

DERLEME

REVIEW

Miyopi; Epidemiyoloji, Prevalans, İnsidans, Genetik ve Risk Faktörleri**Myopia; Epidemiology, Prevalence, Incidence, Genetics and Risk Factors**¹Hasan KIZILTOPRAK / ORCID No: 0000-0001-7100-9107²Dilara ÖZKOYUNCU KOCABAŞ / ORCID No: 0000-0001-5196-0106¹Doç. Dr., FEBO, FICO, Atlas Üniversitesi Tıp Fakültesi, İstanbul, Türkiye²Dr. Öğr. Üyesi, FEBO, TOBB Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara, Türkiye**Geliş Tarihi/Received:** 31/05/2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 10/08/2024 **DOI:** 10.37783/CRJ-0472**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Barbaros, Hoca Ahmet Yesevi Cd. No: 149, 34203 Bağcılar/İstanbul**Tel./Phone:** +902121444 34 39 **E-posta/E-mail:** hsnkzltprk21@gmail.com**ÖZ**

Miyopi, genellikle çocukluk döneminde başlayan dünya genelinde yaygın bir refraksiyon bozukluğudur. Son yıllarda özellikle Doğu ve Güneydoğu Asya'nın gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerinde prevalans ve insidans olarak ciddi bir artış göstermektedir. Çocukluk ve ergenlik dönemlerinde insidansı daha yüksektir. Genetik yatkınlık, miyopinin gelişiminde önemli bir rol oynamakla birlikte, genom çalışmalarından elde edilen veriler miyopinin genetik altyapısının küçük bir kısmını açıklamaktadır. Ailesel miyopi öyküsü olan bireylerde risk daha yüksektir. Miyopinin oluşmasında çevresel faktörler günümüzde çok daha etkili olmaktadır. Eğitim aktivitelerindeki artış, uzun süre bilgisayar kullanımı, dış mekân aktivitelerindeki azalma gibi faktörler miyopi riskini artırmaktadır. Miyopinin kontrol altına alınması için risk faktörlerinin bilinmesi ve önlenmesi önemlidir.

Anahtar kelimeler: genetik, miyopi, prevalans, risk faktörleri**Abstract**

Myopia is a worldwide common refractive disorder that usually begins in childhood. In recent years, its prevalence and incidence have increased significantly, especially in developed or developing countries of East and Southeast Asia. Its incidence is higher during childhood and adolescence. Although genetic predisposition plays an important role in the development of myopia, data obtained from genome studies explain a small part of the genetic background of myopia. The risk is higher in individuals with a familial history of myopia. Environmental factors are much more effective in the formation of myopia today. Factors such as increased educational activities, long-term computer use, and decrease in outdoor activities increase the risk of myopia. It is important to know and prevent risk factors to control myopia.

Keywords: genetic, myopia, prevalence, risk factors**Epidemiyoloji, Prevalans, İnsidans**

Miyopi, çocukluk ve erken yetişkinlik döneminde, gözün aşırı uzaması sonucu uzaktaki nesnelerin görüntülerinin retinanın önünde odaklanarak uzak görmede azalma ile sonuçlanan dünya çapında en yaygın

göz hastalıklarından biridir.¹ Prevalansı birçok ülkede yetişkin popülasyonda %10-30, Doğu ve Güneydoğu Asya'nın bazı bölgelerinde ise genç yetişkinlerde %80-90'lara çıkmaktadır.¹⁻³

Prevalans

Miyopinin küresel prevalansının dünya nüfusunun %25'i olduğu ve bunun %4'ünün yüksek miyopi olduğu bildirilmektedir.¹⁻⁴ Bu prevalansın yıllar içinde hızla artış göstereceği ve 2050 yılında miyopi oranının küresel nüfusun yarısı olacağı tahmin edilmektedir. Yüksek miyopi oranının da büyük artış göstererek %10'a çıkacağı tahmin edilmektedir.⁴ Miyopi prevalansındaki bu artışta genetik yatkınlıktan çok; yakın aktivitedeki artış, eğitim süresinin artması ve dışarıda geçirilen sürenin azalması gibi çevresel faktörler rol oynamaktadır.

