



Pentacam ve MS-39 ile Elde Edilen Beyazdan Beyaza Ölçümlerin Karşılaştırılması ve Refraksiyon Durumu ve Görme ile İlişkileri

Comparison of White-to-White Measurements Between Pentacam and MS-39 and Their Relationship with Visual and Refractive Status

İD Ayesha Bibi¹, İD Umair Asrar¹, İD Maria Akhtar¹, İD Arooj Zahid¹, İD Asad Ullah², İD Waqas Ali³

¹Amanat Göz Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Rawalpindi, Pakistan

²Cat. D Hastanesi, Optometri Anabilim Dalı, Katlang Mardan, Pakistan

³Northwest A&F University, Ekonomi Anabilim Dalı, Yangling, Çin

Öz

Amaç: Pentacam ve MS-39 ile elde edilen beyazdan beyaza mesafe (BBM) ölçümlerini karşılaştırmak ve bunların görme ve refraksiyon durumu ile ilişkisini değerlendirmek.

Gereç ve Yöntem: Bu prospektif kesitsel çalışmaya 126 katılımcı (katılımcı başına bir göz) dahil edildi. Görme keskinliği, Snellen eşeli kullanılarak düzeltilmemiş ve düzeltilmeli olarak ölçüldü ve minimum çözünürlük açısının logaritması (logMAR) değerine dönüştürüldü. Refraksiyon durumu manifest refraksiyon ile belirlendi ve sferik eşdeğer hesaplandı. BBM, Pentacam ve MS-39 kullanılarak ölçüldü. Eşleştirilmiş karşılaştırmalar için Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanıldı. İki cihaz arasındaki uyumu değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayısı (KK) ve Bland-Altman grafiklerinden yararlanıldı. Görme ve refraksiyon değişkenleri ile korelasyonu değerlendirmek için Spearman testi kullanıldı.

Bulgular: Katılımcıların yaş ortalaması 27,21±5,64 yıl idi. Ortalama düzeltilmemiş uzak ve düzeltilmiş görme keskinlikleri sırasıyla 1,11±0,45 logMAR ve 0,05±0,20 logMAR idi. Ortalama sferik eşdeğer -4,02±2,03 diyoptri idi. Ortalama BBM Pentacam ile 11,82±0,41 mm ve MS-39 ile 11,83±0,43 mm bulundu. Cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı eşleştirilmiş fark bulunmadı (W=3839,5, p=0,584).

Bland-Altman'da ortalama yanlılığın -0,009 mm bulunması iki cihaz arasında küçük bir sistematik fark olduğunu düşündürdü. Sınıf içi korelasyonda iki cihaz arasında iyi uyum olduğu görüldü (sınıf içi KK=0,847, %95 güven aralığı: 0,789-0,890; p<0,001). En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği ile anlamlı bir korelasyon saptanmazken, her iki BBM ölçümü de düzeltilmemiş uzak görme keskinliği ve sferik eşdeğer ile zayıf ancak anlamlı korelasyon gösterdi.

Sonuç: Pentacam ve MS-39 genel olarak karşılaştırılabilir sonuçlar vermekte ve BBM ölçümlerinde güçlü uyum göstermektedir. Cihazlar arası fark görme ve refraksiyon durumundan etkilenmezken, BBM ile düzeltilmemiş görme keskinliği ve refraksiyon kusuru arasında hafif korelasyon saptandı.

Anahtar Kelimeler: Pentacam, MS-39, beyazdan beyaza, görme keskinliği

Abstract

Objectives: To compare white-to-white (WTW) measurements obtained by Pentacam and MS-39 and to assess their relationship with visual and refractive status.

Materials and Methods: This prospective cross-sectional study included 126 participants (one eye per participant). Visual acuity was measured with and without correction using a Snellen chart and converted to logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR). Refractive status was determined by manifest refraction, and the spherical equivalent was calculated. WTW measurements were determined using Pentacam and MS-39. For paired comparisons, Wilcoxon signed-rank test was used. Intraclass correlation coefficients (ICC) and Bland-Altman plots were used to assess agreement between the two devices. Spearman test was used to evaluate the correlation with visual and refractive variables.

Results: The mean age of the participants was 27.21±5.64 years. Mean uncorrected distance and corrected visual acuities were 1.11±0.45 logMAR and 0.05±0.20 logMAR, respectively. The mean spherical equivalent was -4.02±2.03 diopters. The mean WTW distance was 11.82±0.41 mm with Pentacam and 11.83±0.43 mm with MS-39. No statistically significant paired difference was found between the

Cite this article as: Bibi A, Asrar U, Akhtar M, Zahid A, Ullah A, Ali W. Comparison of White-to-White Measurements Between Pentacam and MS-39 and Their Relationship with Visual and Refractive Status. Turk J Ophthalmol. 2026;56:222-228

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Ayesha Bibi, Amanat Göz Hastanesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Rawalpindi, Pakistan

E-posta: aishkhan0067@gmail.com

ORCID-ID: orcid.org/0009-0009-6820-8469

Geliş Tarihi/Received: 17.04.2026

Revizyon Talebi/Revision Requested: 26.06.2026

Son Revizyon Alınma/Last Revision Received: 09.07.2026

Kabul Tarihi/Accepted: 17.07.2026

Yayın Tarihi/Publication Date: 26.08.2026

DOI: 10.4274/tjo.galenos.2026.02828



Telif Hakkı © 2026 Yazar(lar). Türk Oftalmoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.

