

Bireysel Farklılıklar Yaklaşımına Destekleyici Kanıtlar Elde Etme: Okuma Çalışmalarında Göz İzleme Yöntemi

Büşra Batır¹, Aycan Kapucu²

Batır, B. ve Kapucu, A. (2024). Bireysel farklılıklar yaklaşımına destekleyici kanıtlar elde etme: Okuma çalışmalarında göz izleme yöntemi. *Nesne*, 12(33), 421-437. DOI: 10.7816/nesne-12-33-08

Anahtar kelimeler

Göz izleme yöntemi, okuma, bireysel farklılıklar, göz hareketleri

Keywords

Eye tracking method, reading, individual differences, eye movements

Öz

Büyüyen bir ilgi alanı olarak bireysel farklılıklar yaklaşımı, bilişsel süreçlerin daha detaylı bir şekilde incelenmesi için bireyler arasındaki farklılıklara odaklanmanın önemini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar, göz hareketlerinin bireysel farklılıkların incelenmesine katkı sağlayan önemli bir performans çıktısı olduğunu göstermektedir. Bu derleme çalışmasında, göz izleme yönteminin okuma davranışında görülen bireysel farklılıkların ortaya çıkarılmasındaki rolü ele alınmaktadır. Bu amaç kapsamında, öncelikle göz izleme yöntemi, bileşenleri ve okuma çalışmalarındaki genel göz hareketi bulguları hakkında bilgi verilmektedir. Ardından okuma sırasında ölçülen göz hareketlerinin okuma becerisi, dil deneyimi, çalışma belleği kapasitesi, yaş ve cinsiyet gibi bireysel farklılıklarla ilişkisini ele alan çalışmalar özetlenmektedir. Genel olarak, okuma davranışında belirgin bireysel farklılıklar olduğu görülmekte ve göz izlemenin söz konusu farklılıkları ortaya çıkarması bakımından verimli bir yöntem olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak göz izleme yönteminden kaynaklanabilecek olası sorunlar tartışılmakta, alternatif çözüm önerileri sunulmakta ve okuma davranışındaki bireysel farklılık tespiti için pratik anlamda sunacağı katkı için göz izleme yöntemine olan ihtiyacın altı çizilmektedir.

Getting Evidence Supporting the Individual Differences Approach: Eye-Tracking Method in Reading Studies

Abstract

As an expanding field of interest, the individual differences approach emphasizes the importance of focusing on variations among individuals to examine cognitive processes in greater detail. Studies in this context demonstrate that eye movements are a significant performance outcome contributing to the investigation of individual differences. This review focuses on the role of eye-tracking methodology in uncovering individual differences observed in reading behavior. For this purpose, information is first provided about the eye-tracking method, its components, and general findings on eye movements in reading studies. Subsequently, studies examining the relationship between eye movements measured during reading and individual differences such as reading ability, language experience, working memory capacity, age, and gender are summarized. In general, it is observed that there are notable individual differences in reading behavior, and eye-tracking is understood to be an effective method for uncovering these differences. Finally, potential issues related to the eye-tracking method are discussed, alternative solutions are proposed, and the necessity of eye-tracking methodology is emphasized for its practical contributions to identifying individual differences in reading behavior.

Makale Bilgisi

Geliş tarihi: 29 Ocak 2024

Düzeltilme tarihi: 31 Mart 2024

Kabul tarihi: 19 Temmuz 2024

DOI: 10.7816/nesne-12-33-08

¹ Uzm. Psk., Ege Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, bsrabatir(at)gmail.com, ORCID: 0009-0001-5063-8024

² Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, aycan.kapucu(at)ege.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7340-9876

Psikolojide deneysel yaklaşım; ilgili bağımsız değişkenin manipüle edilerek bağımlı değişken üzerindeki etkisinin ölçüldüğü, katılımcı içi varyasyonu ortaya çıkarmayı hedefleyen hâkim perspektif olarak görülmektedir. Ancak bireylerin bilişsel yetenekleri arasında farklılıkların olduğu gerçeği, bu farklılıkların incelenerek teori ve modellere dahil edilmesini gerektirmektedir (Goodhew ve Edwards, 2019). Bu görüşün yeni olmadığını vurgulamakla birlikte, özellikle son yıllarda araştırmacıların, deneysel yaklaşımı tamamlayıcı bir şekilde bireysel farklılıklara artan bir ilgi gösterdikleri belirtilmektedir (Revelle ve ark., 2011). Bu bağlamda yapılan çalışmalar, farklı bilişsel süreçlerde gösterilen performans çıktıları için bireyler arası karşılaştırmalar yapmaktadır. Bu çıktılarından biri olan göz hareketleri ise birçok bilişsel sürecin anlaşılması için kullanılan önemli ipuçlarıdır. Çünkü gözlerin nereye sabitlendiği, nereye ve nasıl hareket ettiği gibi bilgiler; nereye dikkat edildiği ve dolayısıyla bilişsel işlemenin doğası hakkında önemli çıkarımların yapılmasını sağlamaktadır (Punde ve ark., 2017). Bu nedenle göz izleme yöntemi; okuma, görsel dikkat, sahne algısı, yüz tanıma gibi çeşitli bilişsel süreçleri incelemek amacıyla sıklıkla kullanılmıştır. Giderek artan sayıda çalışmanın, göz izleme yöntemini kullanarak bilişsel süreçlerin genel mekanizması hakkında bilgi sağlamanın yanı sıra, ilgili bilişsel yetenekteki bireysel farklılıkların incelenmesi için de katkı sağladığı görülmektedir (Rayner, 2009a).

Örneğin; göz izleme yönteminin en sık kullanıldığı araştırma alanlarından biri olan okuma çalışmalarında, gözlerin nasıl hareket ettiğinin incelenmesi yoluyla algısal, bilişsel ve dilsel süreçler anlaşılacak istenmektedir. Bununla birlikte birçok çalışma, göz hareketi verilerinden yol çıkarak okuma davranışında görülen bireysel farklılıklar hakkında önemli bilgiler elde etmiştir (Gordon, 2020; Kemper ve ark., 2004; Rayner ve ark., 2006). Bu nedenle bu derlemede, göz izleme yönteminin kullanıldığı okuma araştırmalarına odaklanılacaktır. Önemli olarak, göz izleme yönteminin okuma davranışındaki bireysel farklılıkların ortaya çıkması için sağladığı yararlar üzerinde durulması amaçlanmaktadır. Ancak öncelikle göz izleme yöntemi, göz hareket bileşenleri ve okuma çalışmalarında elde edilen genel bulgular hakkında arka plan bilgisi sağlanacaktır. Daha sonra ise göz izleme yönteminin kullanıldığı okuma çalışmalarında elde edilen bireysel farklılık bulguları gözden geçirilecektir. Son olarak, göz izleme yönteminden kaynaklı olarak ortaya çıkabilecek sorunlar ve bu sorunlara yönelik öneriler ele alınacaktır.

Göz İzleme Yöntemi ve Göz Hareketi Bileşenleri

Göz izleme yöntemi, görsel bir etkileşim sırasında kişinin göz hareketlerini ve odaklanmalarını tespit eden teknikleri içermektedir (Mele ve Federici, 2012a). 19. yüzyılda başlayan göz izleme yönteminin, birçok disiplinde kullanılmasıyla birlikte özellikle son 30 yılda büyük bir ilerleme kaydettiği görülmektedir (Orquin ve Holmqvist, 2018). Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte, çeşitli göz izleme uygulamaları bulunmakta ve bu uygulamalar gittikçe daha kullanılabilir ve ulaşılabilir hale gelmektedir (Mele ve Federici, 2012b). Örneğin; laboratuvarında kullanılan sabit göz izleme cihazlarının yanı sıra, görevlerin doğal bir ortamda gerçekleşmesine izin veren giyilebilir göz izleme cihazları veya erişimi kolay tüketici web kameralarının kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Bu uygulama ve erişim kolaylığı ise göz izlemenin en yaygın bilimsel araçlardan biri olmasını sağlamaktadır (Semmelmann ve Weigelt, 2018).

Göz izleme yönteminde elde edilen iki temel göz hareketi bileşeni; gözün odaklanması (fiksasyon) ve bir yerden diğerine hareket etmesidir (sakkad). Göz hareketleri sırasında görme baskılandığı için görsel alandaki bilgiler odaklanmalar sırasında elde edilmektedir (Rayner, 2009a). Daha uzun odaklanma süreleri ise bilginin daha derin ve zahmetli işlendiğini ifade etmektedir (Zhan ve ark., 2020). Planlanması ve uygulanması zaman alan motor tepkiler olması nedeniyle, gözün harekete başlaması için geçen süre olan sakkad gecikmesi ve bir yerden diğerine hareket etmesi için gerekli süre olan sakkad süresi gibi farklı göz

hareketi ölçümleri elde edilmektedir. Bir göz hareketinin ulaştığı mesafe (sakkad uzunluğu), geriye doğru göz hareketleri (gerileme), bakış süresi, ilgi alanı vb. ölçümler ise incelenen bilişsel yeteneğe uygun olarak elde edilebilecek bilgilerdir (Rayner, 2009a). Okuma becerisini inceleyen çalışmalar ise genellikle odaklanma sayıları, süreleri, göz hareketlerinin mesafesi, süresi, geriye doğru göz hareketlerinin sayısı, toplam bakış süresi, ilk ve tek odaklanma süreleri gibi çeşitli göz hareketi ölçümlerini kullanmaktadır (Zhan ve ark., 2020). Bunun yanı sıra, bu ölçümlerin genel okuma becerisi için belirlenen ortalamaları bulunmakla birlikte, uyarana ve kişilere bağlı olarak farklılaştıkları da görülmektedir (Rayner, 2009a).

