

Proptozisin Görüntü İşleme ve Analizi ile Değerlendirilmesi

Ayşe İdil ÇAKMAK*, Şirin ÇETİN**, Gülen BURAKGAZİ***, Turgut ÖZSEVEN****

Öz

Amaç: Proptozisli hastaların orbita manyetik rezonans görüntüleri üzerinde görüntü işleme ve analizle elde edilen antropometrik ölçümleri değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Geriye dönük olan bu çalışmada hastane kayıt sisteminde değerlendirilen 1-18 yaş arası çocukların orbita manyetik rezonans görüntüleri üzerinde ekzoftalmometre yapıldı. Proptozis olduğu belirlenmiş 17 hasta (hasta grubu) ile proptozis olmayan 17 hastanın (kontrol grubu) T2 ağırlıklı manyetik rezonans görüntülerinden en net alınan aksiyel ve koronal kesitleri üzerinde 15 adet antropometrik ölçüm yapıldı. Bu görüntüler Matlab yazılım programında analiz edildi. Her iki grubun analiz sonuçları birbirleri ile karşılaştırıldı. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak belirlendi.

Bulgular: Hasta grubu (9 ± 5.65 yaş) (6 kız, 11 erkek) ve kontrol grubu (7.82 ± 5.46 yaş) (7 kız, 10 erkek) arasında cinsiyet ve yaş açısından anlamlı farklılık gözlenmedi (sırasıyla $p=0,360$, $p=0,734$). Hastaların %82'sinde sağ gözde proptozis mevcuttu. Hasta grubunun antropometrik ölçümleri ile kontrol grubunun antropometrik ölçümleri birbirleri ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel analiz sonucuna göre hasta grubta göz küresinin arkası ile temporal kemik iç tabulası arasında ölçülen mesafenin her iki göz arasındaki farkı, her iki göz küresinin dış kenarının birbirlerine olan uzaklığı ve her iki göz küresi nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzak farkı anlamlı oranda daha yüksek; sağ göz lens kalınlık ölçümleri ise anlamlı oranda daha düşük saptandı (sırasıyla $p=0,003$, $p=0,030$, $p=0,014$ ve $p=0,05$).

Sonuç: Orbital patolojileri olan hastaların orbita manyetik rezonans görüntülerinin görüntü işleme ve analizle yapılan antropometrik ölçümleri proptozisli hastalarda önemli farklılıklar göstermiştir. Bu çalışma, bu konuda ileride yapılacak çalışmalar için temel bir çalışma işlevi görebilir.

Anahtar Kelimeler: Antropometri, Ekzoftalmometre, Görüntü işleme, Görüntü analizi, Proptozis

Evaluation of Proptosis Using Image Processing and Analysis

Abstract

Objectives: Evaluating the anthropometric measurements of patients with proptosis obtained by image processing and analysis on orbital magnetic resonance images.

Material and Method: In this retrospective study, an exophthalmometer was performed on orbital magnetic resonance images of children aged 1-18 years, evaluated in the hospital registry system. Anthropometric measurements were performed on the most clearly obtained axial and coronal sections from T2-weighted magnetic resonance images of 17 patients (patient group) with proptosis (patient group) and 17 patients without proptosis (control group). These images were processed and analyzed in the Matlab software program. Analysis results of both groups were compared with each other. The statistical significance level was determined as $p \leq 0.05$.

Results: No significant difference was observed between the patient group (9 ± 5.65 years) and the control group (7.82 ± 5.46 years) in terms of gender and age ($p=0.360$, $p=0.734$, respectively). Proptosis was present in the right eye in 82% of the patients. The anthropometric measurements of the patient group and the anthropometric measurements of the control group were statistically compared with each other. According to statistical analysis, the difference between two distances measured from the back of both globs to the temporal bone inner tabula, the distance of the outer border of both globs to each other and the difference between the distances from the nasal border of the globs to the midline connecting the frontal lobe and anterior nasal septum were found to be significantly higher; whereas lenticular thickness of right eyes were measured significantly lower in the patient group. ($p=0.003$, $p=0.030$, $p=0.014$, $p=0.05$, respectively).

Conclusion: Anthropometric measurements performed by image processing and analysis of orbital magnetic resonance images of patients with orbital pathologies showed significant differences in patients with proptosis. This study can serve as a basic study for future studies on this subject.

Keywords: Anthropometry, Exophthalmometer, Image processing, Image analysis, Proptosis

* Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Hatay

** Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Ana Bilim Dalı, Tokat


*** Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalı, Rize

**** Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Tokat

Yazışma Adresi: Ayşe İdil Çakmak, Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Seribyol, Hatay. e-posta: idilayse@yahoo.com

Geliş Tarihi: 31.12.2020 Revize Tarihi: 09.01.2021 Kabul Tarihi: 15.01.2021

ORCID No: AİÇ: 0000-0003-4377-7314, ŞÇ:0000-0001-9878-2554, GB: 0000-0003-4913-4838, TÖ:0000-0002-6325-461X

QR Kod	Bu makaleye online erişim
	Website: https://www.medicalnetwork.com.tr • https://www.mnoftalmoloji.com.tr • e-posta: oftalmoloji@medicalnetwork.com.tr
	Bu çalışmanın kaynak olarak gösterimi: Çakmak Aİ. Çetin Ş. Burakgazi G. Özseven T. Proptozisin Görüntü İşleme ve Analizi ile Değerlendirilmesi. MN Oftalmoloji. 2021;28(4):206-213



Copyright©: 2021 Çakmak ve ark. Bu eser, Creative Commons 4,0 Uluslararası lisansı ile lisanslanmıştır.

