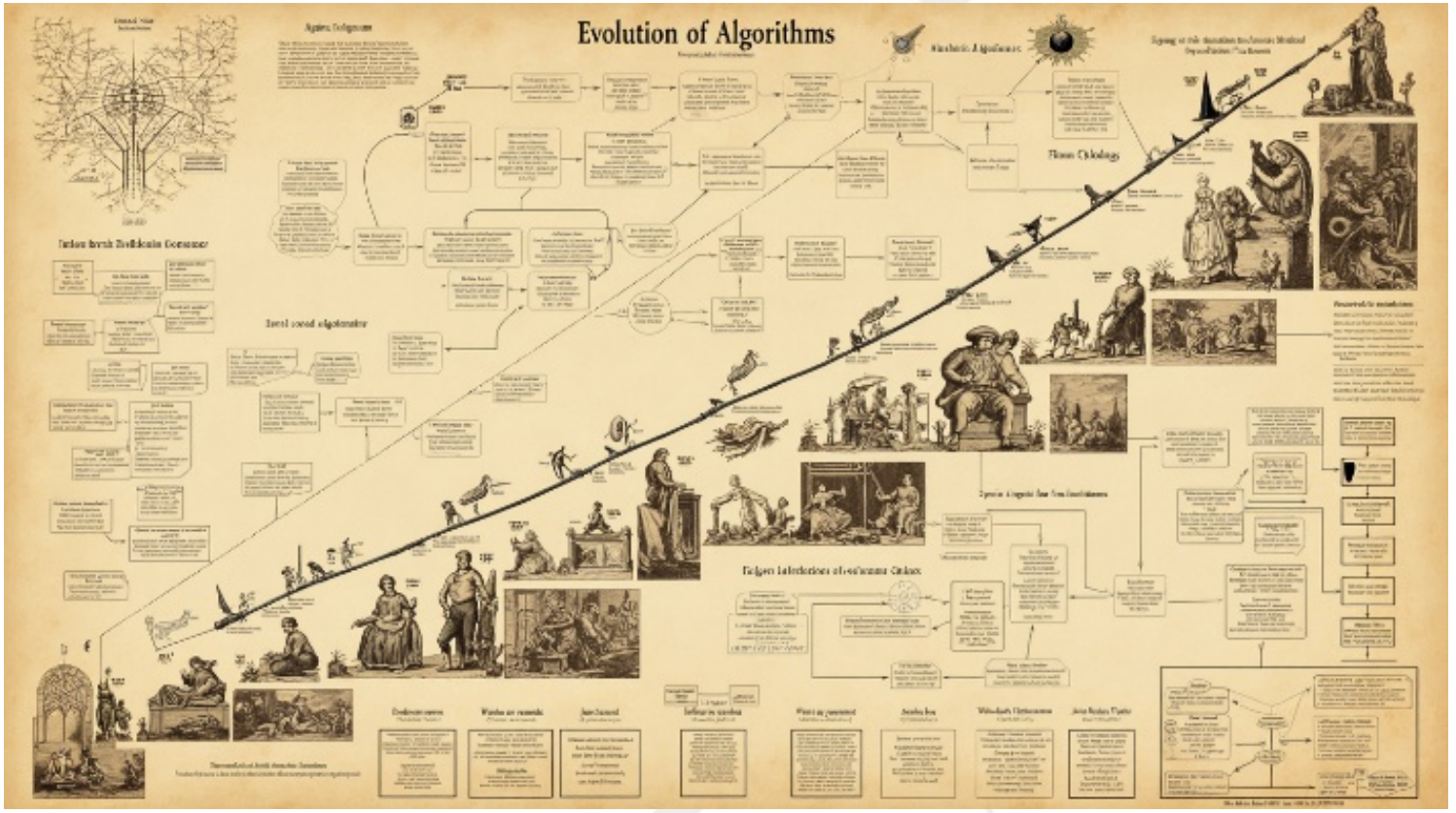
2.7.2.1 Veri Toplama ve İşleme

YZ sistemleri, metin, görüntü, video veya sensör sinyalleri gibi çeşitli veri türlerini kullanarak öğrenir. Bu veriler analiz öncesi temizlenip düzenlenerek modele uygun hale getirilir [54].

2.7.2.2 Model ve Algoritmalar

YZ teknolojisinin merkezinde, verilerden öğrenerek tahmin yapan algoritmalar bulunur. Bunlar, belirli görevleri yerine getirmek için adım adım izlenen sistematik yöntemlerdir [54]. YZ'nin gelişimi, daha verimli algoritmaların tasarımıyla doğrudan ilişkilidir. Örneğin Google’ın PageRank algoritması 1996’da, web sayfalarının önemini belirlemek için kullanılmıştır [62]. Şekil 8’de bu tarihsel gelişim sunulmaktadır. Algoritmalar, yazılımın temelini oluşturur; optimizasyon ve verimlilik, işlevselliği belirler [63]. YZ algoritmaları ise görsel algı, karar verme ve öğrenme gibi bilişsel işlevleri taklit etmek üzere YSA (Yapay Sinir Ağları) ve bilimsel kuramlar temelinde geliştirilir [62,64]. Geleneksel yazılımlardan farkları, öğrenme ve genelleme yetenekleridir. YZ algoritmaları ile geleneksel bilgisayar programlarının farkları Tablo 2’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

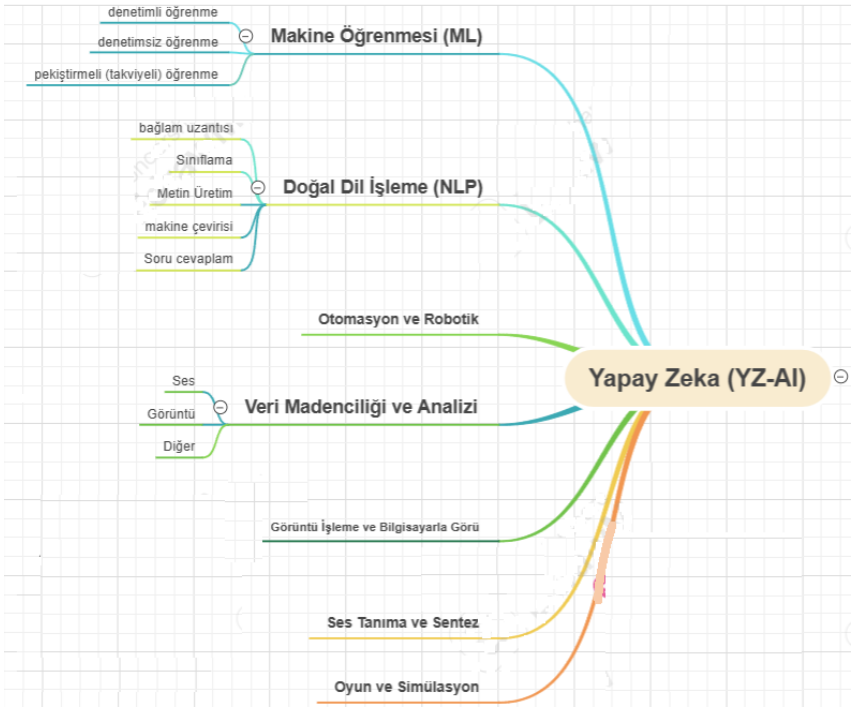
Problem çözme, algoritmik ve matematiksel analizle yürütülen; değişken tanımlama, çözüm üretme ve sürekli optimizasyon içeren dinamik bir süreçtir. Bu süreç, bilgisayar destekli sistemlerde sürekli gelişime açık bir yapıya sahiptir [52]. Şekil 9’da YZ’nın çalışma alanları grafiksel olarak sunulmuş; ayrıca MÖ ve DÖ yapısal farkları görselleştirilmiştir.



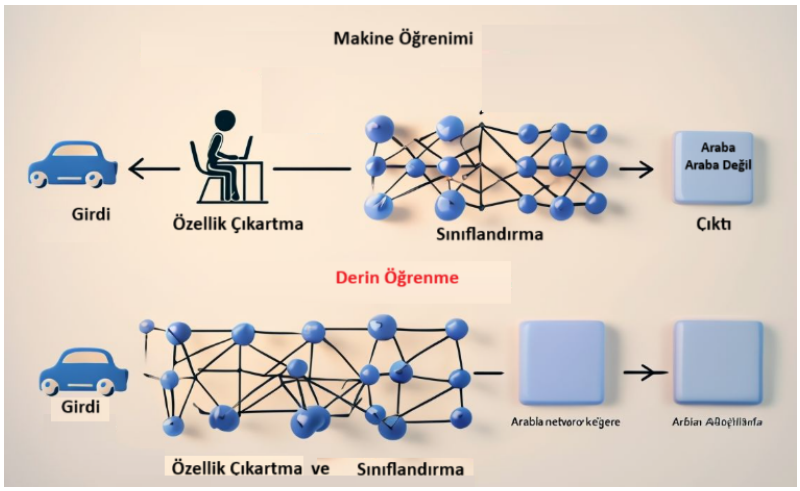
Şekil 8: Yapay Zeka Algoritmalarının Tarihi Gelişimi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

Tablo 2: YZ Algoritmalarının kıyaslamaları

Özellik	Yapay Zeka Algoritmaları	Geleneksel Bilgisayar Programları
Öğrenme Yeteneği	Verilerden öğrenir ve kendini geliştirir.	Programcı tarafından yazılan kurallarla çalışır.
Kuralların Tanımlanması	Kuralları verilerden kendi çıkarır.	Kurallar programcı tarafından önceden belirlenir.
Veri Kullanımı	Eğitilirken öğrenir ve karar verirken kullanır.	Sadece giriş olarak veri alır, öğrenme yapmaz.
Uyarlanabilirlik	Çevresel değişikliklere uyum sağlar.	Sabittir, değişiklik programcı müdahalesi gerektirir.
Karar Verme Yaklaşımı	Olasılıksal ve bulanık kararlar verebilir.	Mantıksal ve kesin kararlar verir.
Belirsizlikle Başa Çıkma	Eksik ve belirsiz verilerle çalışabilir.	Belirsizlikle başa çıkmak zordur.
Örüntü Tanıma	Daha önce görmediği örneklerde bile genelleme yapabilir.	Yalnızca tanımlanmış durumları işler.
Geri Besleme Mekanizması	Sonuçlara göre kendini geliştirir (feedback loop).	Geri besleme almaz, durağandır.
Gelişme Süreci	Sürekli öğrenir ve performansını artırır.	Kod değişmez, geliştirme için yeniden kodlama gerekir.
Karmaşıklık Yönetimi	Yüksek karmaşıklığı olan sistemlerde etkilidir.	Karmaşık sistemlerde kod yazımı zorlaşır.
İnsan Benzeri Yargılar	İnsan benzeri kararlar verebilir (bulanık mantık).	Kesin ve programcıya bağlı kararlar verir.
Kullanım Alanları	Görüntü işleme, dil işleme, öneri sistemleri vb.	Hesap makineleri, muhasebe, otomasyon sistemleri vb.



Şekil 9: Yapay Zekanın Çalışma Alt Başlıkları (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)



Şekil 10: Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenme Çalışma Yapısı (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

2.7.3 Makine Öğrenimi (MÖ)

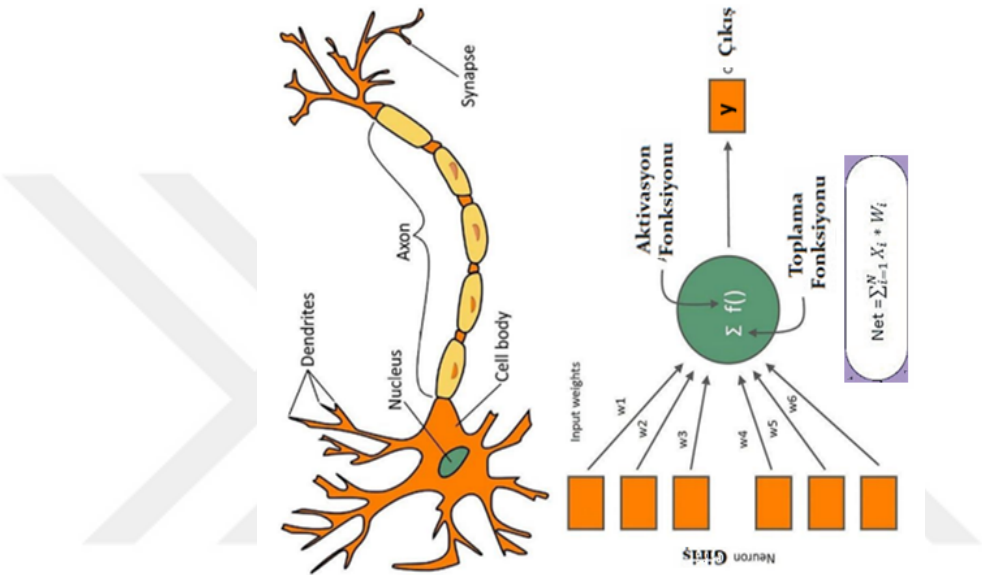
MÖ, verilerden örüntü çıkartarak tahmin ve karar süreçlerini iyileştiren algoritmalar geliştirme bilimidir. Geleneksel kural tabanlı sistemlerden farklı olarak, MÖ sistemleri verilerle kendini güncelleyebilir. Süreç; veri analizi, modelleme ve bu modele dayalı aksiyonlarla döngüsel şekilde ilerler [54,62]. MÖ yaklaşımları temel olarak üç alt grupta sınıflandırılır. Denetimli öğrenme, etiketlenmiş verilerle eğitilen modellerin, belirli hedef değişkenleri tahmin etmesini sağlar; görsel tanıma ve öneri sistemleri bu yöntemi kullanır. Denetimsiz öğrenme, etiketlenmemiş verilerde gizli örüntüleri bularak sınıflandırma ve gruplama yapar. Pekiştirmeli öğrenme ise çevreden aldığı geri bildirimlerle eylemlerini sürekli optimize eden, adaptif bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, özellikle otonom araçlar ve strateji oyunlarında başarılı şekilde uygulanmakta olup, sistemin her yeni durumdan öğrenmesini sağlar. Son yıllarda bu öğrenme türleri, öneri sistemlerinden sağlık teknolojilerine kadar birçok uygulama alanında etkin olarak kullanılmaktadır [54, 62, 65].

2.7.4 Yapay Sinir Ağları

İnsan beyninde yaklaşık on milyar nöron vardır. Aksonlar, dendritler, hücre gövdesi ve nöronlardır (Şekil 11). Nöronlar, sinaptik bağlantılar aracılığıyla öğrenir. Dendritler çevresel uyarıları alır, hücre gövdesi bunları değerlendirir. Eşik değer aşıldığında, uyarı akson yoluyla diğer nöronlara iletilir (Tablo 3) [66].

Tablo 3: Yapay Sinir Ağı Terminolojisi

Biyolojik Sinir Sistemi	**Yapay Sinir Sistemi**
Nöron	İşlem birimi (Düğüm)
Dentrit	Toplama fonksiyonu
Hücre gövdesi	Transfer fonksiyonu
Aksonlar	Yapay nöron çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

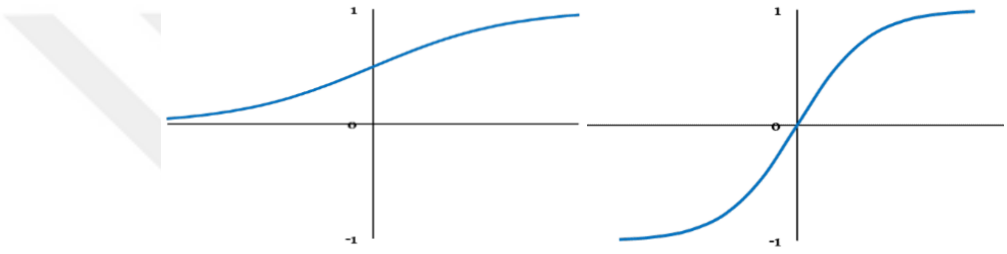


Şekil 11: Yapay Nöron

Şekil 12'de görülen YSA, biyolojik sinir ağlarını temel alarak geliştirilen ve girişleri toplayıp eşik değeri aşınca çıkış üreten yapay nöronların bağlanmasıyla oluşan, öğrenme ve örüntü tanıma gibi görevleri yerine getiren matematiksel sistemlerdir [67].

Şekil 12: Yapay Sinir Hücresinin Çalışma Mantığı (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

Yapay sinir ağlarında giriş verileri (G1,G2,...,GnG1,G2,...,Gn), ilgili ağırlık katsayılarıyla (W1,W2,...,WnW1,W2,...,Wn) çarpılarak hücreye iletilir. Ağırlıklar, girdilerin hücre üzerindeki etkisini belirler; pozitif veya negatif değerler etkinin yönünü, sıfır etkisizliği ifade eder. Toplama fonksiyonu, bu ağırlıklı girdilerin toplamını hesaplar ve net girdi değerini oluşturur. Bu değer, hücrenin eşik değeriyle karşılaştırılır. Aktivasyon fonksiyonu, net girdiyi işleyerek hücrenin çıktısını belirler; en yaygın kullanılanlar Sigmoid (0–1) ve Hiperbolik Tanjant (−1–1) fonksiyonlarıdır [68].Sigmoid ve hiperbolik tanjant fonksiyonlarına ait grafik (Şekil 13) ve eşitlikler (Denklem 1 ve 2) verilmektedir.



Şekil 13: Sigmoid ve Hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad \text{(Denklem 1)}$$

$$f(x) = \frac{1-e^{-2x}}{1+e^{-2x}} \quad \text{(Denklem 2)}$$

Yapay sinir hücresi, aktivasyon fonksiyonu sonucunda tek bir çıktı üretir. Bu çıktı hem dış dünyaya gönderilebilir hem de ağdaki diğer yapay sinir hücrelerine girdi olarak iletilebilir. Çıktı, hücreler arası bağlantılarla bir sonraki katmandaki tüm hücrelere ulaşır [68].

2.7.4.1 Yapay Sinir Ağlarının Katman Yapısı

YSA'da giriş verileri gizli katmanlarda işlenip çıktı katmanına iletilir. Gizli katmandaki işlem yoğunluğu arttıkça işlem süresi uzar ve çıktı daha geç oluşur. YSA, genel olarak üç temel katmandan oluşmaktadır (Şekil 13).

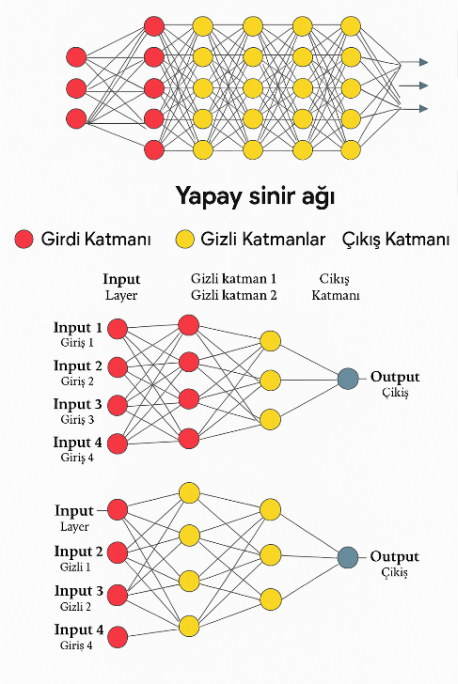
- **Girdi Katmanı:** Dış dünyadan gelen verileri doğrudan alarak ara katmana ileten YSA'nın ilk katmanıdır. Her nöron, verinin bir özelliğini temsil eder ve ara katmandaki tüm nöronlarla bağlantılıdır. Girdiler genellikle ön işleme (ör.

Min-Max normalizasyon) sonrası doğrudan aktarılır; bu katmanda hesaplama yapılmaz, sadece veri iletimi sağlanır.

$$X' = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} \quad \text{(Denklem 3)}$$

Normalizasyon eşitliklerinde x′ normalize edilmiş giriş değerini, x_{max} giriş veri setindeki en yüksek değeri, x_{min} en küçük değeri ve x giriş değerini ifade eder. Min-Max normalizasyonu 0 ile 1 arasında değerler verirken, D-Min-Max normalizasyonu 0.1 ile 0.9 arasında değerler sağlamaktadır.

- **Ara Katmanlar (Gizli Katmanlar):** Girdi katmanından alınan bilgileri işleyerek sonraki katmanlara aktarır. Öğrenme ve örüntü tanımada kritik rol oynar. Nöron sayısındaki artış, karmaşık problemleri çözme kapasitesini artırır.
- **Çıktı Katmanı:** Ara katmandan gelen verileri işleyerek nihai çıktıyı oluşturur [68]. Her hücre, önceki katmandaki tüm nöronlarla bağlantılıdır. Rejeneratif yapılarda bu çıktı, yeni ağırlıkların hesaplanmasında da kullanılır.



Şekil 14: Yapay Sinir Ağının Katmanları (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

MÖ süreci, YSA pekiştirmeli öğrenme algoritmalarıyla ağırlıklarını güncellemesiyle başlar [62]. Bu süreç sonucunda YSA, bilgiyi toplayan, saklayan ve genelleyebilen paralel ve dağıtık bir yapıya dönüşür [69]. Genelleme yetisi sayesinde, eğitimde karşılaşmadığı veriler karşısında da anlamlı çıktılar üretebilir. YSA'nın bu

mimarisi, öğrenme sonrası bazı bağlantıların devre dışı kalması durumunda dahi sistemin doğru sonuç üretmesini sağlar. Hata toleransı ve dayanıklılığını artırır [68].

2.7.4.2 Yapay Sinir Ağı (YSA) Modelleri

YSA modelleri, yapısal ve işlevsel özelliklerine göre genel olarak dört ana grupta sınıflandırılmaktadır: tek katmanlı, çok katmanlı, ileri beslemeli ve geri beslemeli YSAları.

- Tek katmanlı YSA, yalnızca bir giriş ve bir çıkış katmanından oluşur; ara katman içermez. Bu yapı, doğrusal problemleri çözmede etkilidir. [68].
- Çok Katmanlı YSA, girdi-çıktı ilişkisi doğrusal değilse, tek katmanlı yapılar bu ilişkileri öğrenemez. Karmaşık ilişkileri öğrenmek için çok katmanlı algılayıcılar geliştirilmiştir. Benzer durumlarda doğru çıktıları üretebilir [68].
- İleri beslemeli YSA, nöronlar girişten çıkışa doğru sıralanmış katmanlar halinde düzenlenir. Her hücre yalnızca bir sonraki katmandaki hücrelerle bağlantı kurar, bilgi akışı tek yönlü olarak ilerler, geri besleme bulunmaz [70].
- Geri beslemeli YSA, bilgi akışı, aynı veya önceki katmanlara da geri beslenebilir. Ağın çıktılarıyla gerçek değerler arasındaki farkın geri yayılım yoluyla katmanlara iletilmesini sağlamasıyla geri beslemeli YSA'yı doğrusal olmayan ve dinamik sistemlerin modellenmesinde etkili kılmaktadır [69,71].

2.7.5 Derin Öğrenme

DÖ, çok katmanlı YSA dayanan bir YZ yöntemidir [71]. Özellikle nesne ve konuşma tanıma gibi görevlerde ve görüntü analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. DÖ modelleri, bilgiyi katmanlar aracılığıyla hiyerarşik olarak işleyen bağlı ağlardan oluşur [46,54,72]. Şekil 15'te basit bir algoritma mantığıyla katmanlar arası yüz tanıma süreci görselleştirilmiştir.

Şekil 15: Yüz Tanımanın Katmanlarda Oluşumu

DÖ, yüksek boyutlu verilerdeki karmaşık örüntüleri öğrenme kapasitesiyle geleneksel yöntemlere üstünlük sağlamıştır [73]. Görüntü tanıma, genetik analiz, beyin devrelerinin modellenmesi ve doğal dil işleme gibi birçok alanda etkin biçimde kullanılmaktadır. Modern YZ sistemlerinde, metinden görsel oluşturma veya yüz tanıma gibi görevlerde birden fazla DÖ mimarisi birlikte çalışmaktadır [54]. DÖ'nün temelini oluşturan derin ileri beslemeli ağlar, geri besleme içermeyen yapılardır; geri bağlantıların varlığı ise modeli yinelemeli sinir ağına dönüştürür. Özellikle ESA yapıları, görüntü sınıflama gibi görevlerde yüksek doğruluk sunar [71].

2.7.6 Evrişimli (Konvolüsyonel) Sinir Ağları (ESA)

Özellikle iki boyutlu veriler üzerinde etkili çalışan bir yapay sinir ağıdır [71]. Görüntü tanıma ve analizde yaygın kullanılır. ESA tabanlı modeller, 2012 ve 2014 ImageNet yarışmalarında en başarılı sonuçları elde etmiştir [74]. Sinyal işleme, video analizi, nesne tespiti ve tıbbi görüntüleme gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır [71]. Analiz sürecinde sırasıyla: ön işleme, özellik çıkarımı ve sınıflandırma adımları gerçekleştirilir [75]. Ağ yapısında evrişim, havuzlama, aktivasyon, tam bağlı ve sınıflandırıcı katmanlar yer alır. Her katman, girdiden anlamlı öznitelikler çıkararak son sınıflandırma işlemine katkı sağlar [76].

2.7.7 Tekrarlayan Sinir Ağları (TSA)

Elman tarafından geliştirilen basit TSA modeli, dilbilim ve psikanaliz alanlarında bir yenilik olarak kabul edilmiştir [77]. TSA'lar, yalnızca mevcut girdileri değil, önceki zaman adımlarındaki verileri de dikkate alarak zaman içindeki bağıntıları öğrenebilir. Bu yönüyle, geleneksel YSA'lardan ayrılır ve ardışık verilerin işlenmesine olanak tanır. Dil modelleme, metin tamamlama ve zaman seri analizinde yaygın olarak kullanılır. Örneğin, TSA'lar bir cümledeki önceki kelimelere bakarak sonraki kelimeyi tahmin edebilir [78]. İki gruba ayrılır: iki yönlü TSA'lar [78] ve derin TSA'lar [79].

2.7.8 Uzun-Kısa Süreli Hafıza (UKSH)

TSA mimarilerinde, uzun dizilerdeki veriler arasındaki bağlam boşlukları, modelin uzun vadeli bağımlılıkları öğrenmesini zorlaştırmakta ve tahmin doğruluğunu düşürmektedir [80]. Bu sorunu aşmak için Hochreiter ve Schmidhuber tarafından UKSH mimarisi geliştirilmiştir [81]. UKSH, klasik TSA yapılarından farklı olarak

hafıza hücreleri içerir. Böylece uzun vadeli ilişkiler korunur ve bağlam kaybı önlenir. UKSH, özellikle uzun ve karmaşık dizilerde güçlü performans gösterir [75]

2.7.9 Kısıtlı Boltzmann Makinesi (KBM)

KBM, Hinton ve ekibi tarafından 1985 yılında geliştirilmiş, boyut indirgeme, sınıflandırma, regresyon ve konu modelleme gibi alanlarda kullanılan bir olasılıksal öğrenme algoritmasıdır [82]. Girdi ve gizli olmak üzere iki katmandan oluşur; her düğüm yalnızca karşı katmandaki düğümlerle bağlantılı olduğu için "kısıtlı" olarak adlandırılır [97]. Bu yapı, KBM'nin olasılıksal modeller üretmesini ve verideki örüntüleri öğrenmesini sağlar [83].

2.7.10 Derin Sinir Ağı (DSA)

KBM temel alınarak geliştirilen DSA, veri kümelerinin hiyerarşik temsillerini öğrenmeyi amaçlayan bir DÖ algoritmasıdır [75]. DSA, her biri önceki katmanın çıktısına dayalı olarak olasılıksal dağılım öğrenen ardışık KBM katmanlarından oluşur. Katmanlar sırayla eğitilerek üst düzey özelliklerin kademeli olarak öğrenilmesi sağlanır. Denetimsiz öğrenme temelli bu yapı, örüntü tanıma ve üretmede başarılıdır; katmanlar açgözlü stratejiyle eğitildikten sonra hedefe yönelik ince ayar yapılır [84].

2.7.11 Derin Oto-Kodlayıcılar

Derin Oto-Kodlayıcılar, Hinton ve Salakhutdinov tarafından 2006 yılında özellik çıkarımı ve boyut indirgeme amacıyla geliştirilmiştir [71,85,86]. İleri beslemeli YSA mimarisi üzerine kurulu bu yapılar; girdi, gizli ve çıktı katmanlarından oluşur. Gizli katman, veriyi daha az boyutta sıkıştırarak temsil eder [89–91]. Derin oto-kodlayıcılar, denetimsiz öğrenmede önemli bir rol üstlenmiş ve katmanların kademeli ön eğitimiyle optimize edilmiştir. Ancak derin yapılarda, geri yayılım sırasında hata sinyalinin zayıflaması öğrenmeyi zorlaştırabilir [71,86,88].

2.7.12 Derin Öğrenme Kütüphaneleri

MÖ algoritmaları ve bunlara yönelik yazılımlar giderek çeşitlenmektedir. Karmaşık veri analiz süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla birçok yazılım kütüphanesi geliştirilmiş; ancak çoğu problem tek bir kütüphane ile çözülemediğinden, hibrit çözümler yaygın hale gelmiştir [92]. Python, C/C++, Java ve R gibi dillerde geliştirilen TensorFlow, Keras, MXNet, Caffe ve Torch gibi DÖ kütüphaneleri, farklı ağ

mimarilerini desteklemekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır [93]. Ayrıca Caffe2, CNTK, PyTorch ve TensorFlow gibi kütüphaneler çoklu GPU (Grafik İşlem Birimi) desteğiyle yüksek performans sunar [71]. TensorFlow, veri akış grafikleriyle çalışan açık kaynaklı bir DÖ kütüphanesidir [93,94]. Caffe, Berkeley Üniversitesi tarafından geliştirilmiş, hızlı prototipleme imkanı sunan açık kaynaklı bir DÖ kütüphanesidir [75,95] Keras, Theano ve TensorFlow ile çalışan Python tabanlı, yüksek seviyeli bir DÖ arayüzüdür [75]. Torch, Lua ve Python destekli, esnek ve hızlı algoritma geliştirmeye olanak tanıyan bir kütüphanedir [93,96]. MXNet; çok sayıda programlama diliyle uyumlu çalışan bir DÖ kütüphanesidir [75]. Geniş dil desteği sayesinde farklı kullanıcı gruplarına hitap eder ve model geliştirme süreçlerinde esneklik sağlar [92]. Veri akış grafikleriyle çalışır. Yüz tanıma, tıbbi analiz, üretim kontrolü ve otonom sistemlerde çevresel algılamada yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Farklı sektörlerde kullanılan YZ araçları Tablo 4'te sunulmuştur [54].

Tablo 4: Yapay Zeka Araçları

İş Alanı	**Yapay Zeka Aracı**	**Açıklama**
Makine Öğrenimi	TensorFlow, Scikit-learn, PyTorch, Keras	Bu araçlar, MÖ algoritmalarını geliştirip eğitmek için kullanılır. Veri analizi ve model oluşturma için yaygın olarak tercih edilir.
Doğal Dil İşleme	GPT (ChatGPT), BERT, SpaCy, NLTK, OpenAI Codex	Bu araçlar, metin verisini analiz eder ve dil tabanlı görevlerde (metin oluşturma, özetleme, çeviri) kullanılır.
Görüntü İşleme ve Bilgisayarla Görü	OpenCV, YOLO, TensorFlow, PyTorch, Detectron2	Görüntü ve video verisini analiz etmek için kullanılan araçlardır. Nesne tanıma, yüz tanıma gibi uygulamalarda kullanılır.
Veri Madenciliği ve Analizi	RapidMiner, KNIME, Weka	Bu araçlar, veri madenciliği süreçlerini otomatikleştirir ve büyük veri kümelerini analiz eder. İstatistiksel analiz ve sınıflandırma için kullanılır.
Otomasyon ve Robotik	ROS (Robot Operating System), OpenAI Gym, RPA (UiPath)	Robotik süreç otomasyonu ve robotik uygulamalarda kullanılır. Fiziksel robotların kontrol edilmesi ve simülasyon yapılması için uygundur.

