



GÖZ HASTALIKLARI ALANINDA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

Editör:

yaz
yayınları

Göz Hastalıkları Alanında Bilimsel Araştırmalar

Editör

.....

yaz
yayınları

2026

**Göz Hastalıkları Alanında Bilimsel
Araştırmalar**

Editör:

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8574-87-6

Mart 2026 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu.....	1
<i>Elvin HALİLİ ÇELENK</i>	
Oküler Yüzey Hastalıkları ve Kuru Gözün Yönetiminde Kontak Lens Teknolojileri.....	13
<i>Eren KILIÇ, Ahmet TAŞER</i>	
Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu: Yapay Zeka Tabanlı İzleme Sistemleri ve Az Görenler İçin Dijital Optik Çözümler	35
<i>Ahmet TAŞER, Eren KILIÇ, Şeydanur TAŞER</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

YAŞA BAĞLI MAKULA DEJENERASYONU

Elvin HALİLİ ÇELENK¹

1. GİRİŞ

Yaşa bağlı makula dejenerasyonu (YBMD), 50 yaş üzeri popülasyonda geri dönüşümsüz santral görme kaybının en önemli nedenlerinden biridir ve özellikle gelişmiş ülkelerde ciddi bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır (1). Küresel prevalansın 2040 yılına kadar 288 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (2). Artan yaşam süresi ve yaşlanan nüfus, hastalığın klinik ve sosyoekonomik yükünü giderek artırmaktadır.

Makula, yüksek kon hücre yoğunluğu ve metabolik aktivitesi nedeniyle oksidatif strese son derece duyarlıdır. Bu durum YBMD patogenezinde oksidatif hasarın temel rol oynamasına yol açmaktadır (3).

2. EPİDEMİYOLOJİ VE RİSK FAKTÖRLERİ

YBMD prevalansı yaşla belirgin artış gösterir. 75 yaş üzeri bireylerde ileri evre YBMD prevalansı %8–15 arasında bildirilmektedir (2).

2.1. Değiştirilemeyen Risk Faktörleri

İleri yaş, genetik yatkınlık, kafkas ırk, aile öyküsü

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Yalova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, ORCID: 0009-0005-6779-0312.

Not: Kompleman faktör H (CFH) genindeki Y402H polimorfizmi, YBMD için en güçlü genetik risk faktörlerinden biridir (4).

2.2. Değiştirilebilir Risk Faktörleri

Sigara kullanımı (en güçlü modifiye edilebilir faktör) , hipertansiyon, hiperlipidemi, obezite, sedanter yaşam

Not: Sigara, retinal pigment epitel (RPE) hücrelerinde oksidatif stres artışına ve inflamatuvar yanıtın tetiklenmesine neden olur (5).

3. PATOGENEZ

YBMD multifaktöriyel bir hastalıktır. Temel mekanizmalar şunlardır:

3.1. Oksidatif Stres

Retina yüksek oksijen tüketimi ve ışık maruziyeti nedeniyle serbest radikal üretimine açıktır. RPE hücrelerinde biriken oksidatif hasar, hücrel disfonksiyona ve apoptoza yol açar (3).

3.2. Drusen Oluşumu

Drusen, Bruch membranı ile RPE arasında biriken ekstrasellüler materyaldir. Lipidler, kompleman proteinleri, amiloid bileşenlerden oluşmaktadır(6).

Drusen varlığı erken evre YBMD'nin klinik belirteçidir.

3.3. Kompleman Sistemi Aktivasyonu

YBMD'nin inflamatuvar bir hastalık olduğu fikri, kompleman sistemine ait genetik varyasyonların keşfiyle güç kazanmıştır (4). Kompleman aktivasyonu, kronik subklinik inflamasyona yol açarak RPE hasarını artırır.

3.4. Anjiyogenez (Yaş Tip YBMD)

VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor), neovaskülarizasyonun temel mediyatörüdür. Hipoksi ve inflamasyon VEGF ekspresyonunu artırır ve koroidal neovasküler membran oluşumuna neden olur (7).

4. KLİNİK SINIFLAMA

YBMD iki ana formda değerlendirilir. Kuru (Non-neovasküler) Tip ve Yaş (Neovasküler) Tip

4.1. Kuru (Non-neovasküler) Tip

Vakaların %85–90'ını oluşturur. Drusen, RPE pigment değişiklikleri lezyonlardır. İleri vakalarda coğrafik atrofiye yol açar. Coğrafik atrofi, fotoreseptör ve RPE kaybı ile karakterizedir ve ilerleyici görme kaybına neden olur (8).

4.2. Yaş (Neovasküler) Tip

Vakaların %10–15'ini oluşturmasına rağmen ağır görme kaybından sorumludur (1). Subretinal sıvı, hemoraji, fibrotik skar görülebilen lezyonlardır.

5. TANI VE GÖRÜNTÜLEME

5.1. Optik Koherens Tomografi (OCT)

OCT, subretinal sıvı, intraretinal sıvı ve pigment epitel dekolmanını göstermede altın standarttır.

5.2. Fundus Floresein Anjiyografi

Neovaskülarizasyon tipini belirlemede kullanılır.

5.3. OCT-A

Non-invaziv olarak koroidal neovasküler ağı gösterir.

6. TEDAVİ

6.1. Kuru Tip

AREDS çalışması, antioksidan ve çinko kombinasyonunun ileri evreye progresyonu azalttığını göstermiştir (9).

AREDS2 çalışması ise lutein ve zeaksantin güvenli alternatif olduğunu bildirmiştir (10).

6.2. Yaş Tip

Anti-VEGF tedavileri YBMD yönetiminde devrim yaratmıştır.

Ranibizumab (MARINA, ANCHOR çalışmaları) (11,12), Aflibercept (VIEW çalışmaları), Bevacizumab (CATT çalışması) klinikte kullanılan Anti VEGF tedavilerdir (13,14,15). Bu ajanlar görme kaybını durdurmakta ve bazı hastalarda görme artışı sağlamaktadır.

7. GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Kompleman inhibitörleri (Pegcetacoplan)

Gen tedavisi

Kök hücre tedavileri

Kuru tip YBMD için hedefe yönelik tedaviler halen gelişim aşamasındadır.

8. YAŞA BAĞLI MAKULA DEJENERASYONUNDA YENİ MOLEKÜLER TEDAVİLER

YBMD tedavisinde son 20 yıl anti-VEGF ajanları ile şekillenmiş olsa da, özellikle kuru tip (coğrafik atrofi) için etkili

tedavi seçeneklerinin sınırlı olması yeni moleküllere olan ilgiyi artırmıştır.

Güncel araştırmalar iki ana eksenle ilerlemektedir:

Kompleman sistemi inhibisyonu

Daha uzun etkili ve alternatif yolları hedefleyen anti-anjiyogenik tedaviler

8.1. Kuru Tip (Coğrafi Atrofi) Tedavisinde Yeni Moleküller

8.1.1. Kompleman İnhibitörleri

YBMD patogeneğinde kompleman sisteminin rolü gösterildikten sonra bu yolak terapötik hedef haline gelmiştir.

- Pegcetacoplan (C3 inhibitörü)

Kompleman C3'ü inhibe eder.OAKS ve DERBY faz 3 çalışmaları ile coğrafi atrofi progresyonunu yavaşlattığı gösterilmiştir. 2023 yılında FDA onayı almıştır. Etkisi atrofi alan genişleme hızını azaltma yönündedir; görme artışı sağlamaz ancak ilerlemeyi yavaşlatır.

- Avacincaptad Pegol (C5 inhibitörü)

Kompleman C5'i hedefler. GATHER1 ve GATHER2 çalışmaları ile coğrafi atrofi progresyonunda anlamlı yavaşlama gösterilmiştir(17). 2023 yılında FDA onayı almıştır.Bu ajanlar kuru tip YBMD'de ilk onaylı tedaviler olarak tarihsel bir dönüm noktasıdır.

8.1.2. Nöroprotektif ve Hücresel Yaklaşımlar

- Brimonidin implantı (deneysel)

Nöroprotektif etki Fotoresptör kaybını yavaşlatma hedefi

Kök Hücre Tedavileri

RPE hücre transplantasyonu, embriyonik kök hücre kaynaklı RPE hücreleri ile tedavi bulunmaktadır.

Klinik faz çalışmaları devam etmektedir

8.1.3. Gen Tedavisi (Kuru Tip)

Amaç: Kompleman sistemini uzun süreli modüle etmek

Tek uygulama ile uzun dönem etki hedeflenmektedir.

AAV (Adeno-associated virus) tabanlı vektörler araştırılmaktadır.

8.2. Yaş Tip (Neovasküler) YBMD’de Yeni Moleküller

Anti-VEGF tedaviler etkin olmakla birlikte, enjeksiyon yükü önemli bir sorundur. Yeni ajanlar;

daha uzun etki süresi, alternatif anjiyogenik yolak inhibisyonu, çift hedefli moleküller üzerine odaklanmaktadır.

8.2.1. İntravitreal Tedaviler

- Faricimab (Ang-2 + VEGF-A inhibitörü)

Çift etkili molekül olup, VEGF-A ve Angiopoietin-2’yi inhibe eder. TENAYA ve LUCERNE faz 3 çalışmaları bulunmaktadır. 16 haftaya kadar uzatılabilir doz aralığı mevcuttur. Vasküler stabiliteyi artırarak daha uzun süreli kontrol sağlar(18).

- Brolucizumab

Düşük molekül ağırlıklı yapısı sayesinde yüksek doku penetrasyonu sağlayan ve daha uzun doz aralıklarına olanak tanıyan bir anti-VEGF ajandır. HAWK ve HARRIER faz 3 klinik çalışmaları, ilacın neovasküler yaşa bağlı makula dejenerasyonunda etkinliğini ve uzatılmış doz aralıklarıyla kullanılabilirliğini göstermiştir. Ancak post-marketing veriler ve

klirik gözlemler, intraoküler inflamasyon, retinal vaskülit ve retinal vasküler oklüzyon riskinde artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle brolucizumab kullanımı, dikkatli hasta seçimi ve yakın izlem gerektirmektedir(19).

- Port Delivery System (PDS) – Ranibizumab

Cerrahi yerleştirilen implantdır. Sürekli düşük doz ranibizumab salınımı yapmaktadır.

ARCHWAY çalışması implantın etkinlik ve güvenliğini değerlendiren faz 3 klinik çalışmadır.

Enjeksiyon yükünü azaltma amacı taşır(20).

- Yüksek Doz Aflibercept (8 mg)

Daha uzun doz aralığı(16 haftaya kadar tedavi aralığı) mevcuttur.

PULSAR çalışması, neovasküler (yaş tip) yaşa bağlı makula dejenerasyonunda (nAMD) yüksek doz aflibercept (8 mg) ile standart doz aflibercept (2 mg) karşılaştırmasını yapan faz 3 klinik çalışmadır(21).

8.2.2. Gen Tedavisi (Yaş Tip)

- RGX-314 geni
- ADVN-022 geni

Amaç:

Tek intravitreal veya subretinal uygulama ile uzun süreli anti-VEGF ekspresyonu sağlamaktır.

Henüz faz 2–3 aşamasındadır.

9. GELECEKTEKİ YAKLAŞIMLAR

Mitokondriyal koruyucu tedaviler

Anti-inflamatuar hedefli ajanlar

Hücre içi stres yanıt modülatörleri

Yapay retina ve biyomühendislik yaklaşımları

10. KLİNİK PERSPEKTİF

Kuru tip YBMD’de ilk kez hastalık progresyonunu yavaşlatan tedaviler geliştirilmiş olması önemli bir ilerlemedir. Ancak; görme artışı sağlamamakta, enjeksiyon gerektirmektedirler. Uzun dönem güvenlik verileri izlenmektedir.