Giriş

Antropometri, insan vücudunun şekli, büyüklüğü ve fiziksel özelliklerinin sistematik olarak ölçülmesi ile ilgilenen bir bilim dalıdır.¹ Bu bilim anatomik yapıları anlamamıza insan vücudunun yapısını sayısal olarak belirtmemizi sağlayan bir teknik oluşturmamıza yardımcı olur. Bu yüzden antropoloji, özellikle kraniyofasiyal cerrahinin ve sendromoloji biliminin önemli bir parçasını oluşturur. Orbita, kraniyofasiyal cerrahi içinde yer alan bir bölüm olup, santral sinir sistemine, nazal bölgeye, paranazal sinüslere, yüze ve gözü destekleyen diğer yapılara geçişte önemli bir kavşak noktası oluşturmaktadır.² Bu yüzden orbitanın anatomisini ve mekanik fonksiyonlarını anlamak, oranlarını bilmek, göz patolojileri ile birlikte birçok kraniyofasiyal patolojinin de klinik olarak doğru değerlendirilmesinde, uygun tedavilerinin belirlenmesinde ve bu bölgelerde yer alan kanserlerin erken teşhisinde hayati öneme sahiptir.³

Proptosis orbita patolojilerinin en sık görülen belirtilerinden birisidir. Aynı zamanda “ekzoftalmus” olarak da adlandırılan proptozis, göz küresinin orbita sınırından ileriye doğru yer değiştirmesi olarak tanımlanır.⁴ Bu rahatsızlık orbitada volüm artışına neden olan herhangi bir tümörden, vasküler anomali-den, enflamatuvar veya endokrin kökenli bir patolojiden kaynaklanıyor olabilir. Proptozis, orbital patolojilerin bir belirtisi olabileceği gibi orbita komşuluğunda bulunan kranyal, nazal ve paranazal bölgedeki lezyonların da ilk belirtisi olabilir.^{3,4} Bu nedenle muayenede proptozisin erken farkedilmesi ve değerlendirilmesi, kraniyofasiyal bir tümörü olan hastalar açısından hayati önem arz eder.

Proptozis tanısı klinikte en sık Hertel ekzoftalmometresi ile konmaktadır. Bu yöntem orbitanın lateralini oluşturan kemik açısı ile kornea arasındaki mesafenin ölçülmesi esasına dayanır. Ancak ölçümlerin kişiden kişiye farklılıklar göstermesi, bu yöntemin güvenilirliğinin sorgulanmasına neden olmaktadır.⁵ Bu yüzden proptozis tanısında bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) gibi radyolojik görüntüleme yöntemlerine de başvurulmaktadır. Bu sayede eş zamanlı olarak proptozise neden olan faktörlerin bir kısmı da görüntülenebilmektedir.⁶

Son zamanlarda birçok çalışmada medikal görüntü işleme

ve analizinden yararlanıldığı gözlenmektedir.⁷ Bu yöntem ile hastalara herhangi bir invazif işlem yapmadan tanı koymak, hastalığı evrelendirmek ve hastaların tedavi etkinliğini değerlendirmek amaçlanmaktadır. Günümüzde oftalmoloji alanında da hastalıkların önlenmesi, erken teşhisi, tedavisinin belirlenmesi ve takibinde MR'den elde edilen görüntüler gibi medikal görüntülerin işlenmesi ve bilgisayarlar ile yorumlanması gitgide daha çok önem kazanmaktadır.^{7,8}

Bu çalışmanın amacı, proptozis tespit edilmiş hastaların orbita MR görüntüleri üzerinde Matlab görüntü işleme ve analiz tekniği ile elde edilen antropometrik ölçümlerin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem

Çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayı alınarak (08-14.02.2019). Helsinki Bildirgesi prensiplerine uygun olarak yapılmış retrospektif bir çalışmadır. Hastaların vasilerinden bildirilmiş onam formu alınmıştır.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri şöyledir:

1. 18 yaş altı olmak,
2. Orbita MR görüntülerinin düzgün baş ve boyun çatisıyla çekilmiş olması,
3. Herhangi bir beyin, orbita veya göz travması geçirmemiş olmak,
4. Herhangi bir beyin, orbita veya göz cerrahisi geçirmemiş olmak,
5. Hastane bilgi kayıt sisteminde radyolojik tanıyı destekleyen klinik veya patolojik veriye sahip olmaktır.

Hastaların çalışma dışı bırakılma kriterleri şunlardır:

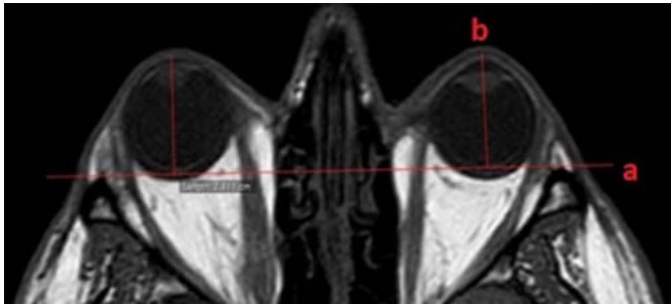
1. Dahil edilme kriterlerine uymaması
2. İntraoküler yer işgal eden lezyonların (tümör, kistik lezyonlar vb) varlığı
3. Katarakt, üvea, vitreus ve retina hastalığı
4. Kornea hastalığı
5. Glob bütünlüğünü bozan bir göz hastalığı (perforasyon vb)
6. Glokom tanısı
7. Orbita ve beyin gelişimini etkileyen konjenital kraniyofasi-

yal ve orbital anomaliler (kraniyosinotiz, mikroftalmus, anoftalmus vb)