Ses Tanıma ve Sentez	Google Speech-to-Text, Amazon Polly, IBM Watson Speech	Sesli komutları anlayabilen ve sesli yanıtlar üretebilen araçlardır. Konuşma metni dönüştürme ve sesli asistanlar için kullanılır.
Yapay Zeka Destekli Tasarım	DALL-E, RunwayML, DeepArt, NVIDIA GauGAN	Görsel içerik üretimi ve yaratıcı tasarımlar için kullanılan araçlardır. YZ, sanat ve grafik tasarım alanında yaratıcı süreçlere yardımcı olur.
Oyun ve Simülasyon	OpenAI Gym, Unity ML-Agents, Google DeepMind	YZ'nın oyun oynama ve simülasyon oluşturma yeteneği için kullanılan araçlardır. Özellikle pekiştirmeli öğrenme uygulamaları içerir.
Sağlık ve Biyoteknoloji	IBM Watson Health, PathAI, Google DeepMind Health	Sağlık verilerini analiz eden ve hastalık teşhisi, tedavi önerileri gibi alanlarda karar destek sistemleri sunan araçlardır.
Finans ve Ekonomi	Kensho, Alpha Vantage, ZestFinance	Finansal verileri analiz eden ve öngörüde bulunan araçlardır. Yatırım stratejileri oluşturma, risk analizi gibi finansal işlemler için kullanılır.
Otomotiv ve Ulaşım	Tesla Autopilot, Waymo, Cruise	Otonom araçlar için kullanılan YZ araçlarıdır. Araçların çevreyi algılaması ve sürüş kararlarını otonom şekilde alması sağlanır.
E-ticaret ve Pazarlama	Dynamic Yield, Segment, Chatbots (ManyChat, Drift)	Müşteri verisi analiz ederek kişiselleştirilmiş pazarlama stratejileri sunan araçlardır. E-ticaret siteleri için öneri sistemleri oluşturur.

2.7.13 Derin Öğrenmede Görüntü Segmentasyonu

MÖ ve DSA bilgisayarla görme alanındaki gelişmeleri hızlandırmıştır [96]. Görüntü işleme, özellikle tıbbi verilerin analizinde kritik rol oynar. YZ ve DÖ temelli sistemler; görüntü sınıflama, nesne algılama ve segmentasyon olmak üzere üç temel analiz tekniğine dayanır [97–99]. Segmentasyon, benzer pikselleri gruplayarak anlamlı bölgeler oluşturur ve bu işlemde FCN, U-Net, DeepLab gibi DÖ modelleri yaygın şekilde kullanılır [100]. Semantik segmentasyon sınıf düzeyinde ayrım yaparken, örnek segmentasyonu nesneleri bireysel olarak tanımlar [97]. Bu teknikler, yüz tanıma sistemlerinin temel altyapısını oluşturur.

2.7.13.1 Dlib

Dlib, C++ ile geliştirilmiş, Python uyumlu açık kaynaklı bir kütüphane olup yüz tanıma ve işaretleme gibi görevlerde kullanılır [101]. HOG+ DVM(Yönlendirilmiş Gradyanlar Histogramı+ Destek Vektör Makineleri) yöntemine dayalı yüz algılama yaklaşımıyla düşük kaynak tüketimi sunarken, açısal değişimlere karşı hassasiyet gösterebilir. 68 noktalı işaretleyiciyle göz, burun ve dudak bölgelerini belirlemede yeterli doğruluk sağlar [102]. Hafifliği ve çoklu dil desteği avantaj olsa da, DÖ tabanlı modellere göre daha düşük doğruluk ve küçük yüzlerde sınırlı performans sergiler [103,104]. Dlib, DÖ tabanlı yöntemlerle kıyaslandığında, hız ve kaynak tüketiminde avantajlı olsa dahi, algılama doğruluğu açısından geride kalır. Bu yönüyle, kaynak kısıtlı ve gerçek zamanlı uygulamalarda tercih edilebilir [105,118].

2.7.13.2 Çok Görevli Basamaklı Evrişimli Sinir Ağları (MTCNN)

MTCNN, MTCNN, derin öğrenme tabanlı bir yüz algılama modelidir ve çok katmanlı yapısıyla yüz tespiti, hizalama ve işaretleme işlemlerini entegre biçimde gerçekleştirir [106]. Üç aşamalı mimaride P-Net olası yüz bölgelerini hızlıca belirler, R-Net bu bölgeleri rafine ederken O-Net, gözler dahil olmak üzere beş temel yüz işaretini hassas şekilde konumlandırır [107,108]. Küçük ve döndürülmüş yüzlerde yüksek doğruluk sağlaması modelin öne çıkan avantajıdır. Ancak daha yüksek işlem gücü gerektirir. Buna rağmen, yüz hizalama ve segmentasyon gerektiren klinik veya hassas uygulamalarda yaygın biçimde kullanılmaktadır [105,109].

2.7.13.3 DSA Yüz Tespiti

OpenCV, DSA modülü ile SSD ve ResNet-10 tabanlı yapısıyla hızlı ve gerçek zamanlı yüz algılama imkânı sunar [110]. Büyük yüzlerde yüksek doğruluk ve düşük ışık ya da karmaşık arka plan koşullarında stabil performans göstermesi önemli avantajlarındandır [111]. Ancak küçük yüzlerde tespit hataları ve yanlış pozitif sonuçlar görülebilir; bu nedenle, yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda sınırlı dikkatli kullanılmalıdır [112].

2.7.13.4 MediaPipe Yüz Tanıma

MediaPipe, BlazeFace modeliyle çalışan, gerçek zamanlı yüz algılama çerçevesidir. Mobil GPU desteği sayesinde düşük gecikmeli çalışır. Başlangıçta 468 yüz noktası sunan sistem, günümüzde 474 noktaya ulaşarak ayrıntılı yüz haritalaması sağlar [113,114]. Üç boyutlu yüz noktası çıkarımı ve düşük ışıkta yüksek performansıyla öne çıksa da küçük yüzler ve açısal varyasyonlarda sınırlamalar mevcuttur [115,116]. Dlib, HOG ve DVM tabanlı yapısıyla CPU'da (Merkezi İşlem Birimi) düşük kaynakla çalışan kompakt bir modeldir. Frontal yüzlerde etkilidir ancak poz değişimine duyarlıdır [117,118]. MTCNN, P-Net, R-Net ve O-Net katmanlarından oluşan üç aşamalı bir mimariye sahiptir. Yüz tespiti ve hizalamasında yüksek doğruluk sunar (mAP ≈ 0.92; AUC yüksek) fakat işlem süresi uzundur [119,122]. OpenCV DSA, Caffe, TensorFlow ve ONNX ile entegre çalışabilen esnek bir yapıdır [118,120]. Model tercihi, kullanım senaryosuna göre yapılmalıdır. Hız öncelikli uygulamalarda MediaPipe; doğruluk öncelikli durumlarda MTCNN; düşük kaynaklı sistemlerde ise Dlib tercih edilebilir [122]. Özetle; Dlib hafif ve CPU dostudur [122]. MTCNN, yüz hizalama ve segmentasyonda güçlü bir modeldir [122]. OpenCV DSA gerçek zamanlı performans sunar ancak küçük yüzlerde duyarlılık azalabilir [122]. MediaPipe ise 30-60 FPS (Saniye Başına Kare) arası akıcı performans; F1-skoru %85-90 olup küçük yüzler ve düşük ışıkta sınırlamalar gösterir [122,123].

Tablo 5: Yapay Sinir Ağı Performans Ölçütleri Karşılaştırması (122)

Model	**Doğruluk (%)**	**Kesinlik**	**Duyarlılık**	**F1-Skor**	**mAP**	**IoU (%)**	**AUC (ROC)**	**FPS (Frame/Sec)**
Dlib	80	0.75	0.70	0.72	0.68	60	0.74	45
MTCNN	92	0.89	0.94	0.91	0.92	82	0.96	12
OpenCV DNN	88	0.90	0.72	0.80	0.85	76	0.85	50
MediaPipe	90	0.88	0.87	0.87	0.88	79	0.90	60

3 GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 GEREÇ

Dermatoşalazis olarak da bilinen yaşa bağlı göz kapaklarının normalden daha düşük konumda olması durumu olup hem estetik açıdan hem de fonksiyonel açıdan önemli bir sağlık sorunudur. Literatürde, dermatoşalazis tedavisinin genellikle cerrahi müdahalelerle gerçekleştirildiği ve çoğu hastada başarılı sonuçlar elde edildiği bildirilse dahi tedavi yöntemlerinin etkinliği, hastanın yaşı, genel sağlık durumu ve ptozisin şiddeti gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte, dermatoşalazis ile ilgili göz kapağı işlevleri, cerrahi işlemlerden kaynaklanan sonuçlar ve uzun vadeli iyileşme süreçleri hakkında mevcut literatürde eksiklikler vardır. Bu nedenle, dermatoşalazis tedavisinde kullanılan yöntemler daha kapsamlı bir şekilde incelenmeli ve yeni yöntemler geliştirilmelidir. Bu tez, dermatoşalazis nedenlerini, tedavilerini ve hastaların klinik sonuçlarını daha iyi anlamak için yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, dermatoşalazis tedavisinde kullanılan cerrahi yöntemin YZ ile etkinliğini değerlendirmektir.

Nisan 2024 – Kasım 2024 tarihleri arasında Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Oküloplasti Departman'ında dermatoşalazis tanısıyla ameliyat edilen 25 hastanın 50 göz ve göz çevresi fotoğrafı profesyonel bir dijital fotoğraf makinesi (12 MP çift kamera sistemi ve $f/1.6$ diyafram açıklığı) kullanılarak çekilmiştir. Fotoğraflama işlemi, sabit bir odada, her bir çekim için cihaz ile hedef yüzey arasındaki mesafe 50 cm olarak belirlenmiş ve bu mesafe sürekli olarak korunmuştur. Görüntülerin doğru karşılaştırıla bilirliğini sağlamak amacıyla, çekim koşulları (aydınlatma, cihaz ayarları, hasta pozisyonu vb.) standart hale getirilmiş ve odaklama çizgileri referans alınarak dikkatlice yapılmıştır. Fotoğraf çekimleri, cihazın odaklaması optimize edilerek ve belirli bir odak uzaklığına odaklanarak gerçekleştirilmiş, böylece görsel netlik ve yüksek çözünürlük sağlanmıştır. Tüm çekimler aynı model dijital fotoğraf makinesiyle yapılmış, böylece cihaz kaynaklı değişkenlikler minimize edilmiştir. Çekimlerin netlik

açısından yüksek kalitede olması sağlanmış ve her bir görselin bozulma, bulanıklık veya odak kayması içermemesi için özel dikkat gösterilmiştir.

Araştırma için gerekli etik kurul onayı Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Müdahale Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 03.05.2024 tarihli kararı uyarınca (Bkz. Ek-1) alındı.

Bu araştırmada, cerrahi öncesi ve sonrası elde edilecek fotoğrafik verilerin toplanması ve analizi süreci, etik ilkelere sıkı sıkıya bağlı kalınarak planlanmış ve yürütülmüştür. Çalışmaya dahil edilmesi planlanan her bir bireyden, çalışmanın doğası, amacı, kapsamı ve olası riskleri hakkında kapsamlı biçimde bilgilendirme yapıldıktan sonra yazılı aydınlatılmış onam formu alınmıştır. Bu form, bireylerin yalnızca çalışmaya gönüllü olarak katılımını değil, aynı zamanda yüz bölgesine ait fotoğraf verilerinin kayıt altına alınması, analiz edilmesi ve akademik amaçlarla kullanılması konularında açık rızalarını beyan etmelerini sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

Onam süreci sırasında katılımcılara; fotoğrafların nasıl ve ne zaman çekileceği, hangi güvenlik önlemleri altında saklanacağı, kimlerle paylaşılabileceği (örneğin yalnızca araştırma ekibiyle sınırlı olmak üzere), hangi durumlarda yayınlanabileceği ve istedikleri zaman hiçbir gerekçe göstermeksizin çalışmadan ayrılma hakları olduğu detaylı biçimde açıklanmıştır. Katılımcıların mahremiyetine, kişisel verilerinin gizliliğine ve fotoğraf verilerinin anonimleştirilmesine özel önem verilmiştir. Onam formları, ulusal hasta hakları düzenlemeleri ve Helsinki Bildirgesi'nde tanımlanan etik ilkeler doğrultusunda hazırlanmıştır.

Çalışmaya yalnızca yazılı onam formunu imzalayarak tüm şartları kabul eden katılımcılar dahil edilmiştir. Bu hastalar, dermatoşalazis değerlendirmesi kapsamında önceden belirlenmiş pozisyonlandırma ve ışık koşullarına uygun şekilde, ameliyat öncesi ve sonrası fotoğraf çekimlerine tabi tutulmuşlardır. Elde edilen görsel veriler, Şekil 16'da sunulan şekilde, dermatoşalazis şiddetinin zihin haritalaması yaklaşımıyla değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Fotoğraf çekimleri sırasında mimik kontrolü ve baş pozisyonu gibi parametrelere dikkat edilerek görüntülerin standardizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır.

Çalışmaya katılmayı reddeden, onam formunu imzalamayan veya herhangi bir nedenle araştırma sürecine katılım sağlamak istemeyen bireyler, etik kurallar gereği

dışlanmış ve hiçbir şekilde veri toplama sürecine dahil edilmemiştir. Gönüllü katılım ilkesine sıkı sıkıya bağlı kalınarak yürütülen bu süreçte, hiçbir hastaya çalışmaya katılması yönünde baskı uygulanmamış; katılım tamamen özgür iradeye bırakılmıştır.

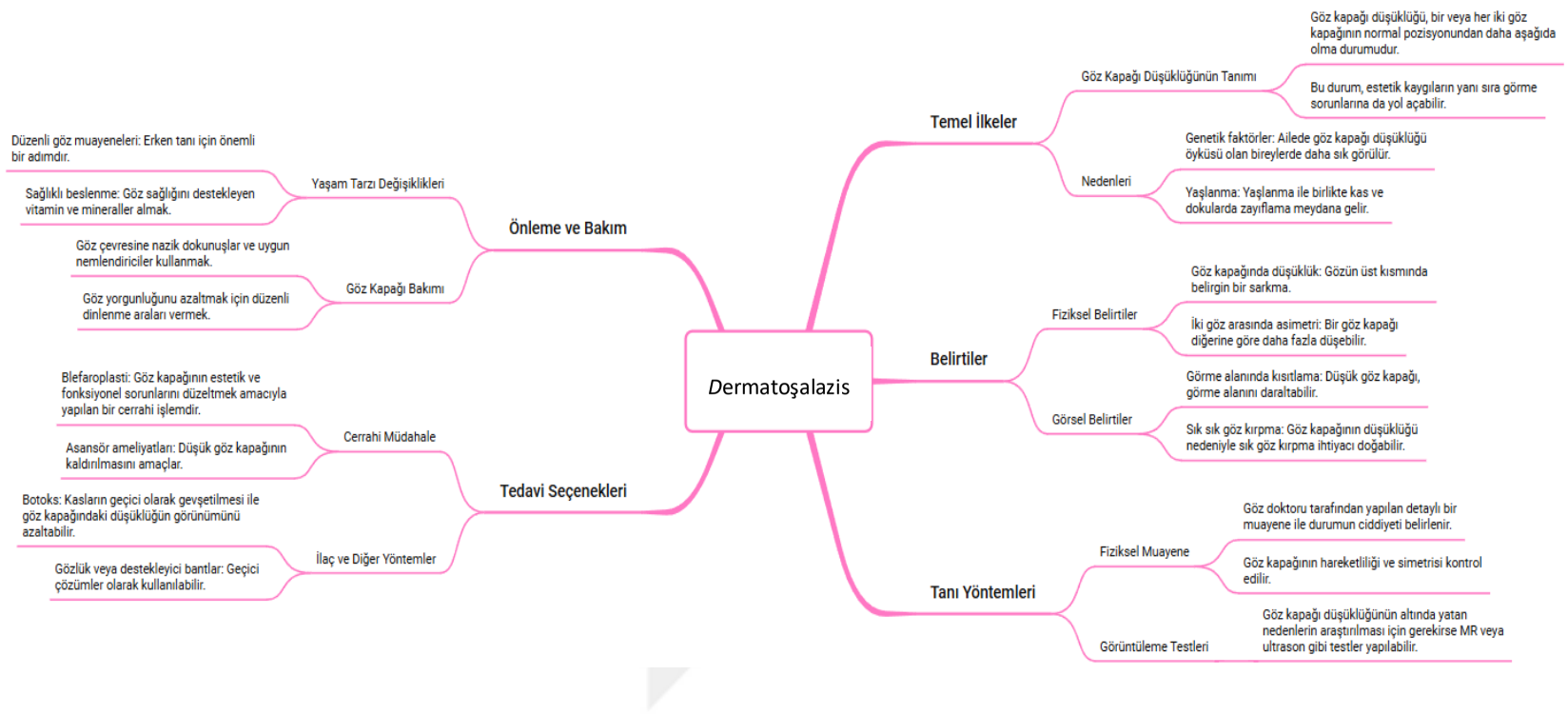
Araştırma protokolü, çalışmanın başlamasından önce ilgili kurumun Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve onaylanmıştır. Fotoğraf verilerinin toplanması, işlenmesi ve değerlendirilmesi süreçlerinin tamamı, etik kurulun belirlediği çerçeve ve hasta güvenliği ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Cerrahi müdahale öncesinde tüm hastalar, standartlara uygun şekilde kapsamlı bir oftalmolojik değerlendirme protokolüne tabi tutulmuştur. Bu protokol, hastaların genel göz sağlığının objektif olarak belirlenmesini ve cerrahiye uygunluklarının sistematik biçimde değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Muayene sürecinde ilk olarak hastaların en iyi düzeltilmiş görme keskinliği (EİDGK), Snellen eşeli kullanılarak değerlendirilmiştir. Göz içi basıncı (GİB), non-kontakt tonometri veya Goldmann applanasyon tonometrisi gibi validasyonlu tonometrik yöntemlerle ölçülmüştür. Biyomikroskopi ile yapılan ön segment muayenesinde; kornea, ön kamarada inflamasyon bulguları, iris yapısı ve lens saydamlığı gibi parametreler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Fundus değerlendirmesi, dilate pupiller altında direkt ve indirekt oftalmoskopi ile gerçekleştirilmiş; retina tabakaları, makula yapısı, optik disk sınırları ve vasküler yapı bütünlüğü açısından analiz edilmiştir.

Ayrıca, görme alanı değerlendirmesi için Humphrey Field Analyzer otomatik perimetrik analiz cihazı kullanılarak statik görme alanı testleri uygulanmıştır. Bu testler, periferik görme kayıplarının erken dönemde saptanmasını ve nörooftalmolojik disfonksiyonların ortaya konmasını sağlamıştır. Özellikle glokom veya optik nöropati gibi durumların dışlanması ya da mevcutsa evrelendirilmesi açısından bu testler kritik öneme sahiptir.

Bu bütüncül değerlendirme yaklaşımı, hem mevcut oküler patolojilerin tanımlanmasına hem de cerrahi sonuçların güvenli ve etkili şekilde öngörülebilmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 16: Dermatoşalazis için Zihin Haritalaması

İlk olarak, marjin-refleks mesafesi (MRD-1 ve MRD-2) ölçülerek, üst göz kapağının gözbebeklerine olan mesafesi değerlendirilmiştir. Bu parametre, göz kapağının fonksiyonel seviyesini objektif olarak belirlemek için kullanılır. Ayrıca, tarsal platform gösterisi (TPS) göz kapağının alt kenarının göz küresine olan ilişkisini ve tıbbi anlamda tarsal yapıların pozisyonunu incelemek için ölçülmüştür. Kaş yağ açıklığı (BFS), üst göz kapağı ile kaş arasındaki mesafeyi belirleyerek, dermatoşalazis ile ilişkili deri fazlalığının varlığı hakkında bilgi verir.

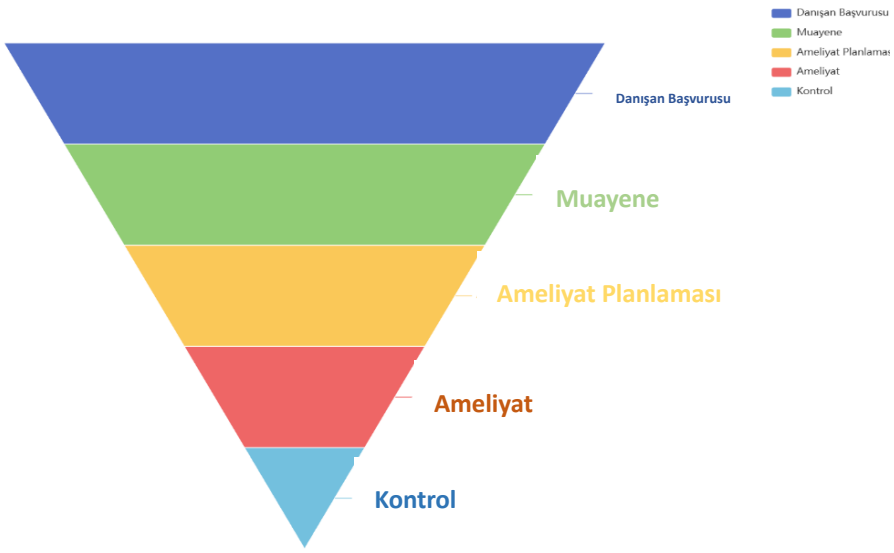
Palpebral fissür yüksekliği (PFH), göz kapaklarının açılma genişliğini ve bu alandaki asimetrileri belirleyerek, pitozisin derecesini objektif olarak ölçmeyi sağlar. Son olarak, hastaların pitozis ve dermatoşalazis arasındaki ayrımın belirlenmesi amacıyla levator fonksiyonu, üst göz kapağının kaldırılmasındaki kas fonksiyonunun değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Levator fonksiyonunun ≤5 mm düşük, 6 – 11 mm olması orta, ≥12 mm olması iyi olarak değerlendirildi. Bu parametreler bir arada değerlendirildiğinde, göz kapağı anomalisinin tipine (pitozis veya dermatoşalazis) yönelik daha kesin bir tanı konulması mümkün olmuştur.

Göz kapak aralığı, göz kapağının fonksiyonel ve morfolojik değerlendirilmesinde önemli bir parametre olup, pupilla hizasında üst ve alt göz kapakları arasındaki dikey mesafe ile ölçülmüştür. Bu ölçümde, pupilla ortasında alınan ışık refleksi, üst göz kapağı ile olan dikey mesafeyi belirleyerek MRD-1 olarak adlandırılmıştır. Benzer şekilde, ışık refleksi ile alt göz kapağı arasındaki mesafe MRD-2 olarak kaydedilmiştir.

Üst göz kapağının anatomik yapısını tanımlamak amacıyla, üst kapak kenarı ile göz kapağı kıvrımı arasındaki mesafe TPS olarak adlandırılmıştır. Bu parametre, göz kapağının tarsal levhasının pozisyonunu belirlemek için kullanılır. Ayrıca, BFS, üst kaş kıllarından birincil bakıştaki kaş kıvrımına kadar olan dikey mesafeyi ifade eder, bu da yüz estetiği ve fonksiyonel kapak hareketliliğiyle ilişkilidir.

Alt ve üst göz kapakları arasındaki dikey mesafe ise PFH olarak tanımlanmış ve bu ölçüm, göz kaslarının düzgün çalışıp çalışmadığını ve gözün normal kapanışını değerlendirmek için kullanılır.

Bu anatomik parametrelerin doğru ölçülmesi, göz kapağı fonksiyonlarını ve göz estetiğini objektif olarak değerlendirme imkânı sağlar. Ek olarak tiroid göz hastalığı, pitozis, blefarospazm, fasiyal sinir paralizisi, önceki üst yüz cerrahisi veya travması olan bireyler çalışma dışı bırakıldı.



Şekil 17: Göz Üst Kapak Blefaroplasti İşlemi (Bu tez çalışması için chatGPT kullanılarak oluşturulmuştur)

Başarılı bir üst göz kapağı blefaroplastisi uygulaması, yalnızca cerrahi becerilere değil, aynı zamanda göz kapağı ve periorbital bölgenin kompleks anatomisinin ayrıntılı olarak anlaşılmasına da bağlıdır. Bu bağlamda, supraorbital bölgeyi oluşturan kaş, glabella ve frontal yapılar ile infraorbital sınırda yer alan orta yüz anatomisi, fonksiyonel ve estetik açıdan optimal cerrahi sonuçların elde edilmesinde kritik rol oynamaktadır. Ayrıca, alt göz kapağının destekleyici fonksiyonları ve orbikular kas sisteminin sinerjik yapısı, üst kapak cerrahisinin planlamasında göz önünde bulundurulması gereken önemli unsurlar arasındadır.

Çalışmamızda gerçekleştirilen blefaroplasti işlem basamakları (Şekil 17), lokal anestezi altında, steril cerrahi koşullarda uygulanmıştır. Lokal anestezi için her hastaya üst kapak bölgesine 1 mL Jetokain (lidokain HCl ve epinefrin içeren solüsyon) infiltrasyonu yapılmıştır. Anestezi uygulama, hem ağrıyı önleme hem de cerrahi sırasında vasküler kanamayı minimalize etme amacı taşımaktadır.

Cerrahi insizyon hattı, hastanın mevcut üst kapak cilt kıvrımına paralel olacak şekilde işaretlenmiştir. Cilt kıvrımının belirgin olmadığı olgularda, insizyon çizgisi tarsal sınırdan yaklaşık 8–10 mm superiora, göz kapağının doğal estetik konturunu taklit edecek şekilde konumlandırılmıştır. Eksize edilecek cilt miktarının belirlenmesi için "pinch" testi uygulanmıştır. Bu teknikte hasta sırtüstü pozisyonda iken cerrah, baş ve

işaret parmaklarını kullanarak üst kapak derisini nazikçe sıkıştırmış; böylece göz kapağının kapanmasına engel olmayacak şekilde maksimum çıkarılabilir doku miktarı belirlenmiştir. Bu miktar cerrahi kalem ile medial ve lateral referans noktaları arasında işaretlenmiş ve bu sınırlar cerrahi plana temel teşkil etmiştir.

İnsizyon hattı doğrultusunda cilt ve preseptal orbikularis okuli kası birlikte eksize edilmiştir. Bu eksizyon, hem estetik sonuçları optimize etmek hem de preseptal kas hipertrofisi varsa bunu düzeltmek amacıyla yapılmıştır. Orbital yağ pakeleri gerekli olgularda değerlendirilmiş ve gerekli görülen olgularda hacim fazlalığı olan yağ kısımları dikkatli bir şekilde eksize edilmiştir. Bu adım, kapak dolgunluğunu azaltarak daha genç ve tanımlı bir göz kapağı konturu elde etmek amacıyla uygulanmıştır.

Cerrahi işlem tamamlandıktan sonra, insizyon hattı 5/0 Vicryl sütür ile estetik prensiplere uygun şekilde kapatılmıştır. Rezorbe olmayan sütürlerin tercih edilmemesi sayesinde, postoperatif dönemde doku reaksiyonu riski azaltılmış ve yara iyileşmesi hızlandırılmıştır. Sütürler postoperatif 7. günde, kontrol muayenesi sırasında aseptik koşullarda çıkarılmıştır. Cerrahi sonrası dönemde hastalara topikal antibiyotik pomad ve soğuk kompres önerilmiş, ödem ve ekimoz gelişimini azaltmak amacıyla baş yukarıda olacak şekilde istirahat etmeleri sağlanmıştır.

Bu cerrahi prosedür, hem fonksiyonel pitozis eşlik eden olgularda görsel alanın genişletilmesini, hem de estetik kaygı taşıyan hastalarda daha genç ve dinlenmiş bir görünüm elde edilmesini hedeflemiştir.
Özellikle asimetrik kapak anatomisi, komorbid orbital patolojiler ve periorbital doku elastikiyetindeki bireysel farklılıklar, cerrahi sonrası öngörülebilirliğin sınırlarını belirleyen önemli değişkenlerdir. Giderek daha fazla önem kazanan görüntü tabanlı analiz sistemleri, blefaroplasti gibi fonksiyonel-estetik girişimlerde hem subjektif hasta beklentilerini hem de objektif anatomik çıktıları dengeleyebilecek kanıta dayalı bir cerrahi yaklaşım sunar. Gelecekte, hasta verisi ile eğitilmiş yapay zekâ destekli simülasyon modellerinin bu tür cerrahilerde kullanılmaya başlanmasıyla, preoperatif planlamada komplikasyon öngörü algoritmaları ve kişiye özgü doku dinamiklerine dayalı cerrahi stratejiler geliştirilmesi mümkün olacaktır.

3.2 YÖNTEM

Bu çalışma, dermatoşalazis tedavisinde uygulanan cerrahi yöntemlerin etkinliğini değerlendirmek ve bu müdahalelerin hastalar üzerindeki fonksiyonel ve estetik etkilerini nesnel olarak ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında, blefaroplasti cerrahisinin sonuçlarını değerlendirmek için çeşitli klinik ve görsel parametreler dikkate alınmış; bu parametreler bilgisayar destekli görüntü işleme ve ölçüm teknikleri kullanılarak sistematik biçimde analiz edilmiştir.

Çalışma, gerçek klinik ortam koşullarında ve hasta takibinin rutin bir parçası olacak şekilde yapılandırılmıştır. Cerrahi öncesi ve sonrası dönemde elde edilen klinik veriler ile standartize edilmiş fotoğrafik görüntüler, algoritmik analiz yöntemlerine tabi tutulmuştur. Böylece, geleneksel gözleme dayalı değerlendirmelerin ötesine geçilerek, daha objektif, tekrarlanabilir ve kantitatif sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.

Tüm veri toplama süreci, Helsinki Bildirgesi ve ilgili ulusal etik yönergeler doğrultusunda gerçekleştirilmiş olup, çalışmaya dahil edilen her bir hastadan, araştırmaya katılım ve fotoğraf çekimi için yazılı aydınlatılmış onam alınmıştır. Katılımcılara çalışmanın amacı, süreci, verilerin nasıl kullanılacağı ve mahremiyet ilkeleri açıkça aktarılmış; yalnızca gönüllü katılım sağlayan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Etik kurul onayı doğrultusunda yürütülen bu süreçte, hasta haklarına ve veri güvenliğine öncelik verilmiştir.

Bu kapsamlı yaklaşım, hem cerrahi müdahalenin başarısını değerlendirmek hem de bilgisayar destekli yöntemlerin klinik oftalmoloji pratiğine entegrasyon potansiyelini ortaya koymak amacı taşımaktadır.

Bu doğrultuda, çalışmamızın yöntemini 3 temel başlıkta inceleyebiliriz.

3.2.1 Fotoğrafların Elde Edilmesi ve Gruplandırılması

Bu araştırma kapsamında, dahil edilme kriterlerini karşılayan toplam 25 hastanın klinik verileri değerlendirilmiştir. Her bir hastaya ait olmak üzere, cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası olmak üzere iki ayrı zaman noktasında çekilmiş toplam 50 yüksek çözünürlüklü perioküler fotoğraf analizde kullanılmıştır. Bu görsel veri seti, 25 preoperatif ve 25 postoperatif fotoğraf olmak üzere iki eşit gruba ayrılmıştır.