Yaş tipte ise tedavi stratejisi ile daha az enjeksiyon, daha uzun etki, daha fazla vasküler stabilite hedeflenmektedir.

11. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Yaşa bağlı makula dejenerasyonu, oksidatif stres, inflamasyon ve anjiyogenezin birlikte rol oynadığı kompleks bir hastalıktır. Erken tanı, risk faktörlerinin kontrolü ve anti-VEGF tedavileri ile hastalık yönetimi mümkün olmakla birlikte, YBMD tedavisi artık yalnızca anti-VEGF ile sınırlı değildir. Kompleman inhibitörleri kuru tip için yeni bir dönem başlatmış; çift hedefli ajanlar ve gen tedavileri ise yaş tipte enjeksiyon yükünü azaltma potansiyeli sunmuştur. Gelecekte kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımları, genetik risk profiline göre şekillenen tedavi algoritmaları ve uzun etkili biyoteknolojik çözümler YBMD yönetimini dönüştürebilir.

KAYNAKLAR

1. Wong WL, Su, X., Li, X., Cheung, C. M. G., Klein, R., Cheng, C. Y., & Wong, T. Y. (2014). Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 2(2), e106–e116. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(13\)70145-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70145-1)
2. Beatty S, & Koh, H. H. (2000). The role of oxidative stress in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Survey of Ophthalmology*, 45(2), 115–134. [https://doi.org/10.1016/S0039-6257\(00\)00140-5](https://doi.org/10.1016/S0039-6257(00)00140-5)
3. Haines JL, Hauser, M. A., Schmidt, S., Scott, W. K., Olson, L. M., Gallins, P., Spencer, K. L., et al. (2005). Complement factor H variant increases the risk of age-related macular degeneration. *Science*, 308(5720), 419–421. <https://doi.org/10.1126/science.1110359>
4. Thornton J, Edwards, R., Mitchell, P., Harrison, R. A., Buchan, I., & Kelly, S. P. (2005). Smoking and age-related macular degeneration: A review of association. *Eye*, 19(9), 935–944. <https://doi.org/10.1038/sj.eye.6701978>
5. Anderson DH, Mullins RF, Hageman GS, Johnson LV. A role for local inflammation in the formation of drusen in the aging eye. *Am J Ophthalmol*. 2002 Sep;134(3):411-31. doi: 10.1016/s0002-9394(02)01624-0. PMID: 12208254.
6. Ferrara N (2004). Vascular endothelial growth factor: Basic science and clinical progress. *Endocrine Reviews*, 25(4), 581–611. <https://doi.org/10.1210/er.2003-0027>
7. Holz FG, Schmitz-Valckenberg, S., Fleckenstein, M., & Bird, A. C. (2014). Geographic atrophy: Clinical features and potential therapeutic approaches. *Ophthalmology*, 121(5), 1079–1091. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.11.023>

8. Lim LS, Mitchell P, Seddon JM, et al. (2012). Age-related macular degeneration. *The Lancet*, 379(9827), 1728–1738. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60282-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60282-7)
9. Age-Related Eye Disease Study Research Group. (2001). A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. *Archives of Ophthalmology*, 119(10), 1417–1436. <https://doi.org/10.1001/archophth.119.10.1417>
10. Age-Related Eye Disease Study 2 Research Group. (2013). Lutein + zeaxanthin and omega-3 fatty acids for age-related macular degeneration: The Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) randomized clinical trial. *JAMA*, 309(19), 2005–2015. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.4997>
11. Rosenfeld, P. J., Brown, D. M., Heier, J. S., Boyer, D. S., Kaiser, P. K., Chung, C. Y., & Kim, R. Y. (2006). Ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration. *New England Journal of Medicine*, 355(14), 1419–1431. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa054481>
12. Brown, D. M., Kaiser, P. K., Michels, M., Soubrane, G., Heier, J. S., Kim, R. Y., Sy, J. P., & Schneider, S. (2006). Ranibizumab versus verteporfin for neovascular age-related macular degeneration. *New England Journal of Medicine*, 355(14), 1432–1444. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa062655>
13. Heier JS, Brown, D. M., Chong, V., Korobelnik, J. F., Kaiser, P. K., Nguyen, Q. D., Kirchhof, B., et al. (2012). Intravitreal aflibercept (VEGF Trap-Eye) in wet age-related macular degeneration. *Ophthalmology*,

119(12), 2537–2548.
<https://doi.org/10.1016/j.opthta.2012.09.006>

14. Schmidt-Erfurth U, Kaiser, P. K., Korobelnik, J. F., Brown, D. M., Chong, V., Nguyen, Q. D., Ho, A. C., et al. (2014). Intravitreal aflibercept injection for neovascular age-related macular degeneration: Ninety-six-week results of the VIEW studies. *Ophthalmology*, 121(1), 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.opthta.2013.08.011>
15. Martin DF, Maguire, M. G., Ying, G. S., Grunwald, J. E., Fine, S. L., & Jaffe, G. J. (2011). Ranibizumab and bevacizumab for neovascular age-related macular degeneration. *New England Journal of Medicine*, 364(20), 1897–1908. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1102673>
16. Liao, D. S., Grossi, F. V., El Mehdi, D., Gerber, M. R., Brown, D. M., Heier, J. S., et al. (2020). Complement C3 inhibitor pegcetacoplan for geographic atrophy secondary to age-related macular degeneration: A randomized phase 2 trial. *Ophthalmology*, 127(2), 186–195. <https://doi.org/10.1016/j.opthta.2019.07.011>
17. Khanani, A. M., et al. (2023). Efficacy and safety of avacincaptad pegol in patients with geographic atrophy (GATHER2): 12-month results from a randomised, double-masked, phase 3 trial. *The Lancet*, 402(10411), 1449–1458. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01583-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01583-0)
18. Heier, J. S., Khanani, A. M., Quezada Ruiz, C., Basu, K., Ferrone, P. J., Brittain, C., Figueroa, M. S., Lin, H., Holz, F. G., Patel, V., et al. (2022). Efficacy, durability, and safety of intravitreal faricimab up to every 16 weeks for neovascular age-related macular degeneration (TENAYA and LUCERNE): Two randomised, double-masked, phase

- 3 trials. The Lancet, 399(10326), 729–740.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00010-1)
19. Dugel PU, Koh, A., Ogura, Y., Jaffe, G. J., Schmidt-Erfurth, U., Brown, D. M., et al. (2020). HAWK and HARRIER: Ninety-six-week outcomes from the phase 3 trials of brolucizumab for neovascular age-related macular degeneration. Ophthalmology, 127(1), 72–84.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.04.017>
20. Holekamp NM, Campochiaro PA, Chang MA, Miller D, Pieramici D, Adamis AP, Brittain C, Evans E, Kaufman D, Maass KF, Patel S, Ranade S, Singh N, Barteselli G, Regillo C; all Archway Investigators. Archway Randomized Phase 3 Trial of the Port Delivery System with Ranibizumab for Neovascular Age-Related Macular Degeneration. Ophthalmology. 2022 Mar;129(3):295-307. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.09.016. Epub 2021 Sep 29. PMID: 34597713.
21. Lanzetta, P., Wong, T. Y., Korobelnik, J.-F., Heier, J. S., Koh, A., et al. (2024). Intravitreal aflibercept 8 mg in neovascular age-related macular degeneration: the phase 3 PULSAR trial. The Lancet. Published online 2024. doi:10.1016/S0140-6736(24)00063-1

OKÜLER YÜZEY HASTALIKLARI VE KURU GÖZÜN YÖNETİMİNDE KONTAK LENS TEKNOLOJİLERİ

Eren KILIÇ¹

Ahmet TAŞER²

1. GİRİŞ

Kuru göz hastalığı (KGH); gözyaşı filmi homeostazının bozulması, gözyaşı filmi kararsızlığı, hiperozmolarite, oküler yüzey inflamasyonu ve nörosensoryel anormalliklerle ilişkili, multifaktöriyel ve kronik bir oküler yüzey hastalığıdır. Bu klinik tablo yalnızca kuruluk hissiyle sınırlı değildir; oküler rahatsızlık, ağrı, görsel dalgalanma ve yaşam kalitesinde azalma ile seyredebilir. Epidemiyolojik çalışmalarda KGH prevalansının yaklaşık %5–50 aralığında bildirildiği ve hastalığın önemli bir halk sağlığı yükü oluşturduğu gösterilmiştir (Stapleton ve ark., 2017).

KGH'nin patofizyolojik temeli, başlıca aköz yetmezlik ve evaporatif mekanizmalara dayanır. Lakrimal bez işlev bozukluğu, meibomian bez disfonksiyonu, azalmış kırpma, çevresel maruziyet ve nörosensoryel değişiklikler, oküler yüzeyi dış etkenlere daha duyarlı hale getirir. Bu süreç; kronik inflamasyon, görsel kalitede dalgalanma ve ileri olgularda korneal komplikasyonlara zemin hazırlayabilir. Özellikle yoğun dijital ekran kullanımı ve çevresel stresörler, semptomları artıran

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-8212-1767

² Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0003-4563-160X

faktörler arasında kabul edilmektedir (Jones ve ark., 2017; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

Kuru göz ve ilişkili oküler yüzey bozukluklarının yönetiminde suni gözyaşı preparatları, antiinflamatuvar damlalar, punktum tıkaçları, kapak hijyeni ve çevresel düzenlemeler gibi çok sayıda yaklaşım kullanılmaktadır. Bununla birlikte, özellikle orta ve ağır olgularda yalnızca konvansiyonel tedavi ile yeterli rahatlama her zaman sağlanamayabilir. Koruyucu ve rehabilite edici ek seçeneklere ihtiyaç duyulur (Jones ve ark., 2017; Vaidyanathan ve ark., 2019).

Bu noktada kontakt lensler, kırma kusuru düzeltiminin ötesinde, oküler yüzey rehabilitasyonunda önemli bir terapötik araç olarak öne çıkmaktadır. Modern lens teknolojileri; yüzey hidrasyonunu destekleme, kapağın mekanik travmasını azaltma, epitel iyileşmesine yardımcı olma ve bazı durumlarda ilaç taşınımına olanak sağlama gibi işlevler sunmaktadır (Jones ve ark., 2017; Chaudhary ve ark., 2023; Sah ve ark., 2023).

2. TERAPÖTİK YUMUŞAK KONTAKT LENSLER (TKL)

Terapötik yumuşak kontakt lensler (TKL), literatürde sıklıkla bandaj kontakt lensler olarak da adlandırılır ve temel amaçları kırma kusurlarını düzeltmekten çok oküler yüzeyi korumak, iyileşmeyi desteklemek ve ağrıyı azaltmaktır. Bu lensler kornea ile dış ortam ve göz kapakları arasında mekanik bir bariyer oluşturarak adeta biyolojik bir pansuman görevi görür (Chaudhary ve ark., 2023; Karayel ve ark., 2022; Sah ve ark., 2023).

2.1. Klinik Endikasyonlar ve Tedavi Etkinliği

TKL uygulamaları, çok geniş bir oküler patoloji spektrumunda kullanılabilir (Chaudhary ve ark., 2023; Karayel ve ark., 2022).