Okuma Çalışmalarında Göz Hareketleri

Okuma becerisini inceleyen çalışmalardan elde edilen bulgular; okuma sırasında bir kişinin ortalama 225-250 ms boyunca belirli bir noktaya odaklandığını ve alfabetik yazı sistemi okuyucuları için ortalama sakkad uzunluğunun 7-9 harflik boşluklar olduğunu göstermektedir. Geriye doğru göz hareketleri ise çoğu zaman önceki kelimeye yapılan, okumanın önemli üçüncü bileşenidir (Rayner, 2009a).

Bununla birlikte, bu üç önemli göz hareketi ölçümü; yazı tipinin zorluğu, kelimenin sıklığı ve uzunluğu, yazı sisteminin özellikleri, metnin sözdizimsel ve kavramsal zorluğu gibi uyaran özelliklerinden oldukça etkilenmektedir (Richardson ve Spivey, 2004). Örneğin; 2-3 harfli kelimeler zamanın %75'inde atlanırken, 8 harfli kelimelere neredeyse her zaman odaklanılmaktadır. Bunun yanı sıra içerik kelimelerine odaklanılma oranı (%85), işlev kelimelerine odaklanılma oranından (%35) daha yüksektir. Yazı sistemlerinin farklılaşmasının göz hareketi özelliklerini etkilediğini gösteren bulgular ise yoğun dil bilgisi özelliklerine sahip dillerde (Çince, İbranice vb.) göz hareketi uzunluklarının alfabetik yazı sistemlerine kıyasla daha kısa olduğunu belirtmektedir (Rayner, 2009a).

Araştırmacılar tarafından geliştirilen özel paradigmlar sayesinde ise okuyucunun göz hareketlerindeki değişkenlik sistematik bir şekilde incelenebilmektedir. Örneğin; belirli odaklanmalar sırasında ne kadar geniş bir alandan bilgi edinildiğini anlamak amacıyla geliştirilen hareketli pencere (moving window; REF) paradigması, okuyucuların algısal aralıklarını incelemek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu paradigmayı kullanan çalışmalar, alfabetik yazı sistemleri için odaklanmanın sağında 14-15 ve solunda 5 harfe kadar uzanan asimetrik bir algısal alan olduğunu göstermektedir (McConkie ve Rayner, 1976). Benzer şekilde, parafoveal görme ile ilişkili keskinlik kaybını telafi etmek için çevresel görmedeki harflerin boyutunun artırıldığı parafoveal büyütme paradigması (REF) ise odaklanmanın sağındaki algısal aralığın yaklaşık 14 harflik boşluk olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Görme merkezinde geçici bir maskelemenin yapıldığı hareketli maske paradigması (REF) ise odaklanılan yerden bilgi alınamadığında, okumanın zorlaştığını gösteren yararlı bir paradigma olarak kullanılmaktadır (Rayner, 2009a). Ancak bu paradigmların kullanılmasıyla elde edilen bulguların, kelime ve dil özelliklerine göre farklılaşabileceği vurgulanmalıdır. Örneğin; Henderson ve Ferreira (1990) hareketli pencere paradigmasını kullanarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, düşük sıklıkta kullanılan kelimelere kıyasla, yüksek sıklıkta kullanılan kelimelere odaklanıldığında daha az sayıda parafoveal kelimeden bilgi alındığını yani algısal aralığın daha küçük olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, Arapça ve İbranice gibi sağdan sola okunan dillerde, algısal aralık asimetrisinin sola doğru olduğunu gösteren bulgular (Jordan ve ark., 2014; Pollatsek ve ark., 1981) dil özelliklerinin algısal alanın özellikleri açısından önemli olduğunu göstermektedir.

Okuma davranışında önemli olan bir başka kavram ise ön izleme avantajıdır. Bu avantaj; odaklanılan kelimeden bir sonraki kelime için ön izleme sağlandığında, o kelimeye daha kısa odaklanılma ile karakterize edilmektedir (Kennison ve Clifton, 1995). Bu durumun incelenmesinde kullanılan sınır paradigmasında (boundary paradigm; REF), okuyucuya sunulan ön izleme bilgisi geçerli ve geçersiz olacak

şekilde manipüle edilmektedir. Geçerli bilgiler için ortaya çıkan ön izleme avantajının ise ortalama 30-50 ms olduğu düşünülmektedir (Rayner, 2009a). Ancak ön izleme avantajının, odaklanılan kelimenin zorluğuna göre değiştiği görülmektedir. Örneğin; sabitlenmiş kelime zorsa ön izleme avantajı azalmaktadır (Drieghe ve ark., 2005).

Son olarak, okuma sırasında göz hareketlerinin nereye ve ne zaman başlatıldığını araştıran çalışmalar, nereye kararının kelime uzunluğu gibi düşük seviyeli algısal özelliklerden; ne zaman kararının ise kelimenin tahmin edilebilirliği, sıklığı gibi sözcüksel özelliklerden etkilendiğini göstermektedir. Örneğin; kelime ne kadar kısaysa atlanma olasılığı o kadar fazladır (Rayner, 2009a). Bununla birlikte, düşük sıklıktaki hedef kelimeler için daha kısa odaklanma süreleri ortaya çıkmaktadır (Inhoff ve Rayner, 1986).

Özetle, okuma sırasındaki göz hareketlerinden elde edilen bilgiler, bilgi işleme süreci hakkında önemli ipuçları sunmaktadır. Bu kısımda aktarılan çalışmalar, okuyucuların göz hareketi ölçümlerinin, uyarana bağlı (kelime uzunluğu, frekansı, yazı sistemi, kavramsal bilgi vb.) olarak farklılaştığının altını çizmektedir. Ancak bu çalışmanın ana vurgusu olarak, okuma sırasındaki göz hareketi desenlerinde büyük miktarda bireysel farklılıkların da olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda, bahsedilen uyarana bağlı özelliklerin tüm bireylerde benzer etki göstermediği ve bireysel farklılıklar ile etkileşime girdiği de görülmektedir. Bu nedenle, okuma hakkında yapılan etkili açıklamaların, farklı göz hareketi desenlerine sahip okuyucuların birbirinden nasıl farklılaştığını içermesi gerekmektedir (Traxler ve ark., 2012).

Okumada Görülen Bireysel Farklılıklar

Birçok bilişsel yetenekte olduğu gibi, okumada da bireyler arası farklılaşmaların olduğu gerçeği, deneysel manipülasyonlardan kaynaklanan etkilerin daha dikkatli ve gerçekçi bir şekilde yorumlanmasına yardımcı olmaktadır. Bireysel farklılıklar yaklaşımının deneysel desenlere entegre edilmesinin yaygınlaşmasıyla birlikte ise, okuma çalışmalarının da hızlı bir şekilde bireyler arası farklılıkları incelemeye başladığı görülmektedir (Goodhew ve Edwards, 2019). Bu incelemeler ise sıklıkla okuyucuların göz hareketi desenlerinin karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Literatürde yer alan okuma çalışmaları incelendiğinde en yaygın olarak; okuma becerisi, dil deneyimi, çalışma belleği kapasitesi, yaş ve cinsiyet gibi bireysel farklılıkların ve bunların uyarana bağlı faktörlerle etkileşimlerinin incelendiği görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, yaygın olarak incelenen söz konusu bireysel değişkenleri içeren göz izleme çalışmalarının bulgularına odaklanılacaktır.

Okuma Becerisi

Okuyucuların akıcı ve kesin olarak okuyabildiği seviye olarak tanımlanan okuma becerisi, bireylerin okuma sırasında yaptıkları göz hareketlerinin farklılaşmasındaki en önemli etkenlerden biri olarak görülmektedir. Genel olarak okuma becerisi iyi olan kişilerin, okuma becerisi kötü olan kişilere kıyasla, odaklanma sürelerinin daha uzun, sakkad uzunluklarının daha kısa ve gerileme sayılarının daha fazla olduğu bilinmektedir (Rayner, 2009a). Örneğin; Ashby ve arkadaşları (2005) 44 katılımcıyı, kelime bilgisi ve anlama değerlendirmesini içeren bir okuma görevine göre, okuma becerisi ortalama ve iyi olarak iki gruba ayırmış ve okuma sırasındaki göz hareketlerini incelemiştir. Sonuçlar, ortalama okuma becerisine sahip grubun diğer gruba kıyasla kelimelere daha uzun süre odaklandığını ve daha fazla geriye doğru göz hareketi yaptıklarını göstermiştir. Bununla birlikte, iki grup arasındaki göz hareketi ölçümlerinin, kelime sıklığı ve tahmin edilebilirliğinden farklı şekilde etkilendiği bulunmuştur. Okuma becerisi ortalama olan kişilerin, yüksek frekanslı kelimelerden ziyade, düşük frekanslı beklenmedik kelimeleri tanımakta daha yavaş oldukları yani daha uzun odaklanma süreleri ve daha fazla gerilemeler gösterdikleri ancak bağlama daha

fazla güvindikleri ortaya çıkmıştır. Bu, metin tahmin edilen gibi gitmediğinde, düşük okuma becerisine sahip kişilerin okuma performansının düşmesinin nedenlerinden biri olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra, okuma becerisi ortalamasının altında olan kişilerin, yatay göz hareketlerinden ziyade, satırlar arası sakkad ve gerilemelerin daha fazla olmasıyla karakterize edilen dikey göz hareketlerinin kontrolünde diğer gruba kıyasla daha başarısız olduğu bilinmektedir (Hindmarsh ve ark., 2021). Dolayısıyla, okuma becerisinin, özellikle satırlar arası göz hareketlerinin önemli olduğu paragraf okuma gibi karmaşık görevler açısından ayırt edici bir değişken olduğu düşünülmektedir.