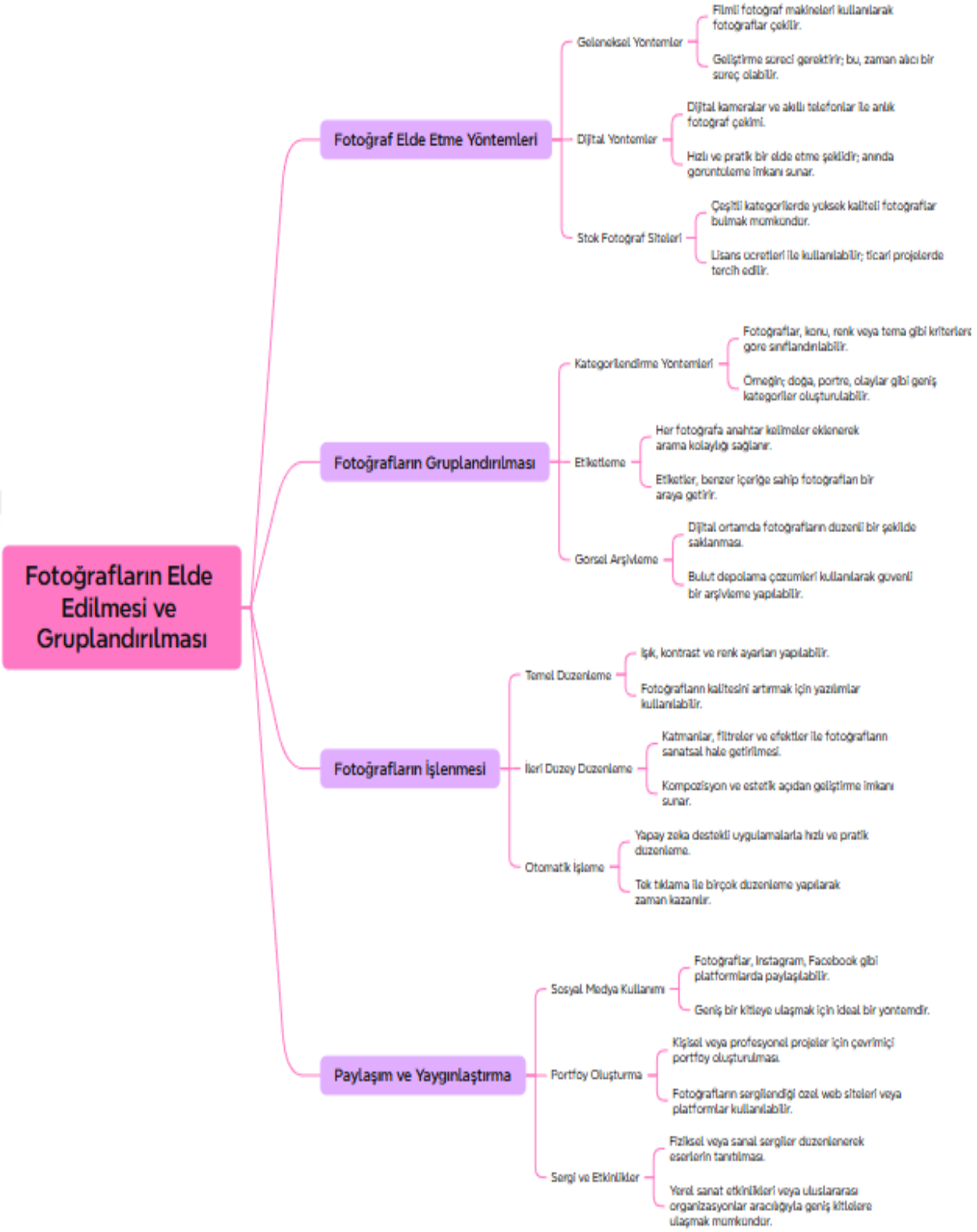
Postoperatif fotoğraflar, tüm hastaların cerrahi sonrası 2. hafta kontrol vizitleri sırasında çekilmiş olup, bu zaman dilimi doku iyileşmesinin erken fakat anlamlı evresine denk gelmektedir. Bu analiz zamanlaması, postoperatif dönemde ödem ve inflamasyonun kısmen gerilediği, ancak cerrahi etkilerin henüz maksimal doku yeniden modellemeye ulaşmadığı bir pencereyi temsil ettiğinden, erken anatomik değişikliklerin kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede, blefaroplasti sonrası doku morfolojisinde meydana gelen ilk yapısal adaptasyonların, istatistiksel olarak anlamlı biçimde saptanması ve algoritmik modellerle karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Fotoğraf çekimleri, araştırmanın nesnelliğini ve tekrarlanabilirliğini artırmak amacıyla önceden belirlenmiş protokoller doğrultusunda standardize edilmiştir. Her bir görselin aynı teknik koşullarda elde edilmesi için çekim sırasında kullanılan kamera sisteminin pozlama, beyaz dengesi, ISO, diyafram açıklığı ve enstantane hızı gibi tüm parametreleri sabitlenmiştir. Işık kaynakları sabit konumda yerleştirilmiş, yumuşak ve dağınık aydınlatma sağlayan sistemlerle gölgelenme ve parlama etkileri en aza indirilmiştir.

Ayrıca, hastaların baş pozisyonu, bakış yönü ve yüz ifadesi kontrol altında tutulmuş; çekim esnasında hastalardan nötr yüz ifadesiyle doğrudan kameraya bakmaları istenmiştir. Görsel hizalamanın tutarlılığını sağlamak adına odaklama çizgileri (örneğin glabella ve nazal dorsum referans alınarak) esas alınmış ve kamera sabit bir tripod üzerinde, belirlenen mesafe ve yükseklikte konumlandırılmıştır.

Odaklama doğruluğu ve görüntü keskinliği, her bir çekim sonrasında manuel olarak kontrol edilmiştir. Fotoğrafların yüksek çözünürlükte ve tanısal detayları barındıracak netlikte olması sağlanarak, hem klinik değerlendirme hem de bilgisayar destekli analizler için uygun nitelikte olmalarına özen gösterilmiştir.

Bu dikkatli ve protokole bağlı fotoğrafik belgeleme süreci, çalışmanın metodolojik bütünlüğünü desteklemekte ve elde edilen verilerin güvenilirliğini artırmaktadır.



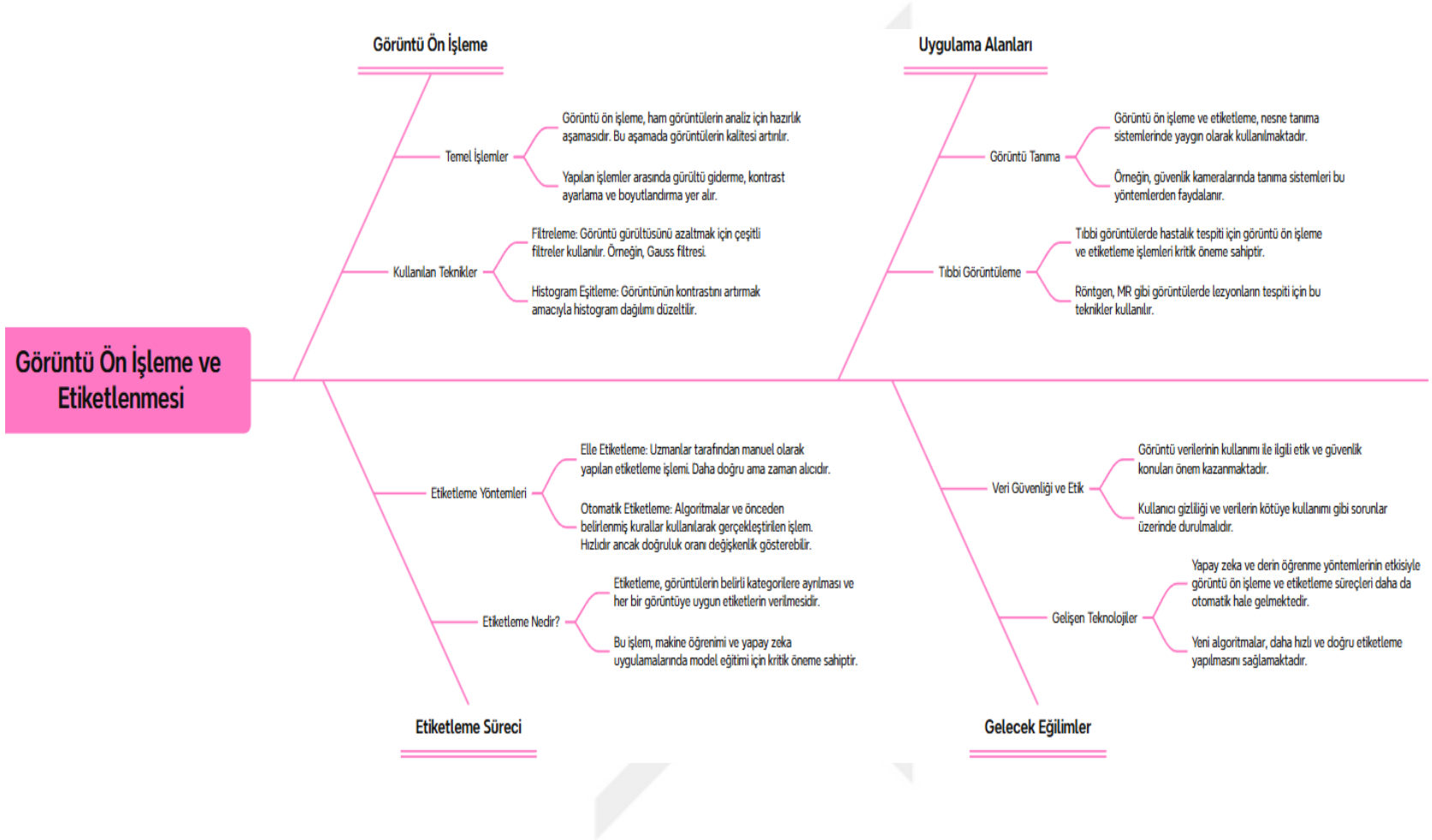
Şekil 18: Fotoğrafların Eldesi ve Sınıflandırılması İşlemi

3.2.2 Görüntü Ön İşlemesi

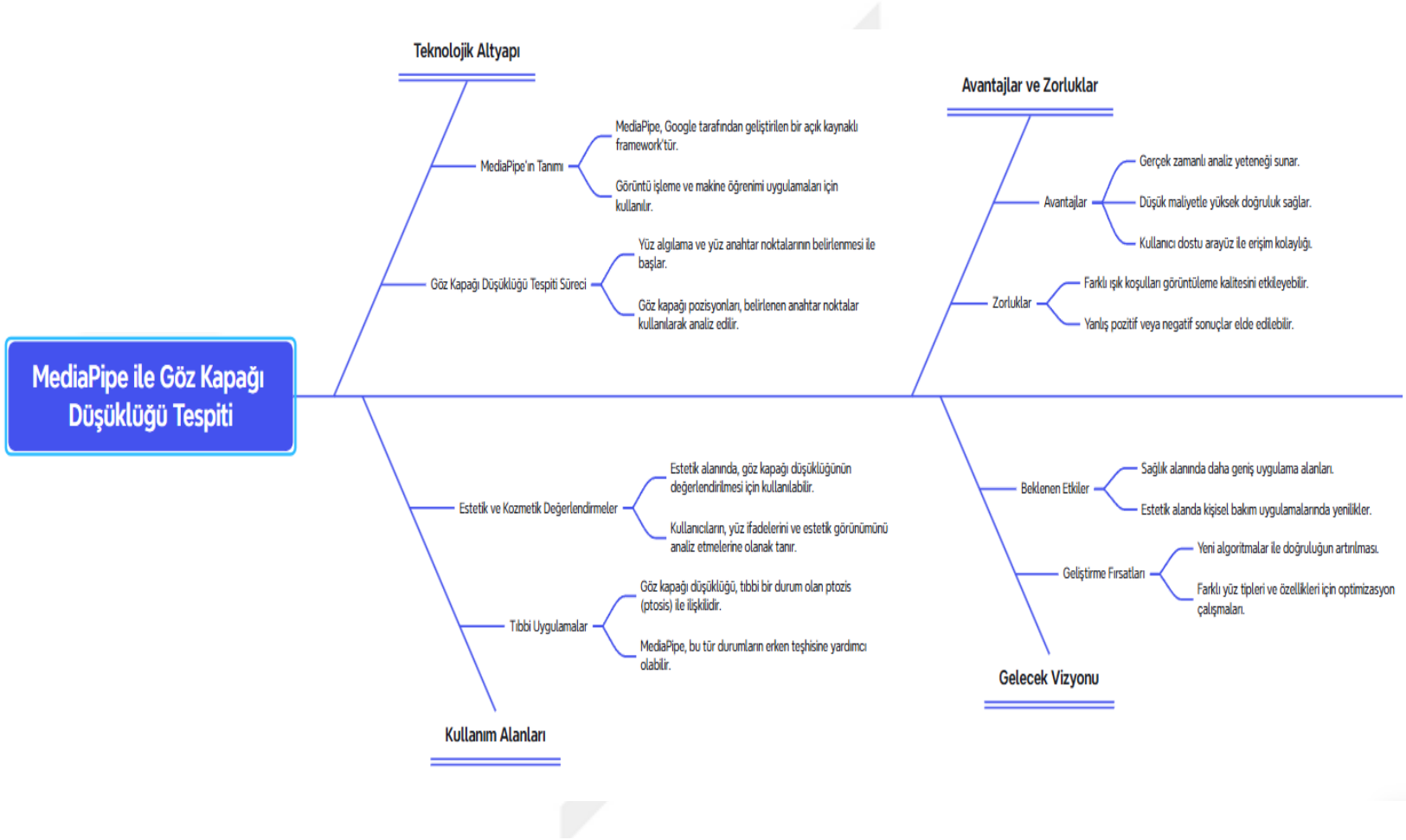
Özellikle yüz tanıma ve yüz özelliklerinin tespiti konusunda yüksek doğruluk ve verimlilik sağlayan MediaPipe, göz kapağı düşüklüğü gibi spesifik klinik çalışmalarda, göz çevresi ve yüz bölgesi analizi için oldukça uygun bir platformdur [113]. Yüz hatları, göz çevresi ve göz kapakları gibi anatomik bölgelerin hassas bir şekilde tespit edilmesi, cerrahi müdahalelerin etkilerini değerlendirirken kritik bir öneme sahiptir (Şekil 19).

Bölüm 2.7.13.4 içerisinde de verilen bilgileri bu noktada tekrar diğer ifadelerle aşağıdaki gibi belirtmemiz genel bilgilerin yöntem ile bütünlüğü açısından uygun olacaktır. Bu bağlamda, MediaPipe, Google tarafından geliştirilen bir bilgisayarla görme çerçevesi olup, yüz algılama için BlazeFace adlı hafif bir modeli kullandığı bilinmektedir. Gerçek zamanlı performans sunan ve mobil cihazlarda düşük gecikmeli çalışabilen bir sistemdir. Mobil GPU ile çalıştırılabilmesi, özellikle mobil uygulamalar ve gömülü sistemler için büyük bir avantaj sağlamaktadır. Yüz tespiti sırasında 6 temel yüz işareti noktası kullanarak hızlı algılama yapabilir ve gelişmiş Face Mesh modeli ile 468 yüz noktası çıkarımı ile başlamış [113] olup günümüzde güncel olarak 474 yüz noktası çıkarımı gerçekleştirerek detaylı yüz haritalama sunmaktadır [114].

MediaPipe, yüz noktalarının yüksek doğrulukla ve düşük işlem süresiyle belirlenmesini sağlamakta, ayrıca ön işleme ve post-işleme adımlarını kendi bünyesinde optimize etmektedir. Ancak, küçük yüz boyutlarına sahip görüntülerde (örneğin uzaktaki bireyler) tespit performansı belirli senaryolarda azalabilmektedir. Bununla birlikte, MediaPipe; düşük kaynak tüketimi, platform bağımsızlığı ve entegrasyon kolaylığı sayesinde, gerçek zamanlı yüz analizi gereken sistemlerde (örneğin mobil sağlık uygulamaları, cerrahi planlama yazılımları) ideal bir çözüm sunmaktadır [121]. MediaPipe, GPU optimizasyonu sayesinde düşük gecikmeli ve hızlı çıkarım sağlamaktadır. Yüz tespiti yanında el, vücut, iris ve dudak gibi kompleks yüz noktaları da tespit eder. Dezavantajları olarak ise, küçük yüz tespitinde sınırlamalar olabilir ve düşük ışık koşullarında stabilitesi azalabilir. Tüm bunların yanısıra, keskinlik ve duyarlılık dengesi optimum seviyededir; F1-skoru ortalama %85-90 bandındadır. Gerçek zamanlı video akışlarında 30-60 FPS arası performans sergileyebilir [122, 123].



Şekil 19:. Görüntü İşleme ve Etiketleme



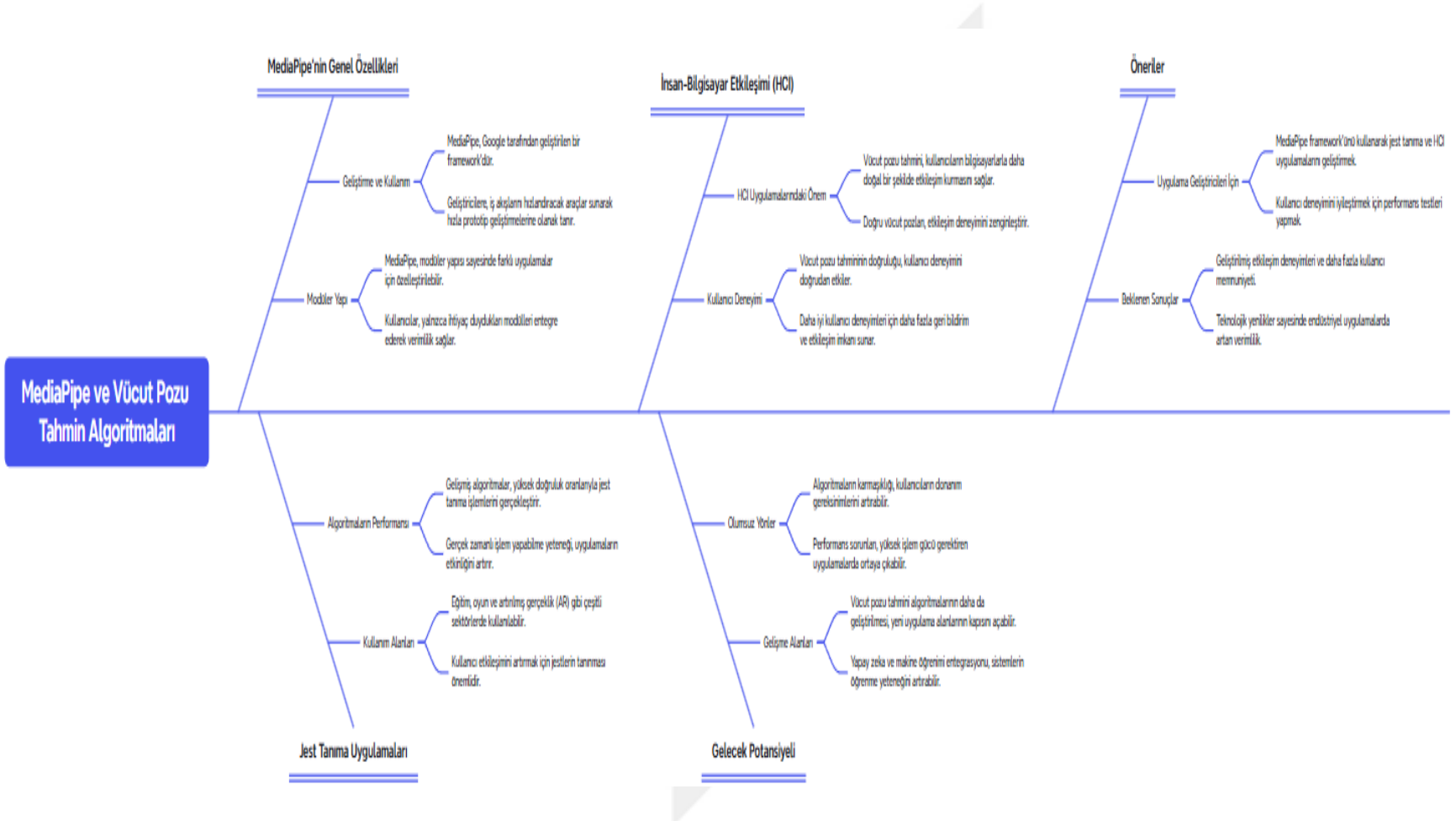
Şekil 20: Göz Kapağı Düşüklüğü ve MediaPipe

Bu bağlamda, MediaPipe'ın sunduğu yüz tespiti ve yüz mesh modelleme teknikleri, dermatoşalazise yönelik yapılan çalışmaların görsel verilerinin doğru bir şekilde işlenmesi ve etiketlenmesi için etkili bir yöntem sunmaktadır [114]. Gelişmiş algoritmalar sayesinde, fotoğraflarda yer alan göz kapağı ve göz çevresi bölgeleri, yüksek doğrulukla tespit edilebilir ve bu bölgeler üzerinde daha sonra etiketleme yapılabilir. Ayrıca, cerrahiden önce ve sonrası arasındaki farkların analiz edilebilmesi için MediaPipe ile gerçekleştirilecek görüntü ön işleme adımları (örneğin, yüz hizalama, kontrast düzeltme, ışık normalizasyonu) sayesinde görsellerin karşılaştırılabilirliği ve analitik geçerliliği artırılabilir (Şekil 20).

Bu sistem, cerrahi sonuçların objektif bir şekilde izlenmesini sağlayarak, tedavi öncesi ve sonrası göz kapağı düşüklüğü üzerindeki değişikliklerin etkili bir biçimde etiketlenmesi ve analiz edilmesine olanak tanır. Böylece, dermatoşalazis hastalarının göz kapağı hareketlerini analiz etmek için, nesne izleme algoritmaları sayesinde, video akışında nesne veya vücut parçalarının tutarlı bir şekilde takip edilmesi sağlanır. Özellikle tespit ile takip yaklaşımıyla çalışan MediaPipe, her karede nesne pozisyonunu yeniden tespit eder ve bunları zamansal olarak ilişkilendirir. Bu, göz kapağı düşüklüğünün dinamik analizini sağlarken, tedavi öncesi ve sonrası değişiklikleri izlemeye yardımcı olur. Bu yapı, video tabanlı gerçek zamanlı analiz sistemlerinde yüksek performanslı çözümler üretir [128, 129]. Dermatoşalazis değerlendirmesinde, gerçek zamanlı işleme kabiliyeti, el hareketleri, vücut hareketleri ve yüz ifadelerini düşük gecikme süreleri ile anlık olarak yorumlayabilen uygulamaların geliştirilmesini mümkün kılar [126, 128]. Bu sayede, dermatoşalazis tanısında ve ameliyat sonrası rehabilitasyon izlemelerinde göz kapağı hareketlerinin anlık olarak değerlendirilmesi, interaktif sistemler ve canlı video analiz uygulamalarıyla hasta takibini kolaylaştırır. Özellikle rehabilitasyon izleme çözümleri ve dinamik artırılmış/sanal gerçeklik uygulamalarında sistemin pratik uygulanabilirliğini artırır [115, 116, 126, 128].

3.2.3 **Görüntünün Etiketlenmesi**

MediaPipe, DÖ ve bilgisayarla görme teknolojilerini kullanarak gerçek zamanlı olarak vücut hareketlerini, el işaretlerini, yüz ifadelerini ve genel nesne özelliklerini yüksek doğrulukla algılar ve böylece el hareketleri ile mimiklerin hassas bir şekilde izlenmesine olanak tanır [125, 126].



Şekil 21: MediaPipe Uygulama alanları

MediaPipe, özellikle jest tanıma ve insan-bilgisayar uygulamalarında sağlam ve optimize edilmiş vücut pozu tahmin algoritmaları sunar (Şekil 21). Kütüphane hem statik görüntülerde hem de dinamik video akışlarında, insan vücudunun çeşitli eklemlerini ve bağlantılarını (örneğin, omuz, dirsek, bilek, kalça, diz, ayak bileği) modelleyen üç boyutlu anahtar nokta yüz işaret verilerini çıkartır. Bu veriler, insan hareketlerinin parametrik olarak analiz edilmesi ve modellenmesine olanak sağlar. Özellikle yüz haritalama ve el takibi gibi modülleri sayesinde, yüz üzerindeki 474 adet belirgin yüz işaret bölgesi ve el üzerindeki 21 adet anahtar noktayı yüksek hassasiyetle tespit edebilir [114]. Böylece, MediaPipe, özellikle biyometrik analiz, kullanıcı etkileşimi, rehabilitasyon uygulamaları ve artırılmış gerçeklik gibi alanlarda kritik bir araç olarak kullanılabilmektedir. [125, 126]. Özellikle yüz ifadesi tanıma ve duygusal durum analizine yönelik uygulamalarda, duygusal durumların sınıflandırılması için kritik öneme sahip olan mikro ifadeleri ve yüz hareketlerini doğru bir biçimde tespit eder. Böylece insan-bilgisayar etkileşimi ve duygusal YZ sistemlerinin gelişimine katkı sağlar [127].

Bunun yanı sıra, MediaPipe'ın genel nesne algılama modülleri, işaret dili tanıma, jest tabanlı kullanıcı arayüzleri ve hareket kontrollü sistemler gibi geniş yelpazedeki uygulamalarda kullanılabilmektedir [128, 129]. Nesne izleme algoritmaları sayesinde, video akışında nesne veya vücut parçalarının tutarlı bir şekilde takip edilmesi sağlanır. Özellikle Tespit ile Takip yaklaşımıyla çalışan MediaPipe, her karede nesne pozisyonunu yeniden tespit eder ve bunları zamansal olarak ilişkilendirir. Bu yapı, video tabanlı gerçek zamanlı analiz sistemlerinde yüksek performanslı çözümler üretir. [128, 129]. En güçlü yönlerinden biri olan gerçek zamanlı işleme kabiliyeti, el hareketleri, vücut hareketleri ve yüz ifadelerini düşük gecikme süreleri ile anlık olarak yorumlayabilen uygulamaların geliştirilmesini mümkün kılar [126, 128]. Bu özellik, etkileşimli sistemler, canlı video analiz uygulamaları, rehabilitasyon izleme çözümleri ve dinamik arrtırılmış/sanal gerçeklik uygulamalarında sistemin pratik uygulanabilirliğini artırır. [126, 128].

MediaPipe, çapraz platform desteği sunarak mobil cihazlar (Android, iOS) ve masaüstü sistemlerde (Windows, Linux, macOS) dahil çeşitli platformlara aynı işlevselliği koruyarak entegre edilebilir [130]. Bu esneklik yani platformlar arası uyumluluk, geliştiricilere farklı cihazlar ve işletim sistemleri arasında (heterojen donanım ortamlarında) tutarlı bilgisayarla görme uygulamaları oluşturma imkanı

sağlar [130]. Ayrıca, TensorFlow, PyTorch gibi MÖ çerçeveleriyle sorunsuz bir şekilde entegre olan MediaPipe, ESA ve UKSH gibi DÖ modelleriyle birleştirilerek zaman serisi verilerinin analizi, hareket tahmini ve dinamik durum izleme gibi bilgisayarla görme sistemlerinin doğruluğunu ve yeteneklerini artırır [126, 128].

Kısacası, MediaPipe el ve vücut pozu tahmini, yüz özelliği algılama, nesne izleme ve gerçek zamanlı işleme gibi konularda kapsamlı, optimize edilmiş bir araç seti sunarak hesaplamalı görme alanında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle gerçek zamanlı düşük gecikmeli işleme, yüksek hassasiyetli üç boyutlu yüz işaret bölgesi tespiti ve esnek modüler mimarisi, MediaPipe'ı hesaplamalı görme ve insan-bilgisayar etkileşimi alanlarında kritik bir teknoloji haline getirmiştir. Çapraz platform uyumluluğu ve MÖ modelleriyle derin entegrasyonu, MediaPipe'ı çoklu cihazlarda ölçeklenebilir, verimli ve yüksek doğrulukta bilgisayarla görme uygulamalarının geliştirilmesinde ön plana çıkarmaktadır.

Öte yandan, OpenCV, 1999 yılında Intel tarafından başlatılmış ve görüntü işleme, nesne tanıma ve video analizi gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılan açık kaynaklı platformlar arası çalışabilen, yüksek performanslı bir bilgisayarla görme ve görüntü işleme kütüphanesidir. Ücretsiz olarak sunulan ve geliştirilebilir bir yapıya sahip olan OpenCV, Windows, Linux, macOS, Android ve iOS gibi çeşitli platformlarda çalışabilme özelliği sayesinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. C++, Python ve Java gibi popüler programlama dillerini destekleyen bu kütüphane, görüntü işleme, video analizi, nesne tanıma ve MÖ gibi alanlarda kapsamlı fonksiyonlar sunmaktadır.

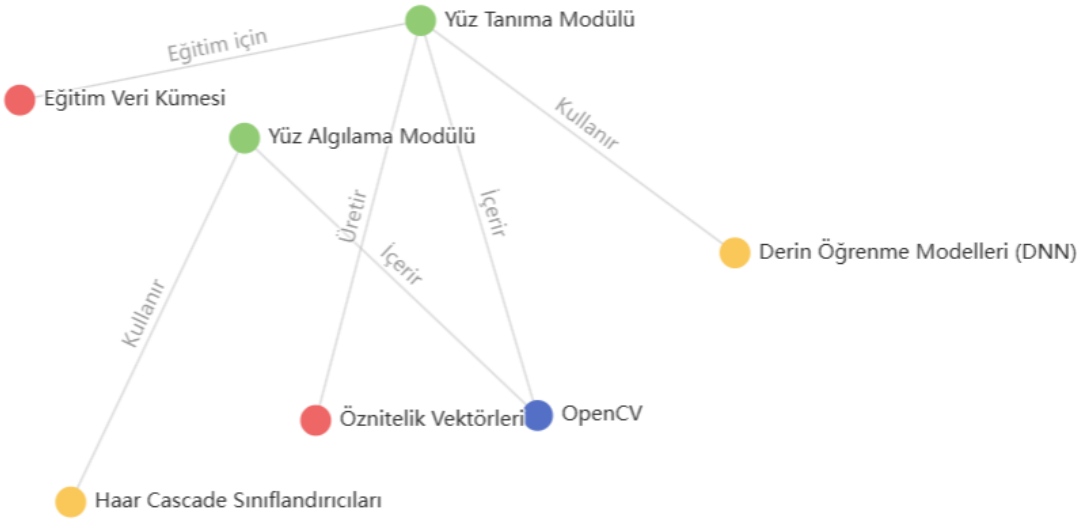
OpenCV, görüntü işleme alanında temel işlemler olan yeniden boyutlandırma, döndürme, filtreleme ve kesme gibi görevleri yerine getirebilirken, nesne tanıma ve izleme konusunda nesnelerin tespit edilmesini, takip edilmesini ve sınıflandırılmasını sağlamaktadır. Video analizi ile hareket algılama ve nesne takibi gibi işlemleri gerçekleştiren kütüphane, yüz tanıma teknolojileriyle de yüzlerin tespit edilmesi, tanınması ve analiz edilmesine olanak tanımaktadır. MÖ desteği sayesinde görüntü verileri üzerinde modellerin eğitilmesi ve kullanılması mümkün hale gelirken, otonom araçlar için şerit tespiti, trafik işareti tanıma ve engel algılama gibi kritik işlevler sunmaktadır. Güvenlik ve gözetim sistemlerinde nesne tespiti, insan takibi ve olay algılama süreçlerini destekleyen OpenCV, tıbbi görüntüleme alanında da hastalık tespiti ve hasta takibi gibi önemli görevlerde kullanılmaktadır.

Kütüphanenin temel işlevleri arasında görüntü okuma ve yazma işlemleri, Görüntü boyutlandırma, döndürme, kırpma, gri tonlamaya dönüştürme ve farklı renk uzaylarına dönüşüm, bulanıklaştırma ve keskinleştirme, histogram eşitleme ve kontrast iyileştirme gibi görüntü dönüşümleri yer almaktadır. Kenar tespiti fonksiyonları sayesinde farklı algoritmalar sunarak, görüntülerdeki nesne sınırlarının belirlenmesini ve segmentasyon aşamasında temel verilerin elde edilmesini sağlar. Nesne tespiti ve sınıflandırması için klasik yöntemlerden (Haar Cascade, HOG + DVM) DÖ tabanlı modellere (YOLO, SSD, Faster R-CNN gibi framework entegrasyonlarıyla) kadar farklı yaklaşımlar desteklenir. Böylelikle, görüntülerdeki nesnelerin sınırları belirlenebilirken, nesne tespiti algoritmaları yüzler ve araçlar gibi belirli nesnelerin tanınmasını sağlar [119]. Video işleme yetenekleri ise video akışlarının okunması, işlenmesi ve kaydedilmesi gibi görevleri yerine getirmektedir. Geniş özellik yelpazesi ve güçlü algoritmalarıyla OpenCV, görüntü işleme ve bilgisayarla görme alanlarında etkili çözümler sunarak birçok sektörde önemli bir rol oynamaktadır.

OpenCV, video işleme alanında video akışlarını okuma, kare bazlı işleme ve kayıt işlemleri gerçekleştirebilme yeteneğine sahiptir. Hareket algılama, arka plan çıkarımı, optik akış analizleri ve nesne takibi modülleri, video tabanlı uygulamalarda dinamik analiz süreçlerine olanak sağlar. Özellikle, Kalman Filtreleri ve CamShift/MeanShift algoritmaları gibi nesne takip algoritmaları, gerçek zamanlı izleme uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

OpenCV, bünyesindeki MÖ modülü ile klasik MÖ algoritmalarını (DVM, Karar Ağaçları, K-En Yakın Komşu vb.) desteklemenin yanı sıra, dışsal yapılarla entegrasyon yoluyla DÖ modellerinin OpenCV tabanlı projelere dâhil edilmesini sağlar. Bu entegrasyon, görüntü sınıflandırma, obje algılama ve semantik segmentasyon gibi bilgisayarla görme görevlerinde ESA tabanlı gelişmiş çözümler üretir.