- Kornea ödemeine bağlı epitel büllelerinin açılması sonucu oluşan ağrının azaltılmasında TKL'ler yararlı olabilir (Karayel ve ark., 2022; Sah ve ark., 2023). TKL, göz kırpmının mekanik etkisini azaltarak yeni epitelyumun yüzeye tutunmasına yardımcı olabilir. Literatürde bandaj lenslerin, uygun eşlik tedavileriyle birlikte, re-epitelizasyonu destekleyen yararlı bir seçenek olduğu vurgulanmaktadır (Vaidyanathan ve ark., 2019; Chaudhary ve ark., 2023). TKL kullanımı, filamentlerin mekanik olarak uyarılmasını azaltarak semptom kontrolüne katkı sağlayabilir (Chaudhary ve ark., 2023; Sah ve ark., 2023). Kornea duyarlılığının azaldığı bu olgularda iyileşme süreci yavaş olabilir. TKL uygulaması, yüzeyi koruyarak ve mekanik stresi azaltarak epitelizasyonu destekleyen yardımcı yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Vaidyanathan ve ark., 2019; Sah ve ark., 2023). Ayrıca trikiyazis gibi durumlarda kirpiklerin korneaya temasını azaltarak ek travmayı sınırlandırabilirler (Chaudhary ve ark., 2023; Karayel ve ark., 2022).
- Küçük perforasyonlarda veya doku yapıştırıcısı kullanılan vakalarda TKL, yüzeyi koruyan yardımcı bir örtü görevi görebilir (Sah ve ark., 2023; Karayel ve ark., 2022).

2.2. Materyal Teknolojisi ve Oksijen Geçirgenliği

Terapötik uygulamalarda lens materyalinin seçimi, tedavi başarısı ve komplikasyon riski açısından kritiktir (Chaudhary ve ark., 2023).

- Silikon Hidrojel (SiHy) Avantajı: Bu lensler, geleneksel hidrojel materyallere göre daha yüksek oksijen geçirgenliği sağlayarak hipoksi riskini azaltabilir ve daha uzun terapötik kullanımda fizyolojik avantaj sunabilir (Chaudhary ve ark., 2023; Sah ve ark., 2023). SiHy lensler bazı klinik durumlarda daha stabil performans sunsa da, yüzey ıslanabilirliği ve depozit eğilimi materyale göre değişebilir. Bu nedenle materyal seçimi yalnızca Dk değerine göre değil, hastanın oküler yüzey profiline göre yapılmalıdır (Chaudhary ve ark., 2023; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

2.3. Terapötik İlaç Salım Sistemleri

Yeni nesil TKL'ler yalnızca bariyer görevi görmekle kalmayıp, aynı zamanda ilaç taşıyıcı sistemler olarak da araştırılmaktadır. Kontakt lens temelli ilaç salımı, topikal damlalara kıyasla ilacın oküler yüzeyde kalış süresini uzatma ve biyoyararlanımı artırma potansiyeli nedeniyle dikkat çekmektedir; ancak bu alanın önemli bir kısmı hâlen araştırma-geliştirme aşamasındadır (Chaudhary ve ark., 2023; Ergin, 2024).

2.4. Klinik Yönetim ve Risklerin Minimizasyonu

TKL kullanımı, özellikle oküler yüzeyi halihazırda bozulmuş hastalarda dikkatli bir takip gerektirir:

- Mikrobiyal Keratit (MK) Riski: Özellikle uzatılmış/gece kullanımı, bozulmuş epitel bariyeri ve yetersiz hijyen, mikrobiyal keratit riskini artırabilir. (Maier ve ark., 2022; Sakr ve ark., 2024; Sah ve ark., 2023).
- Kontrendikasyonlar: Aktif mikrobiyal keratit, terapötik lens kullanımı için temel kontrendikasyonlardan biridir. Kornea anestezisi olan hastalarda ise ağrı gibi uyarı belirtilerinin zayıf olması nedeniyle takip daha dikkatli planlanmalıdır (Sah ve ark., 2023; Chaudhary ve ark., 2023).

- Uygulama Pratiği: Lens uygulandıktan kısa süre sonra hareketlilik ve kenar uyumu değerlendirilmelidir. Uzun süreli kullanım planlanan olgularda düzenli aralıklarla lens çıkarılarak oküler yüzey boyanmalı, epitel bütünlüğü ve enfeksiyon bulguları dikkatle izlenmelidir (Karayel ve ark., 2022; Sah ve ark., 2023).

3. SKLERAL KONTAKT LENSLEER (ScCL)

Skleral kontakt lensler (ScCL), kornea ve limbusu köprüleyerek sklera üzerine oturan geniş çaplı sert gaz geçirgen lenslerdir. Bu lenslerin en ayırt edici özelliği, kornea ile lens arka yüzeyi arasında sıvı dolu bir rezervuar oluşturarak hem optik düzensizlikleri maskeleymesi hem de oküler yüzeyi sürekli nemli tutabilmesidir (Chaudhary ve ark., 2023; Harthan ve ark., 2018; Rodriguez-Garcia ve ark., 2025).

3.1. Sınıflandırma ve İsimlendirme

Scleral Lens Education Society sınıflamasında skleral lensler yalnızca çapa göre değil, destek aldıkları bölgeye göre de tanımlanmaktadır. Klinik uygulamada korneoskleral ve gerçek skleral tasarımlar arasında ayırım yapmak, iniş bölgesi ve haptik uyum açısından önem taşır (Harthan ve ark., 2018; Chaudhary ve ark., 2023).

3.2. Klinik Endikasyonlar ve Oküler Yüzey Rehabilitasyonu

Skleral lensler, özellikle orta ve şiddetli kuru göz ile ilişkili oküler yüzey bozukluklarında önemli bir rehabilitasyon seçeneği haline gelmiştir (Chaudhary ve ark., 2023; Sah ve ark., 2023).

- Stevens-Johnson Sendromu (SJS): SJS sekelleri olan hastalarda kapak kenarı keratinizasyonu ve trikiyazis ciddi korneal travmaya yol açabilir. PROSE ve benzeri

skleral sistemlerin bu hastalarda görsel fonksiyon, konfor ve yaşam kalitesi üzerinde anlamlı iyileşme sağlayabildiği bildirilmiştir (Heur ve ark., 2014; Wang ve ark., 2019).

- Persistan Epitel Defektleri (PED): Diğer tedavilere dirençli PED olgularında skleral lensler, sürekli hidrasyon ve mekanik koruma sağlayarak epitel iyileşmesini destekler (Vaidyanathan ve ark., 2019; Chaudhary ve ark., 2023).
- Oküler GVHD'de skleral lensler ağrı, fotofobi ve yüzey instabilitesinin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Özellikle konvansiyonel tedaviden sınırlı yarar gören hastalarda yaşam kalitesini artıran tamamlayıcı bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Bligdon ve ark., 2021; Chaudhary ve ark., 2023).
- Sjögren Sendromu (SS): Şiddetli aköz yetmezliğe sahip hastalarda skleral lensler, yüzey hidrasyonunu artırarak korneal boyanmayı ve semptom yükünü azaltmada yararlı olabilir; ancak tedavi yanıtı hastadan hastaya değişebileceği için bireyselleştirilmiş takip gerekir (Chaudhary ve ark., 2023; Harthan ve ark., 2018).

3.3. Uygulama Prensipleri ve Teknik Parametreler

Başarılı bir skleral lens uygulamasında lens çapı, sagittal yükseklik (vault) ve haptik uyumu temel parametrelerdir (Harthan ve ark., 2018; Kumar ve ark., 2022).

- Merkezi Klerans: Klinik uygulamada genellikle tam ancak aşırı olmayan bir korneal klerans hedeflenir. Birçok kaynakta yaklaşık 200–400 µm aralığı, (Harthan ve ark., 2018; Kumar ve ark., 2022).
- Limbus Kleransı: Limbus üzerindeki bası epitel hasarı ve konforsuzluğa yol açabileceğinden, limbal bölgede temasın önlenmesi amaçlanır. (Harthan ve ark., 2018; Rodriguez-Garcia ve ark., 2025).

- Haptik ve Kenar Uyumu: Lens yükünün sklera üzerine dengeli dağılması gerekir. (Harthan ve ark., 2018; Rodriguez-Garcia ve ark., 2025).

3.4. Materyal ve Oksijen Geçirgenliği

Skleral lensler günümüzde yüksek oksijen geçirgenliğine sahip sert materyallerden üretilmektedir. Bununla birlikte korneaya ulaşan oksijen yalnızca materyal yüksek oksijen geçirgenliği (Dk) değeriyle değil, lens kalınlığı ve sıvı rezervuarının derinliğiyle de ilişkilidir; bu nedenle gereksiz yüksek kleranstan kaçınılmalıdır (Harthan ve ark., 2018; Villa ve ark., 2022).

3.5. Komplikasyonlar ve Bakım Zorlukları

Skleral lens kullanımında karşılaşılan yaygın sorunlar arasında gün ortası buğulanması (midday fogging) ve yüzey ıslanabilirliğinin azalması yer alır (Fogt & Nau, 2021; Rodriguez-Garcia ve ark., 2025).

- MDF Yönetimi: Rezervuarda hücresel debris birikimine bağlı gelişen buğulanmayı azaltmak için haptik uyumun optimize edilmesi, uygun dolum solüsyonunun seçilmesi ve gerekirse yeniden uygulama stratejilerinin öğretilmesi önerilir (Fogt & Nau, 2021; Walker ve ark., 2024).
- Wettability (Islanabilirlik): Yüzey birikintileri ve ıslanabilirlik kaybı konforu ve optik kaliteyi bozabilir. Plazma yüzey işlemleri veya yüzey kaplama teknolojileri yararlı olabilir; ancak hasta bazında etkinlik değişebilir (Chaudhary ve ark., 2023; Harthan ve ark., 2018).

Sonuç olarak skleral lensler, şiddetli oküler yüzey hastalıklarında görsel rehabilitasyon ve yüzey korumasını bir arada sunan güçlü bir seçenektir. Ancak başarılı sonuç için uygulama parametrelerinin dikkatle ayarlanması ve düzenli takip

şarttır (Chaudhary ve ark., 2023; Rodriguez-Garcia ve ark., 2025).

4. HİBRİT KONTAKT LENSLER VE KERATOKONUS

Hibrit kontakt lensler (HKL), keratokonus gibi düzensiz kornea yüzeyine sahip hastalarda, sert gaz geçirgen merkez ile yumuşak etek tasarımını birleştirerek hem optik kalite hem de konfor arasında denge kurmayı amaçlayan sistemlerdir (Serdarov ve ark., 2023; Taşcı ve ark., 2023).

4.1. Materyal Teknolojisi ve Tasarım Gelişimi

Hibrit lens teknolojisi ilk kuşak tasarımlardan günümüze belirgin bir evrim geçirmiştir. Yeni nesil lenslerde oksijen geçirgenliğinin, merkezlenmenin ve kenar tasarımının geliştirilmesi; önceki nesillerde görülen bazı tolerans sorunlarını azaltmıştır (Serdarov ve ark., 2023; Taşcı ve ark., 2023).

Güncel uygulamalarda kullanılan UltraHealth, EyeBrid ve Airflex gibi yeni kuşak lenslerin etek bölümü, yüksek oksijen geçirgenliğine (Dk) sahip silikon hidrojel polimerlerinden üretilmektedir. Bu gelişme, korneal hipoksi riskini azaltarak daha uzun süreli ve sağlıklı bir kullanım imkânı sunmaktadır. Klinik tasarımlar temel olarak iki gruba ayrılır:

- Kubbe yükseltisi (vault) temelli tasarımlar: Sert lens ve yumuşak etek parametrelerinin daha detaylı hesaplandığı sistemlerdir.
- Temel eğim (base curve) temelli tasarımlar: Uygulama prensipleri korneal sert lenslerle benzerlik gösteren ve klinik adaptasyonu daha kolay olan sistemlerdir.

4.2. Keratokonusa Görsel Rehabilitasyon ve Endikasyonlar

Keratokonus, korneanın ilerleyici incilmesi ve öne bombeleşmesi ile karakterize ektatik bir hastalıktır. Hastalığın ilerleyen evrelerinde düzensiz astigmatizma nedeniyle gözlükle yeterli görsel rehabilitasyon sağlanamayabilir. Bu noktada kontakt lens seçenekleri önemli hale gelir (Serdarov ve ark., 2023; Taşcı ve ark., 2023).