Chace ve arkadaşları (2005) ise okuma davranışındaki bireysel farklılıkların ön izleme avantajı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Katılımcılar, okuma becerileri bakımından iki gruba ayrılmış ve daha sonrasında sınır paradigması kullanılarak göz hareketleri kaydedilmiştir. Bulgular yüksek okuma becerisine sahip katılımcılardan farklı olarak, düşük okuma becerisine sahip katılımcıların ön izleme avantajı etkisi göstermediğini ortaya çıkarmıştır. Bu durum ise düşük okuma becerisine sahip kişilerin, odaklandıkları kelimede daha fazla zaman harcamasının bir sonraki kelimeden ön izleme almalarına engel olmasından kaynaklandığı düşüncesi ile açıklanmaktadır.

Bununla birlikte, okuma ve öğrenmede güçlük olarak tanımlanan disleksi hastalığına sahip bireyler de okuma becerisi düşük olan okuyuculara benzer şekilde, okuma becerisi yüksek olan okuyuculara göre daha uzun odaklanma süresi, daha kısa sakkadlar ve daha fazla gerilemeler göstermektedir (Rayner, 1998). Ancak yapılan çalışmalar, disleksik bireyler arasında da bazı göz hareketi farklılaşmalarının olabileceğini göstermektedir. Örneğin; Hutzler ve Wimmer (2004) İngilizceye göre nispeten daha basit fonem ilişkilerinin olduğu Almanca okuyan disleksik çocukların göz hareketlerini incelemiştir. İngilizceye kıyasla, Almanca okuyan disleksik çocukların daha az gerileme sayısı ve oranına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak yine de katılımcıların, normal okuyuculara göre daha uzun odaklanma süreleri ve daha kısa sakkadlar yaptıkları görülmüştür.

Okuma becerisini inceleyen çoğu çalışmada, okuma becerisinin küresel okuduğunu anlama ölçümüyle belirlenmesini eleştiren Kuperman ve Van Dyke (2011) ise çalışmalarında, okumanın belirli alt alanlarındaki (kelime çözme, adlandırma hızı vb.) beceri ölçümlerini dikkate almıştır. 71 lise öğrencisiyle yapılan deney sonucunda, kullanılan birden fazla sözel beceri testinin göz hareketleri üzerinde benzer güvenilir etkiler ortaya çıkardığı görülmüştür. Herhangi bir sözel beceri testinde iyi performans gösteren kişilerin, birinci ve ikinci okuma geçişinde ve toplam süre ölçümlerinde daha kısa odaklanmalar gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, gerileme ve kelimeye yeniden odaklanma yapma olasılıklarının daha düşük olduğu görülmüştür.

Ancak Gordon (2020) birbiriyle yüksek düzeyde ilişkili olan ve yaygın olarak kullanılan ölçümlerin, göz hareketlerindeki farklılaşmanın hangi ilgili yapıdan geldiğini açıklamayı zorlaştırdığını öne sürmüş ve çalışmasında farklı bilişsel yeteneklere bağlı olduğu düşünülen iki görevdeki performansı ve göz hareketlerini karşılaştırmıştır. Hızlı ardışık görevlerde sürekli dikkati gerektiren hızlı otomatik adlandırma (RAN) ve literatür bilgisi gerektiren yazar tanıma görevlerinin (ART) okuma sırasındaki göz hareketi özelliklerini açıklamada bağımsız olarak katkıda bulundukları görülmüştür. Sonuç olarak RAN puanlarının, ilk ve ikinci geçiş okuma süreleri ile ilişkili olarak algısal-motor ve dikkatli işlemeyi yansıtırken; ART puanlarının, kelimeleri atlama oranları ve bakış süreleri ile ilişkili olarak kelime tanımanın temel süreçlerini yansıttığı düşünülmektedir.

Dil Deneyimi

Okuyucuların göz hareketlerinde görülen farklılıklarla ilişkili olduğu düşünülen diğer bir faktör ise dil deneyimidir. Kişilerin maruz kaldıkları dilin özellikleri, okumadaki bilgi işlemeyi ve dolayısıyla göz hareketlerini etkilemektedir. Örneğin; harf dizilerinden oluşan İngilizceye kıyasla, karakterlerden oluşan Çincenin görsel olarak daha yoğun bir dil olduğu bilinmektedir. Bu iki dilin okuyucularının okuma sırasındaki göz hareketleri incelendiğinde, Çinli okuyucuların odaklanma süresi ve gerileme miktarının İngiliz okuyuculardan farklılaşmamasına rağmen sakkad uzunluklarının çok daha kısa olduğu (2-3 karakter) görülmektedir (Rayner, 2009a). Pollatsek ve arkadaşları (1981) ise sesli harflerin daha az kullanılması sonucu daha yoğun bir dil olan İbranice için de genel olarak daha kısa sakkadların söz konusunu olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Kuperman (2022) 12 alfabetik dilde metin okuyan kişilerin sakkad uzunluklarını incelemiş ve önceki çalışmalarla tutarlı olarak, daha kısa kelimelerin kullanıldığı dillerdeki (örneğin; İbranice) okuyucuların, daha uzun kelimelerin kullanıldığı dillerdeki (örneğin; Fince) okuyuculara kıyasla daha kısa sakkadlar yaptıklarını göstermiştir. Önemli olarak, bu bulguların, okuma sırasında kullanılan kelimelerin uzunlukları kontrol edildiğinde bile geçerli olduğunun görülmesi; deneyimin, bazı durumlarda okuma sırasındaki duysal girdiden daha etkili bir değişken olabileceğini vurgulamaktadır.

Dil deneyimi etkisinin incelendiği önemli bir grup ise iki dile sahip bireylerdir. Çünkü bu kişilerin ilk ve ikinci dile maruz kalma miktarları değişkenlik göstermekte ve bununla ilişkili olarak okuma sırasındaki bilgi işleme ve göz hareketleri farklılaşmaktadır. Örneğin Whitford ve Titone (2012) iki dilli bireylerin, ikinci dile maruz kalma miktarları ile yüksek ve düşük frekanslı kelimelere odaklanma süreleri arasındaki fark olarak bilinen kelime sıklığı etkisinin büyüklüğü arasında bir ilişkinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bulgular bir kişinin ikinci dile maruz kalma oranının artmasının hem ilk hem de ikinci dilde görülen sıklık etkilerini düşürdüğünü göstermektedir. Çünkü dile maruz kalma, düşük frekanslı kelimelere erişim hızını artırmakta ancak yüksek frekanslı kelimelere erişim hızında çok küçük farklılıklara neden olmaktadır. Dolayısıyla düşük ve yüksek frekanslı sözcüklere erişim hızları arasındaki farkın azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte, ikinci dile maruz kalmanın azalması daha büyük sıklık etkileri ile ilişkilendirilmiştir. Yani söz konusu dile maruz kalma miktarının, dildeki sözcüksel aktivasyonun önemli bir belirleyicisi olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmacılar sonraki bir çalışmalarında ise, ikinci dile maruz kalma oranındaki bireysel farklılıkların, küresel okuma zorluğu ölçümlerini yani dilin genel yönlerini modüle ettiğini göstermiştir. Çünkü ikinci dile maruz kalmanın artması, ikinci dilde kelime işlemenin kolaylaşmasıyla ilişkili olarak daha hızlı okuma ve daha kısa odaklanma sürelerini ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte bu maruz kalma etkisinin, birinci dildeki kelime işleme kolaylığını bozduğu belirtilmektedir (Whitford ve Titone, 2015). Bunun yanı sıra, Falkauskas ve Kuperman (2015) ise kelime sıklığı ve öngörülebilirliği gibi bir dildeki dağılımsal ön yargılara maruz kalmanın, okuma davranışında bireysel farklılıklara yol açıp açmadığını incelemiştir. Sonuçlar, daha az deneyimli okuyucuların dilin istatistiksel bilgilerine (kelime sıklığı) daha az duyarlı olduğunu göstermiştir.

Çalışma Belleği Kapasitesi

Okuduğunu anlama ve işleme için önemli bir faktör olan çalışma belleği ise bireylerin okuma sırasındaki göz hareketi ölçümlerinin farklılaşmasını açıklamak üzere incelenen yaygın bir alana-genel (domain general) bilişsel yetenektir. Genel olarak araştırmalar, çalışma belleği kapasitesi daha yüksek olan kişilerin, düşük olan kişilere kıyasla daha kısa odaklanma sürelerine sahip olduklarını göstermektedir (Traxler ve ark., 2012). Örneğin; Kemper ve arkadaşları (2004) geçici belirsizlik içeren cümleleri okuyan düşük çalışma belleği kapasitesine sahip kişilerin, yüksek çalışma belleği kapasitesine sahip kişilere kıyasla

okuma esnasında daha uzun toplam odaklanma süresine ve daha çok gerilemeye sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, çalışma belleği kapasitesinin okuma sırasında yapılan gerileme miktarı üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular, söz konusu farklılaşmanın gerileme verimliliğinden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Çünkü çalışma belleği kapasitesinin, gerileme verimliliğini öngören önemli bir değişken olduğu bilinmektedir. Örneğin; Tanaka ve arkadaşları (2014) çalışma belleği kapasitesi düşük ve yüksek olan katılımcıların, okunan metin içinde gerileme yapmalarını sağlayan metni anlama görevini kullanarak gerileme verimliliğini karşılaştırmıştır. Sonuçlar, çalışma belleği kapasitesi yüksek olan kişilerin, düşük olanlara kıyasla, gerilemeleri hedef sözcüğe yapma olasılıklarının daha yüksek olduğunu yani daha verimli ve dolayısıyla daha az gerilemeler yaptığını göstermektedir.