Dermatoşalazis tespiti, MRD ve PFH gibi kritik parametrelerin ölçümüyle cerrahi planlamada merkezi bir rol oynar. OpenCV tabanlı görüntü işleme algoritmaları, bu oküler yapıları hassas şekilde segmente ederek dermatoşalazis derecesini objektif olarak kantifiye eder. Gelecekte, ESA gibi derin öğrenme modelleri, bu ölçümlerin doğruluğunu artıracak ve cerrahi sonrası öngörülebilirliği, kişiye özgü doku dinamikleri bağlamında optimize edecektir.



Şekil 22: OpenCV'nin yüz algılama modüllerinin ilişkilendirilmesi

OpenCV'nin yüz tanıma ve yüz hatırlama modülleri, yüzlerin tespiti, tanınması ve yüz üzerindeki karakteristik noktaların belirlenmesi gibi görevleri gerçekleştirebilir. Bunu DÖ destekli yüz algılama için DSA modülünü sunarak, yüz tespiti için güçlü ve hızlı bir çözüm sağlar. OpenCV DSA modülü, tek aşamalı çoklu nesne algılayıcı (SSD) ve ResNet-10 modelini kullanarak gerçek zamanlı yüz algılama yapabilir [110]. En büyük avantajlarından biri hızlı ve gerçek zamanlı çalışabilmesidir. Özellikle büyük yüzleri doğru bir şekilde tespit etme yeteneği sayesinde yüz tanıma ve izleme uygulamalarında etkili bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, düşük ışık koşullarında ve karmaşık arka planlara karşı dayanıklı olması, modelin çeşitli ortamlarda güvenilir çalışmasını sağlar [111]. Bu bağlamda, Dlib ve MediaPipe gibi kütüphaneler, yüz işaret noktası tespiti, mimik analizi, duygusal durumun sınıflandırılması ve biyometrik kimlik doğrulama gibi çok yönlü görevlerde sıklıkla tercih edilen araçlar haline gelmiştir. Bu kütüphaneler, gerçek zamanlı yüz izleme ve 3B yüz yapılarının analizi gibi ileri düzey uygulamaları mümkün kılarak, insan-bilgisayar etkileşimi ve dijital sağlık alanında önemli katkılar sunmaktadır.

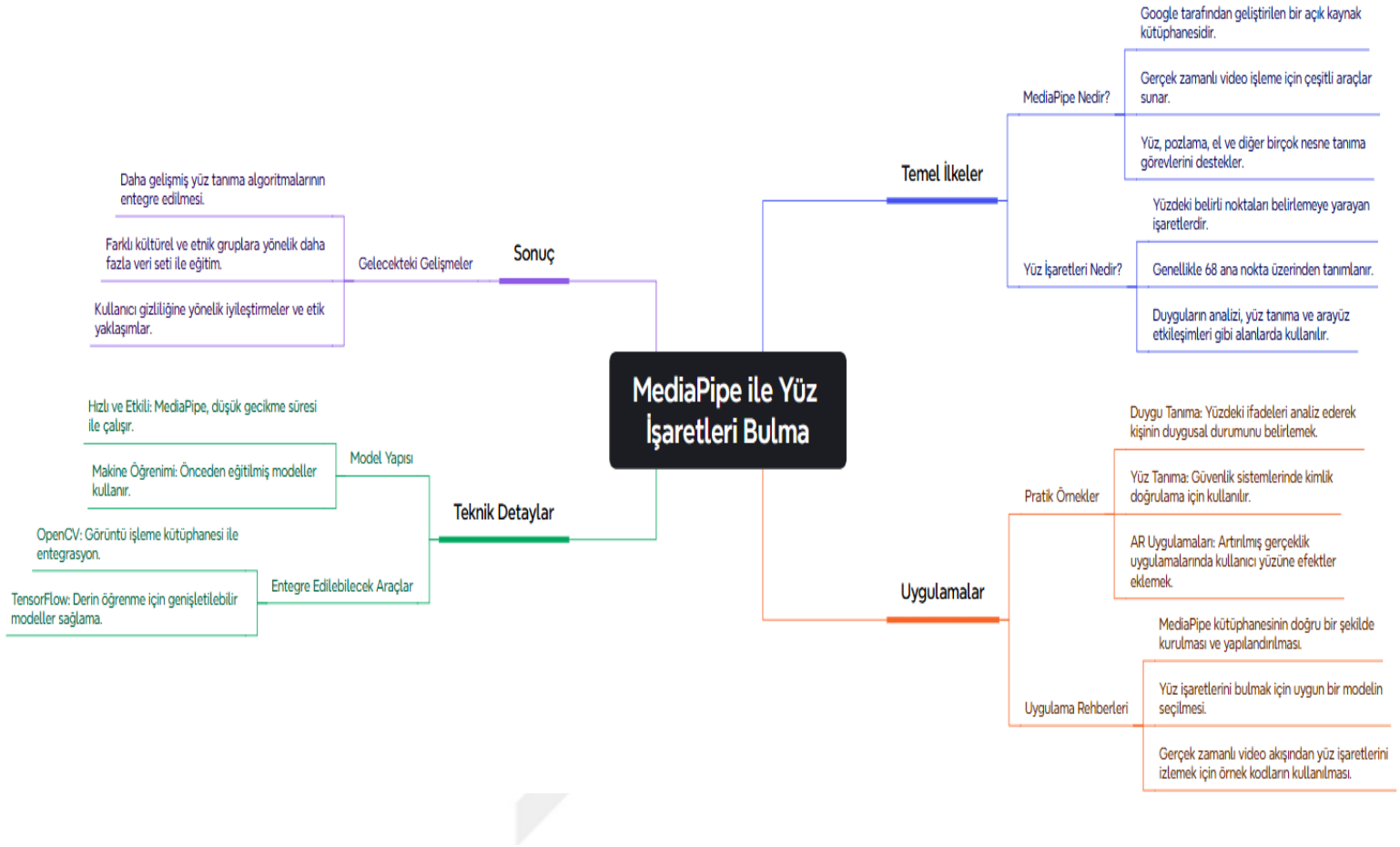
Öte yandan, OpenCV, özellikle tıbbi görüntü analizi süreçlerinde görüntü iyileştirme, ön işleme, gürültü azaltma, kenar belirleme ve bölütleme gibi işlemler için destekleyici yazılım bileşeni olarak kritik bir rol üstlenmektedir. Bu kütüphane, klasik görüntü işleme teknikleri ile YZ temelli model çıktılarının entegrasyonuna olanak

tanımakta, böylece hastalık teşhisi, patolojik lezyon sınıflandırması ve anatomik yapıların segmentasyonu gibi uygulamalarda kullanılabilirliği artırmaktadır.

Yürütülen analizler doğrultusunda, söz konusu kütüphanelerin özellikle oftalmoloji, estetik-plastik cerrahi (ör. blefaroplasti uygulamaları) ve nörolojik rehabilitasyon gibi disiplinlerde hem tanısal değerlendirme hem de tedavi sürecinin nicel analizine olanak sağladığı tespit edilmiştir. Bu teknolojiler, yüz bölgesine ait anatomik yapıların hassas biçimde izlenmesini ve cerrahi girişimlerin objektif olarak değerlendirilmesini mümkün kılarak, klinik karar verme süreçlerinde tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir (Şekil 22).

Yüz analizi uygulamaları, sağlık alanında büyük katkılar sunsa dahi, bu sistemlerin kullanımında mahremiyet, veri güvenliği ve algoritmik şeffaflık gibi etik sorumluluklar da göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle klinik kararların desteklenmesinde kullanılan YZ modellerinin açıklanabilir olması hem hasta güvenliği hem de hekim sorumluluğu açısından kritik önemdedir.

Etik ve politik bağlamda değerlendirildiğinde, YZ destekli yüz tanıma ve analiz sistemlerinin klinik kullanım alanları genişledikçe, bu teknolojilerin denetlenebilirliği, açıklanabilirliği ve bireysel haklara etkisi daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle sağlık sektöründe kullanılan YZ tabanlı karar destek sistemleri, yalnızca teknik doğruluğu ile değil, aynı zamanda insan özerkliği, onam alma süreçleri, veri mahremiyeti ve algoritmik önyargı gibi temel etik ilkelerle de uyumlu olmalıdır. Bu kapsamda, YZ'nin önerdiği sonuçların hangi veriler üzerinden ve nasıl bir modelleme ile üretildiği hem hekimlerin hukuki sorumluluklarını hem de hastaların bilgiye erişim hakkını doğrudan etkilemektedir. Klinik karar süreçlerine giderek daha fazla entegre olan bu sistemlerin, açıklanabilir YZ ilkeleriyle yapılandırılması, hekim-hasta ilişkisinde güvenin korunması ve teknolojik şeffaflığın sağlanması açısından zorunludur. Ayrıca, etik kurullar ve düzenleyici kurumların, bu tür sistemlerin geliştirme ve kullanım süreçlerini yalnızca performans göstergelerine değil, aynı zamanda sosyal etki ve bireysel haklar perspektifinden de denetlemesi gerekmektedir. Sağlık politikalarının, bu teknolojilerin sınıfsal ayrım, fırsat eşitsizliği ve dijital bölünme yaratmasını engelleyecek biçimde yönlendirilmesi, teknolojinin kapsayıcı ve adil bir çerçevede toplum yararına kullanılabilmesinin temel güvencesidir.



Şekil 23: MediaPipe ile Yüz Işaretleri Bulma

MediaPipe, yüz işaretlerini bulmak için karmaşık bir ardışık düzen kullanır. Bu süreç, öncelikle yüz algılama ile başlar ve BlazeFace yüz algılama modeli sayesinde görüntü veya video çerçevesinde yüzün konumu belirlenir. Ardından, yüz işaretleri tahmini adımı devreye girer ve Mesh modeli kullanılarak yüzün 474 adet üç boyutlu yüz işareti tahmin edilir. Bu işaretler, yüzün farklı özelliklerini temsil ederek gözler, burun ve ağız gibi noktaları kapsar. Son aşamada, yüz işaretlerinin zaman içinde tutarlı ve pürüzsüz bir şekilde takip edilmesi sağlanır. Bu süreçte kullanılan teknikler, yüz işaretlerinin kararlılığını artırarak analizlerin doğruluğunu yükseltir (Şekil 23).

Uygulanan OpenCV ve MediaPipe tabanlı yöntemlerle göz kapağı düşüklüğünün hassas bir şekilde tespiti ve ölçümlenmesi sağlanmıştır. Ancak algoritmanın pratik ve klinik kullanıma uygunluğunu belirlemek için, sınıflandırma performansına ilişkin detaylı bir analiz yapılması gereklidir. Bu amaçla, sistemin doğruluk, kesinlik ve güvenilirlik düzeylerini nicel olarak ifade eden TP, TN, FP, FN, doğruluk, kesinlik, hatırlama, özgüllük, IoU, F1-score ve mAP metrikleri üzerinden kapsamlı bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu temel metriklerin yanı sıra, modelin genel sınıflandırma performansını daha dengeli şekilde değerlendirebilmek için kesinlik, duyarlılık ve bunların harmonik ortalaması olan F1 skoru dikkate alınmıştır. Aşağıda, bu metriklerin tanımı ve hesaplama formülleri detaylandırılmaktadır.

Performans incelemesinde TP, TN, FP, FN, doğruluk, kesinlik, duyarlılık, özgüllük, IoU, F1-skor, mAP kriterleri kullanıldı.

• Doğru pozitif (TP), modelin tahmin ettiği değer pozitif iken, gerçekte de pozitif olan durumdur.

• Yanlış negatif (FN), modelin tahmin ettiği değer negatif iken, gerçekte pozitif olan durumdur.

• Yanlış pozitif (FP), modelin tahmin ettiği değer pozitif iken, gerçekte negatif olan durumdur.

• Doğru negatif (TN), modelin tahmin ettiği değer negatif iken, gerçekte de negatif olan durumdur.

Doğruluk: Doğru olarak tanımlanan pozitif ve negatif değerlerin toplam veri kümesine olan oranıdır. Hesaplama formülü:

Doğruluk: (TP+TN) / (TP+FP+TN+FN)

Özgüllük: Doğru negatif olması gereken tahminlerin kaç tanesinin negatif olarak tahmin edildiğini gösteren ölçüttür [131]. Hesaplama formülü:

Özgüllük: TN / (TN+FP)

Duyarlılık: Doğru olan pozitif ve negatif değerlerin ne ölçüde pozitif olduğunu göstermektedir [131]. Hesaplama formülü:

Duyarlılık: TP / (TP+FN)

Kesinlik: Pozitif olarak tahmin edilen verilerden ne kadarının doğru tahmin edildiğini göstermektedir [130]. Hesaplama formülü:

Kesinlik: TP / (TP+ FP)

F1 skoru: Kesinlik ve duyarlılık veri sonuçlarının harmonik ortalamasıdır. F1 skoru, temel gerçek ile tahmin sonucu arasında örtüşen piksellerin kapsamını etkili bir şekilde yorumlayabilen, segmentasyon değerlendirme metriğidir [133].

F1 Skoru: 2*(Kesinlik*Duyarlılık) / (Kesinlik+Duyarlılık)

Birleşim üzerinden ortalama kesişim (IoU): IoU, doğru pozitifler, yanlış pozitifler ve yanlış negatifler kullanan Pascal VOC 2012'de uygulanan standart bir değerlendirme yöntemidir. IoU metriği, şekil 24'de görüldüğü üzere önerilen yöntemin sonucu ile dermatoşalazis tespitindeki kesin referans alanı (nesnelere ait koordinatlar) arasındaki örtüşen bölgeyi göstermektedir. Çakışma bölgesi ne kadar büyük olursa IoU 1'e o kadar yakın olur [131]. IoU'ya bağlı hesapladığımız güven skoru için eşik değer olarak %50 olarak belirlenmiştir. %50 altında olan tahminler başarısız olarak kabul edilip yok sayılmıştır.

Hesaplama formülü: IoU: TP / (TP+FP+FN) olarak verilmektedir. Burada mAP (ortalama Doğruluk Oranı), her sınıf için ayrı ayrı ortalama kesinlik bulunduktan sonra sınıf ortalamaları hesaplanarak bulunabilir. mAP, algılama algoritmalarını değerlendirmek için kullanılmaktadır. mAP değeri 0 ile 1 arasında değişmektedir ve elde edilen sonuç ne kadar yüksek olursa o kadar iyidir [132].

ROC (Alıcı İşletim Karakteristik Eğrisi) eğrisi**,** tanı testlerinin doğruluk düzeyini değerlendirmek amacıyla kullanılan grafiksel bir analiz yöntemidir. Bu eğri, farklı eşik değerlerinde testin performansını görsel olarak sunar. ROC grafiğinde, y ekseninde duyarlılık (sensitivite), yani testin gerçek pozitifleri doğru şekilde tanıma oranı; x ekseninde ise 1 – özgüllük (1 – spesifisite), yani testin yanlış pozitif oranı yer alır.

ROC eğrisi, bir tanı testinin ayırt edici gücünü farklı eşik değerleri üzerinden gösterirken; bu eğrinin altında kalan alan, yani AUC (Eğri Altındaki Alan, Area Under the Curve) değeri, testin genel doğruluğunu sayısal olarak ifade eder. AUC değerinin 1'e yaklaşması, testin yüksek doğrulukla doğru ve yanlış sınıflamaları ayırt edebildiğini gösterirken; 0.5'ye yakın AUC değerleri, testin sınıflandırma gücünün rastgele tahmine yakın olduğunu göstermektedir [134].

Dolayısıyla, ROC analizi özellikle tıbbi tanı testlerinin etkinliğini, model doğruluğunu ve sınıflandırma yeteneğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek için güçlü ve yaygın olarak kabul görmüş bir yöntemdir.

ROC eğrisi çeşitli testlerin etkinliklerinin, farklı tanı tekniklerinin kıyaslanmasını, uygun pozitiflik eşiğinin belirlenmesini sağlamaktadır. ROC eğrisinin altındaki AUC büyüklüğü, tahminlerin o kadar iyi olduğunu göstermektedir [135].

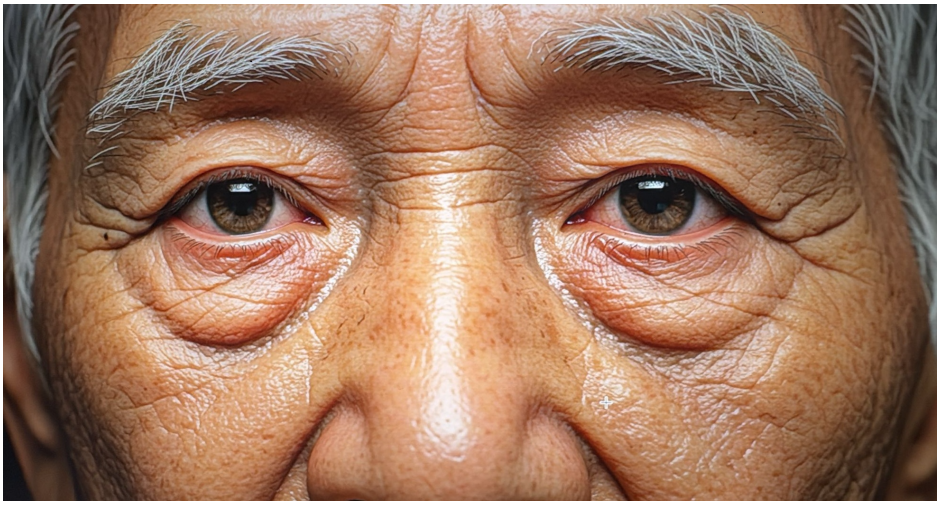
Diğer bir ifadeyle, istatistiksel bakış açısından, ROC eğrisi yalnızca modelin genel doğruluğunu değil, aynı zamanda farklı karar eşiklerinin duyarlılık ve özgüllük üzerindeki etkisini değerlendirerek modelin davranışını çok boyutlu şekilde analiz etmeyi mümkün kılar. Bu yönüyle ROC analizi, özellikle dengesiz veri setleriyle çalışırken, sadece doğruluk oranı gibi yüzeysel metriklerin ötesine geçerek daha güvenilir bir performans değerlendirmesi sunar. Düşük prevalanslı sınıflarda, yüksek doğruluk oranı modelin başarılı olduğunu göstermek için yeterli değildir; bu gibi durumlarda ROC eğrisinin sağ üst köşeye yakınlığı ve AUC değerinin 0.9 ve üzeri olması, modelin gerçek pozitifleri doğru yakalayıp, yanlış pozitifleri minimize edebildiğini göstermesi açısından daha kritiktir. Ayrıca, eğri üzerindeki konvekslik yapısının analiz edilmesiyle, modele özgü optimal karar eşiklerinin belirlenmesi ve Youden İndeksi gibi eşik optimizasyon metriklerinin kullanılması da mümkündür.

Klinik karar destek sistemleri perspektifinden bakıldığında, ROC eğrisi yalnızca sınıflandırıcıların doğruluk performansını kıyaslamada değil, aynı zamanda model karmaşıklığının neden olduğu aşırı öğrenme riskinin anlaşılmasında da önemli bir araçtır. Bu bağlamda, çapraz doğrulama ile desteklenmiş ROC-AUC analizi, modelin güvenilirliğini artırma sürecinde kritik rol oynar. Klinik karar verme süreçlerinde ise, ROC eğrisi hasta grubu segmentasyonunda kullanılacak eşiklerin belirlenmesine yardımcı olur. Klinik önceliklerin belirlenmesinde ROC eğrisi ve AUC değeri, yalnızca bir istatistiksel araç değil, aynı zamanda etik ve tedaviye yönelik kararları doğrudan etkileyen bir rehber haline gelmektedir.

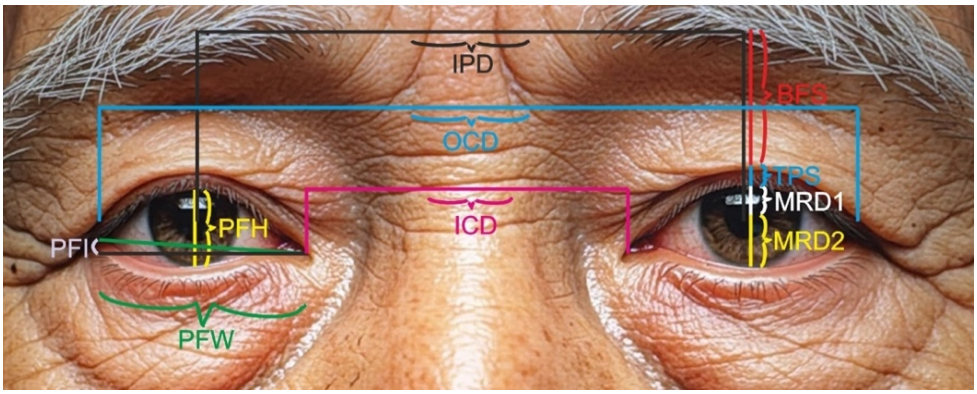
Şekil 24: Birleşim üzerinden ortalama kesişim (IoU) analizi

Çalışmanın klinik değerlendirme sürecinde, periorbital bölgeye ilişkin morfometrik parametrelerin objektif olarak ölçümlenebilmesi amacıyla görüntü işleme tabanlı bir hibrit yaklaşım benimsenmiştir. Segmentasyon ve ölçümleme işlemlerinde, cerrahi öncesi ve sonrası elde edilen yüksek çözünürlüklü fotoğraflar kullanılmış; dermatoşalazis tayininde doğruluk sağlamak için gelişmiş algoritmalar uygulanmıştır. Özellikle tarsal platform bölgesinin otomatik segmentasyonunda zorluklar yaşanmış; bu nedenle OpenCV tabanlı sisteme, manuel müdahale ile anatomik referans noktaları öğretilerek analiz süreci optimize edilmiştir. Tarsal platform çözümlenemediğinden ötürü YZya OpenCV'ye manuel öğretilerek eklendi.

Görüntü işleme ile hibrid yaklaşım kullanılrak segmentasyon ve ölçümleme işlemleri bağlamında şekil 25'de öncelikle ImageFX ile sentetik olarak üretilmiş dermatoşalazisli hastaya ait görüntü elde edilmiştir. Şekil 26'da TPS ve dermatoşalazis seviyesinin sentetik yüz üstünde tayini yapılmıştır. Daha sonra Şekil 27'de göz ve göz çevresinde çalışmamızda değerlendirmeye dahil etmek istediğimiz yapıların istedğimiz bölgesini segmente edilmiştir. Şekil 28'de ise göz kapağı, TPS bölgeleri segmente edilmiştir. Sekil 30'de ise dermatoşalazisin tespiti yapılmış oldu.

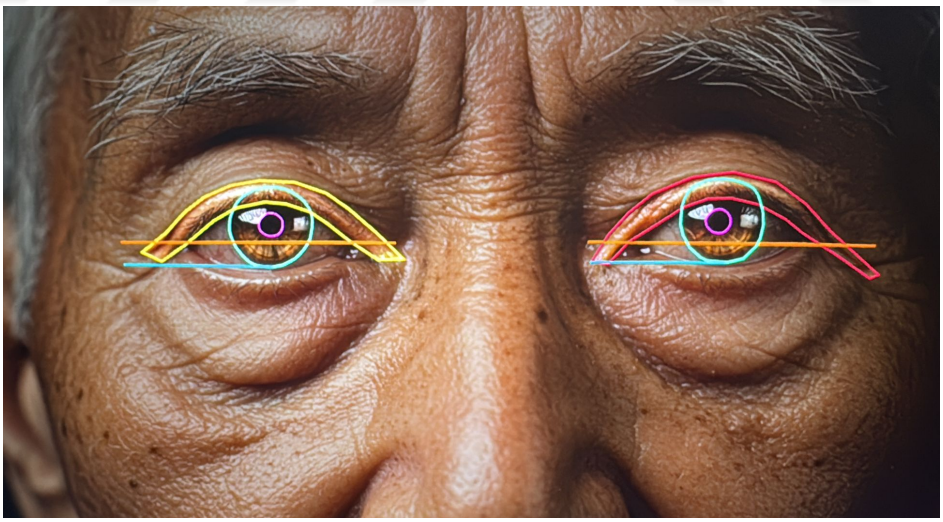


Şekil 25: ImageFX sentetik olarak üretilmiş dermatoşalazisli hasta.



Şekil 26 : Bu tez çalışmasında çeşitli antropometrik ölçümler

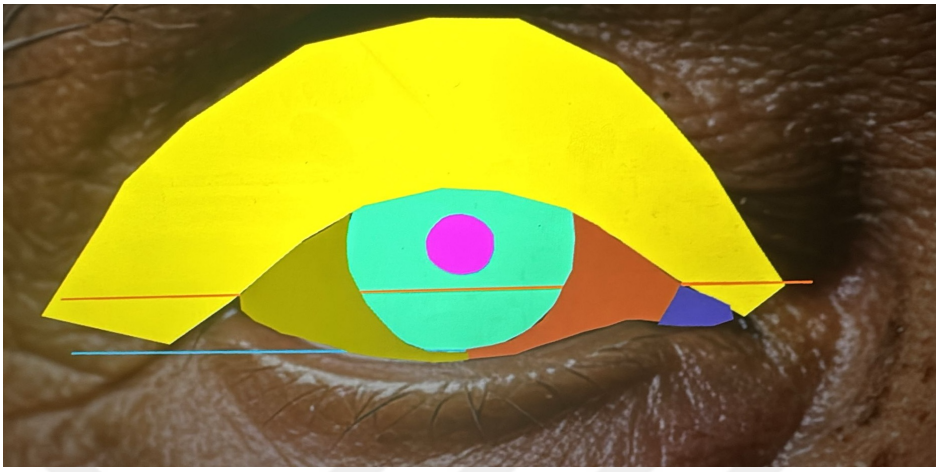
Görüntüde işaretlenen parametreler, göz kapağı, kaş ve göz açıklığı arasındaki mesafeleri belirlemek için kullanılmıştır. Bilindiği üzere, MRD-1, PFH ve TPS değerlerinde artış beklenir, ve bu, göz kapağının daha iyi açıldığını göstermektedir. BFS'de azalma kaşın pozisyonundaki değişikliği gösterir ve eğer MRD-1, PFH ve TPS artmazsa, cerrahi başarısız veya levator kas fonksiyonu zayıf olabildiğini ifade edebiliyoruz. BFS aşırı azalmışsa, kaş düşüklüğü (kaş ptosisi) oluşabilir ve ek cerrahi gerekebildiğini de belirtebiliriz. Bu bağlammda, bu Şekil 26 'deki görüntü, cerrahi planlama ve hasta takibinde kritik bir niceliksel analiz sağlamaktadır.



Şekil 27: TPS ve dermatoşalazis seviseyinin sentetik yüz üstünde gösterimi.

Şekil 27 da bu tez çalışmasında, sağ göz derece 2, sol göz derece 3 olarak belirlenen bir sentetik yüzdeki dermatoşalazis değerlendirmesi verilmiştir. Buradaki farklı seviyelerde dermatoşalazis, her iki göz kapağına uygulanacak cerrahi müdahalenin farklı miktarlarda deri eksizyonu gerektirdiğini göstermektedir. Sağ göz

(derece 2) daha az doku çıkarımı ile düzeltilebilirken; Sol göz (derece 3) için daha fazla doku eksizyonu ve levator kas değerlendirmesi görünmektedir. Bu tür sentetik yüzlerde YZ destekli ölçümleme ve cerrahi simülasyonlar için faydalı olabilir.

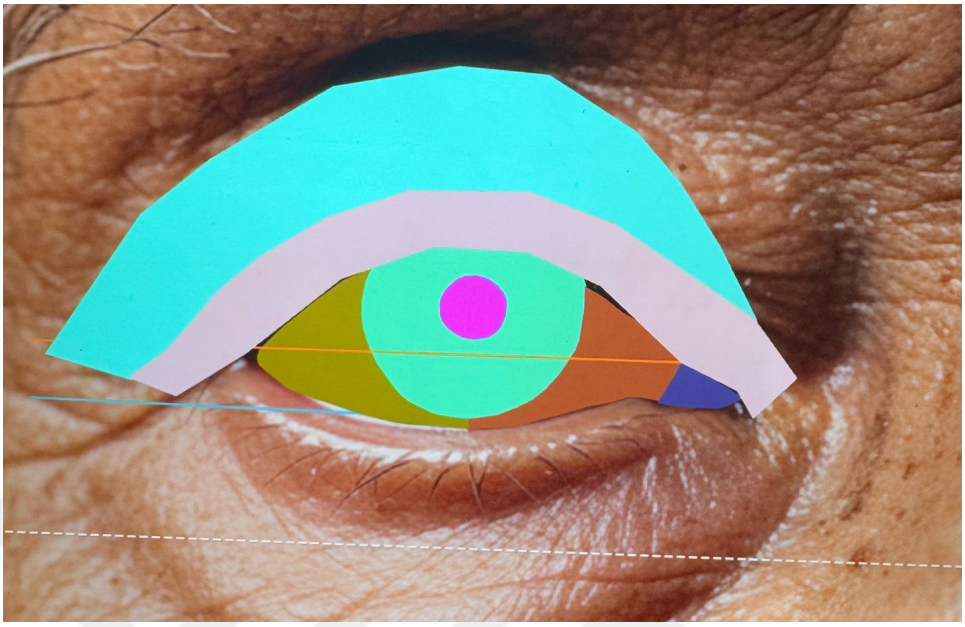


Şekil 28: Göz ve göz çevresi yapıların istenilen bölgesini segmente edilmesi

Özellikle tıbbi görüntü analizi, blefaroplasti öncesi ve sonrası değerlendirmeler, dermatoşalazis tayini ve cerrahi planlama gibi uygulamalar için, Segmentasyon önemlidir. Segmentasyon işlemi, görüntüde belirlenen alanların pikseller bazında ayrılması ve işaretlenmesini içerir. Blefaroplasti öncesi ve sonrası göz kapağı değişimlerinin kantitatif analizi yapılabilir. Dermatoşalazis derecesi belirlenerek cerrahi ihtiyacı değerlendirilebilir. Göz açıklığındaki değişimler (MRD-1, PFH) objektif olarak ölçülebilir. Asimetrik durumlar tespit edilerek kişiye özel cerrahi planlama yapılabilir. YZ destekli segmentasyon ile manuel ölçüm hataları en aza indirilebilir. Bu bağlamda Şekil 29 da bu tez çalışmasında yapılan segmentasyon sunulmuştur.

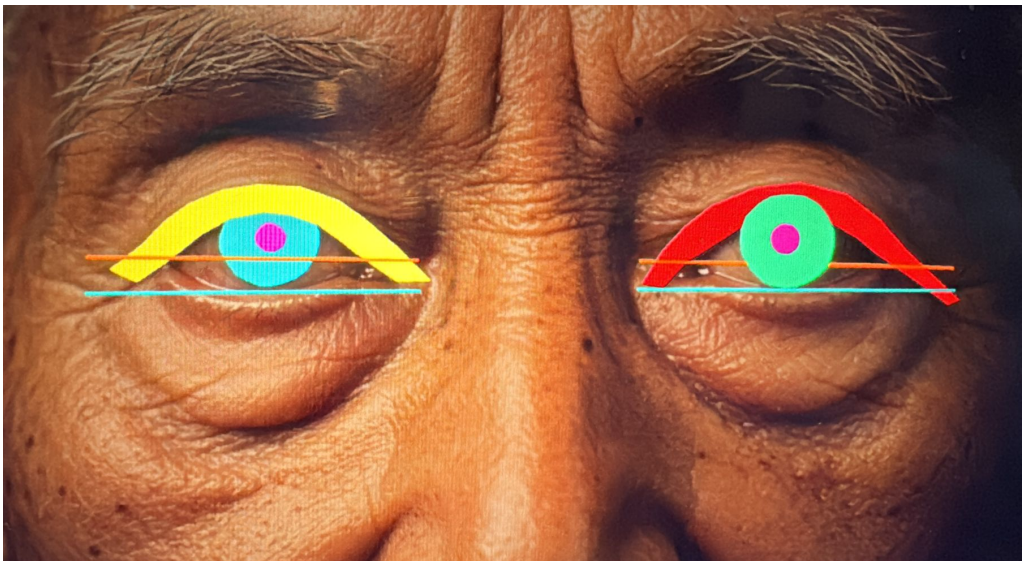
Gelişmiş segmentasyon algoritmalarının kullanımı, sadece anatomik yapıların sınırlarının belirlenmesini değil, aynı zamanda zamana bağlı morfolojik değişimlerin izlenmesini de mümkün kılar. Özellikle ESA tabanlı modeller ile yapılan segmentasyonlar, göz kapağı bölgesinin eğrilik, hacim ve simetri gibi çok boyutlu parametrelerinin çıkarılmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede sadece MRD-1 veya PFH gibi lineer ölçümler değil, aynı zamanda kapak kontur haritaları, yüzey alanı analizi ve doku yoğunluğu gibi ileri düzey kantitatif veriler de elde edilebilmektedir. Ayrıca, segmentasyon sonrası çıkarılan bu parametrik veriler, cerrahi öncesi-süreci-

sonrası üçlü karşılaştırmalara uygun istatistiksel modellere entegre edilerek tedavi etkinliği bilimsel olarak kanıtlanabilir.