Bu, Creative Commons Atıf-GayriTicari-TürevleriYaratılamaz 4.0 (CC BY-NC-ND) Uluslararası Lisansı kapsamında açık erişimli bir makaledir.

Abstract

devices ($W=3839.5$, $p=0.584$). A Bland-Altman mean bias of -0.009 mm suggested a small systematic difference between the two devices. Intraclass correlation showed good agreement ($ICC=0.847$, 95% confidence interval: $0.789-0.890$; $p<0.001$). While there was no significant correlation with corrected distance visual acuity, both WTW measures had weak but significant correlations with uncorrected distance visual acuity and spherical equivalent.

Conclusion: Pentacam and MS-39 produce comparable results overall and show strong agreement for WTW measurements. While the inter-device difference was unaffected by visual and refractive state, WTW showed minor correlations with unaided visual acuity and refractive error.

Keywords: Pentacam, MS-39, white-to-white, visual acuity

Giriş

Beyazdan beyaza mesafe (BBM) ön kamara, fakik ve kollamer göz içi lens (GİL) implantasyonu gibi modern katarakt ve refraktif cerrahi işlemlerde kritik öneme sahip bir parametredir.^{1,2} Uygun olmayan çapta bir GİL katarakt veya aç kapanması glokomu gibi komplikasyonlara yol açabileceğinden, ameliyat öncesinde beyazdan beyaza (BB) yatay limbal çapın hassas bir şekilde ölçülmesi gerekir.³ Yerleştirilecek GİL'in çapı, BB yatay limbal çaptan siliyer sulkus mesafesinin tahmin edilmesi ve miyopi veya hipermetropi derecesine bağlı olarak yaklaşık $0,5$ mm eklenmesi veya çıkarılmasıyla belirlenir.⁴

BB kornea çapı, hem invaziv hem de invaziv olmayan teknikler kullanılarak ölçülebilir. Geleneksel olarak, lokal anestezi altında BBM'yi ölçmek için Castroviejo pergeli kullanılmıştır.¹ Günümüzde BBM, çeşitli yöntemler kullanılarak ölçülebilmektedir. Bu yöntemler ultrason biyomikroskopi ve ön segment optik koherens tomografi (OKT) gibi otomatik yöntemler, cerrahi ölçekler, kornea ölçerleri ve biyomikroskopik oküler halka skalaları gibi manuel yöntemler, doğrudan görüntüleme yöntemleri veya manyetik rezonans görüntüleme şeklinde gruplandırılabilir. Otomatik ölçümlerin operatöre bağımlı yöntemlerden daha doğru sonuç verdiği daha önce gösterilmiştir.⁵

2015 yılında kullanıma sunulan Pentacam AXL (OCULUS Optikgeräte GmbH, yazılım sürümü 1.25r15), kısmi koherens interferometri için optik biyometreye sahip bir Scheimpflug kameradır. Ön segment tomografisi, ön kamara derinliği, BB kornea çapı ölçümü, kornea kalınlığı, ön ve arka kornea yüzeyleri ile korneal aberasyonlar, aksiyel uzunluk ve kornea topografisi verileri bu cihazla elde edilebilir.^{6,7} Buna karşılık MS-39, swept-source OKT teknolojisi Placido disk topografisi ile birleştirilerek kornea şeklinin ve ilişkili biyometrik verilerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır. MS-39, BBM olarak rapor edilen kornea çapını ölçmek için de kullanılmıştır.^{8,9}

Daha önceki birkaç çalışmada çeşitli oftalmolojik görüntüleme cihazlarından elde edilen BBM ölçümleri karşılaştırılmış ve uyum düzeyinin değerlendirilen cihazlara bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Ancak, Pentacam ile yakın zamanda kullanıma sunulan MS-39 arasındaki uyum

hakkında veriler sınırlıdır. Ayrıca, cihazlar arasındaki BBM değeri farklılıklarının görme keskinliği veya refraksiyon durumu ile ilişkili olup olmadığını inceleyen araştırma sayısı azdır. Bu nedenle bu çalışmada, Pentacam ve MS-39 ile elde edilen BBM ölçümleri karşılaştırılmış, iki cihaz arasındaki uyum düzeyi değerlendirilmiş ve bu ölçümlerin miyopisi olan sağlıklı erişkinlerde görme ve refraksiyon durumu ile nasıl ilişkili olduğu incelenerek literatüre katkı sağlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu prospektif kesitsel karşılaştırmalı çalışma, Pentacam ve MS-39 ile elde edilen BBM ölçümlerini karşılaştırmak ve bunların görme ve refraksiyon durumu ile korelasyonunu değerlendirmek amacıyla Amanat Göz Hastanesi'nde yürütüldü. Rutin ön segment veya refraksiyon değerlendirmesi için başvuran 18 yaş ve üzerindeki katılımcılar çalışmaya dahil edildi. Kornea skarı, aktif göz hastalığı, belirgin medya opasitesi veya göz cerrahisi öyküsü olan hastalar ile cihazlardan herhangi birinde tarama kalitesi düşük olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Gözler arası korelasyonu önlemek için analize her katılımcıdan bir göz dahil edildi. Bland-Altman uyum sınırları için örneklem büyüklüğü formülünde ($n=3(1,96s/d)^2$) kesinlik (d) $0,5s$ alınarak gerekli örneklem büyüklüğünün 47 göz olduğu belirlendi. Ancak, sonuçların doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmak için çalışmaya 126 göz dahil edildi.