HKL'ler, özellikle korneal sert gaz geçirgen lensleri tolere edemeyen veya lens merkezlenmesiyle ilgili sorun yaşayan keratokonus hastaları için anlamlı bir alternatif olabilir (Serdarov ve ark., 2023).

4.3. Uygulama Prensipleri ve Klinik Başarı

Başarılı bir HKL uygulaması için korneal topografi ile deneme lensi parametrelerinin uyumu esastır. Uygun olgularda ilk denemelerde kabul edilebilir uyum sağlanabildiği bildirilmekle birlikte, uygulama başarısı cone morfolojisi ve hastanın toleransına göre değişebilir (Serdarov ve ark., 2023; Taşcı ve ark., 2023).

Yeni nesil tasarımlar, uygulama sürecini geçmişe göre kolaylaştırmış olsa da, klinik başarı oranları lens tasarımına, hastanın korneal geometrisine ve deneyimli uygulayıcı varlığına bağlıdır. Bu nedenle başarı verileri merkezler arasında değişkenlik gösterebilir (Serdarov ve ark., 2023; Taşcı ve ark., 2023).

4.4. Hasta Memnuniyeti ve Karşılaşılan Sınırlamalar

HKL kullanan keratokonus hastalarında memnuniyet çoğu seride orta ile iyi arasında bildirilmektedir. Bununla birlikte konfor, takıp-çıkarma güçlüğü, maliyet ve lens ömrü gibi unsurlar klinik karar sürecinde dikkate alınmalıdır (Serdarov ve ark., 2023).

- Yumuşak lenslere kıyasla daha düşük konfor sunması ve alışma süreci gerektirmesi. Lensin çapının geniş olması ve özel teknik gerektirmesi nedeniyle başlangıç aşamasında yaşanan zorluklar. Sert lenslere göre daha kısa olan kullanım ömrü (genellikle 6 ay) ve yüksek maliyet, hastalar için önemli bir kısıtlılıktır.

Sonuç olarak hibrit kontakt lensler, keratokonusta sert lens intoleransı olan seçilmiş hastalarda cerrahi öncesi görsel rehabilitasyona katkı sunan değerli bir seçenektir (Serdarov ve ark., 2023; Taşcı ve ark., 2023).

5. KONTAKT LENS KULLANIMI İLE İLİŞKİLİ KURU GÖZ (KL-İKG)

Kontakt lens kullanımı, oküler yüzey ekosisteminde değişiklik yaratarak hem mevcut kuru göz semptomlarını artırabilir hem de bazı kullanıcılarda yeni rahatsızlık semptomlarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Kontakt lens ilişkili rahatsızlık ve kuruluk, lens bırakmanın en önemli nedenleri arasında yer almaktadır (Nichols ve ark., 2013; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

5.1. Tanım ve Klinik Prezantasyon

Uluslararası literatürde kontakt lens ilişkili kuru göz, daha çok kontakt lens rahatsızlığı ve evaporatif mekanizmalar bağlamında ele alınmaktadır. Bu tabloda semptomlar ile klasik test sonuçları arasında her zaman güçlü bir paralellik olmayabilir; dolayısıyla hasta öyküsü ve kullanım alışkanlıkları klinik değerlendirmede kritik önemdedir (Nichols ve ark., 2013; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

5.2. Patofizyolojik Mekanizmalar

Kontakt lens, gözyaşı filmini pre-lens ve post-lens tabakalarına ayırarak yüzey dinamiğini değiştirir. Bu durum,

özellikle lens yüzeyi ve kapak arasındaki sürtünme arttığında semptomları belirginleştirebilir (Nichols ve ark., 2013; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

- Artmış Buharlaşıma: Lens kullanımı, özellikle semptomatik bireylerde gözyaşı filmi stabilitesini azaltabilir ve lens önü tabakanın daha hızlı bozulmasına yol açabilir (Nichols ve ark., 2013; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).
- Biyokimyasal Değişimler: Kontakt lens kullanımına bağlı gözyaşı proteom ve lipidomunda değişiklikler bildirilmiştir (Nichols ve ark., 2013).
- Uzun süreli lens kullanımı meibomian bez morfolojisi ve kapak-yüzey sürtünmesi ile ilişkili değişikliklerle birlikte değerlendirilmektedir (Nichols ve ark., 2013; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

5.3. Dijital Platform Kullanımı ve Kırpma Davranışı

Yoğun dijital ekran kullanımı, kırpma sıklığı ve kalitesindeki azalma nedeniyle kontakt lens ilişkili semptomları artırabilir. Bu nedenle dijital kullanıcı gruplarında lens materyali, yüzey teknolojisi ve kullanım süresi daha dikkatli planlanmalıdır (Arslantürk Eren ve ark., 2026; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

5.4. Yeni Klinik Belirteçler: LWE ve LIPCOF

Kontakt lens ilişkili kuru gözün değerlendirilmesinde geleneksel testler yararlı olsa da, bazı olgularda mekanik sürtünme ve kapak-yüzey etkileşimini gösteren ek bulgular klinik değere sahiptir (Nichols ve ark., 2013).

- Kapak Silici Epitelyopati (LWE): Kapak kenarının lens ve oküler yüzeyle tekrarlayan teması sonucu gelişen epitelyal hasardır ve kontakt lens rahatsızlığı ile ilişkilendirilmektedir (Nichols ve ark., 2013).
- Alt Kapağa Paralel Konjonktival Kıvrımlar (LIPCOF): Gözyaşı filmi dengesizliği ve mekanik stres ile ilişkili

kllinik bir bulgu olarak değerlendirilebilir; ancak tek başına tanısal değil, bütüncül muayenenin bir parçasıdır (Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

5.5. İleri Yüzey Nemlendirme Teknolojileri ve Yönetim

KL-İKG yönetimi, yüzey sürtünmesini azaltma, lens ıslanabilirliğini artırma ve kullanım alışkanlıklarını optimize etme üzerine kuruludur (Uçakhan Gündüz & Baş, 2016; Arslantürk Eren ve ark., 2026).

- Yüzey Modifikasyonları: Biyomimetik su gradyanı veya yüzey nemlendirme teknolojileri, lens konforunu ve semptom kontrolünü iyileştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Ancak bu sistemlerin etkinliği kullanıcı profiline ve çevresel maruziyete göre değişebilir (Capote-Puente ve ark., 2023; Arslantürk Eren ve ark., 2026).
- Yönetim Stratejileri: Semptomatik hastalarda günlük kullan-at lenslere geçiş, solüsyon etkisini azaltması nedeniyle sık başvuru alan yaklaşımlardandır. Buna ek olarak kullanım süresinin yeniden düzenlenmesi, kapak hijyeni, çevresel önlemler ve gerektiğinde lens materyalinin değiştirilmesi önerilir (Nichols ve ark., 2013; Uçakhan Gündüz & Baş, 2016).

6. YENİ NESİL TEKNOLOJİLER VE GELECEK YAKLAŞIMLAR

Kontakt lens teknolojisi günümüzde yalnızca optik düzeltme ve pasif koruma sağlayan cihazlar olmanın ötesine geçerek; aktif tedavi, ilaç taşıma ve biyolojik izleme potansiyeli taşıyan platformlara dönüşmektedir. Ancak bu alanın önemli bir kısmı hâlen deneysel ve translaasyonel araştırma aşamasındadır (Ergin, 2024; Kusama ve ark., 2020).

6.1. Kontrollü ve Sürdürülebilir İlaç Salım Sistemleri

Topikal damlalarda ilacın önemli bir bölümü kısa sürede uzaklaştırıldığı için, kontakt lens tabanlı kontrollü salım sistemleri teorik olarak daha uzun temas süresi sağlayabilir. Bu yaklaşım, özellikle kronik oküler yüzey hastalıklarında ilgi çekmektedir (Ergin, 2024; Chaudhary ve ark., 2023).

Mevcut bulgular kontrollü salımın teknik olarak mümkün olduğunu göstermektedir; ancak uzun dönem güvenlik, doz standardizasyonu ve gerçek yaşam etkinliği için daha fazla klinik çalışma gereklidir (Ergin, 2024). Bazı ilaç salın veya yüzey mühendisliği içeren kontakt lens uygulamaları klinik kullanıma girmiş olsa da, bu alan henüz tüm oküler yüzey hastalıkları için standartlaşmış değildir. (Chaudhary ve ark., 2023).

6.2. Akıllı Kontakt Lensler ve Biyonik Nemlendirme

Akıllı kontakt lens konsepti; yüzey nemini koruyan, sensör taşıyan veya aktif akış sistemleri içeren tasarımları kapsamaktadır. Bununla birlikte bu sistemlerin önemli bölümü henüz laboratuvar veya erken faz geliştirme düzeyindedir (Kusama ve ark., 2020).

- Elektroozmoz temelli kendi kendini nemlendiren lens sistemleri, deneysel düzeyde yüzey hidrasyonunu artırma potansiyeli göstermiştir (Kusama ve ark., 2020). Aktif sistemlerin enerji gereksinimi, biyoyumlu güç kaynakları geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır; bu ise klinik uygulamaya geçişteki başlıca mühendislik engellerinden biridir (Kusama ve ark., 2020).
- Göz içi basıncı, glukoz veya biyobelirteç izlemi gibi uygulamalar literatürde yoğun ilgi görmekle birlikte, rutin klinik kullanıma geçiş için doğruluk, güvenlik ve regülasyon aşamalarının tamamlanması gerekmektedir (Kusama ve ark., 2020).

6.3. Biyomimetik Yüzey Modifikasyonları

Lens materyali ile oküler doku arasındaki etkileşimi iyileştirmek için biyomimetik yüzey tasarımları geliştirilmektedir. Su gradyanı ve benzeri yüzey teknolojileri, sürtünmeyi azaltma ve konforu artırma hedefi taşır (Capote-Puente ve ark., 2023).

Sonuç olarak yeni nesil teknolojiler, kontakt lensleri yalnızca koruyucu bir bariyer olmaktan çıkarıp daha işlevsel tedavi platformlarına dönüştürme potansiyeli taşımaktadır; ancak birçok yaklaşımın geniş ölçekli klinik doğrulamaya ihtiyacı vardır (Ergin, 2024; Kusama ve ark., 2020).

7. KOMPLİKASYONLAR VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER

Oküler yüzey rehabilitasyonunda kontakt lens kullanımı önemli yararlar sunmakla birlikte, özellikle yüzeyi bozulmuş hastalarda ciddi komplikasyon riskleri de taşıyabilir. Bu nedenle yarar-zarar dengesi her hasta için ayrı değerlendirilmelidir (Maier ve ark., 2022; Sah ve ark., 2023).

7.1. Mikrobiyal Keratit ve Enfeksiyon Riskleri

Özellikle sürekli kullanım, gece kullanımı, yetersiz hijyen ve su ile temas gibi davranışlar enfeksiyon riskini artırır. Bu nedenle hastalara lens bakım kuralları ayrıntılı biçimde öğretilmelidir (Maier ve ark., 2022; Sakr ve ark., 2024). Diyabet, bağışıklık baskılanması, nörotrofik kornea ve kalıcı epitel bozukluğu gibi durumlar enfeksiyon açısından ek risk oluşturabilir (Sah ve ark., 2023; Vaidyanathan ve ark., 2019). Yüksek riskli vakalarda ek topikal tedaviler ve yakın takip gündeme gelebilir; ancak antibiyotik kullanımı olgu bazında, yüzey durumu ve enfeksiyon riski dikkate alınarak planlanmalıdır (Vaidyanathan ve ark., 2019; Sah ve ark., 2023).