Şekil 29 : Göz kapağı ve TPS'un segmente edilmesi

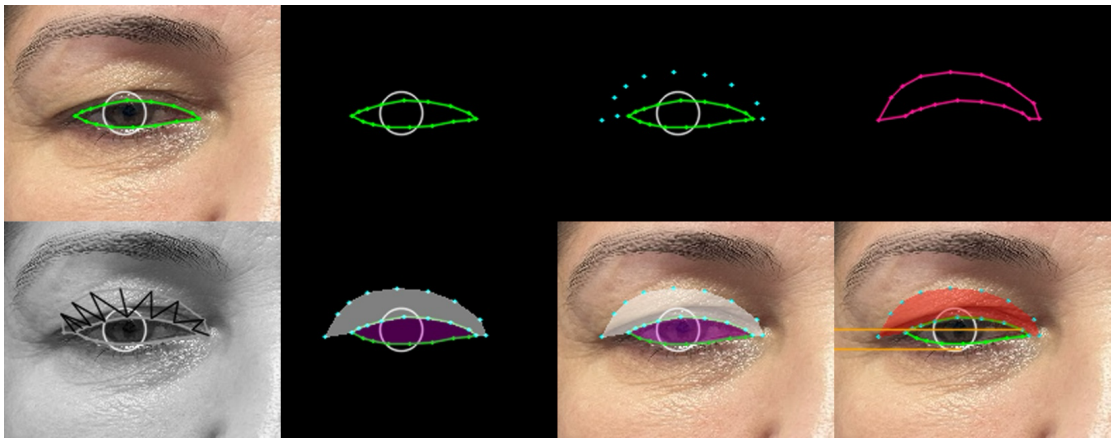
Bu tez çalışmasında, Şekil 30 üst göz kapağı kıvrımının altında görünen tarsal plakanın ne kadar açıkta olduğunu ifade eden TPS (Tarsal Plaka Gösterimi) Tespiti gösterilmiştir. Üst göz kapağı kıvrımının ne kadar tarsal plaka gösterdiği belirlenmiştir.



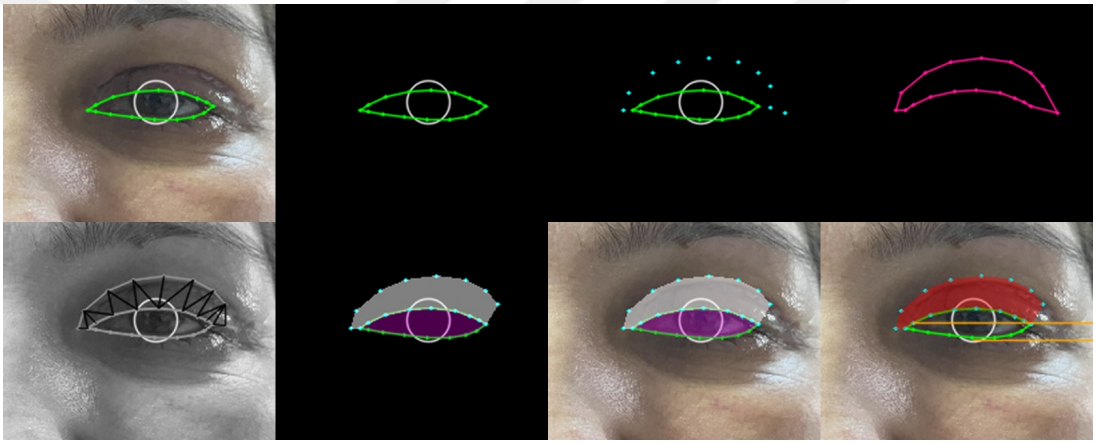
Şekil 30 : TPS ve dermatoşalazis tespiti.

25 hastaya ait blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası toplam 50 adet fotoğraf kullanılarak dermatoşalazis tayini yapıldı. Bu tez çalışmasında, Şekil 31 ve Şekil

32’de bu çalışma ile elde edilen sağ ve sol göze ait sonuçlara ilişkin görüntüler sunulmaktadır.



Şekil 31: Araştırmada kullanılan sol göze ait örnek görüntüler.



Şekil 32: Araştırmada kullanılan sol göze ait örnek görüntüler.

3.3 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmada, blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası gerçekleştirilen periorbital morfometrik ölçümlerin değerlendirilmesi amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır. Görüntü işleme ve YZ temelli segmentasyon sonucunda elde edilen ölçüm değerleri, cerrahinin etkisini değerlendirmek ve anlamlı farklılıkları belirlemek için analiz edilmiştir. Blefaroplasti cerrahisinin periorbital morfoloji üzerindeki etkilerini kantitatif olarak değerlendirmek amacıyla, cerrahi öncesi ve sonrası görüntüler üzerinden elde edilen parametrik ölçümler istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Öncelikle, görüntü işleme aşamasında belirlenen anatomik referans noktaları çerçevesinde morfometrik veriler oluşturulmuş, ardından bu veriler istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada, üst göz kapağı blefaroplasti cerrahisinin objektif etkinliğini değerlendirmek amacıyla, MediaPipe tabanlı YZ algoritması kullanılarak preoperatif ve postoperatif döneme ait perioküler görüntüler üzerinden göz kapağına ilişkin çeşitli anatomik parametrelerin segmentasyon temelli analizi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu YZ modeli, yüz işaret noktalarını otomatik olarak tespit ederek MRD-1, PFH, TPS ve BFS gibi klinik açıdan anlamlı metriklerin sayısal olarak elde edilmesini sağlamıştır.

Elde edilen ölçüm verileri, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin dağılım özellikleri incelendikten sonra, normal dağılım göstermeyen bağımlı iki ölçüm grubu (preoperatif vs. postoperatif) arasındaki farkların değerlendirilmesinde parametrik olmayan istatistiksel analiz yöntemlerinden Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Bu test, cerrahi öncesi ve sonrası ölçüm değerleri arasındaki medyan farkı değerlendirerek, uygulanan cerrahinin ilgili metrikler üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır.

Bu çalışmada, MediaPipe tabanlı YZ modeli kullanılarak cerrahi öncesi ve sonrası göz kapağı parametreleri segmentasyon yoluyla analiz edilmiş ve elde edilen ölçüm verileri SPSS 29.0 istatistiksel analiz yazılımı kullanılarak değerlendirildi. Değişkenler arasındaki istatistiksel farklılığı belirlemek amacıyla, parametrik olmayan bir yöntem olan Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Bu yöntem, her bir hastanın preoperatif ve postoperatif ölçümleri arasındaki medyan farkları değerlendirerek, cerrahinin ilgili metrikler üzerinde anlamlı bir değişim oluşturup oluşturmadığını belirlemeye yönelik olarak seçilmiştir.

Analizlerde anlamlılık düzeyi iki düzeyde tanımlanmıştır: $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı, $p < 0.001$ ise oldukça anlamlı fark olarak kabul edilmiştir. Elde edilen bulgular, blefaroplasti cerrahisinin yalnızca estetik bir müdahale olmanın ötesinde, periorbital bölgedeki yumuşak doku dinamiklerini ve fonksiyonel anatomiyi belirgin biçimde etkilediğini kantitatif olarak göstermektedir. Özellikle MRD-1 ve PFH'deki artışlar ile TPS ve BFS'deki değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı bulunması, cerrahinin göz kapağı açıklığını ve üst kapak konturunu iyileştirici etkisini açıkça ortaya koymuştur.

Bu sonuçlar, blefaroplasti sonrası anatomik yeniden şekillenmenin sayısal olarak izlenebileceğini ve bilgisayar destekli ölçüm yöntemlerinin cerrahi etkinlik değerlendirmesinde güvenilir araçlar olduğunu desteklemektedir.

MediaPipe algoritmasının otomatik yüz işaretleyici sisteminin yüksek tekrarlanabilirliği ve düşük ölçüm sapması, cerrahi öncesi ve sonrası perioküler anatominin kantitatif analizinde manuel ölçüm kaynaklı varyasyonları minimize ederek önemli bir avantaj sunmaktadır. Bu segmentasyon tabanlı yaklaşım, blefaroplasti gibi fonksiyonel-estetik cerrahi girişimlerin ardından sadece akut anatomik değişikliklerin nesnel değerlendirilmesine olanak sağlamakla kalmaz, aynı zamanda uzun dönemli takip çalışmalarında doku remodellemesinin ve cerrahi stabilitenin analitik olarak izlenmesini de mümkün kılar.

Modelin, aynı bireyde farklı zaman noktalarında yapılan ölçümlerde gösterdiği yüksek intrasubjektif tutarlılık, klinik karar destek sistemlerinin geliştirilmesi için sağlam bir kanıta dayalı temel sunmaktadır. Gelecekte, bu tür YZ tabanlı analiz platformlarının, geniş ve çok merkezli hasta veri kümeleriyle eğitilmesiyle, cerrahi sonuçların daha da standardizasyonu sağlanacak, bireysel preoperatif risk skorlama sistemleri ve kişiselleştirilmiş prediktif cerrahi modeller geliştirilecektir. Bu ilerlemeler, blefaroplasti gibi kompleks cerrahi prosedürlerin değerlendirilmesini, sübjektif hekim deneyiminden ziyade, nesnel, tekrarlanabilir ve hesaplanabilir biyometrik verilere dayandırarak, sonuçların öngörülebilirliğini ve hasta memnuniyetini artıracaktır. Böylece, blefaroplastiye dair estetikten öte nöromüsküler fonksiyon, görme alanı kazanımı ve psikososyal iyileşme gibi çok boyutlu çıktılar daha sistematik biçimde izlenebilir hale gelecektir.

4 BULGULAR

Bu çalışmada, blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası elde edilen yüksek çözünürlüklü perioküler bölge görüntüleri kullanılarak, dermatoşalazis tanısına yönelik bir DÖ modelinin etkinliği ve doğruluğu incelenmiştir. Görüntü işleme ve otomatik morfometrik ölçüm süreçlerinde Google tarafından geliştirilen Mediapipe DÖ tabanlı yüz ve göz tespiti modellerinden yararlanılmıştır. Modelin performansı; doğruluk, kesinlik, duyarlılık, özgüllük, F1-skoru, IoU ve mAP gibi istatistiksel değerlendirme metrikleri kullanılarak detaylı şekilde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Mediapipe modelinin cerrahi öncesi ve sonrası değişiklikleri belirlemede yüksek doğruluk oranlarına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, sistemin invaziv olmayan ve otomatik tanılama süreçlerine entegrasyonu ile klinik karar destek sistemlerinde kullanım potansiyeli vurgulanmıştır.

4.1 Hasta Popülasyonu ve Demografik Veriler

Bu çalışmaya, blefaroplasti cerrahisi uygulanan toplam 25 hastadan elde edilen, cerrahi öncesi ve sonrası olmak üzere 50 dijital görüntü dahil edilmiştir. Hasta grubu 12 erkek ve 13 kadından oluşmakta olup, katılımcıların yaş ortalaması 60,38 ± 9,75 yıl (minimum 44 - maksimum 74 yıl) olarak belirlenmiştir. Bu yaş aralığı, yaşa bağlı dermatoşalazis prevalansı ile uyumludur ve popülasyon seçimi açısından uygun bir örneklem teşkil etmektedir.

4.2 Yüz İşaretleme ve MediaPipe İşleyişi

Verilerin işlenmesi ve yüz işaretleme aşamalarında, Google MediaPipe framework'ü kullanılmıştır. MediaPipe, gerçek zamanlı yüz analizi için optimize edilmiş, modüler ve ardışık bir işlem boru hattı mimarisi sunmaktadır. Çalışmada kullanılan MediaPipe Face Mesh modülü, öncelikle bir yüz tespiti aşaması içerir. Bu aşamada, düşük hesaplama maliyeti ve yüksek hız avantajı sunan BlazeFace modeli uygulanarak dijital görüntü içerisinde yüz bölgesinin lokalizasyonu gerçekleştirilmiştir. BlazeFace, DSA dayalı, mobil cihazlar için optimize edilmiş, bir ESA modelidir ve yüksek doğruluk oranıyla gerçek zamanlı yüz tespiti sağlar.

Bunu takiben, Face Mesh bileşeni devreye girmekte ve üç boyutlu yüz işaretleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Model, yüz anatomisinin temel yapısal

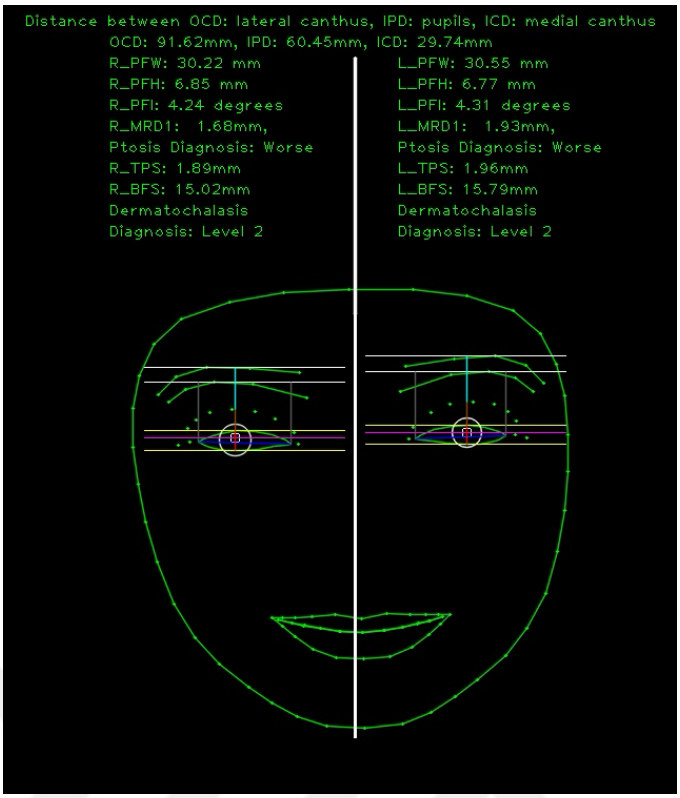
noktalarını temsil eden toplam 474 adet üç boyutlu yüz işaretini tahmin eder. Bu işaretler, periorbital bölge (göz kapakları ve kaşlar), nazal alan (burun), oral bölge (ağız) ve mandibular konturlar gibi kritik yüz bölgelerini ayrıntılı bir şekilde kapsar.

4.3 Teknik Yöntem ve Kararlılık Optimizasyonu

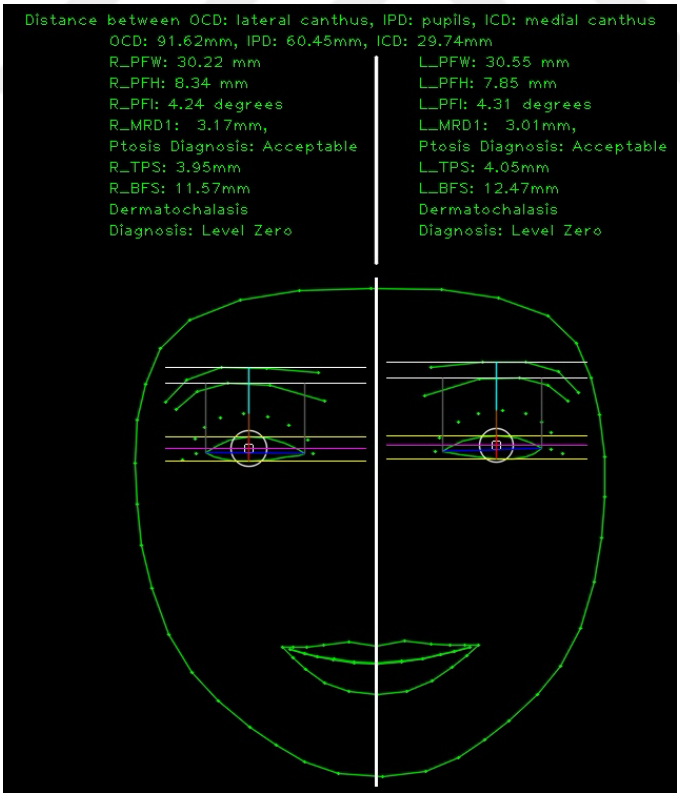
Kullanılan DÖ modellerinin entegrasyonu ile geliştirilen uygulamalar, yüz işaretlerinin hem uzamsal hem de zamansal stabilitesini artırmayı hedefleyen gelişmiş işlem sonrası algoritmaları ile desteklenmiştir. Bu sayede, analiz edilen yüz işaretlerinin pozisyonlarındaki varyasyonlar minimize edilmiş ve segmentasyon ve ölçümleme işlemlerinin doğruluğu optimize edilmiştir. Bu yaklaşım özellikle, dinamik koşullar altında (baş eğimi, yüz ifadeleri) yüz işaret bölgelerinin kararlılığı korunmuş ve analizlerin güvenilirliği artırılmıştır.

Bu tez çalışmasında, cerrahi öncesi ve sonrası veriler üzerinde gerçekleştirilen yüz işaretleme süreci, Şekil 33 ve Şekil 34'de görsel olarak sunulmuştur. Elde edilen bu işaret noktaları, MRD-1, PFH, TPS ve BFS gibi kritik oftalmolojik ölçümler için temel parametrelerin hesaplanmasında kullanılmıştır. Şekil 35'te ise blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası sağ göz hasta fotoğrafı ile yapılan ölçümlerde göz kapağı ve TPS'un değişimi örneği hasta üzerinde vurgulanmıştır. Şekil 36'da ise blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası sağ göz hasta fotoğrafı örneği ile MRD-1, PFH, TPS ve BFS değişimi gösterilmiştir.

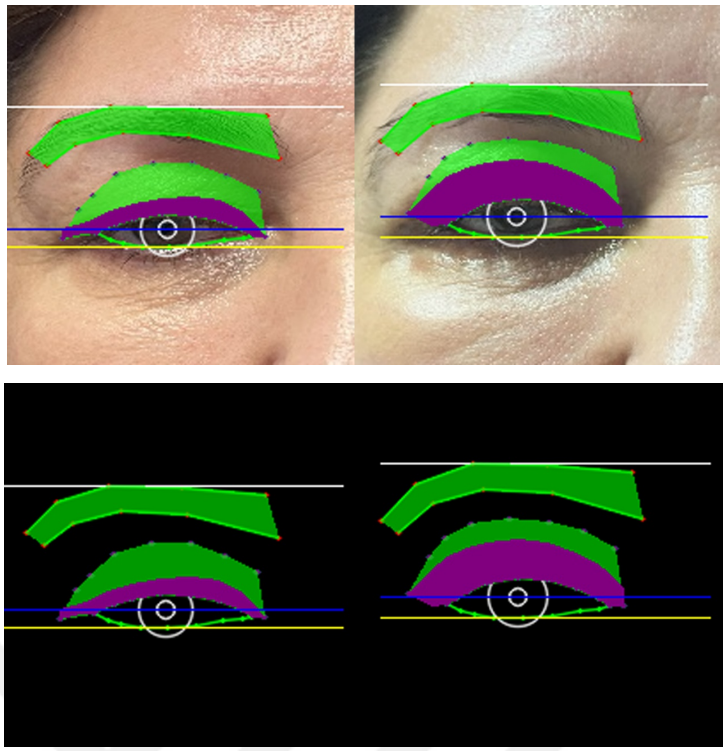
Bu kantitatif ölçümlerin, yüksek çözünürlüklü dijital görüntüleme ve DÖ tabanlı yüz işaretleme ile elde edilmesi, cerrahi sonuçların objektif değerlendirilmesi için temel oluşturmaktadır. Özellikle MRD-1, PFH ve TPS gibi parametrelerdeki cerrahi sonrası değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı biçimde gösterilmesi, blefaroplastinin hem estetik hem de fonksiyonel etkilerini nicel verilerle desteklemektedir. Bu verilerin, gelecekte YZ destekli prediktif modellerin eğitiminde kullanılması, kişiye özgü cerrahi stratejilerin geliştirilmesinde ve potansiyel komplikasyon risklerinin ameliyat öncesi tahmininde kritik bir rol oynayacaktır. Ayrıca, bu tür biyometrik ölçümlerin standartlaştırılması, farklı klinik merkezler arasında cerrahi sonuçların karşılaştırılabilirliğini artırarak, kanıta dayalı tıp uygulamalarının güçlenmesine önemli katkılar sağlayacaktır.



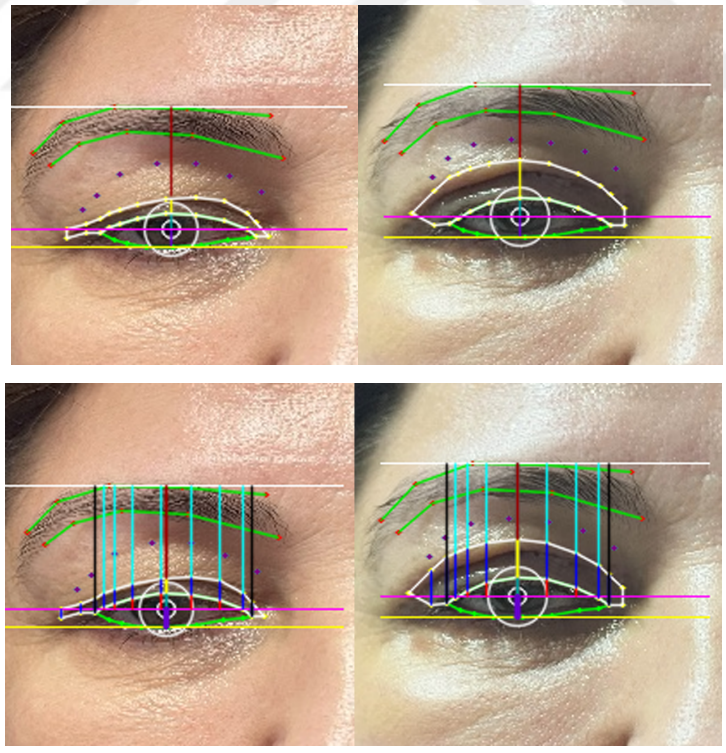
Şekil 33: Blefaroplasti cerrahisi öncesi hasta fotoğrafı ile oluşturulan ölçümler



Şekil 34: Blefaroplasti cerrahisi sonrası hasta fotoğrafı ile oluşturulan ölçümler



Şekil 35: Blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası sağ göz hasta fotoğrafı ile yapılan ölçümlerde göz kapağı ve TPS'un değişimi



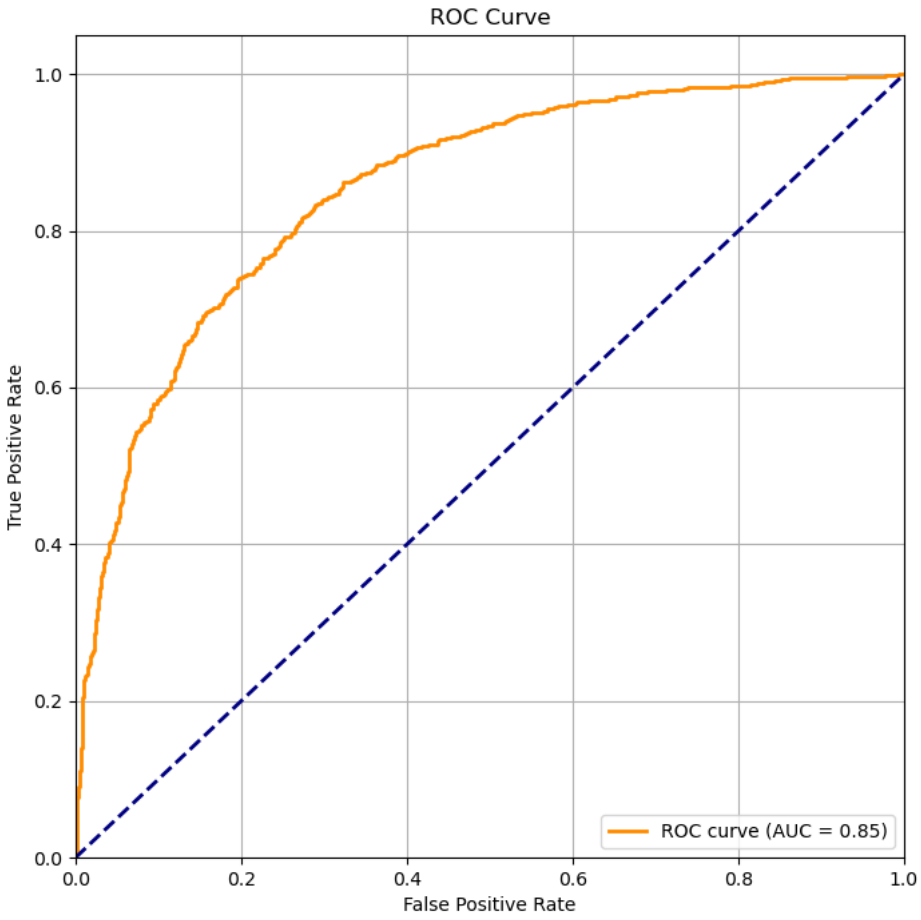
Şekil 36: Blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası sağ göz hasta fotoğrafı ile yapılan ölçümlerde MRD-1, PFH, TPS ve BFS değişimi

AUC değeri, dermatoşalazis tespiti ve blefaroplasti cerrahisi sonrası anatomik ve fonksiyonel iyileşmenin objektif olarak değerlendirilmesinde kritik bir sınıflandırma performans göstergesi olarak kullanılmaktadır [136]. Bu çalışmada geliştirilen YZ tabanlı görüntü işleme modeli, dermatoşalazis varlığını ve cerrahi sonrası iyileşme sürecini sınıflandırma yeteneği açısından AUC metriği ile analiz edilmiştir. AUC değeri, modelin farklı eşik değerleri boyunca duyarlılık ve özgüllük arasındaki dengeyi yansıtarak, sınıflandırma algoritmasının genel doğruluk seviyesini özetlemektedir. Literatürde AUC değeri 0.5 olan bir modelin tesadüfi sınıflandırma yaptığı kabul edilirken; 1.0'a yaklaşan AUC değerleri, yüksek ayırt ediciliğe ve karar doğruluğuna sahip modelleri işaret etmektedir [136]. Bu kapsamda, geliştirilen modelin dermatoşalazis tespitindeki AUC değerinin yüksek çıkması, hem blefaroplasti cerrahisi öncesi hem de hem blefaroplasti cerrahisi sonrası evrelerde klinik açıdan güvenilir ve etkili bir tanısal destek aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Modelin genel ayırt edicilik yeteneğini özetleyen bir metrik olan AUC, ikili sınıflandırma modellerinin performansını değerlendirmek için kullanılan grafiksel bir araç olan ROC eğrisinin altındaki alanı temsil etmektedir.

ROC eğrisi, TP oranı yani duyarlılık ile FP oranı yani 1-özgüllük arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Modelin eşik değerine bağlı olarak duyarlılık ve özgüllük değişir. ROC eğrisi, bu değişimi görselleştirmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen dermatoşalazis tespit modeli, ROC-AUC analizi ile değerlendirildiğinde Şekil 37'de gösterildiği üzere AUC değerinin 0.85 olduğu görülmüştür. Bu değer, modelin duyarlılık ve özgüllük arasında optimum dengeyi sağladığını ve blefaroplasti cerrahisi öncesi ile sonrası dönemlerinde yüksek ayırt edicilik kabiliyeti sunduğunu göstermektedir. İstatistiksel analizlerde Wilcoxon Signed-Rank Test sonuçları, MRD-1 ve PFH ölçümlerinde cerrahi sonrası anlamlı iyileşmeler olduğunu ($p < 0.05$) ortaya koymuştur. Tüm bu bulgular, geliştirilen YZ destekli görüntü işleme yaklaşımının, blefaroplasti cerrahisi sonrası takipte klinik açıdan güvenilir ve geçerli bir yöntem sunduğunu desteklemektedir.

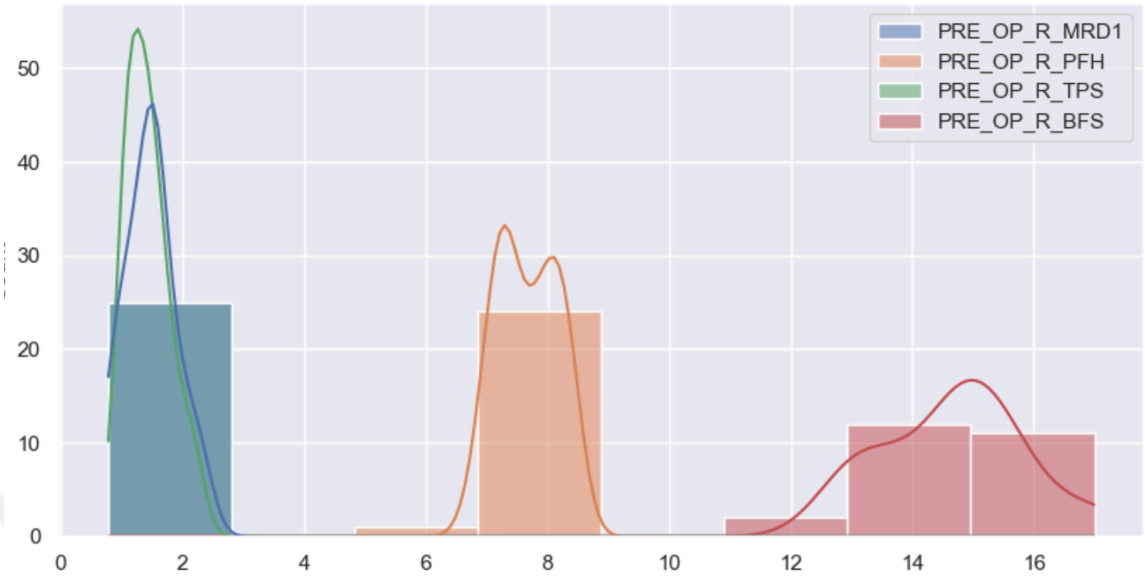


Şekil 37: ROC-AUC analizi ile değerlendirilmesi

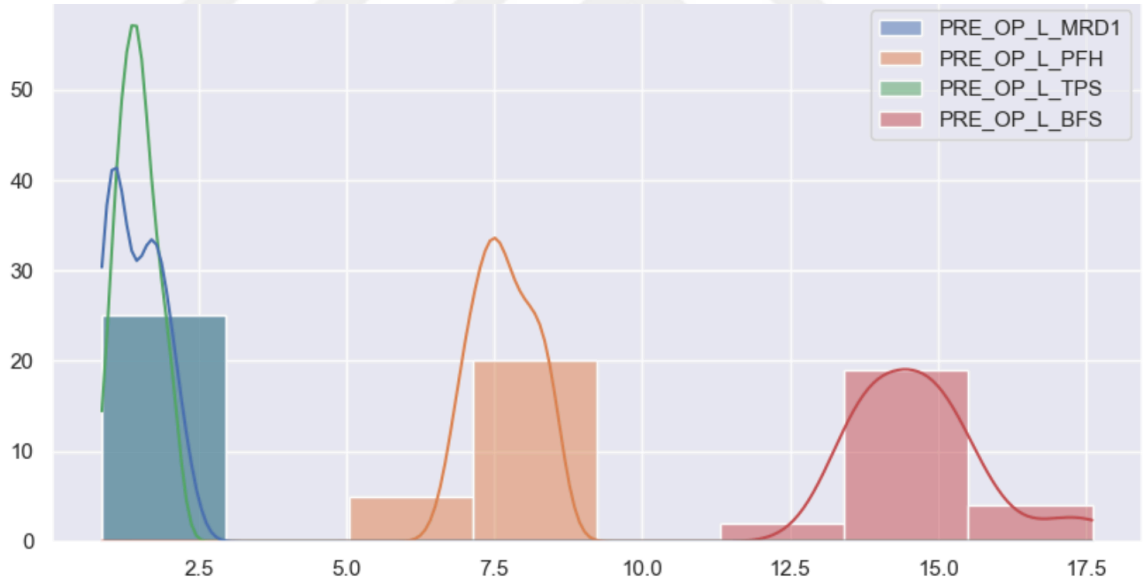
Blefaroplasti cerrahisi öncesi ölçümler, preoperatif değerlendirme sürecinde klinik parametrelerin nicel olarak ortaya konması açısından önemlidir. Bu değerler, operasyon öncesindeki anatomik ve fonksiyonel durumu objektif şekilde değerlendirilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında, sol gözün cerrahi öncesi klinik ölçümleri olan MRD-1, PFH, TPS ve BFS parametreleri kaydedilmiştir.