8. Orbita MR görüntülerinde hareket veya metalik cisimlerin yaptığı artefakt olmasıdır.

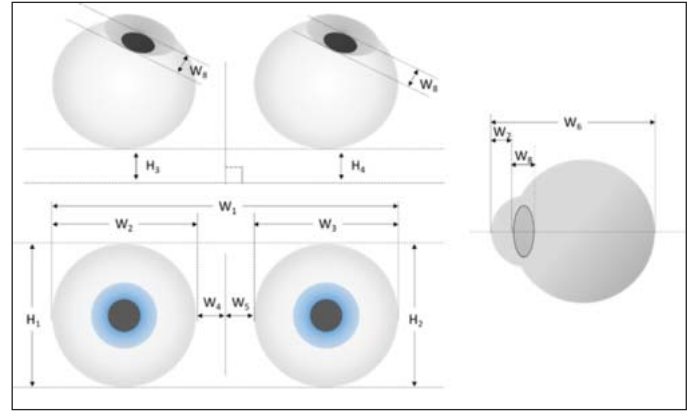
Manyetik rezonans görüntülerinin değerlendirilmesi: Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Ata Sökmen Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Bölümü'nde orbita MR tetkiki yapılmış olan 0-18 yaş aralığındaki 34 hastanın orbita MR görüntüleri ve tıbbi kayıtları hastane bilgi sisteminden elde edilmiştir. Hastaların 1.5 tesla MR (Ingenia, Philips, Best, The Netherlands) görüntüleme ile elde edilen T₁ ve T₂- ağırlıklı sekanslarından alınan görüntüler radyoloji departmanında iş istasyonunda tek bir radyolog (GB) tarafından incelenmiştir. Koronal kesitler 3 mm kalınlıkta olup, her kesit arasında 0,7 mm ve 180 mm görüş alanı mevcuttur. Aksiyel kesitler 3 mm kalınlığında olup, her kesit arasında 0,5 mm ve 140 mm görüş alanı mevcuttur.

Hastaların T₂-ağırlıklı sekanslarından alınan, orbitası en net görüntülenen aksiyel kesitleri üzerinde ekzoftalmometrik ölçümler aynı radyolog (GB) tarafından yapılmıştır. Buna göre her iki zigomatik ark arasından çizilen interzigomatik hat ile kornea yüzeyi arasından çizilen dikey mesafe ölçülerek göz küresinin orbitadaki konumu değerlendirilmiştir.⁹ Ölçülen bu dikey mesafe ≥ 21 mm olan veya her iki göz arasındaki bu mesafe farkı ≥ 2 mm olan gözler proptozis tanısı almıştır (Şekil 1).¹⁰



Şekil 1: Hastaların T₂-ağırlıklı sekanslarından alınan, orbitası en net görüntülenen aksiyel kesitleri üzerinde her iki zigomatik ark arasından çizilen interzigomatik hattı (a çizgisi); kornea yüzeyi arasından çizilen dikey mesafe göz küresinin orbitadaki ön arka mesafesini (b çizgisi) göstermektedir.

Orbita MR görüntülerinin Matlab yazılım programında işlenmesi ve analiz edilmesi: Proptozis tanısı almış çocuklar ile proptozis olmadığı belirlenen çocukların en net alınan T₂-ağırlıklı MR sekanslarının aksiyel ve koronal kesitlerinden elde edilen görüntüleri üzerinde referans çizgileri ve ölçüm yapılacak yerleri belirlenmiştir. Yapılan ölçümler göz küresinin temsili bir resmi olan şekil 2'de gösterilmiştir. Görüntüler eşikleme yöntemi ile segmente edilmiş ve her bir görüntü üzerinde 15 antropometrik ölçüm ve analiz Matlab R2015a (MathWorks Inc., Natick, MA, USA) yazılım programı ortamında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2: Göz küresi ve çevresinde belirlenen referans çizgilerine göre alınan ölçümlerin temsili resimleri

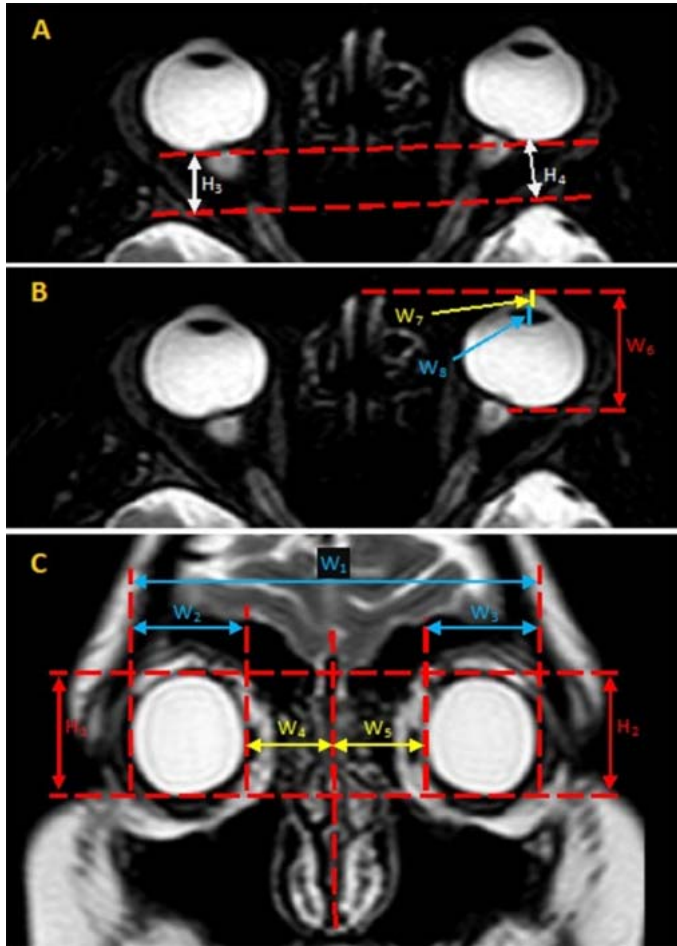
H1: Sağ göz küresinin yüksekliği, **H2:** Sol göz küresinin yüksekliği, **H3:** Sağ göz küresinin globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi, **H4:** Sol göz küresinin globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi, **W1:** Her iki göz küresinin dış kenarlarının birbirine olan uzaklığı, **W2:** Sağ göz küresinin genişliği, **W3:** Sol göz küresinin genişliği, **W4:** Sağ göz küresinin nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı, **W5:** Sol göz küresinin nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı, **W6:** Sol göz küresinin aksiyel uzunluğu, **W7:** Ön kamara uzunluğu, **W8:** lens kalınlığı