Her olgunun standart göz muayenesi yapıldı. Görme keskinliği Snellen eşeli ile ölçüldü ve analizler için minimum çözünürlük açısının logaritmasına (logMAR) dönüştürüldü. Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği (DUGK) ve en iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği (EİDUGK) ölçüldü ve sferik eşdeğer (SE), silindirik değer yarısının sferik değere eklenmesiyle hesaplandı. Diüurnal değişkenlik olasılığını azaltmak için tüm ölçümler, saat 9:00 ile 14:00 arasında yapıldı. BBM ölçümleri için Pentacam (OCULUS Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Almanya) ve MS-39 (CSO S.r.l., Scandicci, Floransa, İtalya) cihazları kullanıldı. Her katılımcıda her cihazda tek bir ölçüm yapıldı ve her taramadan elde edilen değerler analiz için kullanıldı. Ölçümler, önce Pentacam ardından MS-39 olacak şekilde

belirlenen sırayla yapıldı ve ölçümü yapan kişi ilk cihazdan elde edilen sonuçlara maskelenmedi. Analize, yalnızca üreticinin önerdiği kalite standartları doğrultusunda uygun fiksasyon ve doğru santralizasyon sağlanan, hareket artefaktı ve göz kırpması olmayan taramalar dahil edildi. Analize sadece kabul edilebilir kalitedeki taramalar dahil edildi.

Cihazlar

Pentacam (OCULUS Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Almanya), 475 nm'de bir mavi ışık kaynağı kullanarak ön segmentin üç boyutlu, temassız görüntülerini elde eden bir rotasyonel Scheimpflug kameradır. Tek bir taramada 0° ile 180° arasındaki açılarda 25 kesitsel görüntü elde ederek yaklaşık 1-2 saniyede 25.000 veri noktası toplar.¹⁰ Pentacam, ön segment görüntülemeye sağladığı yüksek doğruluk ve BB kornea çapını operatör bağımlılığını en düşük düzeyde tutarak ölçebilmesi nedeniyle seçildi.

MS-39 (CSO S.r.l., Scandicci, Floransa, İtalya), Placido disk topografisi ile spektral domain OKT'yi entegre eden temassız bir ön segment görüntüleme cihazıdır. Çeşitli biyometrik parametreler ve yüksek çözünürlüklü görüntüler kullanarak kornea ve ön segmentin kapsamlı şekilde değerlendirilmesine olanak sağlar. Gelişmiş görüntüleme özellikleri sayesinde ön segmentin biyometrik değerlendirmesi ve BBM ölçümlerinde kullanılabilir.¹¹

Etik

Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütüldü. Veriler toplanmadan önce, Amanat Göz Hastanesi Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı alındı (onay numarası: IRB#26/03-001, tarih: 01.01.2026). Çalışmaya alınmadan önce tüm olgulardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındı ve çalışma boyunca hasta gizliliğine özen gösterildi.

İstatistiksel Analiz

Veriler, R istatistik yazılımı (sürüm 4.5.0) kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren verilerde sürekli değişkenler ortalama ve standart deviasyon olarak, normal dağılım göstermeyen verilerde ise medyan olarak ifade edildi. Kategorik değişkenler sıklık (frekans) ve yüzde olarak özetlendi. Veriler normal dağılım göstermediğinden, Pentacam ve MS-39 BBM değerlerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanıldı. İki cihaz arasındaki uyum düzeyini değerlendirmek için Bland-Altman analizi ve sınıf içi korelasyon katsayısı (KK) kullanıldı. Pentacam ve MS-39 BBM ölçümleri arasındaki ortalama fark ile buna eşlik eden %95 uyum sınırları Bland-

Altman grafiği ile değerlendirildi. BBM ölçümü ile görme ve refraksiyon durumu arasındaki ilişki Spearman sıralı korelasyonu ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık, p değerinin 0,05'ten küçük olması olarak tanımlandı.