Blefaroplasti cerrahisi öncesi ölçüm sonuçları, oküloplastik cerrahi endikasyonları ve cerrahi planlamanın doğruluğunu artırmak amacıyla analiz edilmiştir. Bu bağlamda, MRD-1, palpebral açıklığın üst sınırı ile pupilla ışık refleksi arasındaki mesafeyi tanımlayıp; dermatoşalazisin varlığına ilişkin bilgi sunmuştur. PFH, üst ve alt kapak marjinleri arasındaki vertikal mesafeyi ifade etmiş ve genel göz açıklığını değerlendirmeyi sağlamıştır. TPS, tarsal plakanın görünürlüğünü temsil

ederken, BFS, kaş ve üst kapak arasındaki mesafeyi ölçer ve kaş pozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılmıştır.



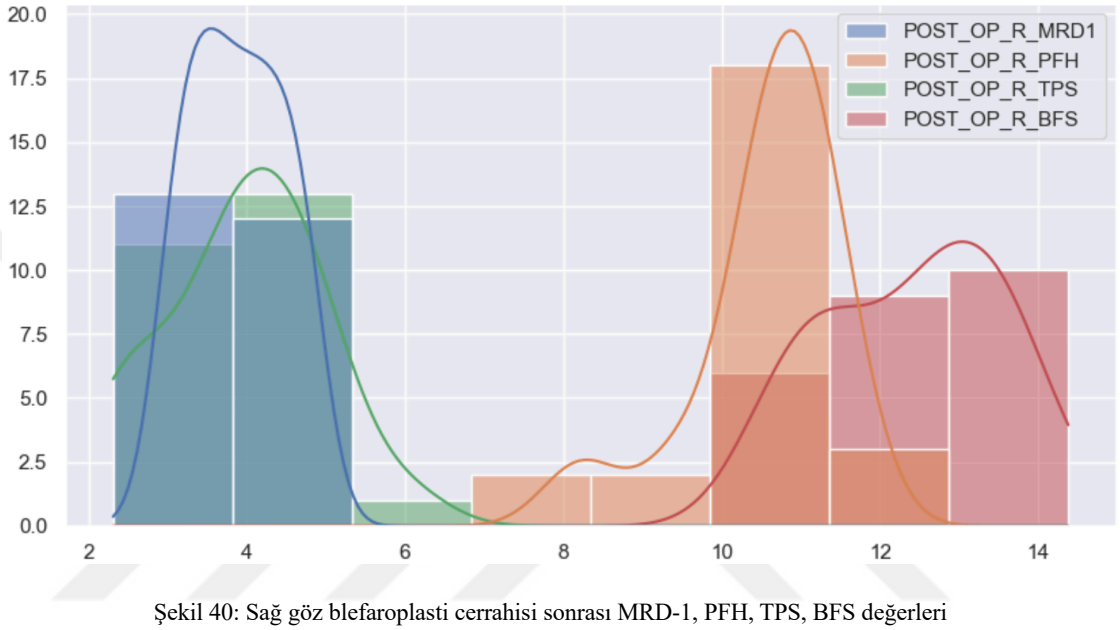
Şekil 38: Sağ göz blefaroplasti cerrahisi öncesi MRD-1, PFH, TPS, BFS değerleri



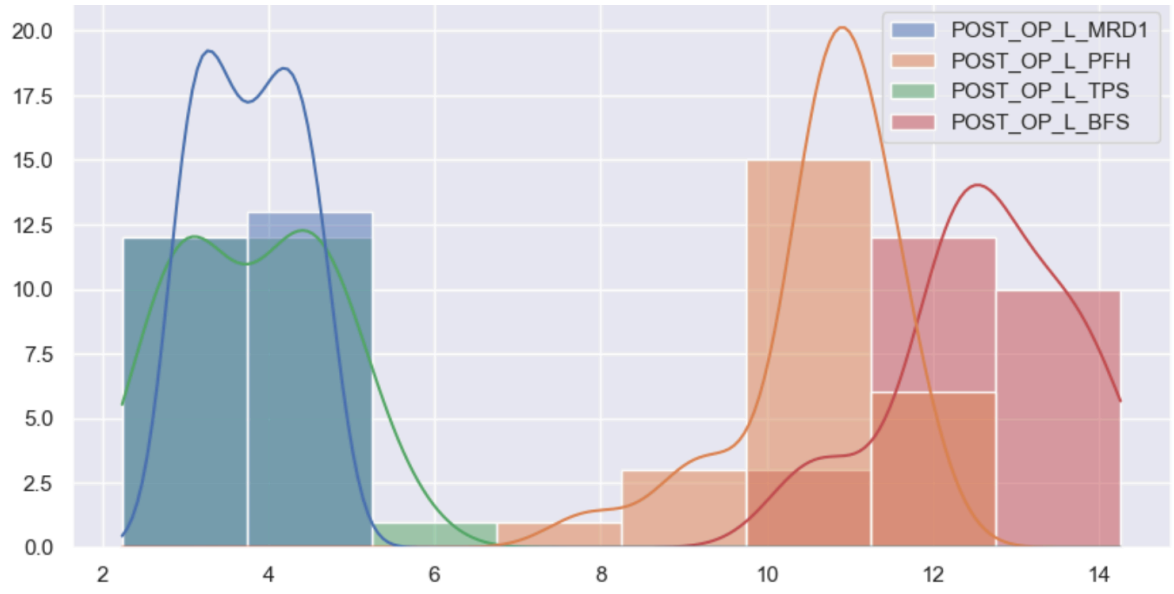
Şekil 39: Sol göz blefaroplasti cerrahisi öncesi MRD-1, PFH, TPS, BFS değerleri.

Yukarıdaki Şekil 38 ve 39'de, sırasıyla sağ ve sol gözün blefaroplasti cerrahisi öncesi yapılan ölçümlerini göstermektedir. MRD-1 değeri ortalama 2.5 mm olarak tespit edilmiştir ve bu, normal popülasyon ortalaması olan 4.0-5.0 mm'nin altında olup, düşük göz kapağı varlığına işaret etmektedir. PFH değeri 7.5 mm olarak belirlenmiştir; bu değer, blefaroplasti gereksiniminin değerlendirilmesinde kritik öneme sahiptir,

çünkü ideal aralık olan 9-12 mm'nin altındadır. TPS değeri 1.2 mm, tarsal plaka görünürlüğünde azalma olduğunu ve levator aponevroz zayıflığının işaretçisi olabileceğini göstermektedir. BFS ölçümü ise 15.0 mm olarak saptanmış olup, kaş pozisyonunun değerlendirilmesi açısından anlamlıdır; yüksek BFS değeri, kaş ptozisi ile ilişkili olmayabileceğini düşündürmektedir. Bu hastaların daha sonra blefaroplasti cerrahisi sonrası ölçümlerinde Şekil 40 ve 41'de ise sırasıyla bu hastaların ölçümlerindeki değişimin YZ ile başarılı bir şekilde sapandığı görülmektedir.

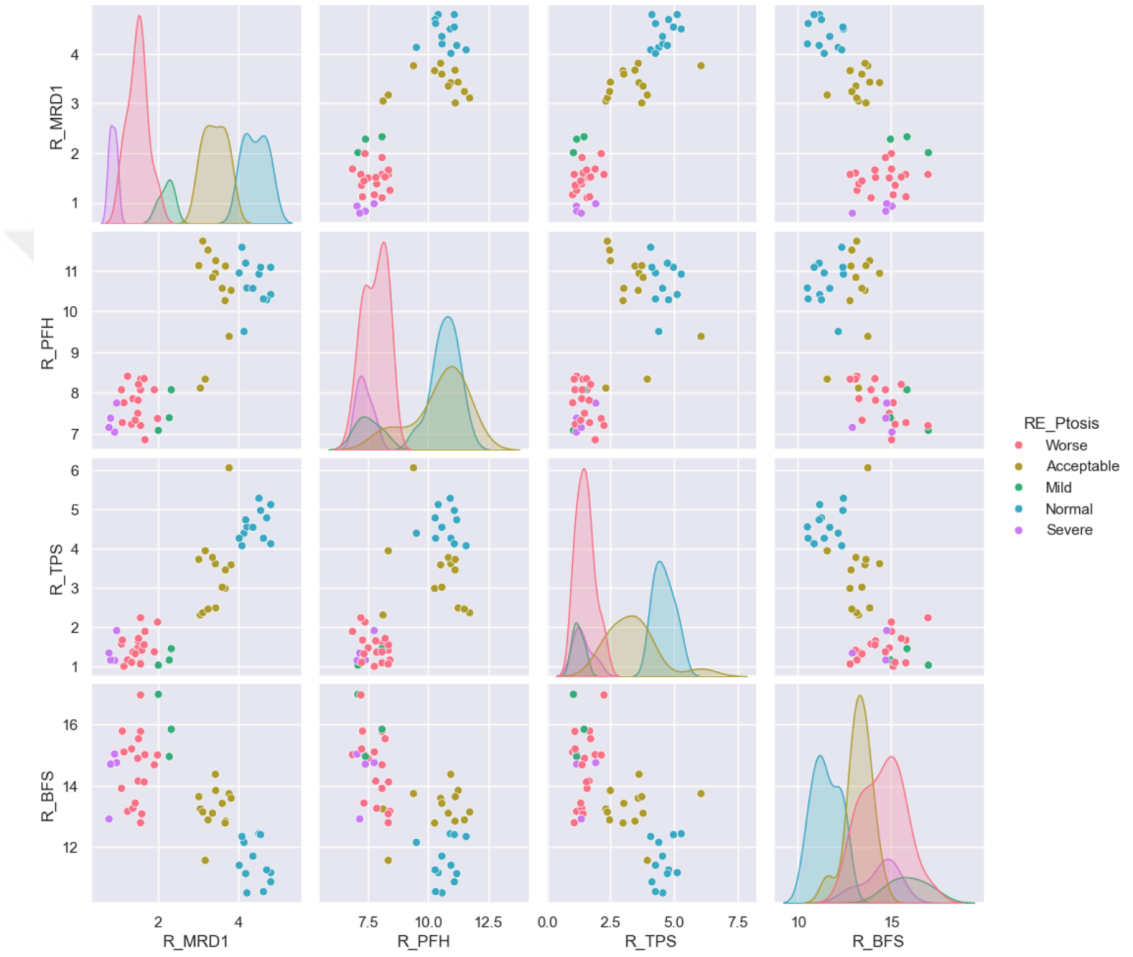


Şekil 40: Sağ göz blefaroplasti cerrahisi sonrası MRD-1, PFH, TPS, BFS değerleri



Şekil 41: Sol göz blefaroplasti cerrahisi sonrası MRD-1, PFH, TPS, BFS değerleri

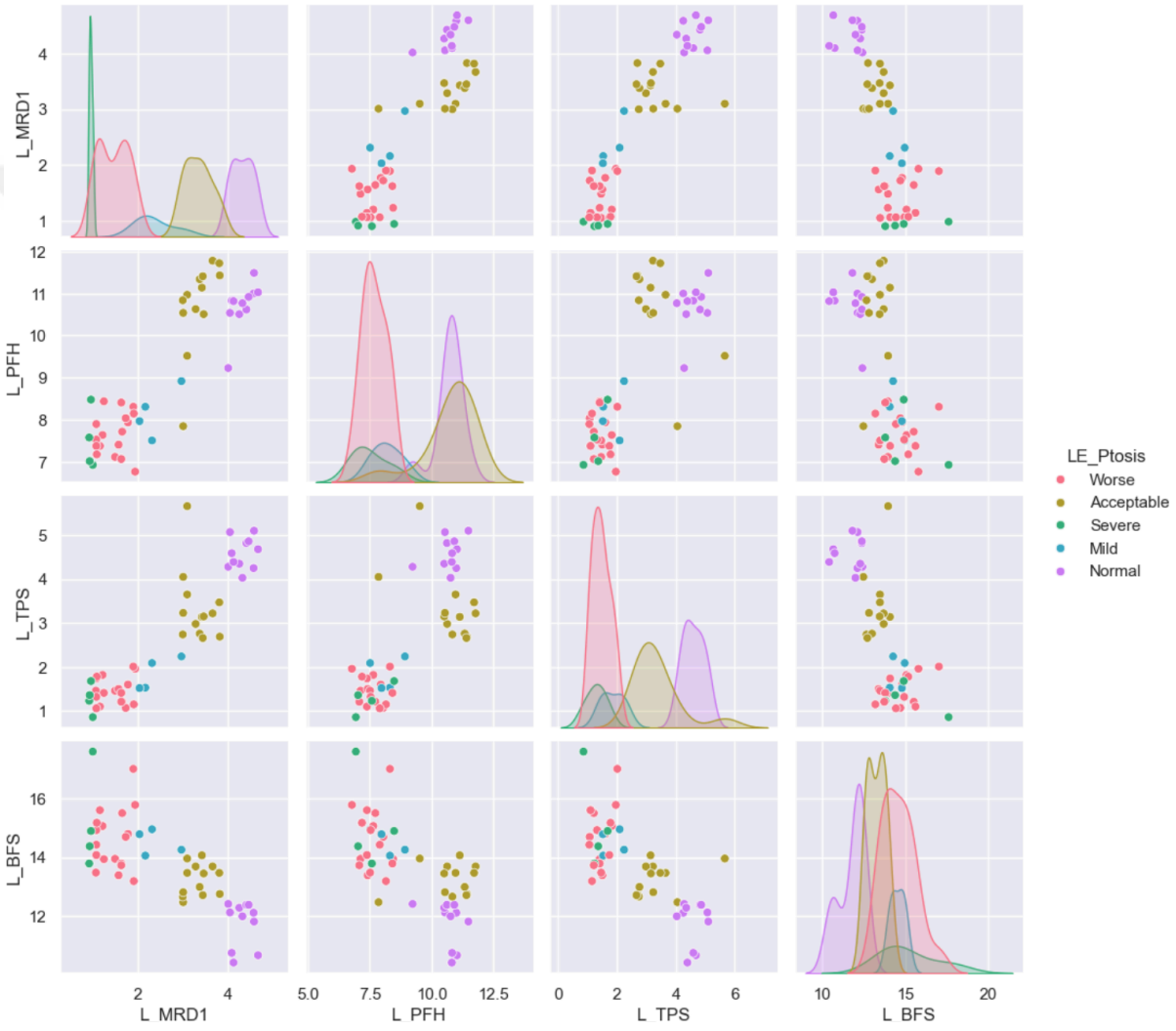
Şekil 42 ve 43'de sırasıyla sağ ve sol gözün blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası yapılan ölçümlerde MRD-1, PFH, TPS BFS değerlerindeki değişim grafiksel olarak gösterilmiştir. Pupilla merkezi ile üst göz kapağı kenarı arasındaki dikey mesafe MRD-1, Blefaroplasti öncesi düşük MRD-1 değeri görülmektedir; Postoperatif olaraktan, cerrahiden sonra MRD-1 artmakta ve göz daha açık hale gelir, görüş alanı genişler ve de normal aralık 4-5 mm'ye yaklaşmakta olup, sağ ve sol gözdeki artış oranları hafif farklı olabildiği tespit olunmaktadır.



Şekil 42: Sağ göz blefaroplasti cerrahisi ile MRD-1, PFH, TPS, BFS değerlerindeki değişim.

Şekil 42, sağ göz için blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası MRD-1, PFH, TPS ve BFS ölçümlerinin karşılaştırıldığı bir çift değişkenli dağılım matrisi ve yoğunluk eğrilerini göstermektedir. Dermatoşalazis sınıflama sistemine göre [32]; Renkler, hastaların cerrahi sonrası dermatoşalazis derecesine göre, pembe: worse (daha kötü); yeşil: acceptable (Kabul edilebilir); mavi: mild (hafif); mor: normal; koyu pembe: severe (şiddetli) dermatoşalazis şeklinde sınıflandırılmıştır. Sağ göz R_MRD1 ile

R_PFH için ele alındığında, pozitif bir korelasyon gözleniyor ve MRD-1 arttıkça PFH da artmaktadır ki bu ise, beklenen bir sonuç, göz açıklığı genişledikçe kapak kenarı da yukarı çıkmakta olduğunu sergilemektedir. Yoğunluk dağılımları bakımından ele alındığında grafik, normal sonuçlar (mor) ve hafif (mavi) gruplar, MRD-1, PFH ve TPS değerlerinde daha yüksek ve odaklı değerlerde kümelenmiş ve başarılı sonuçların olduğu grupları burada oldukları görülmektedir.



Şekil 43: Sol göz blefaroplasti cerrahisi ile MRD1, PFH, TPS, BFS değerlerindeki değişim.

Şekil 43 ile gösterilmiştir ki, sol göz L_MRD1 bağlamında, normal (mor) grup yüksek MRD-1 değerlerine sahip (yaklaşık 3-4 civarı), cerrahiden sonra göz kapağı normal seviyeye ulaşmış ve daha kötü (worse: kırmızı) ve şiddetli (severe: yeşil) gruplar MRD-1'de düşük kalmış (<2 mm civarı), iyileşmenin istenilen seviyeye

ulaşmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, başarılı sonuçlar "normal" ve " hafif (mild)" gruplar) MRD-1, PFH, TPS ve BFS değerlerinde istikrarlı yüksek sonuçlar gösterdiği; başarısız veya düşük başarı gösteren gruplar ("daha kötü (worse)" ve "şiddetli (severe)") düşük MRD-1 ve PFH ile dikkat çektiği ve TPS de yetersiz olup, cerrahi sonrası sol gözde, genel başarı yüksek, ancak bazı hastalarda (özellikle daha kötü (worse) grubunda) istenilen göz açıklığı ve estetik sonuç tam olarak sağlanamamış olduğu sunulmaktadır.

Tablo 6'da sağ göze blefaroplasti cerrahisi öncesi (pre-op) ve sonrası (post-op) MRD-1, PFH, TPS, BFS değerlerinin ortalama değerleri, standart sapmaları p karşılaştırılması görülmektedir. Tüm hastalar değerlendirildiğinde; MRD-1, PFH, TPS, BFS değerlerinde blefaroplasti cerrahisi sonrası YZ ile istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı artış saptanmıştır (p <0,001).

Tablo 6: Sağ göz blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası değişimin istatistiksel analizi

Değişken	Pre-op	Post-op	p
MRD-1 R	1.48±0.41	3.88±0.57	<.001
PFH-R	7.67±0.48	10.56±0.90	<.001
TPS-R	1.43±0.34	3.96±0.98	<.001
BFS-R	14.68±1.15	12.41±1.12	<.001

Tablo 7'de ise sol göze blefaroplasti cerrahisi öncesi (pre-op) ve sonrası (post-op) MRD-1, PFH, TPS, BFS değerlerinin ortalama değerleri, standart sapmaları p karşılaştırılması görülmektedir. Tüm hastalar değerlendirildiğinde; MRD-1, PFH, TPS, BFS değerlerinde blefaroplasti cerrahisi sonrası YZ ile istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı artış saptanmıştır (p <0,001).

Tablo 7: Sol göz blefaoplasti cerrahisi öncesi ve sonrası değişimin istatistiksel analizi

Değişken	Pre-op	Post-op	P değeri
MRD-1 L	1.45±0.43	3.77±0.58	<.001
PFH-L	7.66±0.50	10.65±0.90	<.001
TPS-L	1.46±0.31	3.84±0.93	<.001
BFS-L	14.68±1.06	12.62±1.02	<.001

5 TARTIŞMA

Cilt yaşlanması, intrinsik (kronolojik yaşlanma) ve ekstrinsik (çevresel faktörlere bağlı) süreçlerin etkileşimiyle meydana gelen kompleks bir biyolojik olaydır. Yaşlanmanın ilerlemesiyle birlikte dermal yapıda kolajen ve elastin liflerinin kaybı, epidermal incelme, dermoepidermal bağlantının zayıflaması ve hücresel yenilenme hızında azalma gözlemlenmektedir. Bu fizyopatolojik süreçler; elastikiyet kaybı, cilt sarkmaları, kırışıklıklar ve pigmentasyon düzensizlikleri gibi çeşitli klinik bulgularla kendini göstermektedir. Yaşlanma belirtileri, yüz anatomisinin en dinamik ve dikkat çeken bölgesi olan perioküler alanda daha erken ve belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu bölgedeki anatomik hassasiyet ve fonksiyonel yük, yaşlanma belirtilerinin estetik görünüm üzerindeki etkilerini artırmaktadır. Göz çevresindeki perioküler yaşlanma belirtilerinden biri olan dermatoşalazis; üst göz kapağında aşırı deri fazlalığı ile karakterize edilen, genellikle bilateral seyreden ve çoğu zaman yaşa bağlı gelişen bu durum, hem estetik hem de fonksiyonel sorunlara yol açabilir [138]. Dermatoşalazis, yalnızca kozmetik kaygılarla sınırlı kalmayıp, ileri düzey vakalarda üst kapak cildinin pupilla aksını kısmen ya da tamamen kapatması sonucu görme alanında daralmaya ve fonksiyonel görme kaybına neden olabilmektedir. Ayrıca hastalarda göz kapağında ağırlık hissi, frontal baş ağrısı ve kompansatuar olarak alın kaslarında kronik aktivasyon gelişebilir. Bu durum, sadece oftalmolojik değil, aynı zamanda nöromüsküler yüklenme açısından da değerlendirilmesi gereken klinik sonuçlar doğurur. Yüzün en dikkat çeken bölgelerinden biri olması nedeniyle, genç bireylerde bile perioküler alandaki küçük değişimler belirgin kozmetik kaygılara neden olabilir. Daha ileri yaşlardaki hastalarda ise belirgin dermatoşalazis, göz kapaklarında ağırlık hissine, görme alanının daralmasına ve ileri vakalarda fonksiyonel görme kaybına neden olabilir [138]. Dermatoşalazisin en etkili ve yaygın kabul gören tedavisi blefaroplasti operasyonudur. Blefaroplasti, minimal invaziv yapısı, yüksek hasta memnuniyeti oranları ve komplikasyonların düşük görülme sıklığı nedeniyle global ölçekte en sık uygulanan yüz estetiği cerrahileri arasında yer almaktadır. Cerrahi karar sürecinde, hastanın fonksiyonel oftalmolojik muayenesi kadar, kozmetik beklentilerinin de bütüncül olarak değerlendirilmesi esastır. Bu nedenle, multidisipliner bir değerlendirme ve hasta merkezli yaklaşım blefaroplasti endikasyonlarında önem taşımaktadır. Dermatoşalazisin gelişme riskini artıran

faktörler arasında genetik yatkınlık, güneş ışığı ve radyasyon maruziyeti, beslenme alışkanlıkları, alkol ve sigara kullanımı gibi çevresel etkenler yer almaktadır [138,139]. Bu nedenle, dermatoşalazis hem erken hem de ileri yaşlarda, kozmetik veya fonksiyonel nedenlerle cerrahi müdahale gerektirebilir. Toplumda yaygın bir ihtiyaç haline gelen blefaroplasti, dünya genelinde en sık uygulanan yüz estetiği cerrahilerinden biri olarak kabul edilmektedir. YZ ve MÖ uygulamaları tıpta giderek artan kullanımı ile sağlık hizmeti sunumunda hekimlere destek olmaktadır [140]. Çalışmamızda dermatoşalazis nedenli blefaroplasti cerrahisi geçiren hastaların cerrahi başarı durumu YZ uygulamaları ile ortaya koyuldu.

Sommer ve ark dermatoşalazis nedenli blefaroplasti cerrahisi geçiren hastalarda 4. hafta [140], Rafizadeh ve ark. ise 4. ayda kornea biyomekanik özelliklerindeki değişimlerini değerlendirdiklerinde, klinik pratikte özellikle postoperatif göz içi basınç ölçümlerinin yorumlanmasında dikkate alınması gerektiği ve ayrıca, kornea biyomekaniğini etkileyen diğer faktörler olan yaş, kuru göz varlığı ve ölçüm cihazlarının farklılığı gibi değişkenlerin de değerlendirmelere dahil edilmesi önermektedir [141].

Brown ve ark. blefaroplastiden sonra 0.55 diyoptriye kadar astigmatik değişiklikler gözlemlemiştir [142]. Blefaroplasti cerrahisinin yalnızca estetik veya fonksiyonel kazanımlar açısından değil, aynı zamanda, özellikle de uzun dönemde oküler biyomekanik üzerine olan etkileri açısından da dikkatle değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Wagner ve ark. üst göz kapağı malpozisyonu (dermatoşalazis, pitozis, kaş pitozu) olan hastalarda telemedisine dayalı değerlendirmelerin güvenilirliğini araştırmaktır. Özellikle, fotoğraf temelli sanal muayene ile yüz yüze muayene arasındaki tanı ve cerrahi plan tutarlılığı incelenmiştir [143]. Görmeyi etkileyen kaş pitozu varlığı, görmeyi etkileyen dermatoşalazis, pitozis (blefaropitoz) varlığı, MRD-1 ölçümü (sanaldan tahmini, klinikte ışık ve cetvelle) değerlendirmeye alındı.

Sanal muayene, özellikle kaş pitozu ve pitozis gibi durumlar için güvenilir ve tekrar edilebilir bulundu. Üst göz kapağı deri sarkması (dermatoşalazis), fotoğraf çekimindeki varyasyonlardan daha çok etkilenmiş ve tanı tutarlılığı düşmüştür. Sanal değerlendirme, üst göz kapağı malpozisyonlarının ön taraması ve cerrahi planlama için güvenilir bir alternatif olabilir. Ancak, doğru tanı ve cerrahi karar için görsel kalitenin artırılması ve ek tekniklerin kullanılması önemlidir.

Van Dongen ve ark tarafından geliştirilen Rainbow Scale [144], Mooij ve ark. tarafından üst göz kapağı dermatoşalazisini klinik ve estetik açıdan değerlendirmek için uyarlanmıştır [145]. Daha güvenilir, valide ve pratik bir araç olduğunu önceden geliştirilmiş birçok fotoğrafik skalaya göre daha homojen yapıda, online erişilebilir, objektif ve kullanıcı dostu bir araç olduğunu vurgulamışlardır.

Rassi ve arkadaşlarının çalışması, geleneksel blefaroplasti ile brassiere sütür tekniğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmede üç boyutlu görüntüleme teknolojisi kullanılarak analiz etmişlerdir. Brassiere sütür grubundaki hastaların %60'ında "çift konveksite" paterni ile kaş altında anterior projeksiyon artışı ve TPS alanında belirginleşmeyle karakterizedir. Ancak, geleneksel blefaroplasti grubunda hastaların %64.5'inde "düz kontur" paterni saptanmıştır. Brassiere sütür tekniği, yalnızca kaş yastığını desteklemekle kalmayıp aynı zamanda daha genç ve hacimli bir periorbital görünüm sağladığını 3 boyutlu VECTRA 3D yazılımı kullanarak ortaya koymuşlardır [146].

Menderes ve ark. blefaroplastiye içten browpeksi eklenmesinin kaş pozisyonu üzerindeki etkilerini standart koşullarda çekilmiş fotoğraflarla ImageJ yazılımı ile analiz etmişlerdir. Ölçümlerin standardizasyonu için interpupiller mesafe sabit referans almışlardır. Midpupilla-kaş üst sınırı mesafesi ve kaş tepesi-referans yatay çizgi mesafesi olmak üzere iki ana ölçümü milimetrik ölçüm yerine yüzdesel değişimlerini değerlendirmiştir [147].

You ve ark. MRD-1, Nazal MRD-1 ve Temporal MRD-1 ile MRD-1'in burun ve şakak yönündeki uçlardan ayrı ayrı ölçülerek NT-MRD-1 (Nazal MRD-1- Temporal MRD-1 farkı) ölçümleriyle üst göz kapağının lateral sarkmasını değerlendirmişlerdir. Görüntü analizlerinde ImageJ yazılımı kullanılmıştır. NT-MRD-1, basit ama değerli bir klinik parametre olduğunu vurgulamışlardır [148].

Kosmin ve arkadaşlarının çalışması, dermatoşalazisin glokomatöz görme alanı defektlerini taklit edebileceğini ve bu durumun tanı ve tedavi süreçlerinde önemli karışıklıklara yol açabileceğini açıkça ortaya koymuştur [149]. Bu nedenle, glokom değerlendirmesinde göz kapağı pozisyonu mutlaka dikkate alınmalı, şüpheli durumlarda taping veya blefaroplasti cerrahisi için değerlendirilmelidir.

Python, yüksek seviyeli, çok yönlü ve yaygın olarak kullanılan bir programlama dili olup, okunabilirliği ile bilinir. Web geliştirme, veri analizi ve YZ gibi çeşitli uygulamalar için idealdir. OpenCV, Python'da görüntü işleme ve bilgisayarla görme

görevleri için kullanılan bir kütüphanedir. Görüntü ve video manipülasyonu, nesne tespiti ve özellik çıkarımı gibi işlemler için yaygın olarak kullanılır. Mediapipe, Google tarafından geliştirilen görsel verileri işlemek için kullanılan, gerçek zamanlı, platformlar arası YZ uygulamaları oluşturmaya yönelik bir çerçevedir. Genellikle jest tanıma ve yüz işaret noktası tespiti gibi uygulamalarda kullanılır. NumPy, bilimsel hesaplamalar için gerekli olan çok boyutlu diziler ve matematiksel fonksiyonları destekleyen, Python'da sayısal ve dizi işlemleri için kullanılan bir kütüphanedir.

Grillo ve ark, maksillofasiyal cerrahide Mediapipe'in belgelerinin FaceMesh ile 4 boyutlu analizle cerrahi prosedürlerde eşi benzeri görülmemiş bir hassasiyet sağlamayı, kişiye özel müdahaleleri kolaylaştırmayı ve potansiyel olarak tıbbi durumların erken teşhisine yardımcı olmayı amaçlamaktadır [150].

Liu ve ark. Asyalı hastalarda dermatoşalazisin özellikle lateral kısmını hedef alan ve aynı zamanda estetik prensipleri gözeten yeni bir preoperatif tasarım yöntemi (ISD) sunmuşlardır. ISD, geleneksel tasarımların yetersiz kaldığı durumlarda, kişiye özel, dengeli ve doğal çift göz kapağı estetiği sağlamada başarılı sonuçlar vermektedir [151]. Bu çalışma göz kapağı cerrahisinde kişiye özel, simülasyon tabanlı preoperatif planlamanın önemini vurgulamaktadır.

Farkhod ve ark. CNN modeli ile maske ile kapalı yüzlerdeki duyguları üst yüz işaret bölgeleri kullanarak yüksek doğruluk oranına otomatik olarak sınıflandırabildi. Ancak düşük ışıkta bulanıklık, karanlık görüntüler ve diğer dış etkenlerin sonuçlarını etkilediğini vurgulamaktadırlar [152]. Bizim çalışmamızda ise dış etkenlerden gelecek uyumsuzluğu en aza indirmek üzere aynı ışık şidddeti aynı mesafe ve aynı çözünürlükte hasta fotoğrafları kullanılmıştır.

Eman ve ark. yüz maskelerinin kullanımı, çeşitli sektörlerde ve mesleklerde zorunlu hale gelmiş olup, bu durum etkili maskeli yüz tanıma teknolojilerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır [153]. Bu çalışmada, DÖ tabanlı yüz işaret noktası ve oval yüz tespiti ile bu çalışma için oluşturlan temel işaretler ve yüz kullanım kütüphaneleri sayesinde segmentasyon (bölütleme) gerçekleştirilmiş olup, %97.5'lik bir tanıma oranına ulaşarak, mevcut en ileri yöntemlerden önemli ölçüde daha yüksek bir başarı elde edilmiştir.