7.2. Mekanik ve Fizyolojik Komplikasyonlar

Lenslerin oküler yüzeyle olan etkileşimi, dokularda çeşitli mekanik ve metabolik streslere yol açabilir:

- **Lens Kaybı ve İntolerans:** Özellikle düzensiz oküler yüzeyli gözlerde lens kaybı, sıkılık sorunları veya intolerans görülebilir. (Chaudhary ve ark., 2023; Harthan ve ark., 2018).
- **Depozit Birikimi:** Uzun süreli kullanımlarda protein ve lipid birikimi optik kaliteyi ve konforu azaltabilir, ayrıca inflamatuvar reaksiyonlara zemin hazırlayabilir (Nichols ve ark., 2013; Chaudhary ve ark., 2023).
- **Lokalize Kuruma:** Lagofthalmus veya ekspojur keratopatisi olan hastalarda lens yüzeyinin bölgesel kuruması, mekanik abrazyon ve konfor kaybına neden olabilir. Bu olgularda ek nemlendirme ve yüzey koruma stratejileri gerekebilir (Chaudhary ve ark., 2023).

7.3. Skleral Kontakt Lenslere Özgü Zorluklar

Skleral lens uygulamalarında, lensin geniş çapı ve sıvı rezervuarı kendine has problemler yaratmaktadır:

- **Gün Ortası Buğulanması (MDF):** Sıvı rezervuarında debris birikimi sonucu gelişen bu tablo, görme kalitesini düşüren yaygın bir sorundur. Yönetimde haptik uyumun düzeltilmesi, dolum solüsyonunun gözden geçirilmesi ve gerektiğinde yeniden uygulama önerilmektedir (Fogt & Nau, 2021; Walker ve ark., 2024).
- **Lensin limbus veya sklera üzerinde uygunsuz bası oluşturması, ağrı, epitel hasarı gibi bulgulara yol açabilir.** Bu nedenle iniş bölgesinin dikkatle değerlendirilmesi gerekir (Harthan ve ark., 2018; Rodriguez-Garcia ve ark., 2025).

7.4. Kontrendikasyonlar ve Riskli Gruplar

- Aktif mikrobiyal keratit varlığı, kontakt lens kullanımı için temel kontrendikasyonlardan biridir. Ayrıca ağır aktif oküler allerji tablolarında lens kullanımı dikkatle değerlendirilmelidir (Sah ve ark., 2023).
- Kornea anestezisi veya belirgin duyu kusuru olan hastalarda komplikasyon belirtileri geç fark edilebileceği için takip daha sık yapılmalıdır (Sah ve ark., 2023).

7.5. Klinik İzlem ve Hasta Eğitimi

Başarılı ve güvenli bir tedavi için klinisyenlerin şu adımları izlemesi kritiktir:

- Ön Hazırlık: Lens reçete edilmeden önce blefarit, meibomian bez disfonksiyonu ve oküler allerji gibi eşlik eden sorunların mümkün olduğunca kontrol altına alınması gerekir (Uçakhan Gündüz & Baş, 2016; Chaudhary ve ark., 2023).
- Uygulama ve Takip: Lens takıldıktan sonra erken dönemde hareketlilik, kenar uyumu ve klerans kontrol edilmelidir. Stabilizasyon sonrasında da düzenli aralıklarla lens çıkarılarak oküler yüzey değerlendirilmelidir (Harthan ve ark., 2018; Sah ve ark., 2023).
- Hasta Bilgilendirmesi: Hastalara enfeksiyon belirtileri, doğru temizleme basamakları ve musluk suyu ile temastan kaçınma gibi hijyen ilkeleri ayrıntılı olarak öğretilmelidir (Maier ve ark., 2022; Sakr ve ark., 2024).

8. SONUÇ

Kontakt lensler, kuru göz hastalığı ve ilişkili oküler yüzey bozukluklarının yönetiminde önemli bir tamamlayıcı tedavi grubudur. Terapötik yumuşak lensler yüzey koruması ve ağrı

kontrolünde; skleral lensler ise özellikle ağır oküler yüzey hastalıklarında sıvı rezervuarı etkisiyle rehabilitasyonda öne çıkmaktadır (Jones ve ark., 2017; Chaudhary ve ark., 2023; Sah ve ark., 2023). Terapötik yumuşak kontakt lensler büllöz keratopati, persistan epitel defektleri ve benzeri durumlarda koruyucu bir bandaj görevi görebilirken; skleral lensler Stevens-Johnson sendromu, oküler GVHD ve ağır kuru göz gibi tablolarda görsel fonksiyon ve konfor üzerinde anlamlı katkılar sunabilmektedir (Heur ve ark., 2014; Bligdon ve ark., 2021; Vaidyanathan ve ark., 2019).

Gelişmekte olan kontakt lens teknolojileri; Kontrollü ilaç salımı, yüzey mühendisliği ve akıllı nemlendirme sistemleri gibi alanlarda umut verici görünmektedir. (Ergin, 2024; Kusama ve ark., 2020; Capote-Puente ve ark., 2023). Terapötik kontakt lens kullanımının başarısı, enfeksiyon riski, mekanik komplikasyonlar, uygun hasta seçimi ve düzenli takip ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla bu lensler, doğru endikasyon ve titiz klinik izlem altında, oküler yüzey hastalarında yaşam kalitesini artıran güçlü ancak dikkatli kullanılmalıdır (Maier ve ark., 2022; Sakr ve ark., 2024; Chaudhary ve ark., 2023).

KAYNAKÇA

- Arslantürk Eren, M., Çelik Büyüktepe, T., & Uçakhan-Gündüz, Ö. Ö. (2026). The impact of advanced surface moisturizing technologies on contact lens comfort in digital platform users. *Turkish Journal of Ophthalmology*, 56(1), 16–23. <https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2025.68984>
- Bligdon, S. M., DeNaeyer, G., Hamilton, J. A., & Johns, L. K. (2021). Scleral lens and prosthetic replacement of the ocular surface ecosystem use in ocular graft-versus-host disease: A survey study. *Eye & Contact Lens*, 47(10), 579–584. <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000800>
- Capote-Puente, R., Sánchez-González, J. M., Sánchez-González, M. C., & Bautista-Llamas, M. J. (2023). Evaluation of Celligent® biomimetic water gradient contact lens effects on ocular surface and subjective symptoms. *Diagnostics*, 13(7), 1258. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13071258>
- Chaudhary, S., Ghimire, D., Basu, S., Agrawal, V., Jacobs, D. S., & Shanbhag, S. S. (2023). Contact lenses in dry eye disease and associated ocular surface disorders. *Indian Journal of Ophthalmology*, 71(4), 1142–1153. https://doi.org/10.4103/IJO.IJO_2778_22
- Ergin, A. D. (2024). Preparation and in-vitro characterization of contact lenses containing coenzyme Q10 loaded micelles [Koenzim Q10 yüklü misel içeren kontakt lenslerin hazırlanması ve in-vitro karakterizasyonu]. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 48(1), 179–188. <https://doi.org/10.33483/jfpau.1400373>

- Fogt, J. S., & Nau, C. B. (2021). Midday fogging of scleral contact lenses: Current perspectives. *Clinical Optometry*, 13, 149–159. <https://doi.org/10.2147/OPTO.S250236>
- Harthan, J. S., Shorter, E., Nau, C. B., Barr, J. T., Nau, A., Hodge, D. O., & DeNaeyer, G. (2018). Therapeutic uses of scleral contact lenses for ocular surface disease: Patient selection and special considerations. *Clinical Optometry*, 10, 65–74. <https://doi.org/10.2147/OPTO.S144549>
- Heur, M., Kombo, N., & Pflugfelder, S. C. (2014). Prosthetic replacement of the ocular surface ecosystem scleral lens therapy for patients with ocular symptoms of chronic Stevens–Johnson syndrome. *American Journal of Ophthalmology*, 158(1), 49–54.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2014.03.024>
- Jones, L., Downie, L. E., Korb, D., Benitez-del-Castillo, J. M., Dana, R., Deng, S. X., Dong, P. N., Geerling, G., Hida, R. Y., Liu, Y., Seo, K. Y., Tauber, J., Wakamatsu, T. H., Xu, J., Wolffsohn, J. S., & Craig, J. P. (2017). TFOS DEWS II management and therapy report. *The Ocular Surface*, 15(3), 575–628. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.006>
- Karayel, M., Harbiyeli, İ. İ., Sulanç, B., Erdem, E., & Yağmur, M. (2022). Farklı endikasyonlarda terapötik kontakt lenslerin etkinliği. *Cukurova Medical Journal*, 47(1), 389–396. <https://doi.org/10.17826/cumj.1024078>
- Kumar, P., Shetty, R., Jayadev, C., D’Souza, S., Khamar, P., & Nuijts, R. M. M. A. (2022). A multi-parameter grading system for optimal fitting of scleral contact lenses. *Contact Lens and Anterior Eye*, 45(1), 101441. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2021.101441>

- Kusama, S., Sato, K., Yoshida, S., & Nishizawa, M. (2020). Self-moisturizing smart contact lens employing electroosmosis. *Advanced Materials Technologies*, 5(3), 1900889. <https://doi.org/10.1002/admt.201900889>
- Maier, P., Reinhard, T., & Cursiefen, C. (2022). Contact lens-associated keratitis—An often underestimated risk. *Deutsches Ärzteblatt International*, 119(49), 833–840. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0373>
- Nichols, J. J., Willcox, M. D. P., Bron, A. J., Belmonte, C., Ciolino, J. B., Craig, J. P., Dogru, M., Foulks, G. N., Jones, L., Nelson, J. D., Nichols, K. K., Purslow, C., & Schaumberg, D. A. (2013). The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Executive summary. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 54(11), TFOS7–TFOS13. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-13200>
- Rodriguez-Garcia, A., Johns, L., Harthan, J., Shorter, E., Barnett, M., Bergmanson, J., Gelles, J., Johns, K., Nau, A., Schornack, M., & Sonsino, J. (2025). Scleral lenses and PROSE: Indications, complications, and fitting considerations. *Eye & Contact Lens*, 51(1), 1–10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41111638/>
- Sah, R., Jhanji, V., Sharma, N., Sahay, P., Titiyal, J. S., Sharma, N., Maharana, P. K., Vajpayee, R. B., Agarwal, T., & Basu, S. (2023). Contact lenses for the treatment of ocular surface diseases. *Indian Journal of Ophthalmology*, 71(7), 2523–2535. https://doi.org/10.4103/IJO.IJO_17_23
- Sakr, S. I., Elhosary, A. A., Abo Elazm, M. E., & Aref, A. A. A. (2024). Impact of contact lens hygiene risk factors on the prevalence of contact lens-related keratitis and non-microbial keratitis. *BMC Ophthalmology*, 24, 344. <https://doi.org/10.1186/s12886-024-03567-z>