Bulgular

Bu çalışmaya, yaş ortalaması 27,21±5,64 yıl olan 126 katılımcı dahil edildi. Ortalama DUGK ve EİDUGK değerleri sırasıyla 1,11±0,45 logMAR ve 0,05±0,20 logMAR idi. Çalışma popülasyonu ağırlıklı olarak miyopik olup ortalama SE -4,02±2,03 diyoptri idi. Ortalama BBM Pentacam ile 11,82±0,41 mm ve MS-39 ile 11,83±0,43 mm olarak bulundu (Tablo 1). Sürekli değişkenlerin dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi (Tablo 2). Normal dağılım gösteren tek BBM değeri, MS-39 ile elde edilen BBM değerleriydi (W=0,9886, p=0,381). Pentacam ile elde edilen BBM, BBM ölçümleri arasındaki eşleştirilmiş fark (ΔBBM), DUGK, EİDUGK ve SE olmak üzere diğer tüm değişkenlerde normal dağılımdan anlamlı sapma mevcuttu (p<0,05). Değişkenlerin çoğu normal dağılım göstermediğinden, eşleştirilmiş karşılaştırma ve korelasyon analizlerinde parametrik olmayan yöntemler kullanıldı.

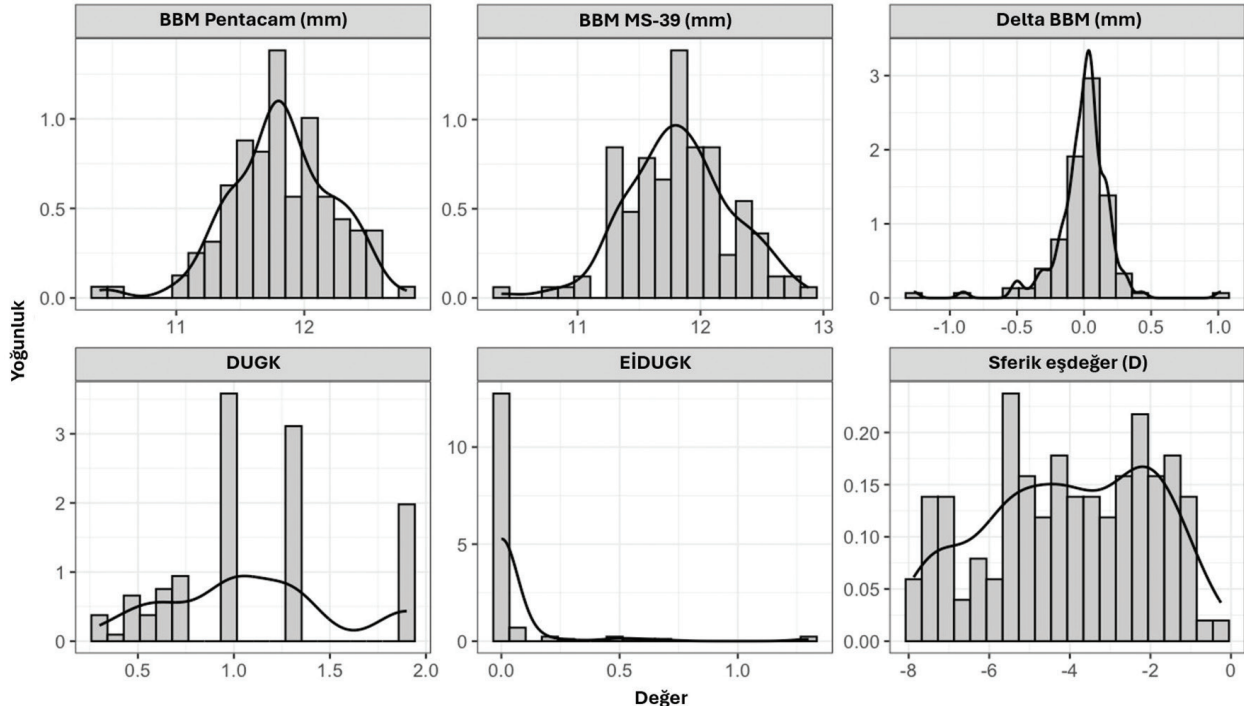
ΔBBM değerleri normal dağılım göstermediğinden, Pentacam ve MS-39 verileri Wilcoxon işaretli sıralar testi ile karşılaştırıldı. Wilcoxon işaretli sıralar testinde Pentacam ve MS-39 BBM ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (W=3839,5, p=0,584) (Tablo 3). Pentacam ve MS-39 arasında BBM ölçümlerinin eşleştirilmiş karşılaştırması Şekil 2'de gösterilmiştir.

Pentacam ve MS-39 BBM değerlerinin uyum analizinde tek ölçümlü, iki yönlü mutlak uyum sınıf içi KK değeri 0,847 bulundu (%95 güven aralığı: 0,789-0,890; p<0,001) (Tablo 3). Ayrıca Bland-Altman analizinde ortalama yanlılık -0,009 mm, %95 uyum sınırları ise -0,462 mm ile 0,444 mm arasında bulundu.