Mohamed ve ark. yaptığı araştırmada, YZ destekli göz hareketleriyle göz izleme teknolojisi ile MÖ algoritmalarının karmaşık bir uyum içinde bir araya getirildiği bir sistem geliştirdi. PyCharm, OpenCV, Mediapipe ve Pyautogui gibi araçlardan oluşan

bir dizi teknoloji kullanarak üretilen bu sistem, göz hareketlerinin incelikli dansını başarıyla çözümler ve bunları kusursuz bir şekilde kullanıcının amaçladığı hesaplamalı eylemlere dönüştürmektedir. %99.63 gibi yüksek bir doğruluk oranına ulaşmış [154]. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da PyCharm, OpenCV ve Mediapipe araçları kullanılarak blefaroplasti cerrahisi geçiren hastalar %99.2 başarı ile saptanmıştır.

Quintero ve ark. gerçek ortamlarda yüzü tespit edip konumlandırabilen, önceden eğitilmiş modele sahip dört ücretsiz ve açık kaynaklı araç incelenmiştir [155]. Ayrıca, yüz maskesiyle kapatılmış yüzlerden oluşan yeni bir veri kümesi oluşturulmuş ve bu sayede yeni sistemlerin geliştirilmesi kolaylaştırılmıştır.

Bu çalışmada, Tablo 8'de yukarıda sunulmuş olunan literatürdeki çalışmaların, odak noktaları, kullanılan yöntemler/teknolojiler ve elde edilen bulgular, kıyaslama sunması için özet olarak oluşturulmuştur.

Bu tablo, korneal biyomekanik değişikliklerden [140, 141], astigmatik deformasyonlara [142] ve tele-tıp tabanlı değerlendirmelerin güvenilirliğine [143] kadar geniş bir yelpazede ele alınan konuları içermektedir. Ayrıca, Rainbow Scale gibi standartlaştırılmış değerlendirme araçlarının [144, 145] kullanımının yanı sıra, üç boyutlu görüntüleme teknolojilerinin [146] ve ImageJ gibi yazılımların [147, 148] kantitatif analizdeki rolüne değinilmiştir. Özellikle, dermatoşalazisin glokomatöz görme alanı defektlerini taklit etme potansiyeli [149] gibi fonksiyonel etkiler de vurgulanmıştır. Bu kapsamlı literatür analizi, mevcut çalışmanın metodolojik çerçevesini ve bilimsel konumlandırmasını güçlendirmektedir. Literatürdeki çalışmaların farklı görüntü işleme kütüphanelerini (OpenCV, MediaPipe) ve derin öğrenme modellerini (ESA, FaceMesh) kullanarak elde ettiği sonuçlar [150- 154], bu tezde uygulanan protokollerin sağlamlığını ve elde edilen bulguların güvenilirliğini pekiştirmektedir. Özellikle, yüksek tanıma ve tespit oranlarına ulaşan mevcut YZ destekli sistemlerin [154] referans alınması, bu çalışmada kullanılan OpenCV ve MediaPipe tabanlı sistemin %99.2 başarı oranıyla dermatoşalazis tespiti yapabilme kabiliyetinin literatürle uyumlu ve rekabetçi olduğunu göstermektedir. Bu karşılaştırmalı analiz, gelecekteki kişiye özel simülasyon tabanlı preoperatif planlama [151] ve otonom yüz analizi sistemlerinin geliştirilmesi için kritik bir yol haritası sunmaktadır.

Tablo 8. Literetür çalışmalarına kıyaslamalı bakış

Yazar(lar)	Odak Noktası	Yöntem/Veri	Temel Bulgular
Sommer et al.	Blefaroplasti sonrası kornea biyomekaniği	4. hafta değerlendirme, IOP ölçümleri	Yaş, kuru göz ve cihaz farkları değerlendirmeye dahil edilmelidir.
Rafizadeh et al.	Post-op 4. ayda kornea biyomekaniği değişimi	Uzun dönem takip	GİB ölçüm yorumlarında dikkatli olunmalıdır.
Brown et al.	Blefaroplastide astigmatik değişim	Refraksiyon analizi	0.55 diyoptriye kadar astigmatizma saptandı.
Wagner et al.	Telemedisin ile blefaroplasti tanısı	Fotoğraf tabanlı sanal muayene	Kaş pitozu ve pitozis için güvenilir; dermatoşalazis tanısında varyasyonlar etkili.
Van Dongen & Mooij et al.	Rainbow Scale ile dermatoşalazis analizi	Fotoğrafik skala	Online, valide, kullanıcı dostu değerlendirme aracı.
Rassi et al.	Blefaroplastide sütür tekniği karşılaştırması	3B Vectra analiz	Brassiere tekniği daha genç görünüm sağlar.
Menderes et al.	İçten browpeksi etkisi	ImageJ ile foto-analiz	Proportional ölçümle kaş pozisyonu güvenilir analiz edilebilir.
You et al.	NT-MRD-1 ölçümü ile lateral sarkma	ImageJ, MRD fark ölçümü	NT-MRD-1 basit ve etkili klinik parametre.
Kosmin et al.	Dermatoşalazisin glokom tanısındaki etkisi	Görme alanı değerlendirmesi	Görme alanı bozukluklarıyla karışabilir; tanı karışıklığı riski.
Grillo et al.	Mediapipe ile maksillofasiyal cerrahi analizi	FaceMesh ile 4B analiz	Kişiye özel cerrahi planlama hassasiyeti artırır.
Liu et al.	ISD yöntemi ile Asyalı hastalarda estetik analiz	Preop tasarım	Lateral odaklı tasarım, doğal görünüm sağlar.
Farkhod et al.	CNN ile maske takılı yüzlerde duygu analizi	Üst yüz işaret analizi	Düşük ışıkta başarı düşüyor.
Eman et al.	Maskeli yüz tanıma ve segmentasyon	SSD-MobileNetV2 + RPCA	%97.5 doğruluk oranı ile başarılı tanı.
Mohamed et al.	Göz hareketleri ile kontrol	PyCharm, OpenCV, Mediapipe, Pyautogui	Gözle izleme ve etkileşimde %99.63 doğruluk.
Quintero et al.	Gerçek ortamlarda yüz tespiti	4 açık kaynak model, yeni veri seti	Yüz maskesi ile tespit için model doğrulama ve yeni veri seti katkısı.
Bu TEZ çalışması	Blefaroplasti sonrası YZ ile hasta tanı analizi	PyCharm, OpenCV, Mediapipe 3B analiz	%99.2 doğruluk oranı ile blefaroplasti geçiren hasta tespiti yapılmıştır.

“Yapılan literatür incelemeleri ışığında, özellikle Grillo ve ark. [150], Eman ve ark. [153] ile Quintero ve arkadaşlarının [155] çalışmaları dikkate alındığında, Dlib’in yüz işaret noktası tespiti ve yüz segmentasyonu alanında yaygın biçimde kullanılan, erişilebilirliği yüksek ve engellenmemiş yüz görüntülerinde yüksek doğruluk oranları sağlayan bir araç olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, çalışmamızda da yüzeysel

engel içermeyen blefaroplasti öncesi ve sonrası görüntülerin analizinde Mediapipe tabanlı yaklaşımlar, yüksek güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik sunarak etkili sonuçlar vermiştir. Ancak, düşük ışıklı görüntülerde ve her iki gözü aynı anda algılayamadığında performans sorunları yaşadığı tespit edilmiştir. DNN, yüzün neredeyse tüm görüntüyü kapladığı durumlarda yanlış pozitifler üretmektedir. MTCNN, yanlış pozitif tespit etme sorunu yaşamasa da yüz maskesi gibi herhangi bir engel söz konusu olduğunda yüzü tespit etmede en düşük doğruluğa sahiptir. Öte yandan, MediaPipe nispeten yeni bir araç olmasına rağmen, yüzü tespit etme ve konumlandırma görevini yeterli bir doğrulukla yerine getirebilmektedir. Mediapipe, özellikle gerçek zamanlı yüz işaret noktası takibi, 3D yüz modellemesi ve video bazlı analizlerde öne çıkmakta; jest tanıma, yüz asimetrisi ve cerrahi sonrası hacimsel değişimlerin izlenmesinde daha dinamik çözümler sunmaktadır [156]. OpenCV DNN ise, daha çok genel nesne tespiti ve yüz sınıflandırması görevlerinde kullanılmakta olup, segmentasyon öncesi yüz bölgesinin kaba konumlandırılmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle kontrolsüz ortamlarda ve yüz kısmen kapalıyken başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada, MediaPipe, %97.5 hassasiyet, %86.7 doğruluk ve %92.9 f1 skoru ile başarılı bir performans sergilemiştir. Bu bağlamda, çalışmamızda blefaroplasti öncesi ve sonrası engellenmemiş yüz görüntülerinde Dlib tabanlı analizler; doğruluk, sadelik ve işlem verimliliği açısından tercih edilir olduğu, ancak özellikle estetik cerrahi sonrası detaylı yüz profili değerlendirmelerinde Mediapipe'in 3D modelleme kabiliyetlerinin tamamlayıcı nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır.

Şimşek ve ark. blefaroplasti (Grup I) ile Müller kası-konjonktival rezeksiyon ile birlikte yapılan blefaroplastinin (Grup II) yüz ve yüz işaret noktaları tespit algoritmaları için DLIB- ML kullanılarak 68 yüz işaretiyle hastaların ameliyat öncesi ve sonrası görüntülerini kıyaslamışlardır. Palpebral mesafe, göz açıklık alanı ve ortalama kaş yüksekliği cerrahi parametreler hassas bir şekilde ölçülmüş ve palpebral mesafe ve göz açıklık alanı ölçümlerinde her iki grupta anlamlı bir artış gözlemlenmiştir [157]. Bizim çalışmamızda ise 474 yüz işaretleyicisi ile daha hassas bir değerlendirme yapılarak benzer şekilde palpebral fissür yükseliği ve MRD-1 değerlerinde ameliyat sonrası anlamlı bir artış olduğu saptanmıştır.

Coombes ve ark. bir yarık lamba (slit-lamp) üzerine monte edilen dijital fotoğraf sistemi geliştirerek, palpebral açıklık, üst marjinal refleks mesafesi, alt skleral görünüm, levator fonksiyonu ve üst göz kapağı deri kıvrımı yüksekliği olmak üzere

beş farklı göz kapağı parametresini ölçmüştür. Bu sistem sayesinde, hastanın baş pozisyonu sabitlenmiş ve göz kapağının standartlaştırılmış görüntüleri elde edilmiştir. Çalışmalarının sonuçları, bilgisayar tabanlı dijital fotoğraf analizinin, geleneksel el cetveli ölçümleriyle kıyaslanabilir olduğunu ve bazı açılardan daha üstün ölçüm doğruluğu sunduğunu göstermiştir. Sistem, hastaların klinik değerlendirilmesini hızlandıran, standartlaştıran ve kolaylaştıran bir yöntem olarak dikkat çekmektedir [158]. Göz kapağı cerrahisi sonrası hasta değerlendirme süreçlerinde, bu dijital sistemin kullanımı, hastaların tıbbi kayıtlarının daha güvenilir bir şekilde saklanmasını sağlayarak, araştırma ve kalite kontrol süreçlerini iyileştirebileceğini vurgulamışlardır.

Danesh ve ark. involüsyonel pitozis nedenli müller kası konjonktival rezeksiyonu ve levator rezeksiyonu cerrahisi geçiren hastalarda göz kapağı konturundaki cerrahi sonrası değişiklikleri karşılaştırmak için yeni bir ölçüm tekniği sunmaktadır. Geleneksel marjinal refleks mesafesi ölçümleri, göz kapağı yüksekliği hakkında genel bilgi verse de kontur değişikliklerini ayrıntılı olarak açıklayamadığını vurgulamışlar. Gözbebeğinin merkezi referans noktası olarak alınarak, göz kapağı kenarına kadar 10 farklı noktada dikey mesafeler ölçerek analiz etmişler ve göz kapağı konturunu değerlendirmek için yeni bir ölçüm yöntemi sunmuşlardır [159].

Flynn ve ark. ptosis nedenli levator aponevroz tamiri cerrahisi sonrası üst göz kapağı konturunun objektif olarak değerlendirilmesi için dijital görüntü analizinin kullanımını incelemektedir. NIH ImageJ yazılımı kullanılarak üst göz kapağı marjinal tepe noktasının yatay konumu analiz edilmiş ve ameliyat öncesine kıyasla ameliyat sonrası, tepe noktası anlamlı düzeyde temporale doğru kaymıştır. Dijital analiz yöntemi, göz kapağı cerrahisi sonrası kontur değişimlerini objektif olarak değerlendirmek için uygun bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır [160].

Cruz ve ark, farklı çalışmalarda tiroid göz hastalığıyla ilişkili göz kapağı retraksiyonu olan hastalar ve doğuştan pitozisli hastalar için göz kapağı konturunu ölçmek için göz kapağı boyunca belirli noktalar yerleştirerek görüntü işleme yazılımı kullandılar [161, 162].

Ahn ve ark. involüsyonel pitozis nedeniyle levator aponevroz ilerletme cerrahisi geçirmiş hastalara geliştirilen MATLAB tabanlı yazılım kullanılarak ameliyat öncesi ve sonrası dijital fotoğraflar analiz etmişlerdir. Pupilla merkezi referans noktası olarak alınarak, göz kapağının farklı açılarda yükselme seviyeleri ölçülmüştür. Ameliyat öncesi ve sonrası göz kapağı konturları sağlıklı bireylerden

oluşan kontrol grubuyla karşılaştırdıklarında anlamlı derecede düşüktür. Ameliyat sonrası tüm çoklu radyal gözbebeği kapağı mesafesi açılarında belirgin bir artış görülmüştür, bu da göz kapağı konturunun düzelmesini sağlamıştır. Ayrıca MRD-1 ameliyat sonrasında anlamlı derecede yükselmiştir. Postoperatif durumda, göz kapağı konturu normal bireylerle karşılaştırıldığında hâlâ biraz daha düşük olsa da özellikle göz kapağının dış tarafındaki yükseklik belirgin şekilde artmıştır [163]. Bu şekilde cerrahi sonrası, MRD-1, göz kapağı konturu ve yüksekliği büyük ölçüde normale yaklaşmış olması bizim çalışmamızdaki bulgularla uyumludur.

Raschke ve ark. blefaroplasti sonrası estetik sonuçların değerlendirilmesi genellikle hastalar, cerrahlar veya bağımsız gözlemciler tarafından yapılan subjektif analizlere dayandığını ancak yaptıkları çalışma ile, ameliyat öncesi planlama ve ameliyat sonrası değerlendirme için fotoğraf destekli objektif bir analiz yöntemi sunmuşlardır. Standartlaştırılmış ameliyat öncesi ve sonrası fotoğraflar kullanılarak göz yarığı yüksekliği, genişliği, üst göz kapağı oluğu yüksekliği, iris örtülme oranı, skleral açıklık, kornea ile alt göz kapağı ilişkisi ve kantus açısı gibi parametreler ölçülmüştür [164]. Sonuçlar, tüm ölçüm verilerinin ameliyat sonrası anlamlı bir şekilde standarda daha yakın hale geldiğini belirtmiştir.

Wu ve ark. farklı yüz işaret noktası tespit yöntemlerini karşılaştırarak, gelecekteki araştırmalar için potansiyel yönelimleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Bütünsel yöntemler, tüm yüzü modelleyerek çalışsa da genelleme yeteneği düşük olabilir. CLM yöntemleri, küresel şekil modelini kullanarak daha esnek sonuçlar üretse de, bazı varyasyonları yakalamakta zorlanabilir. Regresyon tabanlı yöntemler ise, son yıllarda en iyi performansı gösteren tekniklerden biri olup, özellikle DÖ ile birleştirildiğinde daha yüksek doğruluk sağlamaktadır [165]. Bizim de çalışmamızda kullandığımız DÖ tabanlı modellerin ise, en güncel yüz işaret noktası tespiti algoritmaları arasında öne çıkmakta olduğunu vurgulamışlardır.

Vasanthakumar ve ark. Güney Hindistan etnik grubunda göz açıklığı ölçümlerine dair normatif veriler sağlayarak, cinsiyetler arasında belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Palpebral fissür genişliği, palpebral fissür yüksekliği, palpebral fissür eğimi, dış kantus mesafesi, interpupiller mesafe ve interkantal mesafesi ölçülerek kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlerin sonucunda cinsiyetler arasında anlamlı farklılıklar gösterildiği ortaya koyulmuştur. Ayrıca, orbital ve göz çevresi cerrahilerinde bu antropometrik verilerin kullanılması, cerrahların hastalara daha iyi

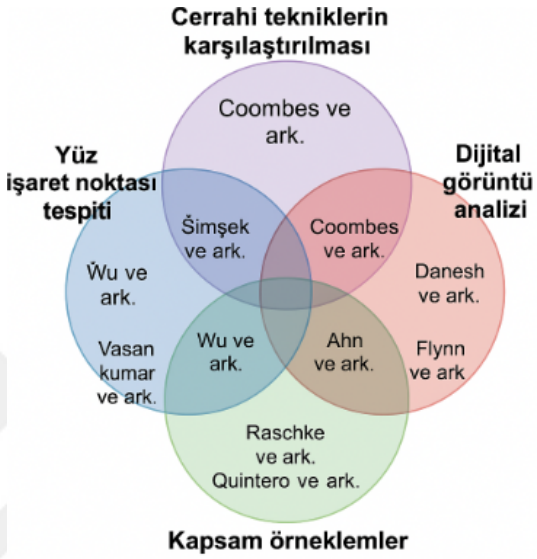
uyum sağlayan ve estetik açıdan daha başarılı sonuçlar elde etmelerine yardımcı olabilir. Özellikle blefaroplasti ve rekonstrüktif göz ameliyatlarında, etnik farklılıklar göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmiş tedavi planları oluşturulabileceğine dikkat çekmiştir [166].

Bu çalışmada, yukarıda bahsi geçen literatür çalışmalarından yola çıkılarak, Tablo 9'da kullanılan analiz yöntemleri, tüm göz kapağı cerrahileri türleri, ölçülen parametreler ve dijital sistemlerin avantajları açısından karşılaştırmalı olarak düzenlenmiştir.

Tablo 9. Göz Kapağı Cerrahisi Sonrası Yüz Analizi Literatürünün Kıyaslamalı Özeti

Çalışma	Cerrahi Türü / Hasta Grubu	Kullanılan Yöntem / Yazılım	Ölçülen Parametreler	Avantajlar ve Bulgular
Şimşek ve ark.	Blefaroplasti (Grup I) + Müller Konj. Rezeksiyonu (Grup II)	Dlib-ML (68 yüz işareti)	Palpebral mesafe, göz açıklık alanı, ortalama kaş yüksekliği	Düşük kaynakla doğru ölçüm, ameliyat sonrası anlamlı artışlar
Coombes ve ark.	Göz kapağı cerrahisi genel	Slit-lamp tabanlı dijital foto sistem	Palpebral açıklık, MRD, levator fonksiyonu, deri kıvrımı	Baş sabitlenmesiyle standardize ölçüm, daha güvenilir kayıt
Danesh ve ark.	İnvolüsyonel Pitozis	Göz kontur analiz tekniği (manuel 10 nokta ölçüm)	Göz kapağı konturu (10 noktada dikey mesafe)	MRD yerine daha detaylı kontur analizi önerilmiştir
Flynn ve ark.	Levator Aponevroz Tamiri	NIH ImageJ	Göz kapağı tepe noktası (konum analizi)	Ameliyat sonrası kontur kayması (temporal), objektif analiz
Cruz ve ark.	Tiroid göz hastalığı / doğuştan pitozis	Görüntü işleme yazılımı (noktasal kontur işaretleme)	Göz kapağı boyunca kontur yüksekliği	Değişik hasta gruplarında karşılaştırmalı kontur değerlendirmesi
Ahn ve ark.	Levator aponevroz ilerletme cerrahisi	MATLAB tabanlı özel yazılım	Radial pupilla-kapak mesafesi, MRD-1	Ameliyat sonrası belirgin düzelme, dış kapak yükselmesi
Raschke ve ark.	Blefaroplasti	Fotoğraf destekli ölçüm sistemi	Göz yarığı, iris örtülme, kantus açısı	Objektif estetik analiz, verilerin standarda yakınsaması
Wu ve ark.	Yöntem kıyaslaması	Dlib, CLM, regresyon tabanlı DÖ	Yüz işaret noktası tespiti başarımı	DÖ modelleri en yüksek doğrulukta çalışmaktadır
Vasanthakumar ve ark.	Güney Hindistan popülasyonu	Antropometrik ölçümler	PFW, PFH, PFI, OCD, IPD, ICD	Cinsiyet ve etnik farklara dikkat, planlamada referans veri sağlar
Bu TEZ Çalışması	Estetik Göz Cerrahisi (Blefaroplasti)	DÖ tabanlı model (474 yüz işaretleyicisi)	MRD-1, palpebral fissür yüksekliği, göz kapağı konturu	Daha hassas kontur analizi, dış tarafa doğru kapağın yükselmesi

Bu kıyaslamalı tabloya dayanarak; yüz işaret noktası tespitine dayalı cerrahi analizlerde Dlib, klasik blefaroplasti sonrası ölçümlerde hızlı ve etkin bir çözüm sunarken; DÖ tabanlı sistemler, özellikle kontur, üç boyutlu yapı ve çoklu parametrik değerlendirmeler için daha üst düzey bir doğruluk sağlamaktadır. Şekil 44 ise, bu tez çalışması bağlamında ulaşılabilinmiş ve irdelenmiş olan tüm literatür çalışmaları arasındaki ilişkilendirmeyi sunmak amaçlı oluşturulmuştur.



Şekil 44: Bu çalışmada dikkate alınan literatür çalışmalarını ilişkilendirilme irdelemesi

Özellikle bu tez çalışması, 474 yüz işaretleyicisi noktası kullanarak, hem geleneksel MRD-1 analizlerinin ötesine geçmekte hem de üst göz kapağının cerrahi sonrası dış-lateral yükselmesini sayısallaştırarak literatüre önemli bir katkı sunmaktadır.

Bu çalışmanın başlıca kısıtlılıkları, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ve verilerin yalnızca tek bir merkezden elde edilmesidir. Örneklem sayısının düşük olması, istatistiksel analizlerin gücünü azaltabileceği gibi, tek merkezli tasarım da sonuçların dış geçerliliğini ve farklı popülasyonlara genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle, bulguların doğrulanması için çok merkezli ve daha geniş örneklem gruplarıyla yürütülecek ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu analizler, sadece cerrahi etkinliği değil; aynı zamanda hastaya özgü etnik yapı, göz kapağı geometrisi ve estetik görünüm gibi multidisipliner faktörleri de dijital olarak izlenebilir hale getirmektedir.

6 SONUÇ

Üst göz kapağı cerrahisi sonrası hasta değerlendirmesi, çoğunlukla ameliyat öncesi ve sonrası çekilen fotoğrafların karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Ne var ki bu konvansiyonel hasta pozisyonundaki-minimal değişiklikler, görüntüleme açılarındaki farklılıklar, aydınlatma koşulları ve yüz ifadelerindeki doğal varyasyonlar nedeniyle kesin, objektif ve tekrarlanabilir metriklerin elde edilmesini sınırlamaktadır. Özellikle, baş hareketleri ve mimik kaslarının dinamik etkileri, oküloplastik cerrahinin sonuçlarının değerlendirilmesini daha da karmaşık hale getirmektedir.

Bu noktada, bilgisayarla görme ve yüz işaret noktası tespit algoritmaları, hasta değerlendirme sürecini daha sistematik ve nicel bir zemine oturtulması için önemli bir potansiyel sunmaktadır. YZ destekli bu yöntemler, blefaroplasti cerrahisi öncesi ve sonrası çekilen görüntüleri normalize ederek fotoğraf boyutlarındaki farklılıkları ortadan kaldırmakta ve böylece hastalar arasındaki bireysel değişkenlikleri minimize ederek daha güvenilir ve tutarlı ölçümler yapılmasına olanak tanımaktadır.

Bununla birlikte, geleneksel yöntemlerle yapılan hasta değerlendirmeleri çoğunlukla cerrahın subjektif görsel analizine ve klinik deneyimine dayandığından, değerlendirme süreci subjektif yorumlardan etkilenebilir ve farklı gözlemciler arasında değişkenlik gösterebilir. Oysa bilgisayarla görme algoritmaları, belirli ölçüm kriterleri kullanarak MRD-1, PFH, TPS, BFS gibi cerrahi sonuçları niceliksel olarak değerlendirir ve daha standart, tekrarlanabilir ve karşılaştırılabilir bir analiz sunar.

Sonuç olarak, bilgisayarla görme ve yüz işaret noktası tespiti teknolojilerinin cerrahi hasta değerlendirme süreçlerine entegrasyonu, göz kapağı estetiğinin objektif bir şekilde ölçülmesini sağlamanın yanı sıra, cerrahların ameliyat tekniklerini rasyonel bir şekilde optimize etmelerine ve hasta sonuçlarını daha bilimsel bir yaklaşımla değerlendirmelerine yardımcı olabilir ve veya katkı sunabilir. Bu tür sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, gelecekte estetik ve rekonstrüktif cerrahi alanında daha güvenilir, kanıta dayalı ve standardize edilmiş ve bilimsel temellere dayalı değerlendirme süreçlerinin benimsenmesini teşvik edebilir.

Bu perspektiften bakıldığında, sağlık hizmetlerinde YZ'nın potansiyelini keşfetmeye devam ederken, araştırmacıların ve uygulayıcıların cerrahi tekniklerin ve

hasta bakımının ilerlemesi için iş birliği yapması ve yenilik yapması hayati önem taşımaktadır. Hastaların uygun iyileşme ve optimum sonuçları garantilemek için ameliyat sonrası bakım talimatlarına uymaları çok önemlidir. Üst göz kapağı ameliyatının uzun vadeli sonuçlarını ve başarı oranlarını anlamak, hastaların tedavi seçenekleri hakkında bilinçli kararlar almalarına yardımcı olabilir. Bu açıdan da konu ele alındığında, genel olarak, Göz kapağı cerrahisinde YZ teknolojilerinin entegrasyonu cerrahi hassasiyeti ve hasta sonuçlarını iyileştirmede büyük bir katkı sağladığını açıkça göstermektedir.

7 KAYNAKLAR

1. American Academy of Ophthalmology. Basic and clinical science course 2021-2022 Section 7: Orbit, eyelids, and lacrimal system. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2021–2022:165-296.
2. Salmon JF. Kanski's clinical ophthalmology. 9th ed. Oxford: Elsevier; 2020:37-93.
3. An SH, Kim JW, Chung H, Kim YH. Effects of upper lid blepharoplasty on visual quality in patients with lash ptosis and dermatochalasis. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(9):1320–1325.
4. Downie LE, Bandlitz S, Bergmanson JPG, Craig JP, Dutta D, Maldonado-Codina C, et al. BCLA CLEAR - Anatomy and physiology of the anterior eye. *Cont Lens Anterior Eye*. 2021;44(2):132–156.
5. Kakizaki H, Malhotra R, Selva D. Upper eyelid anatomy: An update. *Ann Plast Surg*. 2009;63(3):251–256.
6. Tong J, Patel BC. Anatomy, head and neck, eye orbicularis oculi muscle. StatPearls. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538341/. Erişim tarihi: 30.01.2025.
7. Patel BC, Volner K, Malhotra R. Transconjunctival blepharoplasty. StatPearls. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470335/. Erişim tarihi: 31.01.2025.
8. Patel BC, Malhotra R. Upper eyelid blepharoplasty. StatPearls. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532934/. Erişim tarihi: 25.12.2024.
9. Bhattacharjee K, Ghosh S, Ugradar S, Azhdam AM. Lower eyelid blepharoplasty: An overview. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(10):2075–2083.
10. Ludwig PE, Aslam S, Czyz CN. Anatomy, head and neck, eye muscles. StatPearls. Erişim adresi: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534249/. Erişim tarihi: 31.01.2025.

11. Will MJ. Upper eyelid blepharoplasty. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2016;24(2):125–133.
12. Ng SK, Chan W, Marcet MM, Kakizaki H, Selva D. Levator palpebrae superioris: An anatomical update. *Orbit*. 2013;32(1):76–84.
13. Olver JM, Barnes JA. Effective small-incision surgery for involutional lower eyelid entropion. *Ophthalmology*. 2000;107(11):1982–1988.
14. American Academy of Ophthalmology. Basic and clinical science course 2020–2021, Section 5: Neuro-ophthalmology. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2020: 327–328.
15. Aydın P, Akova YA. Temel göz hastalıkları. Ankara: Güneş Kitabevi; 2001:165-202.
16. Hammond G, Thompson T, Proffitt T, Driscoll T. Functional significance of the early component of the human blink reflex. *Behav Neurosci*. 1996;110:7–12.
17. Gehricke JG, Ornitz EM, Siddarth P. Differentiating between reflex and spontaneous blinks using simultaneous recording of the orbicularis oculi electromyogram and the electro-oculogram in startle research. *Int J Psychophysiol*. 2002;44:261–268.
18. Kaltenmaier M, Vanselow K, Rollnik J, Maschke M. Therapie des essentiellen Blepharospasmus mit Botulinumtoxin. *Fortschr Neurol Psychiatr*. 2019;87(7):355–360.
19. Kaufman PL, Alm A. Adler's physiology of the eye. 10th ed. St. Louis (MO): Mosby; 2003:16–29.
20. Moore KL, Persaud TVN. The developing human. 5th ed. Philadelphia (PA): W.B. Saunders Company; 1993:423–433.
21. Junqueira LC, Carneiro J, Kelley RO. Basic histology. Stamford (CT): Appleton and Lange; 1995:464–466.
22. Tawfik HA, Abdulhafez MH, Fouad YA, Dutton JJ. Embryologic and fetal development of the human eyelid. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2016: 407-414.
23. Delgado-García JM, Gruart A, Trigo JA. Physiology of the eyelid motor system. *Ann N Y Acad Sci*. 2003;1004(1):1–9.

24. Jones LT. The anatomy of the upper eyelid and its relation to ptosis surgery. *Am J Ophthalmol*. 1964;57:943–959.
25. Kanski JJ. Disorders of the eyelids. In: Clinical ophthalmology. 9th ed. Oxford (UK): Butterworth-Heinemann; 2019:20–26.
26. Yanoff M, Duker JS. Ophthalmology. 6th ed. St. Louis (MO): Mosby; 2022:1259-1365
27. Bour LJ, Aramideh M, Ongerboer De Visser BW. Neurophysiological aspects of eye and eyelid movements during blinking in humans. *J Neurophysiol*. 2000;83(1):166–176.
28. Dutton JJ, Frueh BR. Eyelid anatomy and physiology with reference to blepharoptosis. In: *Evaluation and management of blepharoptosis*. 2010;13–26.
29. Hammond G, Thompson T, Proffitt T, Driscoll T. Functional significance of the early component of the human blink reflex. *Behav Neurosci*. 1996;110:7–12.
30. Gehricke JG, Ornitz EM, Siddarth P. Differentiating between reflex and spontaneous blinks using simultaneous recording of the orbicularis oculi electromyogram and the electro-oculogram in startle research. *Int J Psychophysiol*. 2002;44: 261–268.
31. Damasceno RW, Avgitidou G, Belfort R Jr, Dantas PEC, Holbach LM, Heindl LM. Eyelid aging: pathophysiology and clinical management. *Arq Bras Oftalmol*. 2015;78(5): 328-331.
32. Rossi Santos Silva K, Cardoso Rossi, D, Petroianu, A. A new classification of the lateral dermatochalasis of upper eyelids. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2021;9(7): e3711.
33. Koursh DM, Modjtahedi SP, Selva D, Leibovitch I. The blepharochalasis syndrome. *Surv Ophthalmol*. 2009;54(2):235–244.
34. Zoumalan CI, Roostaeian J. Simplifying blepharoplasty. *Plast Reconstr Surg*. 2016;137(1):196e–213e.
35. Bhattacharjee K, Misra D, Deori N. Updates on upper eyelid blepharoplasty. *Indian J Ophthalmol*. 2017;65:551-558
36. Stambaugh KI. Upper lid blepharoplasty: skin flap vs. pinch. *Laryngoscope*. 1991;101(11):1233–1237.
37. Yang P, Ko AC, Kikkawa DO, Korn BS. Upper eyelid blepharoplasty: evaluation, treatment, and complication minimization. *Semin Plast Surg*. 2017;31(1):51–57.