T₂ ağırlıklı koronal kesitli MR görüntülerinde ölçülen parametreler şöyledir (Şekil 3A ve B):

- H1: Sağ göz küresinin yüksekliği
- H2: Sol göz küresinin yüksekliği
- W1: İki göz küresinin temporal kenarlarının birbirine olan uzaklığı
- W2: Sağ göz küresinin genişliği
- W3: Sol göz küresinin genişliği
- W4: Sağ göz küresinin nazal kenarının, frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı
- W5: Sol göz küresinin nazal kenarının, frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı
- W4-W5: W4 ve W5'in farkı

T₂-ağırlıklı aksiyel kesitli MR görüntülerinde ölçülen parametreler şöyledir (Şekil 3C):

- H3: Sağ göz küresinin, globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi
- H4: Sol göz küresinin, globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi
- H3-H4: H3 ve H4'ün farkı
- W₆(sağ): Sağ göz küresinin aksiyel uzunluğu
- W₇(sağ): Sağ göz küresinin ön kamara derinliğini gösteren uzunluk ölçümü
- W₈(sağ): Sağ göz küresinin lens kalınlığı
- W₆(sol): Sol göz küresinin aksiyel uzunluğu
- W₇(sol): Sol göz küresinin ön kamara derinliğini gösteren uzunluk ölçümü
- W₈(sol): Sol göz küresinin lens kalınlığı



Şekil 3: Bir kontrol hastasının T2 ağırlıklı MR görüntülerinden elde edilen kesitler üzerinde ölçülen parametreler gösterilmektedir. **A:** Aksiyel kesitten alınan görüntü üzerinde H₃ ve H₄ parametrelerinin temsili gösterimi. Üstte her iki göz küresinin arka sınırını birleştiren kesikli çizgi; altta iki temporal kemik iç tabulaya arasındaki mesafeyi gösteren kesikli çizgi görülmektedir. **B:** Aksiyel kesitten alınan MR görüntüsünde sol göz üzerinde W₆, W₇ ve W₈ parametreleri gösterilmiştir. Üstte göz küresi ön sınırı ve altta göz küresi arka sınırını gösteren kesikli çizgiler görülmektedir. **C:** Koronal kesitten alınan MR görüntüsü üzerinde H₁, H₂, W₁, W₂, W₃, W₄ ve W₅ parametreleri görülmektedir. Kesikli çizgiler göz küresinin üst, alt ve temporal sınırlarından ve frontal lob orta hat ile nazal septum anteriorunu birleştiren orta hattan geçmektedir

H₁: Sağ göz küresi yüksekliği, **H₂:** Sol göz küresi yüksekliği, **H₃:** Sağ göz küresinin globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi, **H₄:** Sol göz küresinin globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi, **W₁:** Her iki göz küresinin dış kenarlarının birbirine olan uzaklığı, **W₂:** Sağ göz küresi genişliği, **W₃:** Sol göz küresinin genişliği, **W₄:** Sağ göz küresi nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı, **W₅:** Sol göz küresinin nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı, **W₆:** Sol göz küresi aksiyel uzunluğu, **W₇:** Ön kamara uzunluğu, **W₈:** Lens kalınlığı

Yapılan ölçümlerin referans noktalara ve ölçüm türüne göre farklılıklarını elimine etmek için bazı ölçümlerin farkı alınarak "tek'e düşürülmüştür. Bu amaçla; H₃ ve H₄'ün farkları kul-

lanılmıştır. Ayrıca göz kürelerinin nazal kenarlarının, frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklık değişimini kullanmak için W₄ ve W₅'in farkları kullanılmıştır. Böylece istatistiksel analizde 13 antropometrik değer, cinsiyet ve yaş değerlendirilmiştir. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p \leq 0,05$ olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS (version 21; IBM, Armonk, NY) paket programı kullanılmıştır. Sürekli değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov testiyle belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma olarak raporlanmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar *Student's t-test*'i ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaşları 1-18 arasında olup (21 erkek ve 13 kız), ortalama yaşları 8.41 ± 5.51 idi. Orbita MR görüntülerinin üzerinde yapılan ekzoftalmometre ölçümlerine göre protozis tanısı alan çocuklar hasta grubunu (6 kız, 11 erkek), bu gruptaki hastalar ile yaş ve cinsiyet açısından eşleşen, şaşılık, göz kapağında yumuşak doku patolojisi sebebi bulunmayan göz ağrısı nedenlerinden biri nedeniyle orbita MR tetkiki yapılan fakat bu MR görüntüleri üzerinde orbitada herhangi bir patoloji saptanmayan ve yapılan ekzoftalmometrik ölçümlere göre protozis tespit edilmeyen çocuklar kontrol grubunu (7 kız, 10 erkek) oluşturdu. Hasta grupta yaş ortalaması 9 ± 5.65 , kontrol grubunda ise 7.82 ± 5.46 olup, yaş ve cinsiyet açısından her iki grup arasında anlamlı bir fark gözlenmedi (sırayla $p=0,360$, $p=0,734$) (Tablo 1).