Miyopinin prevalansında bölgesel farklılıklar dikkat çekmektedir. Doğu ve Güneydoğu Asya'nın bazı bölgelerinde miyopi, %50'lilere yakın oranlarda görülmektedir.⁴ Bu oran Orta Avrupa'da %27, Orta Asya'da %17 ve Orta Afrika'da %7 düzeylerindedir.⁵⁻¹¹ Doğu ve Güneydoğu Asya'nın gelişmiş bölgeleri olan Çin, Singapur, Hong Kong, Tayvan, Japonya ve Güney Kore' de miyopi prevalansı oldukça yüksektir. Eğitim seviyesi düşük olan Afrika ülkeleri ve Hindistan'da ise bu oran oldukça düşüktür.¹²

Okul çağındaki çocuklardaki miyopi prevalansı Asya'nın gelişmiş bölgeleri olan Çin, Tayvan, Güney Kore, Singapur ve Japonya'da oldukça yüksek değerlerdedir. Kentlerde yaşayanlarda bu oranın yüksek olması, şehirlerin yüksek ekonomik kalkınma ve eğitim standartları ve çocukların açık havada vakit geçirecekleri alanların azlığına dayandırılmaktadır. Okul çağındaki çocuklarda Güneydoğu Asya'da %50 oranlarında görülen miyopi prevalansı, ABD'de %20 ve Avustralya'da %12 düzeylerindedir.^{4,13} Bununla birlikte sosyoekonomik koşullar ve eğitim olanaklarının yetersiz kaldığı, Suudi Arabistan (%0,7), Güney Amerika (%1,4), Kamboçya (%6,0) gibi yerlerde miyopi prevalansının oldukça düşük olduğu bildirilmektedir.¹⁴⁻¹⁶

Genç yetişkinlerde miyopi prevalansı ile ilgili yapılan çalışmalarda da gelişmiş Asya bölgelerinde oranın %80 düzeylerinde olduğu görülmektedir. Tayvan'da, 18-24 yaş grubunda miyopi prevalansı %86,1 olarak saptanmıştır.¹⁷ Güney Kore'de 19 yaş grubunda yapılan çalışmada %96,5 miyopi bildirilmiştir.¹⁸ Orta yaşlı ve yaşlı yetişkinlerde daha düşük oranlarda miyopi görülmektedir. Miyopi prevalansı Tayvan'da 65 yaş üstü yetişkinlerde %19,4 ve Çin'de ise %22,9 olarak bildirilmektedir.¹⁹ Yetişkinlerde miyopi prevalansında Asya'da görülen bu oranlar, dünya genelinde çok daha düşüktür.

Yüksek miyopi prevalansının, yetişkinlerdeki miyopi prevalansının yaklaşık %20 ila %24'ü olduğu tahmin edilmektedir.²⁰ Doğu ve Güneydoğu Asya bölgelerinde yüksek miyopi prevalansı 10-15 yıl önce <%10'dan %20

'ye çıkmıştır.^{21,22} Buna karşılık, Asya dışındaki bölgelerde yüksek miyopi prevalansı %2,7 ile nispeten daha düşüktür.

İnsidans

Avustralya'da, 12 ve 17 yaşındaki çocuklarda yıllık miyop görülme sıklığı sırasıyla %2,2 ve %4,1 olarak bildirilmiştir.²³ Tayvan'da 7-12 yaş arasındaki çocuklarda yıllık miyopi görülme sıklığı %8-18 arasındadır.²⁴ Çin'de yapılan çalışmada 7 yaşındaki çocuklarda yıllık miyopi görülme sıklığı yaklaşık %10-14 arasında bulunmuştur.²⁵ Doğu Asyalı çocuklarda yıllık miyopi görülme oranları Avrupalı çocuklara göre çok daha yüksek bulunmuştur.²⁶ Genç yetişkinlerde yapılan bir çalışmada, 8 yıllık miyopi ve yüksek miyopi insidansı sırasıyla %14,0 ve %0,7 olarak bildirilmiştir.²⁷

Risk Faktörleri

Eski dönemlerde, miyopi prevalansının oldukça düşük olması, yüksek miyopinin ailede toplanması nedeniyle miyopinin öncelikli olarak genetik faktörlere bağlı olduğu düşünülmüyordu. Fakat son zamanlarda miyopi prevalansının hızla artması nedeniyle, miyopinin sadece genetik bir yapıda olmadığı çevresel faktörlerden de kaynaklandığı düşünülmektedir.