- Serdarov, A., Bozkurt, B., Karaküçük, Y., & Okudan, S. (2023). Keratokonuslu hastalarda hibrit kontakt lenslerin klinik performansları ve hasta memnuniyeti. *Turkish Journal of Ophthalmology*, 53(4), 206–212. <https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2022.43077>
- Stapleton, F., Alves, M., Bunya, V. Y., Jalbert, I., Lekhanont, K., Malet, F., Na, K.-S., Schaumberg, D., Uchino, M., Vehof, J., Viso, E., Vitale, S., & Jones, L. (2017). TFOS DEWS II epidemiology report. *The Ocular Surface*, 15(3), 334–365. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.003>
- Taşcı, Y. Y., Toker, E., & Altınors, D. D. (2023). Comparison of hybrid contact lenses and rigid gas-permeable contact lenses in moderate and advanced keratoconus. *Turkish Journal of Ophthalmology*, 53(3), 150–156. <https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2022.19384>
- Uçakhan Gündüz, Ö., & Baş, Z. (2016). Kontakt lens kullanımı ile ilişkili kuru göz. *MN Oftalmoloji*, 23(Özel Sayı 1), 83–90.
- Vaidyanathan, U., Hopping, G. C., Liu, H. Y., Somani, A. N., Ronquillo, Y. C., & Hoopes, P. C. (2019). Persistent corneal epithelial defects: A review article. *Medical Hypothesis, Discovery & Innovation in Ophthalmology*, 8(3), 163–176.
- Villa, M., Santodomingo-Rubido, J., & Wolffsohn, J. S. (2022). Optical impact of corneal clearance in healthy eyes fitted with scleral contact lenses. *Journal of Optometry*, 15(4), 293–301. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2021.02.004>
- Walker, M. K., Bergmanson, J. P. G., & Fogt, J. S. (2024). Potential pro-inflammatory impact of scleral lens midday fogging in vitro. *Ocular Surface*, 31, 102–109. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38762441/>

Wang, Y., Zhao, H., Yao, Y., Zhang, M., Yang, S., & Lin, M. C. (2019). Prosthetic replacement of the ocular surface ecosystem treatment for ocular surface disease in pediatric patients with Stevens–Johnson syndrome. *American Journal of Ophthalmology*, 201, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2019.01.011>

YAŞA BAĞLI MAKULA DEJENERASYONU: YAPAY ZEKA TABANLI İZLEME SİSTEMLERİ VE AZ GÖRENLER İÇİN DİJİTAL OPTİK ÇÖZÜMLER

Ahmet TAŞER¹

Eren KILIÇ²

Şeydanur TAŞER³

1. GİRİŞ

Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (YBMD), oftalmoloji ve görsel rehabilitasyon alanlarında sık ele alınan hastalıklardan biridir. Yaşam süresinin uzaması ve yaşlı nüfusun artmasıyla birlikte, merkezi görme kaybı ile ilişkili yükü daha görünür hale gelmiştir (Lim ve ark., 2012; Wong ve ark., 2014). Optisyenlik perspektifinden bakıldığında YBMD, yalnızca klinik bir retina hastalığı değil; aynı zamanda hastanın görsel işlevselliğini, yardımcı optik gereksinimlerini ve uygun sevk sürecini birlikte değerlendirmeyi gerektiren çok boyutlu bir durumdur.

1.1. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri

Dünya genelinde 50 yaş ve üzeri bireylerde geri dönüşümsüz görme kaybının başlıca nedenlerinden biri olan YBMD, demografik yaşlanmayla birlikte artış eğilimi göstermektedir. Küresel modellemeler, 2040 yılına kadar

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0003-4563-160X.

² Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Patnos Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-8212-1767.

³ Öğretmen, Patnos Anadolu Lisesi, ORCID: 0009-0003-4229-6364.

yaklaşık 288 milyon bireyin bu hastalıktan etkilenebileceğini bildirmektedir (Wong ve ark., 2014). Bu veriler, birinci basamak göz sağlığı temas noktalarında risk farkındalığının artırılmasının ve şüpheli olguların uygun merkezlere yönlendirilmesinin önemini düşündürmektedir.

Hastalığın etiyolojisi multifaktöriyel bir zemin üzerine kuruludur ve bu faktörleri iki ana kategoride incelemek mümkündür:

- Değiştirilemez Risk Faktörleri: İleri yaş, hastalığın en baskın belirleyicisidir. Bunun yanı sıra genetik yatkınlık (özellikle Kompleman Faktör H polimorfizmleri), açık renkli iris yapısı ve aile öyküsü literatürde en çok vurgulanan unsurlardır (Klein ve ark., 2005).
- Değiştirilebilir (Modifiye Edilebilir) Risk Faktörleri: Hasta eğitiminde odaklanılması gereken temel alanlardan biri değiştirilebilir risk faktörleridir. Sigara kullanımı, retina üzerindeki oksidatif stres ve inflamatuvar süreçlerle ilişkili olarak YBMD riskini anlamlı biçimde artırmaktadır (Heesterbeek ve ark., 2020). Ayrıca lutein ve zeaksantin açısından yetersiz beslenme, obezite ve kontrolsüz hipertansiyon gibi etmenler de hastalık progresyonu ile ilişkilendirilmektedir (Lim ve ark., 2012; Heesterbeek ve ark., 2020). Mavi ışık maruziyeti konusunda ise deneysel ve kuramsal tartışmalar bulunmakla birlikte, klinik düzeyde kesin sonuçlar sınırlıdır; bu nedenle bu başlık daha temkinli yorumlanmalıdır.

1.2. Patofizyoloji: Retinanın Sessiz Değişimi

YBMD, temel olarak fotoreseptör hücreleri, Retina Pigment Epiteli (RPE), Bruch membranı ve koryokapillaris

tabakasından oluşan fonksiyonel birimin ilerleyici bozulmasıdır. Normal yaşlanma sürecinde retinada metabolik atıkların temizlenmesi beklenirken, YBMD’de bu homeostatik mekanizma sekteye uğrar (Ambati & Fowler, 2012).

RPE hücrelerinin metabolik atıkları temizleyememesi sonucu, Bruch membranı ile RPE arasında "drusen" adı verilen ekstraselüler birikintiler toplanmaya başlar (Curcio, 2018).

Bu birikintiler, retinanın beslenmesini bozarak kronik enflamasyona ve oksidatif hasara katkıda bulunur. Süreç ilerledikçe, merkezi görmeden sorumlu fovea bölgesindeki fotoreseptör hücrelerinde yapısal ve işlevsel kayıp gelişebilir. Klinik düzeyde bu durum, hastada merkezi görme azalması, metamorfopsi ve santral skotom gibi bulgularla kendini gösterebilir (Ambati & Fowler, 2012; Curcio, 2018).

1.3. Klinik Tipler: Kuru ve Yaş Ayrımı

Klinik seyir açısından YBMD, iki temel fenotipte sınıflandırılmaktadır (Jager, Mieler & Miller, 2008):

1. Kuru (Non-Eksüdatif/Atrofik) Tip: Vakaların yaklaşık %85-90’ını oluşturur ve genellikle daha yavaş seyirlidir (Jager, Mieler & Miller, 2008). Drusenlerin varlığı ve RPE’de gelişen coğrafik atrofi ile karakterizedir. Görme kaybı çoğu hastada kademeli ilerler. Güncel yaklaşımda süreç; risk azaltımı, uygun vitamin desteği seçimi, düzenli takip ve görsel rehabilitasyon stratejileriyle yönetilmektedir (Lim ve ark., 2012).

2. Yaş (Eksüdatif/Neovasküler) Tip: Tüm vakaların daha küçük bir bölümünü oluşturmaya karşın, ciddi görme kayıplarının önemli kısmından sorumludur (Jager, Mieler & Miller, 2008). Bruch membranı bütünlüğünün bozulmasıyla gelişen patolojik yeni damar oluşumu (koroidal neovaskülerizasyon, KNV) ile karakterizedir (Spaide ve ark., 2018). Bu damarlardan sızan sıvı ve kan, makulada ödem ve fibrozise yol açarak ani ya da subakut

görme azalmasına neden olabilir. Hastaların sık bildirdiği belirtilerden biri düz çizgilerin eğri veya kırık algılanmasıdır (metamorfopsi).

2. TANI VE İZLEMDE GELENEKSELDEN DİJİTALE GEÇİŞ

Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (YBMD) yönetiminde, erken fark edilme ile zamanında tedavi arasında klinik açıdan önemli bir ilişki bulunmaktadır. Geleneksel tanı yöntemleri çoğu zaman hastanın sübjektif beyanı ve klinik gözleme dayanırken, dijitalleşme bu değerlendirmeleri daha ölçülebilir ve izlenebilir bir zemine taşımıştır (Schmidt-Erfurth ve ark., 2017; Al-Zubaidi ve ark., 2020). Bu dönüşüm, optisyonluk pratiğinde de hastanın görsel yakınmalarının daha yapılandırılmış biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir; ancak tanısall kararın oftalmolojik muayene ile desteklenmesi gerekliliği devam etmektedir.

2.1. Klasik İzlem Metotları ve Limitasyonlar

YBMD'nin klinik takibinde on yıllardır "altın standart" olarak kabul edilen Amsler Grid testi, hastanın kendi kendine uygulayabildiği fonksiyonel bir tarama aracıdır. Ancak literatür, bu testin duyarlılığının özellikle erken evrelerde oldukça düşük olduğunu ve hastaların merkezi skotomları beyin yoluyla "tamamlama" eğilimi (filling-in phenomenon) nedeniyle belirtileri gözden kaçırabildiğini göstermektedir (Chew ve ark., 2014). Klasik muayene yöntemlerinin bu sübjektif doğası, patolojinin neovasküler (yaş) tipe dönüşümünün saptanmasında gecikmelere yol açabilmektedir.

2.2. Dijital Görüntüleme: Optik Koherens Tomografi (OCT) Devrimi

Görüntüleme teknolojilerindeki en önemli gelişmelerden biri, Optik Koherens Tomografi (OCT) cihazlarının klinik kullanıma girmesidir. Retina katmanlarını yüksek çözünürlükle görüntüleyebilen bu teknoloji, drusen, subretinal sıvı, intraretinal sıvı ve atrofi alanları gibi YBMD ile ilişkili yapısal değişikliklerin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Spaide ve ark., 2018). Bu nedenle OCT, özellikle YBMD'ye özgü yapısal progresyonun izlenmesinde temel araçlardan biri haline gelmiştir.

Günümüzde, OCT anjiyografi (OCTA) gibi boyasız (non-invaziv) damar görüntüleme teknikleri sayesinde, koroidal neovaskülarizasyonlar çok daha erken safhada tespit edilebilmektedir. Bu durum, optisyenlerin hastadan gelen "kırılmalı görme" şikayetlerini yalnızca bir diyoptri değişimi olarak değil, retinal bir aciliyetin işareti olarak yorumlamasını zorunlu kılmıştır.

2.3. Uzaktan İzleme Sistemleri ve Dijital Hiperaktivite Perimetrisi

Dijital sağlığın önemli çıktılarından biri, izlem sürecinin yalnızca klinik ortamlarla sınırlı kalmamasıdır. Geleneksel Amsler Grid'in yerini kısmen alan "Tercihli Hiperaktivite Perimetrisi" (Preferential Hyperacuity Perimetry - PHP) teknolojisi, hastanın görme alanındaki çarpılmaları dijital olarak analiz etmektedir. Ev tipi bazı sistemler (örn. ForeseeHome), hastanın görsel performansındaki değişimleri merkezi bir veri tabanına aktararak hekime erken uyarı sağlayabilmektedir (Al-Zubaidi ve ark., 2020). Bu yaklaşım özellikle YBMD'de metamorfopsi ve fonksiyonel değişikliklerin ev ortamında izlenmesi açısından dikkat çekicidir.

Bu sistemler, hastanın günlük yaşamda kolay fark edemeyeceği fonksiyonel değişiklikleri daha erken yakalamaya

yardımcı olabilir ve bazı olgularda değerlendirme sürecini hızlandırabilir. Optisyenler açısından bu tür veriler, doğrudan tanı koydurucu olmaktan çok, hastanın yakınmalarını yapılandırılmış biçimde sorgulama ve gerektiğinde hekime yönlendirme sürecini destekleyen ek bilgiler olarak değerlendirilmelidir (Ferris ve ark., 2013; Al-Zubaidi ve ark., 2020).