Bunun yanı sıra, çalışma belleği kapasitesindeki farklılıkların; göz hareketi ölçümlerinde görülen uyarana bağlı farklılıklar üzerinde de önemli etkilerinin olduğu görülmektedir. Örneğin; Kennison ve Clifton (1995) parafoveal ön izleme avantajının kişilerin çalışma belleği kapasitelerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını araştırmıştır. Bu amaçla araştırmacılar, çalışma belleği kapasitesi bakımından iki gruba ayrılan katılımcıların sınır paradigmasında hedef ve sınır kelimelerinde sergiledikleri göz hareketlerini incelemiştir. Sonuçlar düşük çalışma belleği kapasitesine sahip kişilerin hem sınır hem de hedef kelimeler için yüksek çalışma belleği kapasitesine sahip kişilere kıyasla daha uzun toplam bakış ve odaklanma sürelerine sahip olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, parafoveal ön izleme etkisinin hedef ve sınır kelimelerin sıklığından etkilendiği görülmekle birlikte, çalışma belleği kapasitesinin ön izleme avantajı için önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Ancak araştırmacılar bu durumu, çalışma belleği kapasitesinin kişilerin hedef kelimeyi atlamasını etkilemiş ve bu nedenle ön izleme avantajından daha az yararlanmış olabileceği düşüncesini öne sürerek açıklamaktadır. Traxler ve arkadaşları (2012) ise çalışma belleği kapasitesinin diğer birçok okuyucu özelliği (kelime bilgisi, okuma hızı vb.) ile ilişkili olduğunu vurgulayarak, okuma sırasındaki göz hareketlerinin benzersiz varyansı açıklayıp açıklamadığını incelemek için diğer bireysel farklılık değişkenlerinin varlığında bir değerlendirme yapmanın doğru olduğunu öne sürmüştür. Bu amaçla yapılan çalışmanın bulguları ise göz hareketlerinde görülen bireyler arası değişkenliğin çalışma belleği kapasitesinden ziyade okuma hızından etkilendiğini göstermiştir.

Yaş

Okuma sırasındaki göz hareketi ölçümlerinin bireyler arasında farklılık göstermesine katkı sağlayan önemli bir diğer değişken ise yaştır. Yapılan çalışmalar, okuma sırasındaki göz hareketi parametrelerinin, çocukluktan yetişkinliğe ve yetişkinlikten yaşlılığa doğru farklılaştığını göstermektedir. Örneğin; çocuklarda yaşın artmasıyla birlikte okuma hızı, sakkad uzunluğu ve algısal aralık boyutunun arttığı; odaklanma sayısı, süresi ve gerileme sayısının ise azaldığı görülmektedir (Wertli ve ark., 2023). Söz konusu farklılaşmaların, çocuğun yaşı dolayısıyla okuma deneyiminin artması sonucunda, sözcüksel temsillerinin zenginleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sözcüksel temsiller daha doğru ve ayrıntılı hale geldikçe, göz hareketi parametreleri yetişkinlerinkine benzer düzeye ulaşmaktadır (Luke ve ark., 2015). Örneğin; Haikio ve arkadaşları (2008) hareketli pencere paradigmasını kullanarak, farklı yaş grubundaki çocukların algısal aralık boyutlarını incelemiştir. Sonuçlar, algısal aralığın 8 yaşındaki çocuklarda 5, 10 yaşındakilerde 7 ve 12 yaşındakilerde 9 karakter olduğunu; dolayısıyla yaşla birlikte arttığını göstermiştir.

Ancak okuma sırasında sergilenen göz hareketi parametrelerindeki değişimin doğrusal olmadığı, aksine yetişkinliğe yaklaşıldıkça yavaşlamakta ve sabitlenmekte olduğu görülmektedir. Örneğin; Spichtig ve arkadaşları (2017) 2, 4, 6, 8, 10 ve 12.sınıf öğrencilerinin okuma sırasındaki göz hareketlerini inceledikleri çalışmalarında, parametrelerde görülen en büyük değişikliklerin ilkökul öğrencilerinde ortaya çıktığını

göstermiştir. Sonuçlar, okuma sırasındaki göz hareketlerinin ortaokuldaki bireyler için büyük oranda sabitlenmiş olduğunu ve lise yıllarında görülen ek değişimlerin ise özellikle okuma becerisi kötü olan öğrencilerin ayırt edilmesi için iyi bir gösterge olduğunu ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde bazı çalışmalar, okuma sırasındaki göz hareketlerinin 10 yaşından sonra yetişkinlerle benzer özellikte olduğunu vurgulamaktadır (Seassou ve Bucci, 2013).

Çocukların yanı sıra, yaş almış yetişkinlerin (60+) de okuma sırasında sergiledikleri göz hareketlerinin farklılaştığı görülmektedir. Örneğin; araştırmalardan elde edilen temel bulgular, yaş almış yetişkinlerin genç yetişkinlere kıyasla daha yavaş okuma hızı, daha küçük ve daha az asimetrik algısal aralığa sahip olduklarını göstermektedir (Rayner, 2009a). Örneğin; Rayner ve arkadaşları (2009b) genç ve yaş almış yetişkinlerden oluşan iki grup katılımcının, hareketli pencere paradigması kullanılarak oluşturulan okuma denemelerindeki göz hareketlerini incelemiştir. Sonuç olarak, yaş almış yetişkinlerin gençlere kıyasla daha küçük ve daha az asimetrik algısal alana sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte, yaş almış kişilerin okuma hızlarının gençlerden daha düşük olduğu bilgisi de elde edilmiştir.

Yaş almış kişilerin okuma performanslarında görülen farklılıklardan biri de ön izleme etkisinden yararlanma miktarlarıdır. Örneğin; Rayner ve arkadaşları (2010) sınır paradigmasını kullandıkları deneylerinde, yaş almış ve genç yetişkinlerin ön izleme avantajlarını karşılaştırmıştır. İlk ve tek odaklanma süresi gibi işlemenin erken ölçümleri için yaş almış ve genç yetişkinler arasında fark bulunmazken, bakış zamanı ve geçiş süresi gibi ölçümler için yaş almış yetişkinlerin gençlerden daha az ön izleme avantajı gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, ön izleme avantajının yaşla birlikte azaldığı bulgusunun, alfabetik olmayan yazı dillerinde de tekrarlandığı belirtilmelidir. Örneğin; He ve arkadaşları (2021) ön izleme avantajının yaşa göre farklılaşıp farklılaşmadığını, sembolik bir dil olan Çince için incelemiştir. Sınır paradigmasının kullanıldığı çalışmada araştırmacılar katılımcılara, iki karakterli bir sınır kelimesinden (n) sonra tek karakterli iki hedef kelime (n+1, n+2) sunmuştur. Genç yetişkinlerin her iki hedef kelimesi için de ön izleme avantajı gösterdiği görülmüştür. Bunun yanı sıra, ilk hedef kelime (n+1) için ön izleme avantajları arasında bir yaş farkı bulunmazken, ikinci hedef kelime (n+2) için yaş almış kişilerin gençlere kıyasla daha az ön izleme avantajı gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ancak ön izleme avantajındaki bu bireysel farklılaşmaların, ilk hedef kelimenin işleme talebinden etkilendiği yani söz konusu yaş farklılığının ilk hedef kelimenin anlaşılmasının zor olduğu durumlar için geçerli olduğu belirtilmiştir. Özetle bu sonuçlar, okuma sırasında göz hareketlerinde görülen bireysel farklılıkların, yaşlanmayla birlikte azalan bilişsel kaynakları yansıtabileceğini vurgulamaktadır.

Bununla birlikte, göz hareketlerindeki uyaran özelliklerinden kaynaklı farklılıkların, yaşa bağlı farklılıklarla etkileşime girdiği de sıklıkla elde edilen bir bulgudur. Örneğin; Rayner ve arkadaşları (2006) sıklığı, tahmin edilebilirliği ve yazı tipi zorluğu değişen kelimeler içeren cümleleri okuma sırasında, genç ve yaş almış yetişkinlerin göz hareketlerini incelemiştir. Elde edilen bulgular yaş almış yetişkinlerin okuma hızlarının gençlerden daha yavaş olduğunu ve aynı zamanda yaş almış kişilerin daha fazla odaklanma ve gerileme yaptıklarını göstermektedir. Bununla birlikte ilgili bağımsız değişkenlerin iki grup için de benzer etkilerinin olduğu, ancak yaş almış kişilerin yüksek sıklıktaki hedef kelimeyi daha fazla atladıkları ve daha fazla gerileme yaptıkları ortaya çıkmıştır. Vurgulanması gereken önemli bir nokta ise araştırmacıların bu bulguları, yaş almış kişilerin daha riskli okuma stratejisi benimsemesiyle açıklamasının tartışılan bir konu olmasıdır. Çünkü diğer araştırmacılar yaşa bağlı olarak elde edilen bu farklılaşmayı, yaş almış kişilerin telafi edici stratejiler kullanmasıyla açıklamaktadır. Örneğin; Risse ve Kliegl (2011) ön izleme avantajında yaşa bağlı farklılaşmaları araştırdıkları çalışmalarında, ikinci hedef kelime (n+2) için ön izleme avantajının yaşa bağlı farklılaşmadığını ortaya çıkarmıştır. Yani ikinci hedef kelime için geçersiz ön izleme sunduğunda hem