38. Biesman BS. Blepharoplasty: laser or cold steel? *Skin Therapy Lett*. 2003;8(7):5–7.
39. Rohrich RJ, Coberly DM, Fagien S, Stuzin JM. Current concepts in aesthetic upper blepharoplasty. *Plast Reconstr Surg*. 2004;113(3):32e–42e.
40. Patel BC, Malhotra R. Upper eyelid blepharoplasty. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
41. Lyon DB. Upper blepharoplasty and brow lift: state of the art. *Mo Med*. 2010;107(6):383–390.
42. Mack W. Blepharoplasty complications. *Facial Plast Surg*. 2012;28(3):273–287.
43. Park S, Kim B, Shin Y. Correction of superior sulcus deformity with orbital fat anatomic repositioning and fat graft applied to retro-orbicularis oculi fat for Asian eyelids. *Aesthetic Plast Surg*. 2011;35(2):162–170.
44. Turing AM. Computing machinery and intelligence. *Mind*. 1950;59(236):433–460.
45. McCulloch WS, Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bull Math Biophys*. 1943;5(4):115–133.
46. Russell SJ. Artificial intelligence: a modern approach. Upper Saddle River (NJ): Pearson Education, Inc.; 2010.
47. Piccinini G. Alan Turing and the mathematical objection. *Minds Mach*. 2003;13:23–48.
48. Turing AM. Computing machinery and intelligence. *Creative Comput*. 1980;6(1):44–53.
49. Moor J. The Dartmouth College artificial intelligence conference: The next fifty years. *AI Mag*. 2006;27(4):87-87.
50. Newell A, Simon H. The logic theory machine--A complex information processing system. *IRE Trans Inf Theory*. 1956;2(3):61–79.
51. McDermott D. Artificial intelligence and consciousness. In: Zelazo PD, Moscovitch M, Thompson E, editors. *The Cambridge handbook of consciousness.* Cambridge: Cambridge University Press; 2007:117–150.
52. Fundamentals of AI and Digital Transformation. Erişim adresi: https://stdm.github.io/downloads/talks/2020-07-14_Fundamentals-AI-digital-transformation.pdf. Erişim tarihi: 18.04.2025.

53. Self-Improving Robots. Stanford AI Blog. Erişim adresi: https://ai.stanford.edu/blog/self-improving-robots/. Erişim tarihi: 18.04.2025.

54. Aslan K. Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi Kursu 19 Haziran 2021. C ve Sistem Programcıları Derneği Kurs Notları. İstanbul (Turkey); 2021:10-48

55. Kandel ER. Cellular mechanisms of learning and the biological basis of individuality. In: Principles of neural science. 3rd ed. New York: Elsevier; 1991: 1009–1031.

56. Luger GF. Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving. 5th ed. New Delhi: Pearson Education India; 2009:35-126

57. Russell SJ, Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. 2nd ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 2003: 124-412

58. Yang X, Chen A, PourNejatian N, Shin HC, Smith KE, Parisien C, et al. A large language model for electronic health records. *NPJ Digit Med*. 2022;5(1):194.

59. Lucci S, Kopec D. Artificial intelligence in the 21st century: a living introduction. 2nd ed. USA: Mercury Learning and Information; 2016:1-850.

60. Goertzel B, Pennachin C. Artificial general intelligence. Vol. 2. New York: Springer; 2007:63-492.

61. Eastman TE. The large, the small and the human mind: Roger Penrose with Abner Shimony, Nancy Cartwright, and Stephen Hawking. *Process Stud*. 1998;27(3/4):360–361.

62. Holmes W, Bialik M, Fadel C. Artificial intelligence in education. 2020;66.

63. Turing AM. The chemical basis of morphogenesis. *sciences-cecm.usp.br*. Erişim adresi: http://sciences-cecm.usp.br. Erişim tarihi: 18.04.2025.

64. Pannu A. Artificial intelligence and its application in different areas. *Artif Intell.* 2015;4(10):79–84.

65. Şahin AR, Doğan K, Sivri S. Sağlık bilimlerinde yapay zekâ. 1. baskı. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2020:123-144

66. Ersoy E, Karal Ö. Yapay sinir ağları ve insan beyni. *İnsan Toplum Bilim Araş Derg*. 2012;1(2):188–205.

67. Haykin S. Neural networks: a comprehensive foundation. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall; 1999.
68. Öztemel E. Yapay sinir ağları. İstanbul: Papatya Yayıncılık; 2003:75-210
69. Kabalcı E. Yapay sinir ağları: ders notları [İnternet]. 2014 Erişim adresi: https://ekblc.files.wordpress.com/2013/09/ysa.pdf. Erişim tarihi: 10.03.2025.
70. Öztürk K, Şahin ME. Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*. 2018;6(2):25–36.
71. Yılmaz ÖÜA, Yayın K. Derin öğrenme. İstanbul: KODLAB Yayın Dağıtım Yazılım LTD. ŞTİ.; 2021:10-130
72. Jacob ESR. What the radiologist should know about artificial intelligence – an ESR white paper. *Insights Imaging*. 2019;10(1):44.
73. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015;521(7553):436–444.
74. Girshick R, Donahue J, Darrell T, Malik J. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2014)*. Columbus, OH: IEEE; 2014:580–587.
75. Doğan F, Türkoğlu İ. Derin öğrenme modelleri ve uygulama alanlarına ilişkin bir derleme. *Dicle Univ Müh Fak Müh Derg*. 2019;10(2):409–445.
76. Çiğdem A, Çırak A. Türkçe haber metinlerinin konvolüsyonel sinir ağları ve Word2Vec kullanılarak sınıflandırılması. *Bilisim Teknol Derg*. 2019;12(3):219–228.
77. Elman JL. Finding structure in time. *Cogn Sci*. 1990;14(2):179–211.
78. Schuster M, Paliwal KK. Bidirectional recurrent neural networks. *IEEE Trans Signal Process*. 1997;45(11):2673–2681.
79. Schmidhuber J. Learning complex, extended sequences using the principle of history compression. *Neural Comput*. 1992;4(2):234–242.
80. Bengio Y, Simard P, Frasconi P. Learning long-term dependencies with gradient descent is difficult. *IEEE Trans Neural Netw*. 1994;5(2):157–166.
81. Hochreiter S, Schmidhuber J. Long short-term memory. *Neural Comput*. 1997;9(8):1735–1780.
82. Ackley DH, Hinton GE, Sejnowski TJ. A learning algorithm for Boltzmann machines. *Cogn Sci*. 1985;9(1):147–169.

83. Hinton GE, Srivastava N, Krizhevsky A, Sutskever I, Salakhutdinov R. Improving neural networks by preventing co-adaptation of feature detectors. *arXiv* [çevrim içi]. 2012. Erişim adresi: https://arxiv.org/abs/1207.0580. Erişim tarihi: 21.01.2025.
84. Hinton GE, Osindero S, Teh Y-W. A fast learning algorithm for deep belief nets. *Neural Comput*. 2006;18(7):1527–1554.
85. Bengio Y. Learning deep architectures for AI. *Found Trends Mach Learn*. 2009;2(1):1–127.
86. Lu X, Tsao Y, Matsuda S, Hori C. Speech enhancement based on deep denoising autoencoder. In: *Proceedings of Interspeech 2013*. Lyon, France: ISCA; 2013:436–440.
87. Hinton GE, Zemel RS. Autoencoders, minimum description length and Helmholtz free energy. In: Hanson SJ, Cowan JD, Giles CL, editors. *Advances in Neural Information Processing Systems 6 (NeurIPS 1993)*. San Mateo (CA): Morgan Kaufmann; 1994:3–10.
88. Baldi P. Autoencoders, unsupervised learning, and deep architectures. In: Guyon I, Dror G, Lemaire V, Taylor G, Silver D, editors. *Proceedings of the ICML Workshop on Unsupervised and Transfer Learning*. JMLR Workshop and Conference Proceedings; 2012:37–50.
89. Krizhevsky A, Hinton GE. Using very deep autoencoders for content-based image retrieval. In: *Proceedings of the European Symposium on Artificial Neural Networks (ESANN 2011)*. Bruges, Belgium; 2011:489–494.
90. Vincent P, Larochelle H, Bengio Y, Manzagol P-A. Extracting and composing robust features with denoising autoencoders. In: *Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning (ICML 2008)*. ACM; 2008:1096–1103.
91. Vincent P, Larochelle H, Lajoie I, Bengio Y, Manzagol PA. Stacked denoising autoencoders: Learning useful representations in a deep network with a local denoising criterion. *J Mach Learn Res*. 2010;11: 3371–3408.
92. Nguyen G. ML and DL frameworks and libraries for substantial and ample data mining: A survey. *Artif Intell Rev*. 2019;52:77–124.

93. Toğaçar M, Ergen B. Biyomedikal görüntülerde derin öğrenme ile mevcut yöntemlerin kıyaslanması. *Fırat Univ Müh Bilim Derg*. 2019;31(1):109–121.

94. Abadi M, Agarwal, A, Barham, P, Brevdo, E, Chen, Z, Citro, C., et al. Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems. arXiv preprint arXiv:1603.04467.

95. Baylor D, Breck E, Cheng HT, Fiedel N, Foo CY, Haque Z, et al. TFX: A TensorFlow-based production-scale machine learning platform. In: *Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*; 2017 Aug; New York, NY: 1387–1395.

96. Jia Y, Shelhamer, E, Donahue, J, Karayev, S, Long, J, Girshick, R, et al. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Multimedia*; 2014:675–678.

97. Janowczyk A, Madabhushi A. Deep learning for digital pathology image analysis: A comprehensive tutorial with selected use cases. *J Pathol Inform*. 2016;7(1):29.

98. Ünlü EI, Çınar A. Segmentation of benign and malign lesions on skin images using U-Net. *2021 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT)*. IEEE; 2021:165-169.

99. Guo Y, Liu Y, Oerlemans A, Lao S, Wu S, Lew MS. Deep learning for visual understanding: A review. *Neurocomputing*. 2016;187: 27–48.

100. Tamvakis PN, Boini T, Boini A, Mouazen AM. Semantic image segmentation with deep learning for vine leaf phenotyping. *IFAC Papersonline*. 2022;55(32):83–88.

101. Chilamkurthy S. A 2017 guide to semantic segmentation with deep learning [Internet]. 2017. Erişim adresi: https://blog.qure.ai/notes/semantic-segmentation-deep-learning-review. Erişim tarihi: 19.11.2024

102. Luo L. Biomedical image processing and applications based on multi object detection algorithm of computational vision. *2023 IEEE International Conference on Image Processing and Computer Applications (ICIPCA)*; 2023:1193–1197.

103. Savin AV, Bulekov E, Yusupov R. Comparison of facial landmark detection methods for micro-expressions analysis. *2021 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*; 2021:1–4.

104. Dhivyaprabha TT, Subashini P, Ramakrishnan B. Computational intelligence based machine learning methods for rule-based reasoning in computer vision applications. *2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*; 2016: 1–8.

105. Challa, NP, Krishna, EP, & Chakravarthi, SS. Facial landmarks detection system with OpenCV Mediapipe and Python using optical flow (active) approach. *2023 3rd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*; 2023: 92–96.

106. Chandel R, Verma R, Gupta S. A comparison of face landmark detection techniques. *2023 4th International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM)*; 2023: 1–6.

107. Gunjan H, Mehta R, Singh R, Verma R. Real-time performance comparison of face detection algorithms using Raspberry Pi. *Int Res J Adv Eng Hub*. 2024;2(10): 2440-2445.

108. Tang X, Du DK, He Z, Liu J. PyramidBox: A context-assisted single shot face detector. In: *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)*; 2018:797–813.

109. Ledig, C, Theis, L, Huszár, F, Caballero, J, Cunningham, A, Acosta, A, et al. Photo-realistic single image super-resolution using a generative adversarial network. *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*; Honolulu, HI, USA; 2017:105–114.

110. Liu G, Xiao J, Wang X. Optimization of face detection algorithm based on MTCNN. *Int Core J Eng*. 2021;7(8):456–464.

111. He K, Zhang X, Ren S, Sun J. Deep residual learning for image recognition. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*; 2016:770–778.

112. Goyal H, Sidana K, Singh C, Jain A, Kaur R, Sharma N, et al. A real time face mask detection system using convolutional neural network. *Multimed Tools Appl*. 2022;81(10):14999–15015.

113. Hariharan S, Pushparaj JD, Malarvel M. Computer vision based student behavioral tracking and analysis using deep learning. *2022 3rd International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)*. IEEE; 2022:1–6.

114. Meghana M, Rao M, Sharma R. Facial landmark detection with Mediapipe and creating animated Snapchat filters. *Int J Innov Eng Manag Res*. 2021;11(6):98–107.

115. Musthafa AS, Sujatha R, Mithuna R, Jessie P. A Python based machine learning framework for eye blink detection with BlueEye technology. *2024 International Conference on IoT Based Control Networks and Intelligent Systems (ICICNIS)*. IEEE; 2024:102–107.

116. Глибовець АМ, Бікчентаєв МО. Recognizing gestures of the Ukrainian dactylic alphabet. *Probl Control Inf*. 2023;47(3):45–52.

117. Jakhete SA, Kulkarni N. A comprehensive survey and evaluation of MediaPipe face mesh for human emotion recognition. *2024 8th International Conference on Computing, Communication, Control and Automation (ICCUBEA)*. IEEE; 2024:1–8.

118. Nawaf AY, Jasim WM. A pre-trained model vs dedicated convolution neural networks for emotion recognition. *Int J Electr Comput Eng*. 2023;13(1):87–95.

119. Chiu CC, Yeh SJ, Sun YC. Analyzing significance of facial features for detection of Parkinson's disease via static images. *2024 IEEE 4th International Conference on Electronic Communications, Internet of Things and Big Data (ICEIB)*. IEEE; 2024:24–26.

120. Özdemir C, Kaya Y. Ray bileşenlerinde meydana gelen arızaların görüntü işleme teknikleri ile tespit edilmesi. *Bilişim Teknol Derg*. 2021;14(1):105–113.

121. Xu Z, Maria A, Chelli K, Dumouchel De Premare T. Vortex and core detection using computer vision and machine learning methods. *Eur J Comput Mech*. 2023;32(5):467-494.

122. Khan MA, Shaikh MK, bin Mazhar SA, Mehboob K. Comparative analysis for a real-time face recognition system using Raspberry Pi. *2017 IEEE 4th*

International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Application (ICSIMA). IEEE; 2017:1–4.

123. Atena Editora. Comparison of Tools to Locate Occluded Faces [İnternet]. 2023. Erişim adresi: https://www.atenaeditora.com. Erişim tarihi: 18.04.2025
124. Kumar NS, Harika C, Harika C, Reddy CS, & Kalyan DP. Sign to text: Automated sign language interpretation using LSTM and computer vision. *2024 3rd International Conference on Automation, Computing and Renewable Systems (ICACRS)*. IEEE; 2024:1414–1419.
125. Zimmerman Z, Thomas JR. An accurate upper lid blepharoplasty: A key component of facial rejuvenation. *Facial Plast Surg*. 2021;37(2):194–197.
126. Thorat NN, Kulal NM, Baburao KV, Hirve SA, Kolekar S, Sangore R. AI-based security in computer vision and machine learning algorithms for hand sign recognition. In: *2024 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security (ICBDS)*. IEEE; 2024:1–5.
127. Walizad ME, Hurroo M. Sign language recognition system using convolutional neural network and computer vision. *Int J Eng Res Technol*. 2020;9(12):59–64.
128. Cho K, Choi I, Kim Y. Robust facial expression recognition using a smartphone working against illumination variation. 2012: 53S-59S.
129. Attili VS, Kottapalli A, Aithal A, Pawa AK, Joshi AM. Real-time sign language translation using computer vision and machine learning. 2024 Int Conf on Cognitive Robotics and Intelligent Systems (ICC-ROBINS). 2024:703–709.
130. Najib FM. Sign language interpretation using machine learning and artificial intelligence. *Neural Comput Appl*. 2025;37(2):841–857.
131. Kundu T, Nabil RM. Enhancing healthcare with desktop companion bot: a novel computer vision approach. 2024 Int Conf on Advances in Computing, Communication, Electrical, and Smart Systems (iCACCESS). 2024:1–6.
132. Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Application of a fully deep convolutional neural network to the automation of tooth segmentation on panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2020;129(6):635–642.
133. Ucuzal H. Yapay zekâya dayalı anlamsal video işleme yöntemlerinin tıpta kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2020: 40-44

134. Ozenne B, Subtil F, Maucort-Boulch D. The precision–recall curve overcame the optimism of the receiver operating characteristic curve in rare diseases. *J Clin Epidemiol*. 2015;68(8):855–859.
135. Cook JA. ROC curves and nonrandom data. *Pattern Recognit Lett*. 2017;85:35–41.
136. Tomak L, Yüksel B. İşlem karakteristik eğrisi analizi ve eğri altında kalan alanların karşılaştırılması. *J Exp Clin Med*. 2009;27(2): 58-65
137. Karim RU, Ahmed M, Khan S, Rahman M. Optimizing stroke recognition with MediaPipe and machine learning: an explainable AI approach for facial landmark analysis. *IEEE Access*. 2025; 13(32636-32660)
138. Jansma J, Schellekens PPA, Vuyk HD. Blepharoplasty in aesthetic facial surgery. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 2014;121(7–8):395–400.
139. Drolet BC, Sullivan PK. Evidence-based medicine: blepharoplasty. *Plast Reconstr Surg*. 2014;133(5):1195–1205.
140. Haug CJ, Drazen JM. Artificial intelligence and machine learning in clinical medicine. *N Engl J Med*. 2023;388(13):1201–1208.
141. Sommer F, Untch E, Spoerl E, Herber R, Pillunat LE, Terai N. Effect of upper eyelid blepharoplasty on corneal biomechanical, topographic and tomographic parameters 4 weeks after surgery. *Int Ophthalmol*. 2022;1–9.
142. Rafizadeh SM, Zarei-Ghanavati S, Ghassemi-Broumand M, Mirshahi R, Eslami Y. The effect of upper eyelid blepharoplasty on corneal biomechanical parameters measured by Corvis ST. *J Curr Ophthalmol*. 2024;36(2):190–197.
143. Brown MS, Siegel IM, Lisman RD. Prospective analysis of changes in corneal topography after upper eyelid surgery. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 1999;15:378–383.
144. Wagner LH, Fairbanks AM, Hodge DO, Bradley EA. Telemedicine for preoperative evaluation of upper eyelid malposition: reliability of diagnosis and surgical plan. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2022;38(4):364–368.
145. van Dongen JA, Eyck BM, van der Lei B, Stevens HP. The Rainbow Scale: a simple, validated online method to score the outcome of aesthetic treatments. *Aesthet Surg J*. 2016;36(3):NP128–130.

146. Mooij JJ, van de Lande LS, Pool SMW, Stevens HPJD, van der Lei B, van Dongen JA. The Rainbow Scale for the assessment of dermatochalasis of the female upper eyelid: a validated scale. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2023;76:15–17.
147. Rassi MNF, de Almeida BV, Limongi RM. Lateral brow-eyelid contour after traditional blepharoplasty versus blepharoplasty with brassiere sutures using three-dimensional imaging. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2025;41(3):269-272.
148. Menderes A, Çağlı HB. Change in brow position after upper blepharoplasty with or without internal browpexy. *Ann Plast Surg*. 2024;93(4):420–424.
149. You H, Kim G, Lew H. A novel classification of senile dermatochalasis: insights from clinical and histological analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2024;262(8):2643–2649.
150. Kosmin AS, Wishart PK, Birch MK. Apparent glaucomatous visual field defects caused by dermatochalasis. *Eye (Lond)*. 1997;11(5):682–686.
151. Grillo R, Anzivino S, Cortelazzi R, Barbieri M, Rossi A. Shaping the 4D frontier in maxillofacial surgery with FaceMesh evolution. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2024;125(3S):101843.
152. Liu Q, Wang Z, Yang J, Wu S, Zhang Y, Gan P, Yi YA. A novel preoperative design to address dermatochalasis in Asian upper blepharoplasty. *J Craniofac Surg*. 2023;34(4):1312–1315.
153. Akhmedov F, Bakhtiyorov D, Nuriddinov S, Cho YI. Development of real-time landmark-based emotion recognition CNN for masked faces. *Sensors (Basel)*. 2022;22(22):8704.
154. Eman M, Ahmad J, Khan M, Abd El-Hafeez T. Innovative hybrid approach for masked face recognition using pretrained mask detection and segmentation, robust PCA, and KNN classifier. *Sensors (Basel)*. 2023;23(15):6727.
155. Mohamed N. Eye-gesture control of computer systems via artificial intelligence. *F1000Research*. 2025; 13:109.
156. Quintero J, Magadan-Salazar A, Tavira J, Pinto Elías R. Comparison of tools to locate occluded faces. *J Eng Res*. 2023;3: 2–9.
157. MediaPipe Solutions guide [İnternet]. Erişim adresi: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/guide. Erişim tarihi: 18.10.2024.

158. Bahçeci Şimşek İ, Şirolu C. Analysis of surgical outcome after upper eyelid surgery by computer vision algorithm using face and facial landmark detection. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021;259(10):3119–3125.
159. Coombes AG, Yiacoumettis AM, El-Attar A, Hardy TG, Malhotra R, Rose GE. A standardized digital photography system with computerized eyelid measurement analysis. *Plast Reconstr Surg*. 2007;120(3):647–656.
160. Danesh J, Kersey TL, Ezra DG, Malhotra R. A novel technique for the measurement of eyelid contour to compare outcomes following Muller's muscle-conjunctival resection and external levator resection surgery. *Eye (Lond)*. 2018;32(9):1493–1497.
161. Flynn TH, Sharma A, Bunce C, Ezra DG. Digital image analysis to characterize the upper lid marginal peak after levator aponeurosis repair. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2011;27(1):12–14.
162. Cruz AA, Coelho RP, Baccega A, Lucchezi MC, Souza ADA, Ruiz EES. Digital image processing measurement of the upper eyelid contour in Graves disease and congenital blepharoptosis. *Ophthalmology*. 1998;105(5):913–918.
163. Cruz AA, Lucchezi MC. Quantification of palpebral fissure shape in severe congenital blepharoptosis. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 1999;15(4):232–235.
164. Ahn S, Woo KI, Kim YD, Kim YK. Analysis of surgical outcome after levator advancement by assessing changes in eyelid contour. *J Craniofac Surg*. 2016;27(5):1147–1150.
165. Raschke GF, Schaaf H, Vairaktaris E, Schultze-Mosgau S, Neukam FW, Schlegel KA. Photo-assisted analysis of blepharoplasty results. *Ann Plast Surg*. 2011;66(4):328–333.
166. Wu Y, Ji Q. Facial landmark detection: a literature survey. *Int J Comput Vis*. 2019;127:115–142.
167. Vasanthakumar P, Soman MA, Johnson P, John K, Shamasundar NM. Anthropometric analysis of palpebral fissure dimensions and its position in South Indian ethnic adults. *Oman Med J*. 2013;28(1):26–32.

8 EKLER

Ek 1.

Ek 2.

KİŞİSEL VERİLER AYDINLATMA VE ONAM METNİ

Dr. Özgür Eroğul olarak tarafınıza sunacağım hizmetlerin yürütülebilmesi için kişisel bilgilerinizi ve sağlık verilerinizi öğrenmemiz ve sunulacak hizmetin gerektirdiği sınırlar içinde kalmak kaydıyla kaydetmemiz ve saklamamız gerekebilmektedir.

Tarafınıza sağlık hizmeti sunabilmek için kaydetmek durumunda olduğumuz sağlık verileriniz, Kanunen özel nitelikli kişisel veri olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'nun 6. Maddesinin 2. Fıkrasında yer alan ***'Özel nitelikli kişisel verilerin, ilgilinin açık rızası olmaksızın işlenmesi yasaktır.'*** hükmü uyarınca kişisel sağlık verileri, kanunda belirtilen özel koşullar dışında ancak kişinin açık yazılı rızası ile kaydedilebildiğinden, tarafınızdan bu onamın alınması zorunluluğu doğmuştur.

BİLGİLENDİRME METNİ

I. Bu onam, muayenemizde sözlü, yazılı, görsel, ya da elektronik olarak tarafımıza verdiğiniz kişisel verileriniz ile internet ve mobil uygulamalar ile ya da elektronik olarak tarafımıza ilettiğiniz ya da muayenehanemizde elde edilen kişisel verilerinizi kapsamaktadır.

II. Bu anlamda tarafınıza sunacağımız hizmetlerin yürütülmesi için gerekli olan ve bu amaçla elde edilen kişisel sağlık verileri başta olmak üzere, adınız, soyadınız, TC kimlik numaranız, (Türk vatandaşı değilseniz pasaport numaranız veya geçici TC kimlik numaranız) doğum yeri ve tarihiniz, medeni haliniz, cinsiyet bilginiz gibi kimlik verileri ile çeşitli kimlik belgeleriniz, adresiniz, telefon numaranız, elektronik posta adresiniz gibi iletişim verileriniz, Banka hesap numaranız, IBAN numaranız gibi finansal verileriniz, klinik dosyanızdaki tıbbi öykünüz, hastalık geçmişinizi gösterir bilgiler, muayene verileriniz, tarafınıza uygulanan işlemlere ilişkin veriler, reçete bilgileriniz, fotoğraflarınız, her türlü görüntünüz, ses/kamera kaydınız, laboratuvar ve görüntüleme sonuçlarınız, test sonuçlarınız gibi tıbbi teşhis, tedavi ve bakım hizmetlerinin yürütülmesi sırasında elde edilen sağlık ve cinsel hayata ilişkin verileriniz, özel sağlık sigortasına ilişkin verileriniz ile Sosyal Güvenlik Kurumu verileriniz vb. kişisel veri sayılmaktadır.

III. Bu kişisel verileriniz 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ve ilgili mevzuat çerçevesinde sadece tarafınıza sunulacak sağlık hizmetinin gerektirdiği ölçüde kaydedilecek ve ***'6 ay olan kaydedilme amaçlarını gerçekleştirmek için gerekli olan süreyi aşmayacak şekilde'*** sistemimizde/arşivimizde saklanacaktır. Bu

kapsamda işlenen verileriniz mesleki sır olarak korunup, gizliliği sağlanacak ve üçüncü kişilerce/kurumlarca/kuruluşlarca paylaşılmayacaktır.

IV. Ancak kişisel verilerinizin 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 58. maddesinde düzenlenen bulaşıcı hastalıkları yetkili makamlara bildirme yükümlülüğü örneğinde olduğu gibi toplum sağlığının korunması için kişisel tıbbi kayıtların mahremiyetinin sınırlanması gereken durumlarda ya da suçu bildirim yükümlülüğü gibi Kanuni zorunluluk hallerinde, sadece amaçla sınırlı olarak ve ölçülü biçimde yetkili makamlara bildirimde bulunulması gerekebileceğini önemle hatırlatırız.

V. Kamu kurumlarından, adli mercilerden ve diğer resmi makamlardan gelen tarafınıza ait verilerin kendilerine iletilmesi yönündeki talepler, talebin amacı, talep edilen veriler ile ulaşılmak istenen amacın örtüşüp örtüşmediği, somut biçimde ortaya konup konamadığı, belirtilen amaca ulaşmanın tek yolunun tarafınıza ait verilerin anonimleştirilmeden iletilme gerekliliği, veri iletiminin demokratik bir toplumda gerekli olup olmadığı unsurları yönünden değerlendirilecek, bu unsurların tamamını sağlamayan veri iletme talepleri yerine getirilmeyecektir.

VI. Tarafımızca kaydedilen verilerinize ilişkin, başta Kişisel Verilerin Otomatik İşleme Tabi Tutulması Karşısında Bireylerin Korunması Sözleşmesi (108 Sayılı Avrupa Konseyi Sözleşmesi), Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesinin 8. Maddesi, Anayasa'nın 20. Maddesi, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu uyarınca:

- Kişisel verilerinizin işlenip işlenmediğini, işlenen verilerinizin kapsamını öğrenme,
- Kişisel verileriniz işlenmişse buna ilişkin bilgi alma, bu verilere erişme ve bunlardan örnek alma,
- Kişisel verilerinizin işlenme amacını ve bunların amacına uygun kullanılıp kullanılmadığını, Yurt içinde veya yurt dışında 3. bir kişiye ya da kuruma aktarılıp aktarılmadığını öğrenme, kişisel verilerinizde meydana gelen değişikliklerin verilerin paylaşıldığı kişi ya da kurumlara bildirilmesini isteme,
- Kişisel verilerinizin eksik veya yanlış işlenmiş olması hâlinde bunların düzeltilmesini isteme,*(Bu hakkın* Zafer Sağlık Külliyesi Dörtyol Mah. 2078 Sok. No:3, Block A, 03030 *açık adresli adresimize bizzat ya da yazılı şekilde başvurmak ya da* 0507 009 90 74telefon numarası ile *kullanılabileceği konusunda bilgi verildi.)*
- Bazı verilerinizin gizlenmesini, silinmesini, anonim hale getirilmesini ya da yok edilmesini isteme haklarınız bulunmaktadır.

II. ONAM BEYANI

Dr. Özgür Eroğul tarafından hazırlanan **Kişisel Veriler Aydınlatma Ve Onam Metnini** okuduğumu ve anladığımı, ayrıca konuya ilişkin tarafıma sözlü bilgi verildiğini,

Kişisel Veriler Aydınlatma Ve Onam metninde detaylı olarak yer alan kişisel verilerimin işlenme amaçları, toplanma yöntemleri ve hukuki sebepleri, kişisel verilerimin korunmasına yönelik haklarım, verilerimin aktarılabileceği zorunlu haller, veri güvenliği ve başvuru haklarıma dair bilgilendirildiğimi,

Sağlık verilerim de dahil olmak üzere tüm kişisel verilerimin yukarıdaki esaslar çerçevesinde Dr. Özgür Eroğul ve çalışanları tarafından kaydedilmesini, saklanmasını, sayılan zorunlu hallerde paylaşılmasını,

Ayrıca Dr. Özgür Eroğul 'ın ve çalışanlarının tarafıma;

- Mobil araçlarla yazılı ve sözlü olarak (telefon:……...),
- İnternet üzerinden yazılı ve sözlü olarak (e-mail adresi:……..)ya da
- Adresime (adres:……..posta yoluyla vb. ulaşabilmesini **AÇIK RIZAM İLE KABUL EDERİM.**

**Hasta Hakları Yönetmeliği gereği; formun 1 sureti size verilecektir. Form tarafınıza verilmediğinde lütfen onamı alan kişiye bildiriniz.*

Hasta Adı Soyadı……

İmza:……**Tarih:** ……./……./……**Saat:**…..

<u>Hastanın 18 yaşından küçük olması ya da bilincinin kapalı olması halind</u>

Hasta Yakını Adı Soyadı:……..

İmza:……**Tarih:** ……./……./……**Saat:**…..

Yakınlık Derecesi: ……..

Kendi el yazınız ile "Okuduğumu anladım yazınız:……..

VARSA TERCÜMAN (Hastanın Dil /İletişim Problemi var ise)

Görüşüme göre tercüme ettiğim bilgiler hasta/hasta yakını tarafında anlaşılmıştır.

Tercüme Yapanın Adı Soyadı:…….

İmza: ……**Tarih:** …../……./…… **Saat:**……

Ek 3.

GÖRSEL İÇERİK KAYDETME VE İŞLEME ONAM FORMU

Şahsıma ait fotoğraf ve/veya video çekimlerinin yapılmasına ve çekimler sırasında ortaya çıkacak görsel içeriklerimin sağlık hizmetlerinde tanıtım ve bilgilendirme çerçevesinde adı geçen sağlık tesisi/sağlık meslek mensubu tarafından işlenmesine, paylaşılmasına ve kullanılmasına kimliğimin gizli tutulması şartı ile açık rızam olduğunu ve işbu metni okuyup anladığımı kabul ediyorum.

Onamı Veren/Yasal Temsilcisi
Adı Soyadı:
T.C. Kimlik No:
Tarih:
İmza:

Onamı Alan
Sağlık Tesisi:
Uygulayıcı Hekimin Adı Soyadı:
Görevi/Unvanı:
T.C. Kimlik No:
Tarih:
İmza:

Açıklamalar

- Hasta İstediği zaman verdiği bu onamı (rızayı) geri çekme hakkına sahiptir.
- Bu rıza formu, görsel verilerin işlenmesi, paylaşılması ve kullanılmasına yönelik olup, tedavi sürecine etkisi yoktur.
- Her cerrahi veya girişimsel işlem risk taşır. Sonuçlar kişiden kişiye değişiklik gösterebilir. Her vakada aynı sonuç elde edilemeyebilir. Erken dönem sonuçları yanıltıcı olabilir, görseldeki sonuç zamanla değişebilir. İşlem öncesinde hastanın uygulayıcı hekim tarafından bilgilendirilmesi zorunludur.