Tablo 1. Sürekli değişkenlerin tanımlayıcı analizi

Değişken	Ortalama ve SD
Yaş (yıl)	27,21±5,64
DUGK	1,11±0,45
EİDUGK	0,05±0,2
Sferik eşdeğer (D)	-4,02±2,03
BBM Pentacam (mm)	11,82±0,41
BBM MS-39 (mm)	11,83±0,43

BBM: Beyazdan beyaza mesafe, DUGK: Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği, EİDUGK: En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği, D: Diyoptri, SD: Standart deviasyon



Şekil 1. Sürekli değişkenlerin dağılımı

BBM: Beyazdan beyaza mesafe, DUGK: Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği, EİDUGK: En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği, D: Diyoptri

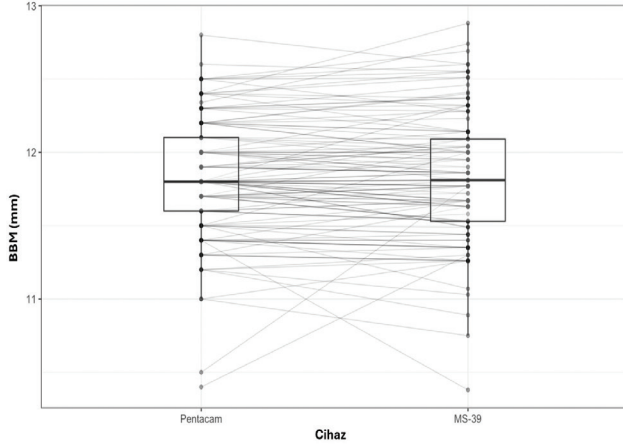
Tablo 2. Sürekli değişkenler için Shapiro-Wilk normallik testi

Değişken	W istatistiği	p değeri	Yorum
BBM Pentacam	0,9739	0,0152	Normal değil
BBM MS-39	0,9886	0,3814	Normal
Δ BBM	0,8228	<0,001	Normal değil
DUGK	0,9081	<0,001	Normal değil
EİDUGK	0,2980	<0,001	Normal değil

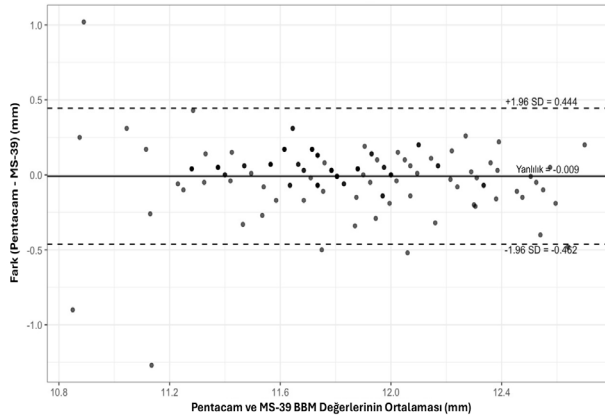
BBM: Beyazdan beyaza mesafe, Δ BBM: Pentacam ve MS-39 BBM ölçümleri arasındaki eşleştirilmiş fark, DUGK: Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği, EİDUGK: En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği

Tablo 3. Pentacam ve MS-39 arasındaki beyazdan beyaza ölçümleri için eşleştirilmiş karşılaştırma ve uyum analizleri

Analiz	Parametre	Değer
Eşleştirilmiş karşılaştırma	Wilcoxon W istatistiği	3839,5
	p	0,584
Uyum (Bland-Altman)	Ortalama yanlılık (mm)	-0,009
	Standart deviasyon, mm	0,231
	%95 uyum sınırları (mm)	-0,462 ila 0,444
Güvenilirlik	Sınıf içi korelasyon katsayısı	0,847
	%95 güven aralığı	0,789 ila 0,890
	p	<0,001



Şekil 2. Pentacam ve MS-39 arasındaki beyazdan beyaza mesafe (BBM) ölçümlerinin eşleştirilmiş karşılaştırması



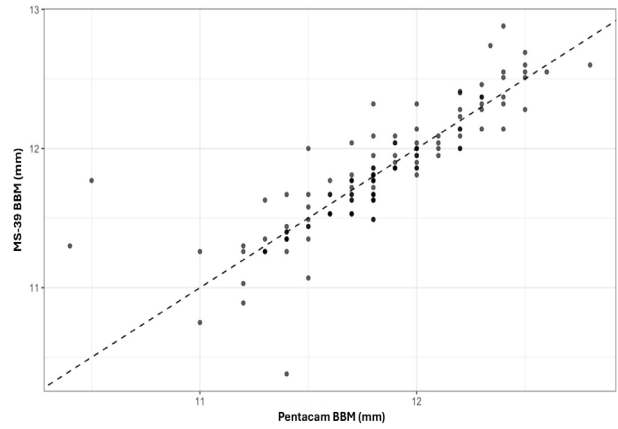
Şekil 3. Pentacam ve MS-39 beyazdan beyaza mesafe (BBM) ölçümleri arasındaki uyumun Bland-Altman grafiği
SD: Standart deviasyon

Pentacam ve MS-39 BBM ölçümleri arasındaki uyumu gösteren Bland-Altman grafiği Şekil 3'te, Pentacam ve MS-39'dan elde edilen BBM ölçümlerinin eşitlik doğrusuna göre saçılım grafiği ise Şekil 4'te gösterilmektedir.