yaş almış hem de genç yetişkinlerin daha uzun bakış sürelerine sahip oldukları görülmüştür. Ancak genç yetişkinlerin yaş almış yetişkinlere kıyasla, ilk hedef kelime için bakış sürelerini daha iyi ayarladıkları yani ön izleme avantajı sağladıkları ortaya çıkmıştır. Ancak araştırmacılar bu bulguların, yaş almış kişilerin gençlere daha benzer okuma hızı sağlamak için kullandıkları telafi edici stratejilerden kaynaklandığını öne sürmektedir. Benzer şekilde, Choi ve arkadaşları (2017) genç ve yaş almış yetişkinler için sınır paradigmasıyla ön izleme manipülasyonu yapmış ve kelime tahmin edilebilirliğin etkisini incelemiştir. Sonuçlar yaş almış bireylerin gençlere kıyasla daha uzun odaklanma sürelerine sahip olduklarını ancak kelime atlama oranları, sakkad uzunlukları ve gerileme oranlarında yaşa bağlı farklılıkların ortaya çıkmadığını göstermiştir. Bununla birlikte yaş almış yetişkinlerin okuma süreleri için tahmin edilebilirliğin daha etkili olduğu yani tahmin edilebilir kelimeler için okuma sürelerinde görülen düşüşün yaşlı yetişkinler için daha büyük olduğu görülmüştür. Bu bulgulardan yola çıkan araştırmacılar ise yaş almış kişilerin iddia edilen gibi riskli değil, telafi edici okuma stratejilerine sahip olabileceğini savunmuştur.

Cinsiyet

Son olarak, göz izleme yönteminin; okuma davranışı için cinsiyet farklılıklarının olduğunu öne süren çalışmalara katkı sunmaya başladığı da belirtilmelidir. Örneğin; okumaya daha olumlu bir tutum içinde olan ve bu nedenle daha sık kitap okudukları düşünülen kadınların, okuduğunu anlama becerilerinin erkeklerden daha iyi olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Devetak ve Glažar, 2010). Bununla birlikte, göz izleme yöntemlerinin gelişmesi cinsiyet farklılıklarına dair bilgilendirici çalışmalara yol açmıştır. Örneğin; Zhan ve arkadaşları (2020) göz izleme yöntemini kullanarak, okuma sırasındaki göz hareketi ölçümlerinin cinsiyet ve okuma becerisinden etkilenip etkilenmediğini araştırmıştır. Göz kırpma hızı ve gerileme oranlarının, cinsiyete; odaklanma hızı ve sakkad hızının, okuma becerisine duyarlı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte sonuçlar, cinsiyetin ana etkisinin, okuma becerisi etkisinin büyüklüğünden daha küçük olduğunu ve aynı zamanda iyi okuyucular arasındaki cinsiyet farklılıklarının daha belirgin olduğunu göstermiştir. Özetle, farklı cinsiyete sahip kişilerin göz hareketi ölçümlerinin farklılaşmasının, okuma becerisiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, göz hareketi ölçümlerinde görülen bireysel farklılıkları destekleyen çalışmaların; okuma sırasındaki bilişsel işlemenin kişiler arasında farklılaşabileceğinin ve uyaran özelliklerinden kaynaklı etkilerin, elde edilen bireysel farklılıklar bakımından değişebileceğinin anlaşılmasına katkıda bulunduğu görülmektedir.

Göz İzleme Yönteminden Kaynaklanabilecek Olası Sorunlar ve Öneriler

Göz izleme yöntemi okuma sırasındaki göz hareketlerinin ölçümü yoluyla bireyler arası farklılıkların ortaya çıkmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Ancak göz izleme yöntemini kullanan araştırmacıların, yöntemden kaynaklanabilecek bazı sorunların olabileceğini göz önüne almaları ve bu sorunlar için çözüm yolları aramaları gerekmektedir. Örneğin; bilişsel süreçleri araştıran laboratuvar çalışmalarına getirilen eleştirilere benzer şekilde, söz konusu araştırmaların gerçek dünyadaki insan işleyişini tam olarak yansıtmama olasılığı göz önüne alınması gereken bir durumdur (Hessels ve ark., 2020). Çünkü laboratuvar içinde oluşturulan deney koşullarının, gündelik hayatta okuma yapılan ortamlardan daha kontrollü olduğu bilinmektedir. Bu koşullar genellikle katılımcıların, diğer görsel ve işitsel uyaranlardan yoksun oldukları ve motivasyonun sadece okuma görevi üzerinde olduğu bir ortamı yansıtmaktadır. Oysa günlük hayatta insanlar, ev, okul, iş yeri, toplu taşıma gibi farklı ortamlarda ve çeşitli bilişsel görevleri gerçekleştirdikleri sırada okuma yapmaktadır. Bununla birlikte, deney ortamında okuma yapılacak parçalar,

olası diğer karıştırıcı etkileri kontrol etmek amacıyla, çeşitli kriterler açısından sınırlandırılmaktadır. Ancak insanlar genellikle, duygu, dikkat ve bellek gibi diğer bilişsel süreçleri etkileyebilecek farklı özellikteki okuma parçalarını, çeşitli motivasyonlarla okumak durumundadır. Farklı motivasyonlar ise, okuma davranışının ve göz hareketlerinin farklılaşmasına neden olacaktır. Örneğin; nötr parçalara kıyasla, duygu yüklü okuma parçalarını okuma sırasındaki göz hareketlerinin, hızlı işleme avantajına yönelik olduğunu gösteren bulgular bulunmaktadır (Knickerbocker ve ark., 2019). Bunun yanı sıra, günlük hayatta hatırlama talebini içeren dolayısıyla bellek süreçlerinin aktif kullanıldığı okumalar yapılabileceği gibi estetik bir haz alma amacı taşıyan edebi okumalar yapılabilir (van den Hoven ve ark., 2016). Dolayısıyla, doğal okuma davranışını daha iyi anlamak amacıyla, uyaran özellikleri ve bireysel farklılıkların göz hareketi üzerindeki etkileşimlerini ortaya çıkarmayı hedefleyen karma deney desenlerinin tasarlanması gerekli görülmektedir. Ancak; okuma sırasındaki göz hareketlerinde görülen bireysel farklılıkların, psikometrik anlamda güvenilir olan deneysel etkiler için yorumlanmasının gerekli olduğunun altı çizilmelidir (Staub, 2021). Yani deney desenlerinin, sonuçların güvenilirliğini tehlikeye atmayacak ve yorumlanmasını zorlaştırmayacak şekilde tasarlanmasının önemli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Laboratuvar ortamının yarattığı genel kısıtlılıkların yanı sıra, yüksek veri kalitesi elde etmek amacıyla kullanılan sabit göz izleme cihazlarının da kişilerin gerçek okuma performanslarını yansıtmalarına engel olabilecek durumlar yarattığı düşünülmektedir. Örneğin; çoğu zaman insanlar, bir okuma yaparken el, kol, kafa gibi uzuvlarını hareket ettirmekte ya da konumlarını değiştirmektedir. Bu doğal hareketlerin engellenmesi, alışık olunan okuma eyleminin gerçekleştirilemediği, yapay bir ortamın oluşmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, sabit göz izleme cihazlarının kullanıldığı deneylerde yer alan hareketsiz bir şekilde durma talimatının, bilişsel süreçler üzerinde bozucu etkilere yol açabileceği göz ardı edilmemelidir (Nevalainen ve Sajaniemi, 2004). Örneğin; çene sabitleyici gibi, kişinin zorunlu olarak hareketsiz kalmasına neden olacak deney ekipmanlarının kullanılmadığı, ancak sadece hareketsiz kalma talimatının verildiği çalışmalarda bile sonuçlar; yönerge manipülasyonunun bilişsel yükü artırdığını ve bu durumun bilişsel performansı olumsuz şekilde etkilediğini göstermektedir (Langhanns ve Müller, 2018). Bununla birlikte, bilişsel kapasite üzerinden etki eden bu durumun, bilişsel kapasiteleri açısından farklılaşan bireylerin okuma performansları üzerinde, aynı derecede etki etmeyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin; yetişkinlere kıyasla çocuklar için çok daha zorlayıcı bir görev olan hareketsiz kalmanın, bilişsel performans üzerinde daha olumsuz veya telafi edilemeyecek etkiler yaratması beklenmelidir. Dolayısıyla, sabit göz izleme cihazlarının yarattığı sorunlar, özellikle bireysel farklılıkların incelendiği çalışmalar için önemli bir karıştırıcı değişken olabilmektedir. Ancak teknolojinin hızla gelişmesi sayesinde, göz izleme yönteminin ekolojik geçerliliğini artırmayı amaçlayan ve aynı zamanda kullanım ve ulaşım açısından daha avantajlı olarak görülen göz izleme cihazları ortaya çıkmakta ve bu cihazlar pek çok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır (Özer ve Özdemir, 2021). Örneğin; giyilebilir modern video tabanlı göz izleme cihazlarının, sürekli göz hareketi ölçümleri yapılırken, kişilerin, algı ve bilişlerinin derin kavrayışlarına izin vererek dünyayı özgürce dolaşmalarını sağladıkları belirtilmektedir (Hessels ve ark., 2020). Göz izlemeyi büyük ölçüde basitleştiren bu yöntemlerin bir diğeri ise tüketici sınıfı web kameralarının kullanımıdır. Web kameralarının çevrimiçi göz hareketi verilerini kaydetmesi sayesinde, çok daha kolay bir şekilde ve çok daha fazla sayıda veri elde edilmesi planlanmaktadır (Sammelmann ve Weigelt, 2018). Bununla birlikte, yukarıda da bahsedildiği gibi, bu yöntemlerin kullanılmasının, okuma davranışında görülen bireysel farklılıkların ortaya çıkarılması açısından önemli olduğunu vurgulayan bazı bulgular bulunmaktadır. Örneğin; Strandberg ve arkadaşları (2023) ilkökul birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinin okuma davranışını, doğal ortamlarında, harekete izin veren göz izleme teknolojisini kullanarak incelemiştir. Sonuçlar, okuma davranışındaki bireysel farklılıkların keşfedilmesi açısından önemli olacak şekilde, göz hareketlerinin performanstaki geniş

varyansı ortaya çıkardığını göstermektedir. Dolayısıyla farklı özellikteki örneklemelerin doğal okuma davranışlarını inceleyecek çalışmaların, kullanacakları göz izleme yöntemini, örneklemin okuma ve diğer bilişsel performanslarının doğasını göz önünde bulundurarak seçmesi önemlidir.