Tablo 1: Hasta ve kontrol grubunu oluşturan hastaların yaş ve cinsiyet dağılımı

Çalışma Grupları (n=34)	Yaş	Cinsiyet	
		Kız	Erkek
Hasta (n=17)	9 ± 5.65	6	11
Kontrol (n=17)	7.82 ± 5.46	7	10
p	0,36	0,734	

Hasta grupta orbitada protozise neden olan hastalıklar ile ekzoftalmometre ölçüm sonuçları tablo 2'de gösterilmiştir. Orbitayı etkileyen patolojilerin 11 hastada sağda (%65), 3 hastada solda (%17,5) ve 3 hastada her iki gözde (%17,5) protozise neden olduğu belirlendi. Sonuç olarak hastaların %82'sinde sağ gözde protozis mevcuttu.

Matlab görüntü işleme ve analiz yöntemi ile elde edilen verilerin gruplar arası istatistiksel olarak karşılaştırılması sonucunda elde edilen p değerleri tablo 3'de gösterilmiştir. Kontrol ve hasta grupları arasında yapılan bu istatistiksel analize göre hasta grupta H₃-H₄, W₁ ve W₄-W₅ parametrelerinin anlamlı oranda daha yüksek olduğu; W₈ (sağ) parametresinin ise anlamlı oranda daha düşük olduğu saptanmıştır (sırasıyla $p=0,003$, $p=0,030$, $p=0,014$, $p=0,05$).

Tablo 2: Hastaların yaşı, cinsiyeti, proptozise neden olan hastalıkları ve radyolojik ekzoftalmometre ölçümleri

	Yaş	Cinsiyet	Proptozise neden olan hastalık	Ekzoftalmometre	
				Sağ	Sol
1	11	E	Sağ etmoid kemik fibroz displazi	22mm	14 mm
2	1	E	Sağ orbitaya uzanım gösteren intrakranyal araknoid kist	22 mm	14mm
3	17	K	Sol maksiller sinüs malin mezenkimal tümör	18 mm	25 mm
4	2	K	Her iki orbitada uzanım gösteren rabdomiyosarkom	21 mm	21 mm
5	5	K	Sağ kavernöz hemanjiyom	22 mm	15 mm
6	5	E	Sağ kavernöz hemanjiyom	23 mm	19 mm
7	9	K	Sol rabdomiyosarkom	16 mm	19 mm
8	14	E	Sağ kavernöz hemanjiyom	24 mm	20 mm
9	1	K	Sağ teratom	43 mm	13 mm
10	7	K	Sağ kavernöz hemanjiyom	21 mm	15 mm
11	14	E	Sağ orbital selülit	20 mm	15 mm
12	11	E	Sağ orbital selülit	18 mm	15 mm
13	16	E	Sağ orbital selülit	22 mm	16 mm
14	10	K	Sağ orbital selülit	20 mm	14 mm
15	2	K	Sol orbital selülit	12mm	15 mm
16	15	E	Sol fibröz displazi (maksiler, etmoid, temporal, sfenoid)	19 mm	21 mm
17	14	K	Kalvaryel Brown Tümörü	21 mm	24 mm

Cinsiyet*: E: Erkek; K: Kız

Tablo 3: Orbita MR görüntüleri üzerinde yapılan Matlab sonuçlarının istatistiksel analizi

		Ortalama	Standart sapma	p
H1 SAĞ	Hasta	22,34	1,95	0,182
	Kontrol	23,19	1,69	
H2 SOL	Hasta	22,27	1,79	0,268
	Kontrol	22,92	1,52	
H3-H4	Hasta	6,18	6,18	0,003
	Kontrol	0,90	0,61	
W1	Hasta	80,85	5,84	0,030
	Kontrol	75,87	6,89	
W2 SAĞ	Hasta	21,96	1,95	0,184
	Kontrol	22,72	1,22	
W3 SOL	Hasta	22,17	1,52	0,338
	Kontrol	22,75	1,96	
W4-W5	Hasta	3,47	4,25	0,014
	Kontrol	0,61	0,39	
W6 SAĞ	Hasta	22,04	1,67	0,986
	Kontrol	22,05	1,03	
W7 SAĞ	Hasta	3,01	0,54	0,445
	Kontrol	3,14	0,38	
W8 SAĞ	Hasta	3,11	0,34	0,050
	Kontrol	3,35	0,35	
W6 SOL	Hasta	22,17	1,65	0,448
	Kontrol	21,79	1,16	
W7 SOL	Hasta	2,91	0,44	0,818
	Kontrol	2,94	0,37	
W8 SOL	Hasta	3,29	0,29	0,430
	Kontrol	3,37	0,31	

H1: Sağ göz küresi yüksekliği, **H2:** Sol göz küresi yüksekliği, **H3:** Sağ göz küresinin globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi, **H4:** Sol göz küresinin globun arka sınırından temporal kemik iç tabulaya olan mesafesi, **W1:** Her iki göz küresinin dış kenarları

rının birbirine olan uzaklığı, **W2:** Sağ göz küresi genişliği, **W3:** Sol göz küresinin genişliği, **W4:** Sağ göz küresi nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı, **W5:** Sol göz küresinin nazal sınırının frontal lob ve nazal septum anteriorunu birleştiren orta hatta olan uzaklığı, **W6:** Sol göz küresi aksiyel uzunluğu, **W7:** Ön kamara uzunluğu, **W8:** Lens kalınlığı

Tartışma

Çalışmamızda, proptozisli hastalarda belirgin olan en önemli ölçümün, göz küresi arka sınırı ile temporal kemik iç tabulası arasında ölçülen mesafenin her iki göz arasındaki farkını gösteren değer olduğu belirlenmiştir (H3-H4). Bu mesafe, göz küresinin orbita içindeki ön-arka pozisyonunu yansıtan bir ölçüm olup, hasta grupta anlamlı oranda daha yüksek ölçülmüştür. Proptozisi olan hastalarda, gözler arasındaki mesafenin de artmış olduğu ve göz kürelerinin referans olarak belirlenmiş orta hatlara olan uzaklıklarının birbirlerinden anlamlı oranda farklı olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda sağ göz lens kalınlığı ölçümlerinin de hasta grubunda anlamlı oranda daha düşük çıktığı saptanmıştır. Bu durum çoğunluğu sağ gözde olduğu tespit edilen proptozis olgularının altta yatan patolojilerinin yol açtığı yapısal bir değişiklik olabilir.