Genetik

Miyopinin altında yatan genetik yatkınlık, miyop olan ebeveynlerin çocuklarında ve yakın akraba gruplarında miyopinin artan kümelenmesi nedeniyle uzun yıllardır desteklenmektedir.²⁸ Benzer şekilde monozygotik ikizlerde dizigotik ikizlere göre miyop başlangıcı açısından daha yüksek bir korelasyon bulunması da bu duruma katkıda bulunmaktadır.^{29,30} Miyopi ile ilgili yapılan genom çalışmalarında, miyopinin kökeninin multigenik ve heterojen olduğunu gösteren 20'den fazla bölge tanımlamıştır.³¹ Son dönemde Ekzom dizilimi ve tam genom dizilimi çalışmaları ile; ARR3, BSG, CTSB, CCDC111, LEPREL1, LOXL3, LRPAP1, NDUFAF7, P4HA2, SCO2, SLC39A5, UNC5D ve ZNF644'teki nadir, hatalı veya işlev kaybı varyantlarının yüksek miyopiye neden olabileceğine dair sonuçlar bildirilmiştir.³² Bu genlerin kalıtım modelinin çoğu otozomal dominanttır. Elde edilen bu çalışmalar sonucunda yüksek miyopiye neden olan biyolojik mekanizmalar aydınlatılabilmekte ve aynı zamanda spesifik, hedefe yönelik tedaviler için umut doğmaktadır.

Refraksiyon Kusuru ve Miyopi Konsorsiyumu tarafından yürütülen, yaklaşık 80.000 kişiden oluşan bir örneklemdeki büyük bir genom analizi çalışmasında, refraksiyon bozuklukları için 24 genetik lokusta ve miyopinin başlangıç yaşı için 22 lokusta tek nükleotid polimorfizmleri

tanımlanmıştır.^{33,34} Bu çalışmaların her ikisinde ve daha sonraki analizlerinde, en yüksek risk taşıyan tek nükleotid polimorfizmleri, yalnızca 0,20 D'lik subklinik refraksiyon değişikliğine eşdeğer etki göstermekteydi. Bu da miyopinin büyük ölçüde poligenik olduğunu ve daha büyük etki büyüklüğüne sahip nadir varyantları da içerebileceğini göstermektedir. Miyopi genetiği ile ilgili İngiltere'de 95505 kişiden oluşan bağımsız bir kohortta yapılan meta-analizde, refraksiyon kusuru ve miyopi ile ilgili lokus sayısını 161 olarak güncelleştirir.³⁵ Bu çalışmalarda, Avrupalı ve Asyalı bireyler arasında yüksek bir genetik korelasyonun bulunması farklı etnik popülasyonlar arasındaki miyop duyarlılığındaki genetik benzerliklerin altını çizmektedir.³³ 2020'de yayınlanan genom çalışmalarının meta-analizinde, 542934 kişiden oluşan birleşik bir örnekte ilave 336 yeni lokus tespit edilmiştir.³⁶ Miyopi ile ilgili tanımlanan tüm bu tek nükleotid polimorfizmleri miyopi varyansının sadece %12,1'ini açıklamaktadır.³⁶

Miyopi riskiyle ilişkili genler, gözün her anatomik bileşeninin gelişiminde rol oynayan proteinleri kodlamaktadır. Nörotransmisyon (GJD2 ve GRIA4), iyon taşınması (KCNQ5), retinoik asit metabolizması (RDH5), hücre dışı matriks yeniden yapılanması (LAMA2 ve BMP2) ve göz gelişimi (SIX6 ve PRSS56) dahil olmak üzere miyopide retinadan skleraya sinyalleme kademeleri için birçok farklı biyolojik yol suçlanmıştır.³⁷ En son yapılan genom çalışmada da; miyopi ile spesifik retina veya kornea distrofileri, kristal lens anomalileri, sirkadiyen ritim ve pigmentasyon özellikleri ile Wnt sinyalleme arasında beklenmedik bağlantılar da tanımlanmıştır.³⁶