Daha erişilebilir ve kullanımı kolay göz izleme cihazlarının, göz izleme verilerinin ekolojik geçerliliği için gerçekçi katkılar sağlayıp sağlayamadığı tartışılan bir konudur. Örneğin; Mele ve Federici (2012b) söz konusu yenilikçi sistemlerin, okuma performansını inceleyen deneylerdeki göz hareketlerini doğru bir şekilde kaydettiklerini ve hızlı bir şekilde, yüksek kalitede veriler elde ettiklerini ortaya çıkarmıştır. Ancak Hessels ve arkadaşları (2020) özellikle giyilebilir göz izleme cihazlarının kullanımı sırasında, nesnelerin ve kişilerin hareketi sonucunda pek çok farklı bileşen içerebilen bakış yönü sinyalinin ortaya çıktığını vurgulamaktadır. Bu bileşenleri, gerçek bakış yönü sinyalinden ayırmanın zor olması sebebiyle ise veri analizinin zor olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda, sabit göz izleme cihazları için olan odaklanma ve sakkad kavramlarıyla karşılaştırılması zor veriler elde edildiği de düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu cihazların bireysel farklılıkların ortaya çıkmasında ne kadar güvenilir veriler sağladığı merak edilen bir sorudur. Örneğin; Sibley ve arkadaşları (2018) düşük maliyetli göz izleme cihazlarının denek içi değişkenliği değerlendirmek için yararlı olmasına rağmen, bireyler arası karşılaştırmalar yapmak için güvenilir veriler sağlamadığını ortaya koymuştur. Ancak, okuma davranışındaki bireysel farklılıklara ilişkin literatürde yer alan bulguların, çoğunlukla sabit göz izleme teknolojilerinin kullanıldığı çalışmalardan geldiği göz önüne alındığında; gelecekteki çalışmaların, yenilikçi teknolojileri de kapsayan çeşitli göz izleme cihazlarının sağladığı bulguları karşılaştırması gerekmektedir. Bununla birlikte, yenilikçi göz izleme cihazlarından elde edilen verilere ilişkin bahsedilen sorunların ortaya çıkmasındaki nedenlerden bir diğeri ise gerçek dünyada göz izleme çalışmasını yürütme gereksinimi için öne sürülebilecek teorik nedenlerin genellikle yüzeysel olmasıdır (Hessels ve ark., 2020). Bu nedenle, söz konusu yenilikçi yöntemlerin etkili olabilmesi için sağlam teorik nedenlerden yola çıkılmalı ve bu yöntemler iyi bir eğitimden geçen araştırmacılar tarafından kullanılmalıdır. Ancak, teknolojinin gelişmesi sayesinde, yenilikçi göz izleme yöntemlerinin zaman içinde daha doğru sonuçlar elde etmesi de mümkündür. Yenilikçi göz izleme yöntemlerinin yanı sıra, laboratuvarında kullanılan göz izleme cihazların da kurulum, ayarlama, kalibrasyon ve veri elde etme süreçlerinde farklılaşmaları sebebiyle farklı kalite ve miktarda göz hareketi verileri elde ettiği de göz önüne alınmalıdır (Nevalainen ve Sajaniemi, 2004). Bu nedenle araştırmacıların en verimli göz izleme cihazlarını kullanmaları, elde edilen sonuçların güvenilirliğini artırması bakımından dikkat edilmesi gereken bir konudur.

Okumada bireysel farklılıkları incelemek için göz izleme yönteminin kullanıldığı çalışmalarda karşılaşılabilecek önemli bir diğer sorun ise; göz hareketi ölçümleri için tanımlanan eşik değerlerin her zaman optimal olmamasıdır. Çünkü göz hareketi modellerini analiz etmek için, verilerin odaklanma ve göz hareketlerine ayrıştırılması gereklidir. Ancak bu ayrıştırma için çoğu zaman, kullanılan göz izleme cihazı tarafından sağlanan dağılım ve hıza dayalı farklı eşik değerleri kullanılmaktadır. Okuma literatürü incelendiğinde ise; göz hareketi parametreleri için farklı eşik değerlerini öneren çeşitli algoritmaları kullanan çalışmaların olduğu görülmektedir. Örneğin; Nyström ve Holmqvist (2010) göz hareketi parametrelerini, odaklanma, sakkad ve sakkad sonrası dalgalanma olarak sınıflandırmayı önerdikleri algoritmalarının, karşılaşılan seçirme sorununu azalttığını ve bu sayede önceki algoritmalara kıyasla, okuma davranışına yönelik daha güvenilir bulguların ortaya çıkmasını sağladığını öne sürmektedir. Ancak yakın zamanda yapılan bir çalışma, söz konusu algoritmanın, pek çok okuma çalışmasında tatmin edici sonuçlara yol açmadığını göstererek, algoritmayı daha az hata yapacak şekilde geliştirmiş ve farklı iki algoritma ile kıyaslamıştır. Sonuçlar, farklı algoritmaların, farklı parametreler açısından avantajlı olduğunu göstermektedir (Friedman ve ark., 2018). Sonuç olarak, okuma sırasındaki göz hareketlerini inceleyecek

gelecekteki çalışmaların, kullandıkları göz izleme cihazı ve göreve uygun olabilecek algoritmaya karar vermesi için, güncel çalışmaları ve bulguları takip edip değerlendirmesi önemlidir. Bununla birlikte, özellikle bireysel farklılıkların incelenmesi söz konusu olduğunda ilgili göz hareketi bileşeninin saptanması için katılımcılara özgü farklı eşik değerlerin kullanılması gerekmektedir. Çünkü örneğin bazı durumlarda, eşik değeri geçilmediği için küçük göz hareketi ve odaklanmaların kaçırıldığı bilinmektedir. Bunun nedeni, standart algoritmaların herkes için bir eşik değeri belirlemesidir. Ancak bireysel eşik değerlerinin kullanılması da çalışmaların tekrarlanması ve karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır. van Renswoude ve arkadaşları (2018) bu sorunun gidermek için kullanımı kolay, açık kaynaklı bir yazılım aracı olan Gazepth'i önermiştir. Çalışmalar düşük ve yüksek kalitedeki verilerin karşılaştırılmasında, tüm katılımcı ve denemeler için bir ara yüz sağlayan Gazepth'in yararlı bir yöntem olduğunu göstermektedir. Ancak, bu yöntemin okuma sırasındaki göz hareketlerinde ortaya çıkan bireysel farklılıkları incelemek için de yararlı olup olmadığını anlamak, gelecekteki çalışmaların hedeflerinden biri olmalıdır.

Göz izleme çalışmalarından daha verimli sonuçlar elde etmek için kullanıcı ve teknoloji sistemlerinin etkileşimli bir şekilde uygulanmasının ve değerlendirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Çünkü kullanıcı ve teknolojiye odaklanan sistem içi bakış açısı sayesinde deneyimin bütünsel olarak ele alınabileceği teknolojilerin geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bu nedenle kullanıcı merkezli bir yaklaşımın benimsenmesi, göz izleme yönteminin daha doğru sonuçlar vermesine katkıda bulunacaktır (Mele ve Federici, 2012a).