Spearman korelasyon analizinde, hem Pentacam hem de MS-39'dan elde edilen BBM ölçümlerinin DUGK ile zayıf negatif, SE ile zayıf pozitif korelasyon gösterdiği bulundu (Tablo 4). Mutlak BBM değerleri ile EİDUGK arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadı. ΔBBM ile EİDUGK veya SE arasında da anlamlı bir korelasyon saptanmadı. BBM ölçümlerinin görme ve refraksiyon durumu ile ilişkisini gösteren bir Spearman korelasyon ısı haritası Şekil 5'te gösterilmektedir.

Tartışma

Bu çalışmanın sonuçlarına göre Pentacam ve MS-39 ile benzer BBM ölçümleri elde edilmekte ve aralarında anlamlı eşleştirilmiş fark bulunmamaktadır. Bland-Altman uyum sınırları bireysel düzeyde bir miktar değişkenlik olduğuna

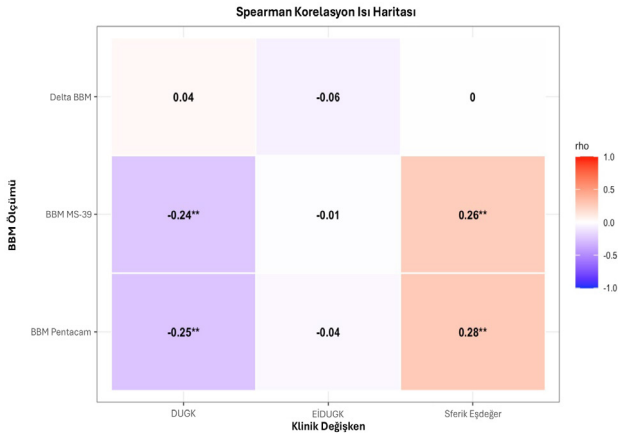


Şekil 4. Pentacam ve MS-39 beyazdan beyaza mesafe (BBM) ölçümlerinin eşitlik doğrusuna göre saçılım grafiği

Tablo 4. BBM ölçümlerinin görme ve refraksiyon durumu ile Spearman korelasyonu

BBM ölçümü	Klinik değişken	Rho	p değeri
BBM Pentacam	DUGK	-0,254	0,0042
	EİDUGK	-0,036	0,6919
	SE	0,278	0,0016
BBM MS-39	DUGK	-0,240	0,0068
	EİDUGK	-0,014	0,8729
	SE	0,260	0,0033
ΔBBM	DUGK	0,035	0,6954
	EİDUGK	-0,063	0,4851
	SE	-0,003	0,9759

BBM: Beyazdan beyaza mesafe, ΔBBM: Pentacam ve MS-39 BBM ölçümleri arasındaki eşleştirilmiş fark, DUGK: Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği, EİDUGK: En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği, SE: Sferik eşdeğer



Şekil 5. Beyazdan beyaza mesafe (BBM) ölçümleri ile görme ve refraksiyon durumu arasındaki Spearman korelasyonunun ısı haritası

DUGK: Düzeltilmemiş uzak görme keskinliği, EİDUGK: En iyi düzeltilmiş uzak görme keskinliği

işaret etse de, ortalama yanlılığın düşük olması cihazlar arasında çok küçük bir sistematik farklılık olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, iki cihazın genel olarak karşılaştırılabilir sonuçlar verdiği görülse de, spesifik BBM değerleri yorumlanırken dikkatli olunmalıdır.

Pentacam ve MS-39'dan elde edilen BBM ölçümleri SE ve DUGK ile zayıf ancak anlamlı korelasyon göstermiştir. Her iki BBM ölçümü de DUGK ile negatif korelasyon göstermiştir. Bu korelasyon, BBM değerlerinin büyük olmasının logMAR cinsinden daha iyi düzeltilmemiş görme keskinliği ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Her iki ölçüm de SE ile zayıf pozitif korelasyon göstermiştir. Bu korelasyon BBM değerlerinin büyük olmasının daha düşük miyopik refraksiyon ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. ΔBBM ile EİDUGK veya SE arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Bu, BBM ölçümlerindeki cihazlar arası farklılıkların görme veya refraksiyon durumundan etkilenmediğini göstermektedir.

Bulgularımız Pentacam HR, Keratograph 5M ve manuel biyomikroskop ölçümlerini karşılaştıran daha önce yapılmış bir çalışmanın sonuçları ile uyumludur. Sözü geçen çalışmada, tüm cihazların tekrarlanabilirliğinin çok yüksek olduğu gösterilmiş ve aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca yazarlar, kornea çapında belirgin bir diüurnal dalgalanma ile karşılaşmamıştır. Bu bulgu BBM'nin güvenilir ve tutarlı bir ön segment parametresi olduğunu göstermektedir.¹²