Orbitanın üç boyutlu ve stereoskopik yapısından dolayı morfolojik özelliklerini kavramak, orbitaya çeşitli perspektiflerden yaklaşmayı gerektirmektedir.¹¹ Çalışmamızda çeşitli orbita rahatsızlıkları sonucu proptozis olduğu belirlenmiş çocuklar ile orbitalarında herhangi bir patoloji saptanmayan çocukların MR görüntüleri üzerinde çeşitli antropometrik ölçümler yapılmıştır. MR görüntüleme teknolojisi sagittal, koronal ve aksiyel düzlemde doğru ölçümler sağlayan ve böylece orbita ve çevresini destekleyen kemik yapılar ile aralarındaki ilişkinin

incelenmesine olanak sağlayan bir tekniktir.⁶ Detorakis ve ark.¹², BT'nin kemiği daha iyi görüntülemesine rağmen, orbita gibi hem yumuşak hem de kemik dokunun analizlere dahil edilebildiği hesaplamalar için MR'ın yeterli bir araç olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca insan vücudunda bulunan yumuşak dokular arasındaki kontrastı daha iyi göstermesi, özellikle tümör ve enflamatuvar patolojileri daha etkili görüntülemesi nedeniyle ekzoftalmometre için MR daha çok tercih edilmektedir.⁷ Bunlara ek olarak, radyasyon tehlikesinin de olmaması, orbita yapılarının ölçülmesinde MR'ın BT tetkikine göre daha güvenilir bir cihaz olduğunu göstermektedir.¹¹

Daha önce MR görüntüleri kullanılarak orbitanın kemik çerçevesi ile göz küresinin anatomik ilişkisini inceleyen birçok çalışma olmuştur.¹² Ancak orbita ve göz küresinin büyüklüğü ve göz küresinin orbitadaki konumu ile ilgili çalışmalarda önemli varyasyonlar olduğu görülmüştür.¹¹ Bu farklılıklar ekzoftalmus çalışmalarında da görülmektedir. Bu yüzden gözün orbitadaki öne doğru çıkıklık miktarını gösteren ekzoftalmometre ölçümleri için hala altın standart bir yöntem olmadığı vurgulanmaktadır.¹³

Klinikte en sık kullanılan Hertel ekzoftalmometresinin, referans noktası olarak dayandığı lateral orbital rimin hastalar arasında değişkenlik göstermesi bu yöntem ile yapılan ölçümlerin güvenilirliğini azaltmaktadır.¹⁴ Ayrıca cihazın frontal düzleme paralel olmayacak şekilde yerleştirilmesi gibi yanlış uygulamalar ölçümlerin doğruluğunu tehlikeye atmaktadır.¹⁵ Öte yandan Schmidt ve ark.¹⁶, MR görüntüleri üzerinde yaptıkları ekzoftalmometre ölçümlerinin orbitadaki göz küresinin pozisyonunu belirlemek açısından uygun bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, çok sayıda katılımcının dahil olduğu bu çalışmada MR ile elde edilen ekzoftalmometre değerlerinin, Batı Avrupa kökenli insanların ekzoftalmometre ölçümleri için karşılaştırmalı değerler olarak kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Bu bilgiler ışığında MR'ın hem radyasyon içermeyen güvenilir bir tetkik olması hem de ekzoftalmometre için alternatif ve de karşılaştırmalı bir tetkik olarak kullanılabilirliğinin gösterilmiş olması nedeniyle mevcut çalışmada çocuk hastaların orbita MR görüntüleri üzerinde ekzoftalmometre yapılması tercih edilmiş ve bu ölçümlere göre hastaların proptozis olup olmadığı belirlenmiştir. Daha sonra Matlab sistemi kullanılarak katılımcıların orbita MR görüntülerinden elde edilen ölçümler, istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bir görüntü işleme ve analiz yöntemi olan Matlab'de, tıbbi görüntülerdeki dokuyu veya patolojiyi ölçmek, ayırt etmek ve bilimsel soruların yanıtlarını almak amacıyla bu görüntülerden sayısal bilgi elde edilmektedir.⁸ Son zamanlarda literatürde Matlab tabanlı oftalmolojik çalışmaların sayısı gitgide artmaktadır. Genel olarak bu çalışmalarda görüntü işleme ve analiz yöntemi, herhangi bir oküler yapıyı belirlemek veya çeşitli hastalıklar nedeniyle ortaya çıkan oküler yapısal değişiklikleri orta-

ya çıkarmak için kullanılmaktadır.¹⁷ Bu çalışmaların bazılarında fotoğrafik görüntüler kullanılırken, bazılarında çalışmamızda olduğu gibi radyolojik görüntülerden yararlanılmaktadır.¹⁸

Wang ve arkadaşları¹⁹ glokom hastalarının orbita MR görüntülerini Matlab'de özel bir yazılım programı kullanılarak işleyip, analiz etmişler ve bu analizin sonucunda hastaların optik sinirlerinin normal gözlere göre daha gergin olduğunu ve göz kürelerinin öne doğru daha çıkık (proptotik) olduğunu saptamışlardır. Osmanoğlu ve ark.²⁰ ise çeşitli endikasyonlarla orbita MR tetkiki yapılmış hastaların görüntülerini Matlab yazılım programı kullanarak analiz etmişler, ölçtükleri lens kalınlığı, ön kamara derinliği ve aksiyel uzunluk ölçümlerini lensmetre cihazından elde edilen optik biyometri ölçümleri ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak her iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptamayan araştırmacılar, optik biyometrinin Matlab kullanılarak da değerlendirilebileceğini savunmuşlardır.