Göz izleme yöntemiyle elde edilen bulguların dikkatli bir şekilde yorumlanmasının son derece önemli olduğunun altı çizilmelidir. Çünkü göz hareketleri ve bilişsel işleme arasında güçlü bir ilişkinin olduğu bilinmekle birlikte, birçok istisna nedeniyle bu ilişkinin varsayılması yerine kanıtlanması gerekmektedir (Orquin ve Holmqvist, 2018). Örneğin; Deubel (2008) bazı durumlarda gözün odaklanması ve dikkat arasında 250 ms kadar olabilecek ayrışmalar olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, okuma sırasındaki göz hareketlerini inceleyen çalışmalardan elde edilen bulguların da söz konusu ayrışmaların olma olasılığını göz önünde bulundurarak yorumlanması önemlidir. Örneğin; okuma sırasında yaşanabilecek bir durum olan dikkatsiz/bilinçsiz okuma (mindless reading), gözün okunulan metinde olmasına ve hareket etmesine rağmen, metindeki bilginin işlenmemesi olarak tanımlanmaktadır. Günlük hayatta sıklıkla yaşanabilecek bir durum olduğu göz önüne alındığında; çalışma sonuçlarının yorumlanması açısından bilinçsiz okuma tespitinin önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü bilinçsiz okuma, göz hareketi parametrelerinde görülen farklılıkların bir nedeni olabilmektedir. Örneğin; Reichle ve arkadaşları (2010) normal ve bilinçsiz okuma sırasındaki göz hareketi parametrelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, bilinçsiz okuma sırasındaki odaklanma süresinin normal okumaya kıyasla daha uzun olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bilinçsiz okuma gerçekleştirme olasılığı da bazı bireysel farklılıklara bağlı olabilmektedir. Örneğin; hızlı okuyan kişilerin daha fazla bilinçsiz okuma gerçekleştirdikleri görülmektedir (Loboda, 2014). Dolayısıyla, okumada göz hareketini inceleyen çalışmalarda, bireysel farklılıkların bilinçsiz okuma ile olan ilişkilerinin saptanması önemlidir. Bununla birlikte, göz hareketi ve bilişsel işleme arasında her zaman güçlü bir ilişki olmayabileceğinin vurgulayan Orquin ve Holmqvist (2018) yanlış pozitif (odaklanılmış ama işlenmemiş) ve yanlış negatif (odaklanılmamış ama işlenmiş) durumların olabileceğini göz önünde bulunduran sinyal tespit varsayımının kullanılmasını önermiştir. Bu varsayım göz önüne alındığında, göz hareketlerini inceleyen çalışmaların teorik düşüncelere dayalı mekanizmaları net bir şekilde tanımlamalarının gerekli olduğu açıktır.

Son olarak, okuyucuların göz hareketlerinin incelendiği çalışmalarda odaklanılan bireysel farklılıklar arasındaki yüksek dereceli ilişkilerin; göz hareketlerini açıklamadaki ortak varyansı paylaşma

olasılığının yüksek olması, ortaya çıkan etkilerin nedenselliğinin sorgulanmasının gerekli olduğunu işaret etmektedir. Örneğin; Traxler ve arkadaşları (2012), ortak bir varyansı paylaştığı bilinen çalışma belleği kapasitesi ve okuma hızını, göz hareketi parametrelerinde görülen değişkenlikler açısından ayırt edici bir şekilde incelemiştir. Önceki çalışmaların aksine, ortaya çıkan değişkenliğin çalışma belleği kapasitesinden ziyade okuma hızından kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Bu nedenle, okuyucular arası bireysel farklılıkların göz hareketleriyle incelendiği çalışmalarda bağımsız değişkenler dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Bununla birlikte, birden fazla bağımlı değişken kullanılmasından kaynaklı ortaya çıkabilecek Tip-1 hata yapma yani farklılığın gerçekte var olmamasına rağmen var olduğunu kabul etme olasılığını azaltmak amacıyla bağımlı değişkenlerin seçiminde de özenli davranılmasının gerekli olduğu vurgulanmalıdır.

Sonuç ve Öneriler

Bu derleme çalışması, okuma davranışında görülen bireysel farklılıkları, göz izleme yöntemi kullanarak ele alan çalışma bulgularını genel bir çerçevede özetlemektedir. Sonuç olarak, okuma sırasındaki göz hareketleri ve dolayısıyla bilişsel işleme bireysel farklılıklara göre değişebilir ve göz izleme bu farklılıkları ortaya koymak için kullanılabilir verimli bir yöntemdir. Bu alanda yapılan çalışmaları hem teorik hem de pratik açıdan alana önemli katkılar sağlama potansiyeline sahiptir. Ancak göz izleme yönteminden kaynaklanabilecek sorunlar ve çözüm önerileri göz önüne alınarak, uygun göz izleme teknolojilerinin kullanıldığı kontrollü çalışmaların yapılması ve sonuçların dikkatli bir şekilde yorumlanması önemlidir.

Derleme kapsamında aktarılan bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, göz izleme yönteminin katkısı ile okuma davranışında görülen bireysel farklılıkların ortaya çıkarılması ve bu farklılıklarla ilişkili olabilecek faktörlerin incelenmesi hem teorik hem de uygulamalı alanda önemli etkilere yol açabilir. Söz konusu çalışmalardan elde edilen bulgular, okuma ile ilgili bilişsel modellerin açıklama ve tahmin güçlerini artırabilir. Teorik bilginin daha etkili hale gelmesi ise eğitim, iş, klinik ve teknoloji gibi uygulama alanlarında hızlı ve etkili tespit, değerlendirme önleme ve müdahale çalışmalarının gerçekleştirmesine olanak sağlayabilir. Örneğin; okuma hızı, okuduğunu anlama düzeyi gibi bireysel özelliklerin erken dönemde tespit edilmesi, okuma becerilerindeki gelişimsel seyrin ele alınmasına ve buna uygun olarak özelleştirilmiş eğitim programlarının yapılandırılmasına imkân tanıyacaktır. Özellikle disleksi gibi öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerin göz izleme verilerine dayalı olarak bireyselleştirilmiş okuma programlarının oluşturulması, var olan destek programlarını daha etkili hale getirecektir. Bunun yanı sıra, okuma davranışında sorun yaşayan kişiler için erken dönemde yapılan göz izleme ölçümleri; dikkat eksikliği, dil gelişim geriliği veya bilişsel işleme gibi sorunların tespit edilmesini ve bireye yönelik uygun müdahalelerin planlanmasını sağlayacaktır. Farklı dil gruplarındaki bireylerin okuma becerilerindeki bireysel farklılıkların gözlemlenmesinin ise çok dilli bireyler için daha etkili eğitim yaklaşımlarının geliştirilmesine önemli bir katkı sunması beklenmektedir.

Okuma davranışındaki bireysel farklılıkların göz izleme yöntemiyle ele alınması aynı zamanda, okuma becerisinde sorun yaşayan nörolojik bozukluk veya travmatik beyin hasarına sahip bireylerin rehabilitasyon süreçlerinin daha etkili hale getirilmesine fayda sağlayacaktır. Bu sayede söz konusu klinik popülasyonlara yönelik kişiselleştirilmiş terapi planlarının oluşturulması oldukça önemlidir. Bununla birlikte, göz izleme yöntemiyle elde edilen okuma davranış desenlerinin, teknoloji tabanlı değerlendirme ve eğitim araçlarının geliştirilmesi ve etkili bir şekilde kullanılmasına katkı sunabilir. Örneğin; okuma

davranışındaki bireysel farklılıkların belirlenmesi, yapay zekâ destekli okuma uygulamaları ve değerlendirme sistemlerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Son olarak, önemi belirtilen çalışmaların özellikle hukuk, akademi gibi yoğun okuma gerektiren meslek dallarındaki bireyler için özel stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olması da beklenmektedir. Bu nedenle gelecekte daha fazla sayıda çalışmanın, göz izleme yöntemini kullanarak hem okuma ve okuma davranışında gözlenen bireysel faktörleri incelemesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Ashby, J., Rayner, K. ve Clifton, C., Jr. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 58A(6), 1065–1086. <https://doi.org/10.1080/02724980443000476>
- Chace, K. H., Rayner, K. ve Well, A. D. (2005). Eye Movements and Phonological Parafoveal Preview: Effects of Reading Skill. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 59(3), 209–217. <https://doi.org/10.1037/h0087476>
- Choi, W., Lowder, M. W., Ferreira, F., Swaab, T. Y. ve Henderson, J. M. (2017). Effects of word predictability and preview lexicality on eye movements during reading: A comparison between young and older adults. *Psychology and Aging*, 32(3), 232–242. <https://doi.org/10.1037/pag0000160>
- Deubel, H. (2008). The time course of presaccadic attention shifts. *Psychological Research*, 72(6), 630–640. <https://doi.org/10.1007/s00426-008-0165-3>
- Devetak, I. ve Glažar, S.A. (2010), The influence of 16-year-old students' gender, mental abilities, and motivation on their reading and drawing submicrorepresentations achievements. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1561-1593.
- Drieghe, D., Rayner, K. ve Pollatsek, A. (2005b). Eye movements and word skipping during reading revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 954–969.
- Falkauskas, K. ve Kuperman, V. (2015). When experience meets language statistics: Individual variability in processing English compound words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(6), 1607–1627. <https://doi.org/10.1037/xlm0000132>
- Friedman, L., Rigas, I., Abdulin, E. ve Komogortsev, O. V. (2018). A novel evaluation of two related and two independent algorithms for eye movement classification during reading. *Behavior Research Methods*, 50(4), 1374–1397. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1050-7>
- Gordon, P. C., Moore, M., Choi, W., Hoedemaker, R. S. ve Lowder, M. W. (2020). Individual differences in reading: Separable effects of reading experience and processing skill. *Memory and Cognition*, 48(4), 553–565. <https://doi.org/10.3758/s13421-019-00989-3>
- Goodhew, S. C. ve Edwards, M. (2019). Translating experimental paradigms into individual-differences research: Contributions, challenges, and practical recommendations. *Consciousness and Cognition: An International Journal*, 69, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2019.01.008>
- Häikiö, T., Bertram, R., Hyönä, J. ve Niemi, P. (2009). Development of the letter identity span in reading: evidence from the eye movement moving window paradigm. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(2), 167–181. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.002>
- He, L., Ma, W., Shen, F., Wang, Y., Wu, J., Warrington, K. L., Liversedge, S. P. ve Paterson, K. B. (2021). Adult age differences in parafoveal preview effects during reading: Evidence from Chinese. *Psychology and Aging*, 36(7), 822–833. <https://doi.org/10.1037/pag0000639>