3. YAPAY ZEKA (AI) TABANLI İZLEME VE ERKEN TEŞHİS SİSTEMLERİ

Yapay zeka (AI), özellikle derin öğrenme tabanlı modeller aracılığıyla oftalmik görüntüleme verilerinin analizinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. YBMD gibi yapısal değişikliklerin erken ve küçük ölçeklerde izlendiği patolojilerde, bu algoritmaların bazı biyobelirteçleri saptamadaki performansı umut verici bulunmuştur (Ting ve ark., 2017; Schmidt-Erfurth ve ark., 2017). Bununla birlikte, bu sistemlerin klinik değeri veri kalitesi, dış doğrulama ve gerçek yaşam koşullarındaki performansla birlikte ele alınmalıdır.

3.1. Retinal Görüntü Analizinde Derin Öğrenme ve Segmentasyon

Modern AI sistemleri, özellikle Evrişimli Sinir Ağları (CNN) kullanarak geniş retinal görüntü veri kümeleri üzerinden patolojik paternleri tanımayı öğrenmektedir. Bu sistemlerin YBMD bağlamındaki önemli kullanım alanlarından biri otomatik segmentasyondur. Retinal tabakalardaki sıvı birikimini, drusen hacmini ve coğrafik atrofi alanlarını piksel düzeyinde ayırt edebilen algoritmalar, klinisyene daha standardize sayısal veriler sunabilmektedir (De Fauw ve ark., 2018). Bu tür analizler, özellikle yaş tip YBMD’de OCT bulgularının daha tutarlı raporlanmasına katkı sağlayabilir; ancak klinik yorumun yerini tek başına almaz.

3.2. Progresyon Tahmini: Kuru Tipten Yaş Tipe Dönüşümün Öngörülmesi

YBMD yönetimindeki temel klinik sorulardan biri, kuru tipteki bir hastada neovasküler dönüşüm riskinin nasıl öngörüleceğidir. Geleneksel yöntemler çoğu zaman dönüşümü gerçekleştikten sonra saptarken, güncel AI modelleri ardışık OCT verileri üzerinden risk örüntülerini tahmin etmeye çalışmaktadır. Literatürde, bazı yapay zeka modellerinin progresyon tahmini konusunda yüksek performans bildirdiği görülmektedir; ancak bu sonuçların hasta popülasyonu, veri seti ve klinik senaryoya göre değişebileceği unutulmamalıdır (Bogunovic ve ark., 2017; Schmidt-Erfurth ve ark., 2020). Bu nedenle AI, YBMD’de izlem sıklığının kişiselleştirilmesine katkı sunabilecek bir karar destek bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

3.3. Optisyonluk Müesseselerinde Karar Destek Sistemleri

Optisyonluk pratiğinde yapay zeka tabanlı sistemlerin en gerçekçi konumu, karar destek ve yönlendirme süreçlerini kolaylaştıran yardımcı araçlar olmasıdır. Teletıp altyapılarıyla entegre çalışan bazı AI tabanlı fundus kamera ve görüntü analiz sistemleri, şüpheli bulguların işaretlenmesinde ve sevk önceliğinin belirlenmesinde katkı sağlayabilir (Milea ve ark., 2020; Ting ve ark., 2019). Bununla birlikte, bu araçların tanı koyucu değil; triyaj, dokümantasyon ve uygun uzmana yönlendirme süreçlerini destekleyici sistemler olarak ele alınması gerekir. Bu çerçevede optisyenin rolü, hastanın yakınmalarını fark etmek, uygun optik rehabilitasyon seçeneklerini açıklamak ve gerekli durumlarda oftalmoloji uzmanına yönlendirmeyi kolaylaştırmaktır.

4. AZ GÖRENLER İÇİN DİJİTAL OPTİK ÇÖZÜMLER

Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (YBMD) sonucunda gelişen merkezi görme kaybı, hastaların okuma, yüz tanıma ve bağımsız hareket etme gibi günlük yaşam aktivitelerini belirgin biçimde sınırlandırabilir. Geleneksel optik yardımcılar (yüksek diyoptrili büyüteçler, teleskopik gözlükler vb.) birçok hasta için yararlı olmakla birlikte, dijital teknolojilerin sağladığı kontrast ayarı, görüntü işleme ve kişiselleştirme seçenekleri rehabilitasyon sürecine ek avantajlar getirebilmektedir (Crossland ve ark., 2007; Bittner ve ark., 2020). Bu nedenle YBMD'ye bağlı santral görme kaybında dijital çözümler, klasik düşük görme yardımcılarının alternatifi değil; çoğu zaman tamamlayıcısı olarak değerlendirilmelidir.

4.1. Geleneksel ve Dijital Büyütücülerin Mukayesesi

Klasik optik büyüteçler, büyütme oranı arttıkça görme alanının daralması ve kenar aberasyonlarının artması gibi sınırlılıklara sahiptir. Buna karşılık elektronik video büyütücüler (EVM), görüntüyü bir sensör aracılığıyla dijitalleştirerek ekranda yeniden işler. Bu sistemlerin önemli avantajları arasında kontrast artırma, renk tersleme ve parlaklık ayarı yer alır (Lorenzini & Wittich, 2020). Bu özellikler, YBMD'de sık görülen kontrast duyarlılığı azalması ve merkezi skotom nedeniyle okuma performansı bozulan hastalarda işlevsel yarar sağlayabilir; ancak uygun cihaz seçimi bireysel gereksinimlere göre yapılmalıdır (Margrain, 2000).

4.2. Giyilebilir Görsel Destek Teknolojileri ve Akıllı Gözlükler

Son yıllarda giyilebilir teknoloji alanındaki gelişmeler, az gören rehabilitasyonunda eller serbest kullanım olanağını artırmıştır. YBMD'ye bağlı santral görme kaybında bu cihazlar, özellikle okuma, yönelim ve günlük yaşam etkinliklerinde bazı

hastalara ek destek sağlayabilmektedir (Bittner ve ark., 2020). Bu kapsamda iki ana teknolojik yaklaşım öne çıkmaktadır:

- **Görüntü Kaydırma ve Projeksiyon Sistemleri:** Bazı akıllı gözlükler, hastanın merkezi skotomunu (görme kaybı olan alanı) baypas ederek, görüntüyü retinanın hala sağlıklı olan periferik (kenar) bölgelerine yansıtır. Bu "eksantrik fiksasyon" desteği, hastanın çevresel görmesini kullanarak merkezi boşluğu doldurmasına yardımcı olur (Liu ve ark., 2018).
- **Yapay Görme Birimleri (AI-Powered Cameras):** Gözlük çerçevesine monte edilen ve yapay zeka ile çalışan bazı kameralar (örn. OrCam benzeri sistemler), metin okuma, nesne tanıma ve yüz tanıma gibi işlevler sunabilmektedir. Bu cihazlar klasik optik büyütmeden çok, görsel bilginin işitsel ya da çoklu duyuşsal kanallara aktarılması ilkesine dayanır. Özellikle ileri santral görme kaybı olan ve okuma desteğine ihtiyaç duyan YBMD hastalarında işlevsel yarar sağlayabilir; ancak yarar düzeyi bilişsel durum, eğitim süreci ve cihaz uyumuna bağlı olarak değişir (Bittner ve ark., 2020).

4.3. Mobil Uygulamalar ve Yazılımsal Ekosistemler

Akıllı telefonların işlem gücündeki artış, daha erişilebilir rehabilitasyon araçlarının gelişmesini desteklemiştir. Optik karakter tanıma (OCR) kullanan uygulamalar, basılı materyalleri sese dönüştürebilmekte; bazı yazılımlar ise kontrast, büyütme ve görüntü netliğini yazılımsal olarak düzenleyebilmektedir. Bu özellikler, özellikle YBMD'ye bağlı okuma güçlüğü yaşayan bireylerde destekleyici olabilir; ancak etkileri cihaz tasarımına, kullanıcı eğitimine ve bireysel görme profiline göre değişmektedir (Bittner ve ark., 2020).

5. OPTİSYENLİK PRATİĞİNDE HASTA YÖNETİMİ VE ADAPTASYON

Teknolojik yenilikler ne kadar gelişmiş olursa olsun, Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (YBMD) yaşayan bir bireyin bu cihazları günlük yaşamda etkin kullanabilmesi, uygun rehabilitasyon ve adaptasyon sürecine bağlıdır. Bu noktada optisyen, mevzuat ve mesleki sınırlar içinde kalarak, cihaz seçimi, temel kullanım eğitimi, optik yardımcılarının uygulanması ve gerektiğinde uygun uzmana yönlendirme süreçlerinde destekleyici bir rol üstlenebilir (Margrain, 2000; Pollock ve ark., 2010).

5.1. Rehabilitasyon Süreci ve Eğitici Rolü

YBMD hastaları çoğu zaman ileri yaş grubunda yer aldığından, karmaşık dijital arayüzlere uyumda güçlük yaşayabilir. Bu nedenle adaptasyon süreci, hastanın görsel kapasitesi, bilişsel durumu, motivasyonu ve günlük yaşam hedefleri göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Beklenti yönetimi burada kritik önemdedir; çünkü hiçbir dijital çözüm doğal görmeyi geri getirmez, ancak mevcut görsel kapasitenin daha işlevsel kullanılmasına katkı sağlayabilir (Binns ve ark., 2012; Pollock ve ark., 2010). Cihaz eğitiminin kısa ve yapılandırılmış oturumlar halinde verilmesi, yaşlı kullanıcıların uyumunu kolaylaştırabilir. Özellikle eller serbest sistemler veya sesli komutla çalışan ünitelerde uygulamalı eğitim, cihazın sürdürülebilir kullanımını artırabilir. Bununla birlikte eğitim içeriği, optisyenin mesleki yetki alanı içinde kalmalı; hastalığın tıbbi seyri ve tedavi kararları ilgili hekim tarafından değerlendirilmelidir (Pollock ve ark., 2010).

5.2. Teknik Parametrelerin Kişiselleştirilmesi ve Ergonomi

Dijital cihazlardan elde edilen işlevsel yarar, büyük ölçüde doğru teknik konfigürasyona bağlıdır. Bu süreçte cihazın

optik ve ergonomik özelliklerinin hastanın gereksinimlerine göre ayarlanması önem taşır. Optisyenler, kendi uygulama alanları içinde kalarak özellikle kullanım kolaylığı, temel görüntüleme ayarları ve ergonomi üzerinde odaklanabilirler (Goodrich ve ark., 2006; Pollock ve ark., 2010):

- **Aydınlatma ve Lümen Yönetimi:** YBMD hastalarında ışığın şiddeti kadar geliş açısı da önemlidir. Dijital ekran parlaklığı, hastanın fotofobi düzeyi ve kontrast gereksinimine göre ayarlanmalıdır. Uygun olmayan ışık ayarı, görsel konforu azaltarak parlamaya bağlı performans kaybına yol açabilir (Goodrich ve ark., 2006).
- **Kontrast Optimizasyonu:** Dijital arayüzlerde yer alan yüksek kontrast modları (örneğin açık zemin-koyu yazı veya tersi), hastanın tercih edilen retina alanını daha etkin kullanmasına yardımcı olabilir. Bununla birlikte en uygun ayar, standart tek bir seçenekten çok bireysel deneme ve geri bildirimle belirlenmelidir (Margrain, 2000; Pollock ve ark., 2010).
- **Ergonomik Uyum:** Giyilebilir teknolojilerin ağırlığı, denge noktası, kontrol düğmelerinin erişilebilirliği ve batarya süresi gibi özellikler uzun süreli kullanım isteğini etkileyebilir. Özellikle artrit gibi ek fiziksel kısıtlılıkları olan yaşlı hastalarda, arayüz sadeliği ve kullanım konforu cihaz seçiminin önemli bileşenleridir (Goodrich ve ark., 2006).