Yaş

Miyopinin başlangıç yaşının genç olması, miyopinin ilerlemesi için en büyük bağımsız risk faktörüdür. 6-7 yaşları arasındaki çocuklarda, en az -1,25 D miyopi benzer durumdaki daha büyük çocuklara kıyasla daha hızlı ilerleme eğilimi altındadır.³⁸ Başlangıç miyopisi -1,25 D ile -4,50 D olan etnik açıdan farklı 426 çocuğun dahil edildiği COMET çalışmasında, miyopi stabilizasyon yaşı ortalama 15,61 yıl ve ortalama miyopi miktarı -4,87 D olarak bulunmuştur.³⁹ 6-7 yaşlarında miyop ilerlemesi gösteren çocuklar, sekiz yaş ve üzerinde benzer ilerleme gösteren çocuklara göre stabilizasyon sırasında ortalama 1,70 D daha fazla miyopiye sahip olarak bulunmuştur. COMET çalışmasının sonuçları koruyucu miyop tedavisine daha genç yaşta başlamanın avantajlı olabileceğini göstermeye yardımcı olmuştur.³⁹

Etnik köken

Dünya çapında miyopinin yaygınlığı bölgesel ve etnik farklılıklara bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir. Miyop görülme sıklığı Doğu Asya'nın bazı bölgelerinde %80'i aşmaktadır ve bu oran Doğu Asyalılarda benzer yaşta Avrupalılara göre miyopi oranı iki kat daha

yüksek bildirilmektedir.⁴⁰ 2020'de incelenen Afrika popülasyonlarında tahmini miyopi prevalansı %10.2 olarak bildirilmiştir.⁴⁰ COMET çalışmasında, Afrikalı Amerikalı katılımcı kohortunun diğer etnik gruplarla karşılaştırıldığında ortalama miyopi stabilizasyon yaşı daha erken (13,82 yaş) ve miyopi derecesi dolayısıyla daha düşük (-4,36 D) olarak bildirilmiştir.³⁹

Çevresel Faktörler: Eğitim, Yakın Mesafe Aktiviteleri ve Dış Mekân Aktiviteleri

Açık havada geçirilen zamanın artmasının, miyopi gelişimine karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir.⁴¹ Hayvan çalışmaları, ultraviyole ışığın, sklerayı stabilize ederek ekstenel uzamayı engelleyebileceğini ileri sürmektedir.⁴² Dış mekan aktiviteleri ve miyopi arasındaki ilişkiyi araştıran 25 makalenin meta-analizinde, miyopi açısından açık havada geçirilen zamanın artmasının gözde koruyucu olduğu, fakat zaten miyop olan gözlerde miyopinin ilerlemesini yavaşlatmada etkili olmadığı bildirilmiştir.⁴³ Çalışmanın doz-cevap analizine göre, günde 76 dakika açık havada vakit geçirmek, kontrol gözleriyle karşılaştırıldığında miyop görülme sıklığının %50 oranında azalmasıyla sonuçlanmaktadır.⁴³ Açık havada geçirilen zaman ile miyopinin engellenmesi ışık-dopamin teorisi ile açıklanmaktadır. Açık havada geçirilen süre boyunca artan ışık yoğunluğu, retinayı dopamin salgılaması için uyarabilir, bu da göz küresinin ekstenel uzamasını engellemekte ve miyopi oluşmasını azaltmaktadır.^{44,45}

Okuma, yazma ve bilgisayar kullanımı gibi yakın iş aktivitelerinin, miyopi prevalansındaki dikkate değer artıştan muhtemelen sorumlu olduğu ileri sürülmüştür.^{46,47} Kohort çalışmaları, miyopisi olan okul çocuklarının önemli ölçüde daha fazla yakın iş performansı sergilediğini ve aksiyel uzunluk ve miyopi oranlarında daha büyük bir artış olduğunu göstermiştir.^{48,49} Bir başka meta-analizde, yakın iş faaliyetlerine harcanan zamanın daha yüksek miyopi olasılığıyla ilişkili olduğunu bildirmektedir. Haftada yakın işte geçirilen her 1 diyoptri-saat için miyopi olasılığı %2 artmaktadır.⁵⁰ Bu nedenle yakın çalışma, miyop için güçlü ve önemli bir risk faktörüdür.