- Henderson, J. M. ve Ferreira, F. (1990). Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: implications for attention and eye movement control. *Journal of experimental psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 16(3), 417–429. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.16.3.417>
- Hessels, R. S., Niehorster, D. C., Holleman, G. A., Benjamins, J. S. ve Hooge, I. T. C. (2020). Wearable Technology for “Real-World Research”: Realistic or Not? *Perception*, 49(6), 611–615. <https://doi.org/10.1177/0301006620928324>
- Hindmarsh, G. P., Black, A. A., White, S. L., Hopkins, S. ve Wood, J. M. (2021). Eye movement patterns and reading ability in children. *Ophthalmic ve physiological optics: the Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 41(5), 1134–1143. <https://doi.org/10.1111/opo.12854>
- Hutzler, F. ve Wimmer, H. (2004). Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language*, 89(1), 235–242. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00401-2](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00401-2)
- Inhoff, A. W. ve Rayner, K. (1986). Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception and Psychophysics*, 40(6), 431–439. <https://doi.org/10.3758/BF03208203>
- Jordan, T. R., Almabruk, A. A., Gadalla, E. A., McGowan, V. A., White, S. J., Abedipour, L. ve Paterson, K. B. (2014). Reading direction and the central perceptual span: evidence from Arabic and English. *Psychonomic Bulletin and Review*, 21(2), 505–511. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0510-4>
- Kemper, S., Crow, A. ve Kemtes, K. (2004). Eye-fixation patterns of high- and low-span young and older adults: down the garden path and back again. *Psychology and Aging*, 19(1), 157–170. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.1.157>
- Kennison, S. M. ve Clifton, C. (1995). Determinants of parafoveal preview benefit in high and low working memory capacity readers: Implications for eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(1), 68–81. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.1.68>
- Knickerbocker, F., Johnson, R. L., Starr, E. L., Hall, A. M., Preti, D. M., Slate, S. R. ve Altarriba, J. (2019). The time course of processing emotion-laden words during sentence reading: Evidence from eye movements. *Acta Psychologica*, 192, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2018.10.008>
- Kuperman, V. ve Van Dyke, J. A. (2011). Effects of individual differences in verbal skills on eye-movement patterns during sentence reading. *Journal of Memory and Language*, 65(1), 42–73. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2011.03.002>
- Kuperman, V. (2022). A cross-linguistic study of spatial parameters of eye-movement control during reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 48(11), 1213–1228. <https://doi.org/10.1037/xhp0001038>
- Langhanns, C. ve Müller, H. (2018). Effects of trying 'not to move' instruction on cortical load and concurrent cognitive performance. *Psychological Research*, 82(1), 167–176. <https://doi.org/10.1007/s00426-017-0928-9>
- Loboda, T. D. (2014). *Study and detection of mindless reading* [Doctoral dissertation]. University of Pittsburgh.
- Luke, S. G., Henderson, J. M. ve Ferreira, F. (2015). Children's eye-movements during reading reflect the quality of lexical representations: An individual differences approach. *Journal of experimental psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 41(6), 1675–1683. <https://doi.org/10.1037/xlm0000133>
- McConkie, G. W. ve Rayner, K. (1976). Asymmetry of the perceptual span in reading. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8(5), 365–368. <https://doi.org/10.3758/BF03335168>

- Mele, M.L. ve Federici, S. (2012a). A psychotechnological review on eye-tracking systems: towards user experience. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 7, 261-281. <https://doi.org/10.3109/17483107.2011.635326>
- Mele, M. L. ve Federici, S. (2012b). Gaze and eye-tracking solutions for psychological research. *Cognitive processing*, 13, 261-265. <https://doi.org/10.1007/s10339-012-0499-z>
- Nevalainen, S. ve Sajaniemi, J. (2004). Comparison of three eye tracking devices in psychology of programming research. *PPIG*, 16, 151-158.
- Nyström, M. ve Holmqvist, K. (2010). An adaptive algorithm for fixation, saccade, and glissade detection in eyetracking data. *Behavior Research Methods*, 42(1), 188–204. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.188>
- Orquin, J.L. ve Holmqvist, K. (2018). Threats to the validity of eye-movement research in psychology. *Behavior Research* 50, 1645–1656. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0998-z>
- Özer, E. ve Özdemir, S. (2022). Okuma araştırmalarında geçmişten günümüze göz izleme tekniği. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(3), 675-697. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.844707>
- Pollatsek, A., Bolozky, S., Well, A. D. ve Rayner, K. (1981). Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language*, 14, 174–180.
- Punde, P.A., Jadhav, M.E. ve Manza, R.R. (2017). A study of eye tracking technology and its applications. *2017 1st International Conference on Intelligent Systems and Information Management (ICISIM)*, 86-90.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>
- Rayner K. (2009a). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457–1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>
- Rayner, K., Castelano, M. S. ve Yang, J. (2009b). Eye movements and the perceptual span in older and younger readers. *Psychology and Aging*, 24(3), 755–760. <https://doi.org/10.1037/a0014300>
- Rayner, K., Castelano, M. S. ve Yang, J. (2010). Preview benefit during eye fixations in reading for older and younger readers. *Psychology and Aging*, 25(3), 714–718. <https://doi.org/10.1037/a0019199>
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C. ve Pollatsek, A. (2006). The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on the eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging*, 21(3), 448–465. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.3.448>
- Reichle, E. D., Reineberg, A. E. ve Schooler, J. W. (2010). Eye movements during mindless reading. *Psychological Science*, 21(9), 1300–1310. <https://doi.org/10.1177/0956797610378686>
- Revelle, W., Wilt, J. ve Condon, D. M. (2011). Individual differences and differential psychology: A brief history and prospect. In T. Chamorro-Premuzic, S. von Stumm, ve A. Furnham (Eds.), *The Wiley-Blackwell handbook of individual differences* (pp. 3–38). Wiley Blackwell.
- Richardson, D. C. ve Spivey, M. J. (2004a). Eye tracking: Characteristics and methods. In G. Wnek ve G. Bowlin (Eds.), *Encyclopedia of biomaterials and biomedical engineering* (pp. 1028-1033). Marcel Dekker, Inc.
- Risse, S. ve Kliegl, R. (2011). Adult age differences in the perceptual span during reading. *Psychology and Aging*, 26(2), 451–460. <https://doi.org/10.1037/a0021616>
- Seassau, M. ve Bucci, M. P. (2013). Reading and visual search: a developmental study in normal children. *PloS one*, 8(7), e70261. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070261>

- Semmelmann, K. ve Weigelt, S. (2018). Online webcam-based eye tracking in cognitive science: A first look. *Behavior Research Methods*, 50(2), 451–465. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0913-7>
- Sibley, C., Foroughi, C., Brown, N. ve Coyne, J. T. (2018). Low Cost Eye Tracking: Ready for Individual Differences Research? *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 62(1), 741–745. <https://doi.org/10.1177/1541931218621168>
- Spichtig, A. N., Pascoe, J. P., Ferrara, J. D. ve Vorstius, C. (2017). A Comparison of Eye Movement Measures across Reading Efficiency Quartile Groups in Elementary, Middle, and High School Students in the U.S. *Journal of Eye Movement Research*, 10(4), 10.16910/jemr.10.4.5. <https://doi.org/10.16910/jemr.10.4.5>
- Staub, A. (2021). How reliable are individual differences in eye movements in reading? *Journal of Memory and Language*, 116, 104190. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2020.104190>
- Strandberg, A., Nilsson, M., Östberg, P. ve Seimyr, G. Ö. (2023). Eye movements are stable predictors of word reading ability in young readers. *Frontiers in Education*, 8 (1077882).
- Tanaka, T., Sugimoto, M., Tanida, Y. ve Saito, S. (2014). The influences of working memory representations on long-range regression in text reading: an eye-tracking study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 765. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00765>
- Traxler, M. J., Long, D. L., Tooley, K. M., Johns, C. L., Zirnstein, M. ve Jonathan, E. (2012). Individual Differences in Eye-Movements During Reading: Working Memory and Speed-of-Processing Effects. *Journal of Eye Movement Research*, 5(1), 5.
- Van den Hoven, E., Hartung, F., Burke, M. ve Willems, R. M. (2016). Individual differences in Sensitivity to style during literary reading: Insights from Eye-tracking. *Collabra*, 2(1), 25.
- van Renswoude, D. R., Raijmakers, M., Koornneef, A., Johnson, S. P., Hunnius, S. ve Visser, I. (2018). Gazepath: An eye-tracking analysis tool that accounts for individual differences and data quality. *Behavior Research Methods*, 50(2), 834–852. <https://doi.org/10.3758/s13428-017-0909-3>
- Zhan, Z., Wu, J., Mei, H., Wu, Q. ve Fong, P. S. W. (2020). Individual difference on reading ability tested by eye-tracking: from perspective of gender. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(3), 267-283. <https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2019-0082>
- Wertli, J., Schötzau, A. ve Palmowski-Wolfe, A. (2023). The Influence of Age on Eye Movements during Reading in Early Elementary School Children. Untersuchung der Augenbewegungen bei Kindern im frühen Grundschulalter während des Lesens. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, 240(4), 591–598. <https://doi.org/10.1055/a-2045-7271>
- Whitford, V. ve Titone, D. (2012). Second-language experience modulates first- and second-language word frequency effects: Evidence from eye movement measures of natural paragraph reading. *Psychonomic Bulletin and Review*, 19(1), 73–80. <https://doi.org/10.3758/s13423-011-0179-5>
- Whitford, V. ve Titone, D. (2015). Second-language experience modulates eye movements during first- and second-language sentence reading: Evidence from a gaze-contingent moving window paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(4), 1118–1129. <https://doi.org/10.1037/xlm0000093>