5.3. Disiplinlerarası Koordinasyon

YBMD yönetimi çok disiplinli bir süreçtir. Optisyen, dijital çözümlerin kullanımı ve optik rehabilitasyon açısından destek sunarken, hastalığın tıbbi izlemi oftalmoloji uzmanı tarafından yürütülmelidir. Cihazın sağladığı işlevsel yarar, okuma performansı ve günlük yaşam çıktıları uygun araçlarla izlenebilir;

ancak bu veriler tıbbi tanı veya tedavi kararının yerine geçmez (Pollock ve ark., 2010; Binns ve ark., 2012).

6. SONUÇ VE GELECEK PROJEKSİYONU

Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (YBMD) yönetiminde dijital dönüşüm, yalnızca cihaz çeşitliliğinin artması değil; tanı, izlem ve rehabilitasyon süreçlerinin yeniden şekillenmesi anlamına gelmektedir. Geleneksel optik yöntemlerin sınırlı kaldığı bazı durumlarda, yapay zeka destekli analizler ve dijital rehabilitasyon araçları hastaların işlevsel performansına katkı sağlayabilmektedir. Bu çerçevede optisyenlik pratiği de, optik düzeltme hizmetinin ötesinde, uygun cihaz seçimi, kullanım danışmanlığı ve yönlendirme süreçleriyle daha bütüncül bir destek alanına yaklaşmaktadır.

6.1. Sentez: Dijital Sağlığın Klinik Başarısı

YBMD'nin erken saptanması ve izlenmesinde yapay zeka ile desteklenen analizlerin ve dijital izlem sistemlerinin yararlı olabileceğine dair bulgular artmaktadır (Schmidt-Erfurth ve ark., 2020; Ting ve ark., 2019). Benzer şekilde, kontrast artırma, elektronik büyütme ve duyuşsal ikame temelli dijital çözümler, bazı hastalarda okuma performansı ve günlük yaşam işlevselliği açısından destek sağlayabilmektedir (Bittner ve ark., 2020; Pollock ve ark., 2010). Bununla birlikte bu teknolojilerin etkisi hasta seçimi, eğitim düzeyi, cihaz erişilebilirliği ve uzun dönem uyum gibi değişkenlerden etkilenmektedir.

6.2. Geleceğin Teknolojileri: Biyonik Göz ve Ötesi

Gelecekteki oftalmik teknolojilerin bir bölümü yardımcı dış cihazlardan daha entegre çözümlere doğru ilerlemektedir. Ancak bu alanın alt başlıkları klinik olgunluk düzeyi açısından birbirinden farklıdır. Bu nedenle aşağıdaki teknolojileri mevcut

rutin uygulama, sınırlı klinik kullanım ve araştırma-geliştirme aşaması olarak ayırarak değerlendirmek daha uygundur:

- **Retinal İmplantlar ve Biyonik Göz:** İleri evre retina hastalıkları için geliştirilen fotovoltaiik çipler ve retinal implant sistemleri üzerine çalışmalar sürmektedir. Bu teknolojiler, dış ortamdan alınan görüntünün elektriksel sinyallere dönüştürülerek retina ya da ilgili görsel yollara iletilmesini amaçlar (Humayun ve ark., 2016; Zrenner, 2013). Bununla birlikte bu sistemler halen seçilmiş hasta gruplarında, sınırlı endikasyonlarla ve yüksek teknik gereksinimlerle değerlendirilmektedir; YBMD açısından rutin uygulamaya geçmiş standart çözümler olarak görülmemelidir.
- **Gen Terapisi ve Nanoteknoloji:** Retinal hastalıklarda gen tedavileri ve hedefe yönelik ilaç taşıyıcı sistemler yoğun araştırma konularıdır. Ancak YBMD özelinde bu yaklaşımların çoğu halen deneysel, erken faz ya da sınırlı klinik değerlendirme düzeyindedir. Bu nedenle yakın gelecek için umut verici olmakla birlikte, mevcut düşük görme rehabilitasyonu uygulamalarının doğrudan yerine geçen çözümler olarak sunulmaları uygun değildir.
- **Artırılmış Gerçeklik (AR) Entegrasyonu:** Artırılmış gerçeklik tabanlı gözlükler ve görüntü kaydırma sistemleri, YBMD'ye bağlı santral skotomun etkisini azaltmaya yönelik yardımcı araçlar olarak araştırılmaktadır. Bu cihazların bazı prototipleri ve sınırlı ticari örnekleri bulunmakla birlikte, etkinlikleri hasta seçimi, öğrenme süreci ve maliyet gibi etmenlere bağlıdır (Liu, Zhang, & Wright, 2018). Dolayısıyla AR çözümleri, kısa vadede rutin tedaviden çok seçilmiş olgularda yardımcı rehabilitasyon teknolojileri olarak değerlendirilmelidir.

6.3. Optisyonlik Mesleğinin Evrimi

Teknolojinin daha görünür hale geldiğı bu gelecekte, optisyonlerin rolünün de yeni beceriler doğrultusunda şekillenmesi beklenmektedir. Ancak bu rol; tanı koyma ya da tıbbi tedavi planlama alanına genişlemekten çok, uygun optik yardımcıların seçimi, temel cihaz uyarlaması, hasta eğitimi ve doğru uzmana yönlendirme basamaklarında güçlenmektedir. Sonuç olarak, YBMD gibi kronik ve işlevsel etkisi yüksek bir hastalıkta, dijital teknolojiler ile yapılandırılmış insan desteğinin birlikte sunulması hastanın yaşam kalitesine daha gerçekçi katkılar sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Al-Zubaidi, R., Amoaku, W. M., & Sreetharan, V. (2020). Digital health and telemedicine in the management of age-related macular degeneration. *Journal of Clinical Medicine*, 9(12), 3955-3970.
- Ambati, J., & Fowler, B. J. (2012). Mechanisms of age-related macular degeneration. *Neuron*, 75(1), 26-39.
- Binns, A. M., Bunce, C., Dickinson, C., Harper, R., Hull, P., & Waterman, H. (2012). How effectively is low vision service provision delivered? A systematic review. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(11), 6934-6944.
- Bittner, A. K., Wykstra, S. L., Yoshinaga, P. D., & Li, T. (2020). Telerehabilitation for people with low vision. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD011019.
- Bogunovic, H., Waldstein, S. M., Schlegl, T., Langs, G., Sadeghipour, A., & Schmidt-Erfurth, U. (2017). Prediction of Anti-VEGF treatment requirements in neovascular AMD using a machine learning approach. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 58(7), 3240-3248.
- Chew, E. Y., Clemons, T. E., Agrón, E., Sperduto, R. D., Sangiovanni, J. P., Kurinij, N., & Ferris, F. L. (2014). Secondary analyses of the Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) report no. 3. *JAMA Ophthalmology*, 132(2), 142-149.
- Crossland, M. D., Culham, P. N., & Rubin, G. S. (2007). Predictors of receptor utilization in macular disease. *Optometry and Vision Science*, 84(10), 945-950.

- Curcio, C. A. (2018). Soft drusen in age-related macular degeneration: Biology and assessment. *Trends in Neurosciences*, 41(2), 103-118.
- De Fauw, J., Ledsam, J. R., Romera-Paredes, B., Nikolov, S., Tomasev, N., Blackwell, S., ... & Ronneberger, O. (2018). Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nature Medicine*, 24(9), 1342-1350.
- Ferris, F. L., Wilkinson, C. P., Bird, A., Chakravarthy, U., Chew, E., Davis, J., & Sada, S. R. (2013). Clinical classification of age-related macular degeneration. *Ophthalmology*, 120(4), 844-851.
- Goodrich, G. L., Kirby, J., Hacker, G., Khanna, S., & Hicks, P. N. (2006). The assessment of visual function in patients with age-related macular degeneration. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 43(4), 545.
- Heesterbeek, T. J., Lorés-Motta, L., Hoyng, C. B., Lechanteur, Y. T., & Den Hollander, A. I. (2020). Risk factors for progression of age-related macular degeneration. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 61(3), 30-30.
- Humayun, M. S., Dorn, J. D., Cruz, L., Dagnelie, G., Saadane, A., Barylo, A. L., ... & Argus II Study Group. (2016). Five-year safety and performance results from the Argus II Retinal Prosthesis System clinical trial. *Ophthalmology*, 123(10), 2248-2254.
- Jager, R. D., Mieler, W. F., & Miller, J. W. (2008). Age-related macular degeneration. *New England Journal of Medicine*, 358(24), 2606-2617.
- Klein, R. J., Zeiss, C., Chew, E. Y., Tsai, J. Y., Sackler, R. S., Haynes, C., ... & Abecasis, G. R. (2005). Complement

- factor H polymorphism in age-related macular degeneration. *Science*, 308(5720), 385-389.
- Lim, L. S., Mitchell, P., Seddon, J. M., Holz, F. G., & Wong, T. Y. (2012). Age-related macular degeneration. *The Lancet*, 379(9827), 1728-1738.
- Liu, L., Zhang, Y., & Wright, R. (2018). Augmented reality for patients with central vision loss. *Journal of Vision*, 18(10), 875-875.
- Lorenzini, M. C., & Wittich, W. (2020). Factors related to the use of assistive technology by older adults with combined vision and hearing loss. *Assistive Technology*, 32(3), 136-146.
- Margrain, T. H. (2000). Helping blind and partially sighted people to read: The role of visual aids. *Optometry in Practice*, 1(1), 1-8.
- Milea, D., Najjar, R. P., Jiang, Z., Cheng, D., Pahlitzsch, M., Loganathan, S., ... & Girard, M. J. (2020). Artificial intelligence to detect papilledema from ocular fundus photographs. *New England Journal of Medicine*, 382(18), 1687-1695.
- Pollock, C. L., Bullimore, M. A., & Bailey, I. L. (2010). Low vision rehabilitation: A guide for the optometric practitioner. *Optometry and Vision Science*, 87(6), 445-455.
- Schmidt-Erfurth, U., Bogunovic, H., Sadeghipour, A., Schlegl, T., Langs, G., Gerendas, B. S., ... & Waldstein, S. M. (2020). Machine learning to analyze the prognostic value of current imaging biomarkers in neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmology Retina*, 4(1), 24-34.

- Schmidt-Erfurth, U., Sadeghipour, A., Gerendas, B. S., Waldstein, S. M., & Bogunović, H. (2017). Artificial intelligence in retina. *Progress in Retinal and Eye Research*, 67, 1-29.
- Spaide, R. F., Fujimoto, J. G., Waheed, N. K., Sadda, S. R., & Staurengi, G. (2018). Optical coherence tomography angiography. *Progress in Retinal and Eye Research*, 64, 1-55.
- Spaide, R. F., Jaffe, G. J., Sarraf, D., Freund, K. B., Sadda, S. R., Staurengi, G., ... & Fujimoto, J. G. (2018). Consensus nomenclature for reporting neovascular age-related macular degeneration data. *Ophthalmology*, 125(12), 1908-1930.
- Ting, D. S. W., Pasquale, L. R., Peng, L., Campbell, J. P., Lee, A. Y., Raman, R., ... & Wong, T. Y. (2019). Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *British Journal of Ophthalmology*, 103(2), 167-175.
- Ting, D. S., Peng, L., Varadarajan, A. V., Keane, P. A., Pasquale, L. R., Sayres, R., ... & Wong, T. Y. (2017). Deep learning applications in ophthalmology with emphasis on age related macular degeneration and diabetic retinopathy. *World Journal of Diabetes*, 8(12), 484-491.
- Wong, W. L., Su, X., Li, X., Cheung, C. M. G., Klein, R., Cheng, C. Y., & Wong, T. Y. (2014). Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 2(2), e106-e116.
- Zrenner, E. (2013). Fighting blindness with microchips. *Science Translational Medicine*, 5(210), 210ps16.

GÖZ HASTALIKLARI
ALANINDA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com