Miyopinin bir diğer çevresel risk faktörü eğitim stresidir. Doğu toplumlarında eğitim sistemi ve stres Batı'dan farklıdır. Doğulu ebeveynler, çocuklarının akademik performansına çok önem vermekte ve yakın işlere daha fazla zaman harcamasını teşvik etmektedir. Buna karşılık Batılı ebeveynler açık havada daha fazla fiziksel aktiviteyi teşvik etmektedir. Bu farklılık Doğu'da miyopinin yüksek prevalansına kısmen katkıda bulunabilir.⁵¹⁻⁵³ Okul sonrası eğitimlerin yaygın olarak kullanılmasının ve artan eğitim yükünün yüksek miyopi prevalansı ile ilişkili olduğu öne sürülmektedir.⁵⁴ Singapur ve Tayvan'da da ekstra eğitim verilen sınıflarla miyopi arasında bir ilişki olduğu rapor edilmiştir.⁵⁵⁻⁵⁷

Ebeveyn Miyopisi

Çeşitli çalışmalar ebeveyn miyopisi ile çocuklarında miyopi gelişme riski arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.^{58,59} Ebeveyn miyopisi ile juvenil miyopisi arasındaki bağlantıyı inceleyen 16 çalışmanın yakın tarihli bir meta-analizi, bir veya iki miyop ebeveyne sahip olan çocukların miyopi riskinin sırasıyla 1,87 ve 2,40 oranında arttığını bildirmişlerdir.⁶⁰ Miyop ebeveyn, miyop gelişimi için ek risk faktörü olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç

Miyopi, dünya genelinde giderek artan prevelans ve insidans oranlarıyla ciddi bir sağlık sorunu olmaktadır. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan Doğu ve Güneydoğu Asya ülkelerinde yaygınlaşmaktadır. Miyopinin oluşmasında, genetik yatkınlık, önemli bir rol oynamakla birlikte, çalışmalardan elde edilen veriler genetiğin miyopi altyapısındaki küçük bir rolünü ortaya koyabilmiştir. Günümüzde miyopinin oluşmasında çevresel faktörlerin rolü ön plana çıkmaktadır. Bunlar arasında uzun süre bilgisayar veya cep telefonu kullanımı gibi yakın mesafe aktivitelerindeki artış, az güneş ışığına maruz kalma, kapalı ortamlarda uzun süre vakit geçirme, açık hava aktivitelerinde azalma gibi faktörler sayılabilir. Ayrıca, yaş, etnik köken ve yaşam tarzı da miyopi riskini etkileyebilir. Miyopinin artan prevelansının kontrol altına alınması için risk faktörlerinin bilinmesi ve bunların önlenmesi önemlidir.