Manyetik rezonans dışında farklı cihazlardan da elde edilen oftalmolojik görüntülerin işlendiği ve analiz edildiği araştırmalar mevcuttur. Abass ve ark.²¹ skleral asimetriyi tanımlamak ve tespit etmek için korneoskleral topografi görüntülerini Matlab ortamında analiz etmişlerdir. Velera ve ark.²² da korneanın biyomekanik ölçümlerini değerlendirmek için kullanılan Corvis cihazından elde edilen video görüntülerini Matlab ile analiz ederek, tiroid hastalarında maksimum orbital deformasyonu ölçmeye çalışmışlardır. Bu çalışma sonunda tiroid hastalarında azalmış bir orbital komplians bulunduğunu belirterek, Corvis ile elde edilen verilerin Matlab ile analizinin tiroid hastalarının tanınmasına, izlemine ve sınıflandırılmasına yardımcı olabileceğini sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde, Dave ve ark.²³ retinal ven dal tıkanıklığı olan hastalarda retinanın damar tabakalarındaki yoğunluk ölçümü için optik koherens tomografi anjiyografi görüntülerini Matlab yöntemi ile analiz etmişler ve retinal ven dal tıkanıklığında vasküler dansitenin derin retinal tabakalarda anlamlı bir şekilde azaldığını ve artan yaş, belirtilerin süresi ve damar yoğunluğunda azalma ile görme kaybı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Pucker ve ark.²⁴ ise meibomian bezi genişliğinin kontakt lens başarısı ve kuru göz belirtileri üzerinde bir etkisi olup olmadığını belirlemek için göz kapağı meibografi görüntülerini özel olarak geliştirdikleri bir Matlab programı ile değerlendirmişler ve başarılı bir kontakt lens kullanımı ile meibomian bezlerinin genişliği ve yapısı ile ilgili diğer ölçümler arasında klinikte anlamlı bir ilişki görmediklerini ancak yapılan ölçümlere göre daha dar meibomian bezlerinin anormal meibum üretebileceğini düşündüren ölçümler bulduklarını bildirmişlerdir.

Oftalmoloji alanında görüntü işleme ve analizlerinin yapıldığı bazı çalışmalarda fotoğraflardan da yararlanılmıştır. Örneğin Forracchia ve ark.²⁵ optik diskin retinadaki konumunu belirlemek için fundus fotoğraflarını matlab yöntemi ile analiz

ederek optik diskin pozisyonunu 81 fundus resmi arasından 79 görüntüde (%98) doğru olarak tanımlamışlardır. Pereira ve ark.¹³ ise bilateral proptozisi olan 17 hastanın ve orbita hastalığı olmayan 15 normal hastanın standart ön ve yan yüz fotoğraflarını Matlab'de analiz ederek elde ettiği ölçümleri orbita BT üzerinde yapılan ekzoftalmometre ve klinikte yapılan Hertel ekzoftalmometrisi ölçümleri ile karşılaştırmışlar ve fotoğrafik dijital ekzoftalmometre ölçümleri ile BT görüntüleri arasında güçlü bir korelasyon olmasına rağmen BT'nin Hertel ekzoftalmometresi kadar doğru ölçümler sağlamadığını ortaya koymuşlardır. Yukarıda bahsedilen bu çalışmaların hepsi Matlab analiz platformunda yapılan ve anlamlı sonuçlar bulduklarını bildiren çalışmalardır.

Bu platformda yapılan ve klinikte kullanılan ekzoftalmometrelerden farklı bir yol izlenerek farklı ölçüm parametrelerini ortaya konulduğu çalışmamızda da anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak tasarımının geriye dönük yapılmış ve göreceli olarak sınırlı sayıda hasta olması çalışmamızı kısıtlayan en önemli faktörlerdir. Ayrıca orbita gelişmesini tamamlamış erişkin bireyler yerine, erken tanının oldukça önemli olması nedeniyle seçilmiş çocuk hasta grubu ile çalışmanın yapılmış olması farklı bir kısıtlayıcı faktör olarak görünmektedir. Buna ek olarak radyolojik görüntülerde elde edilen ölçümlerin Matlab ortamında işlendiği ve analiz edildiği başka çalışmaların olmaması bu çalışmayı eşdeğer çalışmalar ile kıyaslamayı engellemiştir.