Pentacam ile ilgili diğer araştırmalarda, BBM ölçümlerinin cihaza bağımlı olduğu ve çeşitli cihazlar arasında belirgin farklılıklar olduğu bildirilmiştir.¹³ Örneğin bir çalışmada, IOLMaster 500 ile ölçülen BBM'nin önemli derecede daha yüksek olduğu ve bu nedenle fakik GİL hesaplamaları için IOLMaster 500 ve Pentacam'ın aynı

anda kullanılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.¹⁴ Aynı doğrultuda, ameliyat öncesi miyopinin değerlendirildiği bir çalışmada, ölçek, Pentacam HR, IOLMaster 700 ve ultrason biyomikroskobu ile ölçülen BBM değerlerinin farklılık gösterdiği bulunmuştur.¹⁵ Başka bir araştırmada ise cihazlar arası yanlılık olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada BioGraph ile yapılan BBM ölçümleri Pentacam ile yapılanlardan belirgin şekilde daha büyük bulunmuştur.¹⁶ Daha önce yapılan çalışmalar bir bütün olarak, özellikle implante edilebilen kollamer lens çapının belirlenmesi ve ön segment parametreleri için BBM'deki küçük farklılıkların bile klinik olarak anlamlı olabileceğini göstermektedir.¹⁶ Bu nedenle Pentacam'ın MS-39 gibi daha yeni cihazlarla karşılaştırılması klinik öneme sahiptir.

Çalışmamızda Pentacam ve MS-39 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaması BBM ölçümündeki uyumsuzluk düzeyinin tüm cihazlarda tutarlı olmadığına işaret etmektedir. Ancak, çalışmamızda bireysel BBM ölçümleri cihazlar arasında hala yaklaşık ±0,45 mm farklılık göstermiştir. Bu durum, genel uyumun iyi olmasına rağmen bireysel düzeyde önemli ölçüm değişkenliği olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, Pentacam ve MS-39 ile elde edilen sonuçlar genel olarak benzer görünse de, herhangi bir gözde tam olarak birbirinin yerine kullanılabileceğini varsaymadan önce dikkatli olunması gerekir.

Bu çalışmada ayrıca BBM ile görme ve refraksiyon durumu arasındaki ilişki incelenmiş, bu da çalışmaya yeni bir klinik boyut kazandırmıştır. Pentacam ve MS-39'dan elde edilen BBM ölçümlerinin her ikisi de DUGK ile zayıf ancak istatistiksel olarak anlamlı bir negatif korelasyon göstermiştir. Görme keskinliği değerleri logMAR cinsinden analiz edildiğinden, bu durum BBM ölçümünün büyük olmasının daha iyi düzeltilmemiş görme keskinliği ile zayıf da olsa ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, BBM ölçümleri ile SE arasında zayıf bir pozitif ilişki mevcuttu. Bu sonuç BBM değerlerinin daha büyük olmasının daha az miyopik refraksiyon ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Ancak, bu ilişkilerin zayıf olması, BBM'nin refraksiyon ve görmenin güvenilir bir göstergesi olmadığını düşündürmektedir. Bunun yerine BBM'nin, refraksiyonla yalnızca zayıf bir korelasyon gösteren, ağırlıklı olarak anatomik bir ön segment özelliği olduğu görülmektedir. Bu sonuç, BBM ile EİDUGK arasında belirgin bir korelasyon olmaması ile desteklenmektedir çünkü EİDUGK, tek başına kornea çapından çok optik düzeltmeden ve bir bütün olarak görme sisteminden etkilenmektedir.

Diğer bir dikkate değer bulgu DUGK, EİDUGK ve SE'nin, Pentacam ve MS-39 ölçümleri arasındaki fark olan ΔBBM ile anlamlı bir korelasyon göstermemesiydi. Bu durum, iki cihaz arasındaki hafif farkın refraksiyon veya görme özelliklerinden kaynaklanmadığını ve büyük olasılıkla klinik olarak anlamlı, hastaya bağlı faktörlerden ziyade teknik ölçüm değişkenliğini yansıttığını göstermektedir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları vardır. Çalışmanın tek bir merkezde yapılmış olması, çalışma popülasyonunun nispeten genç ve ağırlıklı olarak miyopik bireylerden oluşması ve katılımcıların yalnızca bir gözünün çalışmaya dahil edilmesi sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayabilecek faktörlerdir. Ayrıca, her cihazda yalnızca bir ölçüm alınmış, ölçümler önceden belirlenmiş bir sırayla (Pentacam'dan sonra MS-39) gerçekleştirilmiş ve ölçümü yapan kişi ilk cihazın sonuçlarına maskelenmemiştir. Bunların tümü sıra etkisi veya ölçüm değişkenliğine yol açmış olabilir. Bu sonuçları doğrulamak için daha büyük çaplı ve farklı popülasyonların dahil edildiği, tekrarlayan ölçümler yapılan, cihaz sırasının randomize edildiği ve ölçüm yapan kişilerin maskelendiği çok merkezli araştırmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç

Pentacam ve MS-39 ile grup düzeyinde karşılaştırılabilir ve güçlü uyum gösteren BBM ölçümleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, kesin bireysel ölçümlerin gerektiği durumlarda bu iki cihazın tam anlamıyla birbirinin yerine kullanılabileceği kabul edilmemelidir çünkü bireysel düzeydeki %95 uyum sınırlarıyla $\pm 0,45$ mm'ye ulaşan değişkenlik kaydedilmiştir. Ek olarak, BBM ölçümleri DUGK ve SE ile zayıf korelasyon göstermesine rağmen, cihazlar arası ölçüm farklılıkları görme veya refraksiyon durumundan etkilenmemiştir. Bu sonuçlar, cihazların uyumlu olduğuna dair ek kanıtlar sağlamakta ve klinik değerlendirmede Pentacam ve MS-39'un kullanımını desteklemektedir. Ayrıca bu sonuçlar, kesin ölçüm gerektiren durumlarda iki cihazdan elde edilen ölçümlerin dikkatli yorumlanmasının önemini vurgulamaktadır.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütüldü. Veriler toplanmadan önce, Amanat Göz Hastanesi Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı alındı (onay numarası: IRB#26/03-001, tarih: 01.01.2026).