Kaynaklar

- Baird PN, Saw SM, Lanca C, et al. Myopia. *Nat Rev Dis Primers*. 2020;6(1):99.
- Modjtahedi BS, Ferris FL 3rd, Hunter DG, Fong DS. Public Health Burden and Potential Interventions for Myopia. *Ophthalmology*. 2018;125(5):628-630.
- Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res*. 2018;62:134-149.
- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;123(5):1036-1042.
- He M, Zeng J, Liu Y, Xu J, Pokharel GP, Ellwein LB. Refractive error and visual impairment in urban children in southern china. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45(3):793-799.
- Saw SM, Carkeet A, Chia KS, Stone RA, Tan DT. Component dependent risk factors for ocular parameters in Singapore Chinese children. *Ophthalmology*. 2002;109(11):2065-2071.
- Yam JC, Tang SM, Kam KW, et al. High prevalence of myopia in children and their parents in Hong Kong Chinese Population: the Hong Kong Children Eye Study. *Acta Ophthalmol*. 2020;98(5):e639-e648.
- Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. *Ann Acad Med Singap*. 2004;33(1):27-33.
- Hsu CC, Huang N, Lin PY, et al. Prevalence and risk factors for myopia in second-grade primary school children in Taipei: A population-based study. *J Chin Med Assoc*. 2016;79(11):625-632.
- Yotsukura E, Torii H, Inokuchi M, et al. Current prevalence of myopia and association of myopia with environmental factors among schoolchildren in Japan. *JAMA Ophthalmol*. 2019;137(11):1233-1239.
- Lim DH, Han J, Chung TY, Kang S, Yim HW. epidemiologic survey committee of the korean ophthalmologic society. correction: the high prevalence of myopia in korean children with influence of parental refractive errors: the 2008-2012 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *PLoS One*. 2018;13(12):e0209876.
- Dandona R, Dandona L, Srinivas M, Giridhar P, McCarty CA, Rao GN. Population-based assessment of refractive error in India: the Andhra Pradesh eye disease study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2002;30(2):84-93.
- Ip JM, Huynh SC, Robaei D, et al. Ethnic differences in refraction and ocular biometry in a population-based sample of 11-15-year-old Australian children. *Eye (Lond)*. 2008;22(5):649-656.
- Alrahili NHR, Jadidy ES, Alahmadi BSH, et al. Prevalence of uncorrected refractive errors among children aged 3-10 years in western Saudi Arabia. *Saudi Med J*. 2017;38(8):804-810.
- Gao Z, Meng N, Muecke J, et al. Refractive error in school children in an urban and rural setting in Cambodia. *Ophthalmic Epidemiol*. 2012;19(1):16-22.
- Carter MJ, Lansingh VC, Schacht G, Río del Amo M, Scalapogna M, France TD. Visual acuity and refraction by age for children of three different ethnic groups in Paraguay. *Arq Bras Oftalmol*. 2013;76(2):94-97.
- Jung SK, Lee JH, Kakizaki H, Jee D. Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in seoul, South Korea. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(9):5579-5583.
- Lee YY, Lo CT, Sheu SJ, Lin JL. What factors are associated with myopia in young adults? A survey study in Taiwan Military Conscripts. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(2):1026-1033.
- Cheng CY, Hsu WM, Liu JH, Tsai SY, Chou P. Refractive errors in an elderly Chinese population in Taiwan: the Shihpai eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(11):4630-4638.
- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;123:1036-1042.
- Chen M, Wu A, Zhang L, Wang W, Chen X, Yu X, Wang K. The increasing prevalence of myopia and high myopia among high school students in Fenghua city, eastern China: a 15-year population-based survey. *BMC Ophthalmol*. 2018;18(1):159.
- Bar Dayan Y, Levin A, Morad Y, et al. The changing prevalence of myopia in young adults: a 13-year series of population-based prevalence surveys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46(8):2760-2765.
- French AN, Morgan IG, Burlutsky G, et al. Prevalence and 5- to 6-year incidence and progression of myopia and hyperopia in Australian schoolchildren. *Ophthalmology*. 2013;120:1482-1491.
- Wu PC, Tsai CL, Wu HL, et al. Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children. *Ophthalmology*. 2013;120:1080-1085.
- He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2015;314:1142-1148.
- Wu PC, Huang HM, Yu HJ, Fang PC, Chen CT. Epidemiology of Myopia. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2016;5(6):386-393.
- Lee SS, Lingham G, Sanfilippo PG, et al. Incidence and Progression of Myopia in Early Adulthood. *JAMA Ophthalmol*. 2022;140(2):162-169.
- Sorsby A, Fraser Gr. Statistical note on the components of ocular refraction in twins. *J Med Genet*. 1964;1(1):47-49.