Kaynaklar

1. Ukoha U. Egwu OA. Okafor IJ. Ogugua PC. Onwudinjo O. Udemezie O. Orbital dimensions of adult male nigerians: a direct measurement study using dry skulls. Int J Biol Med Res. 2011; 2(3):688-90.
2. Husmann PR. Samson DR. In the eye of the beholder: sex and race estimation using the human orbital aperture. J Forensic Sci. 2011;56(6):1424-9.
3. Saha S. Saha VP. Chattopadhyay S. Orbital and Paraorbital Tumors- Clinicopathological Profile and Surgical Management. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2002;54(2):117-22.
4. Venugopal M. Sagesh M. Proptosis: The ENT Surgeon's Perspective. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg. 2013; 65(2):247-50.
5. Mourits MP. Lombardo SH. van der Sluijs FA. Fenton S. Reliability of exophthalmos measurement and the exophthalmometry value distribution in a healthy Dutch population and in Graves' patients. An exploratory study. Orbit. 2004;23(3):161-8.
6. Goldberg RA. Relan BA. Hoenig J. Relationship of the eye to the bony orbit, with clinical correlations. Aus N Z J Ophthalmol. 1999;27(6):398-403.
7. Detorakis ET. Drakonaki E. Papadaki E. Pallikaris IG. Tsilimbaris MK. Effective orbital volume and eyeball position: an MRI study. Orbit. 2010;29(5):244-9.
8. Gadiraju SB. Abhinayani P. Gottumukkala DP. Dandu SV. Atcha NM. Detection of Various Neoplasm's in Medical Images using Edge Detection and Neural Network. Int J Innovat Technol Explor Engin (IJITEE). 2019;8(11):59-62.
9. Aiyekomogbon JO. Chom ND. Hamidu AU. et al. Normative measurements of the ocular globe position in relation to interzygomatic line, using magnetic resonance imaging among adults in Zaria, Nigeria. West Afr J Radiol. 2016;23(2):118-23.
10. Haaga JR. Boll D. Computerised Tomography and Magnetic Resonance Imaging of The Whole Body. Philadelphia: Elsevier, 2017;593-4.
11. Detorakis ET. Drakonaki EE. Papadaki E. Tsilimbaris MK. Pallikaris IG. Evaluation of globe position within the orbit: clinical and imaging correlations. Br J Ophthalmol. 2009;94(1):135-6.
12. Detorakis ET. Engstrom RE. Straatsma BR. Demer JL. Functional anatomy of the anophthalmic socket: insights from magnetic resonance imaging. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44(10):4307-13.
13. Pereira TS. Kuniyoshi CH. Leite CA. et al. A Comparative Study of Clinical vs. Digital Exophthalmometry Measurement Methods. J Ophthalmol. 2020;2020:1397410.
14. Kratky V. Hurwitz JJ. Hertel exophthalmometry without orbital rim contact. Ophthalmology. 1994;101(5):931-7.
15. Ameri H. Fenton S. Comparison of unilateral and simultaneous bilateral measurement of the globe position, using the Hertel exophthalmometer. Ophthalmol Plastic Reconstruct Surg. 2004;20(6): 448-51.

Sonuç

Proptozisin erken fark edilmesi, insan hayatını olumsuz etkileyen kanser veya intrakranyal patolojilerin erken teşhisi açısından hayati öneme sahiptir.⁴ Bu yüzden göz küresinin orbitadaki konumunu tanımlayabilecek antropometrik parametrelerin tespit edilmesi önemlidir. Daha önce literatürde proptozis tanısı almış hastaların orbita MR görüntülerinin Matlab ortamında işlenip, analiz edildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden bu çalışma, çeşitli orbital hastalıkların yol açtığı proptozis gibi önemli morfolojik değişikliklerin erken saptanması açısından görüntü işleme ve analiz tekniğinden yararlanılarak yapılacak olan çalışmalara ışık tutabilir veya bu tür çalışmalar için bir temel oluşturabilir.

Yazarlar arasında çıkar çatışması olmadığı ve çalışma için finansal destek alınmadığı bildirilmiştir;

Yazarların çalışmaya katkıları: AİÇ: Fikir ve kavram, tasarım, denetleme ve danışmanlık, veri toplama ve işleme, analiz ve yorum, kaynak tarama, makale yazımı, eleştirel inceleme, malzemeler. ŞÇ: Fikir ve kavram, denetleme ve danışmanlık, analiz ve yorum, GB: Veri toplama ve işleme, analiz ve yorum, eleştirel inceleme, malzemeler, TÖ: Fikir ve kavram, tasarım, analiz ve yorum, kaynaklar ve fon sağlamak.

16. Schmidt P, Kempin R, Langner S. et al. Association of anthropometric markers with globe position: A population-based MRI study. PLoS One. 2019;14(2):e0211817.
 17. Sanchez CI, Hornero R, Lopez MI, Aboy M, Poza J, Abosolo D. A Novel Automatic Image Processing Algorithm For Detection Of Hard Exudates Based On Retinal Image Analysis. Med Engin Physic. 2008;30(3):350-7.
 18. Weeks AR. Fundamentals of electronic image processing. SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, WA.1996.
 19. Wang X, Rumpel H, Baskaran M. et al. Optic Nerve Tortuosity and Globe Proptosis in Normal and Glaucoma Subjects. J Glaucoma. 2019;28(8):691-6.
 20. Osmanoğlu UÖ, Mutlu F, Gürsoy H, Şanlısoy S. Görüntü İşleme ve Analizinin Tıpta Kullanımı ve Bir Uygulama. Osmangazi Tıp Derg. 2019;41(1):6-16.
 21. Abass A, Lopes BT, Eliasy A. et al. Artefact-free topography based scleral-asymmetry. PLoS One. 2019;14(7):e0219789.
 22. Vellara HR, Hart R, Gokul A, McGhee CNJ, Patel DV. In vivo ocular biomechanical compliance in thyroid eye disease. Br J Ophthalmol. 2016;101(8):1076-9.
 23. Dave VP, Pappuru RR, Gindra R. et al. OCT angiography fractal analysis-based quantification of macular vascular density in branch retinal vein occlusion eyes. Can J Ophthalmol. 2019;54(3):297-300.
 24. Pucker AD, Jones-Jordan LA, Kunnenc CME. et al. Contact Lens Assessment of Symptomatic Subjects (CLASS) Study Group. Impact of meibomian gland width on successful contact lens use. Cont Lens Anterior Eye. 2019;42(6):646-51.
-