Hasta Onayı: Çalışmaya alınmadan önce tüm olgulardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındı ve çalışma boyunca hasta gizliliğine özen gösterildi.

Beyan

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: U.A., Konsept: M.A., Dizayn: A.B., Veri Toplama veya İşleme: A.B., A.Z., Analiz veya Yorumlama: A.B., W.A., Literatür Arama: A.B., A.Z., Yazan: A.B., A.U.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

Kaynaklar

1. Yoo YS, Whang WJ, Kim HS, Joo CK, Yoon G. Preoperative biometric measurements with anterior segment optical coherence tomography and prediction of postoperative intraocular lens position. *Medicine*. 2019;98:18026.
2. Fernandes P, González-Méjome JM, Madrid-Costa D, Ferrer-Blasco T, Jorge J, Montés-Micó R. Implantable collamer posterior chamber intraocular lenses: a review of potential complications. *J Refract Surg*. 2011;27:765-776.
3. Shajari M, Lehmann UC, Kohnen T. Comparison of corneal diameter and anterior chamber depth measurements using 4 different devices. *Cornea*. 2016;35:838-842.
4. Yoon DE, Cho SC, Kim HJ, Han KE. Comparison of horizontal white-to-white diameter measured using four devices. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2023;64:9-15.
5. Buckenham Boyle A, Namkung S, Shew W, Gokul A, McGhee CN, Ziaei M. Repeatability and agreement of white-to-white measurements between slit-scanning tomography, infrared biometry, dual rotating Scheimpflug camera/Placido disc tomography, and swept source anterior segment optical coherence tomography. *PLoS One*. 2021;16:0254832.
6. Ang RET, Reyes EKF, Ayuyao FAJ Jr, Umali MIN, Cruz EM. Comparison of white-to-white measurements using four devices and their determination of ICL sizing. *Eye Vis*. 2022;9:36.
7. Salouti R, Azizi A, Hashemian H, Khorrami-Nejad M, Alkhafaji Q, Salouti K, Ghoreyshi M, Hossein Nowroozadeh M. A comparison of white-to-white measurements obtained by Anterior AS-OCT versus three optical devices in refractive surgery candidates. *Eur J Ophthalmol*. 2025;35:902-909.
8. Venkataraman AP, Domínguez-Vicent A, Selin P, Brautaset R, Montés-Micó R. Precision of a new SS-OCT biometer to measure anterior segment parameters and agreement with 3 instruments with different measurement principles. *J Cataract Refract Surg*. 2024;50:486-491.
9. Jiaqi Y, Xindi W, Yimeng F, Zhao L, Cheng P. Comparative study of MS-39, Sirius, and Pentacam in assisting size selection of implantable collamer lens. *Int Eye Sci*. 2025;25:1505-1510.
10. Tubis J, Zajączkowska Z, Kanclerz P. Comparison of corneal thickness measured using the new Revo FC optical coherence tomographer and the pentacam Scheimpflug-based imaging system. *BMC Ophthalmology*. 2026;26:115.
11. Mohammadpour M, Heidari Z. MS-39®. In: *Diagnostics in ocular imaging: cornea, retina, glaucoma and orbit 2020 Nov 14* (pp. 265-284). Cham: Springer International Publishing.
12. Bandlitz S, Nakhoul M, Kotliar K. Daily variations of corneal white-to-white diameter measured with different methods. *Clin Optom (Auckl)*. 2022;173-181.
13. Tañá-Rivero P, Aguilar-Córcoles S, Rodríguez-Prats JL, Montes-Mico R, Ruiz-Mesa R. Agreement of white-to-white measurements with swept-source OCT, Scheimpflug and color LED devices. *Int Ophthalmol*. 2021;41:57-65.
14. Toprak MK, Toprak A, Ayyildiz B, Bozoklu M, Kilic D. Compatibility between the intraocular lens master and pentacam devices in white-to-white measurements used in phakic intraocular lens calculations. *Beyoglu Eye J*. 2026;10:206-210.
15. Dan TT, Liu TX, Li ZZ, Liang CP, Li FY. The comparison of white-to-white via triple person-times caliper measuring and machine-measuring in V4c implantable collamer lens implantation. *Sci Rep*. 2024;14:13878.
16. Guber I, Bergin C, Perritaz S, Majo F. Correcting interdevice bias of horizontal white-to-white and sulcus-to-sulcus measures used for implantable collamer lens sizing. *Am J Ophthalmol*. 2016;161:116-125.e1.