29. Hammond CJ, Snieder H, Gilbert CE, Spector TD. Genes and environment in refractive error: the twin eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2001;42(6):1232-1236.
30. Dirani M, Chamberlain M, Shekar SN, et al. Heritability of refractive error and ocular biometrics: the Genes in Myopia (GEM) twin study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(11):4756-4761.
31. Baird PN, Schäche M, Dirani M. The GENes in Myopia (GEM) study in understanding the aetiology of refractive errors. *Prog Retin Eye Res.* 2010;29(6):520-542.
32. Tedja MS, Haarman AEG, Meester-Smoor MA, et al. IMI - Myopia Genetics Report. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2019;60(3):M89-M105.
33. Verhoeven VJ, Hysi PG, Wojciechowski R, et al. Genome-wide meta-analyses of multiancestry cohorts identify multiple new susceptibility loci for refractive error and myopia. *Nat Genet.* 2013;45(3):314-318.
34. Kiefer AK, Tung JY, Do CB, et al. Genome-wide analysis points to roles for extracellular matrix remodeling, the visual cycle, and neuronal development in myopia. *PLoS Genet.* 2013;9(2):e1003299.
35. Tedja MS, Wojciechowski R, Hysi PG, et al. Genome-wide association meta-analysis highlights light-induced signaling as a driver for refractive error. *Nat Genet.* 2018;50(6):834-848.
36. Hysi PG, Choquet H, Khawaja AP, et al. Meta-analysis of 542,934 subjects of European ancestry identifies new genes and mechanisms predisposing to refractive error and myopia. *Nat Genet.* 2020;52(4):401-407.
37. Wojciechowski R, Hysi PG. Focusing in on the complex genetics of myopia. *PLoS Genet.* 2013;9(4):e1003442.
38. Hyman L, Gwiazda J, Hussein M, et al. Relationship of age, sex, and ethnicity with myopia progression and axial elongation in the correction of myopia evaluation trial. *Arch Ophthalmol.* 2005;123(7):977-987.
39. COMET Group. Myopia stabilization and associated factors among participants in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET). *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(13):7871-7884.
40. Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK, et al. Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(7):882-890.
41. Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ. The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2012;119(10):2141-2151.
42. Li X, Wu M, Zhang L, Liu H, Zhang L, He J. Riboflavin and ultraviolet A irradiation for the prevention of progressive myopia in a guinea pig model. *Exp Eye Res.* 2017;165:1-6.
43. Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2017;95(6):551-566.
44. Mao J, Liu S, Qin W, et al. Levodopa inhibits the development of form-deprivation myopia in guinea pigs. *Optom Vis Sci.* 2010;87:53-60.
45. French AN, Ashby RS, Morgan IG, et al. Time outdoors and the prevention of myopia. *Exp Eye Res.* 2013;114:58-68.
46. Saw SM, Chua WH, Hong CY, et al. Nearwork in early-onset myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2002;43:332-339.
47. Ip JM, Huynh SC, Robaei D, et al. Ethnic differences in the impact of parental myopia: findings from a population-based study of 12-year-old Australian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48:2520-2528.
48. French AN, Morgan IG, Mitchell P, et al. Risk factors for incident myopia in Australian schoolchildren: the Sydney adolescent vascular and eye study. *Ophthalmology.* 2013;120:2100-2108.
49. Woodman EC, Read SA, Collins MJ, et al. Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes. *Br J Ophthalmol.* 2011;95:652-656.
50. Huang HM, Chang DS, Wu PC. The association between near work activities and myopia in children-a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2015;10:e0140419.
51. Chen H. Parents' attitudes and expectations regarding science education: comparisons among American, Chinese-American, and Chinese families. *Adolescence.* 2001;36:305-313.
52. Qin DB, Chang TF, Han EJ, et al. Conflicts and communication between high-achieving Chinese American adolescents and their parents. *N Dir Child Adolesc Dev.* 2012;2012(35):57.
53. Saw A, Berenbaum H, Okazaki S. Influences of personal standards and perceived parental expectations on worry for Asian American and white American college students. *Anxiety Stress Coping.* 2013;26:187-202.
54. Morgan IG, Rose KA. Myopia and international educational performance. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2013;33:329-338.
55. Saw SM, Wu HM, Seet B, et al. Academic achievement, close up work parameters, and myopia in Singapore military conscripts. *Br J Ophthalmol.* 2001;85:855-860.
56. Tan GJ, Ng YP, Lim YC, et al. Cross-sectional study of near-work and myopia in kindergarten children in Singapore. *Ann Acad Med Singapore.* 2000;29:740-744.
57. Hsu CC, Huang N, Lin PY, et al. Prevalence and risk factors for myopia in second-grade primary school children in Taipei: a population-based study. *J Chin Med Assoc.* 2016;79(11):625-632.
58. Pacella R, McLellan J, Grice K, Del Bono EA, Wiggs JL, Gwiazda JE. Role of genetic factors in the etiology of juvenile-onset myopia based on a longitudinal study of refractive error. *Optom Vis Sci.* 1999;76(6):381-386.
59. Kurtz D, Hyman L, Gwiazda JE, et al. Role of parental myopia in the progression of myopia and its interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48(2):562-570.
60. Zhang X, Qu X, Zhou X. Association between parental myopia and the risk of myopia in a child. *Exp Ther Med.* 2015;9(6):2420-2428.



Doç. Dr. Hasan Kızıltoprak

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 2014 yılında mezun oldu. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Ulucanlar Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde 2015-2019 yılları arasında uzmanlık eğitimi tamamladı. 2019 yılında FEBO (Fellow of the European Board of Ophthalmology) ve FICO (Fellow of the International Council of Ophthalmology) ünvanlarını almaya hak kazandı. 2019-2021 yılları arasında Bingöl Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi'nde devlet hizmet yükümlülüğünü tamamladı. 2021-2023 yılları arasında Adıyaman Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde kornea birim sorumlusu ve kornea bankası tıbbi müdürü olarak çalışmıştır. 2024 yılında doçentlik unvanı almıştır. Halen İstanbul Atlas Üniversitesi'nde çalışmalarına devam etmektedir.