



Okuma Araştırmalarında Geçmişten Günümüze Göz İzleme Tekniği

Esmehan Özer^{ID¹}

Selda Özdemir^{ID²}

Öz

Giriş: Göz izleme, okurların okuma sırasında ne zaman, nereye baktıklarının ve baktıkları yerlere hangi sırayla baktıklarının ölçülmesi ve kaydedilmesini sağlamaktadır. Günümüzde göz izleme teknolojisinde yaşanan gelişme ve ilerlemeler okuma becerisinin doğasının anlaşılmasını yanı sıra, okurların okuma esnasında gerçekleştirdikleri bireysel bilişsel işlemlerin incelendiği araştırmalara yansyarak bu araştırmalara hız kazandırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, okuma becerisinin incelenmesinde kullanılan göz izleme tekniğinin tarihsel gelişim sürecinin ele alınmasıdır. Bu bağlamda göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelendiği ilk yıllar, davranışçı yaklaşım nedeniyle göz izleme tekniği ile okuma becerisi araştırmalarının durduğu dönem, okuma becerisinin göz izleme tekniği ile incelenmesinin yeniden yükselişe geçtiği yıllar ve göz izleme tekniğinin 2000'li yıllarla beraber günümüzde bilimsel ve teknolojik olarak hızlı bir biçimde ilerlemesi ile ilgili bilgiler verilmektedir. Ayrıca özel eğitim alanında özel gereksinimli bireylerin okuma becerilerinin incelenmesinde göz izleme tekniği ile gerçekleştirilen çalışmalara ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tartışma: Mevcut çalışmada, sekme göz hareketinin fark edilmesinden göz izleme tekniğinin günümüzde yaygın kullanımına kadar geçen süreçte tekniğin gelişim aşamaları ele alınmaktadır. Böylelikle okuma becerisinin doğasının derinlemesine anlaşılması için okuma güçlüğünün tanı-değerlendirme süreçlerine yansımalarının araştırmacılara yol gösterici olması beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Göz izleme tekniği, göz hareketleri, sekme, sabitleme, okuma, okuma güçlüğü.

Atf için: Özer, E., & 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>

¹**Sorumlu Yazar:** Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, E-posta: esmehanozer@kku.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5919-8072>

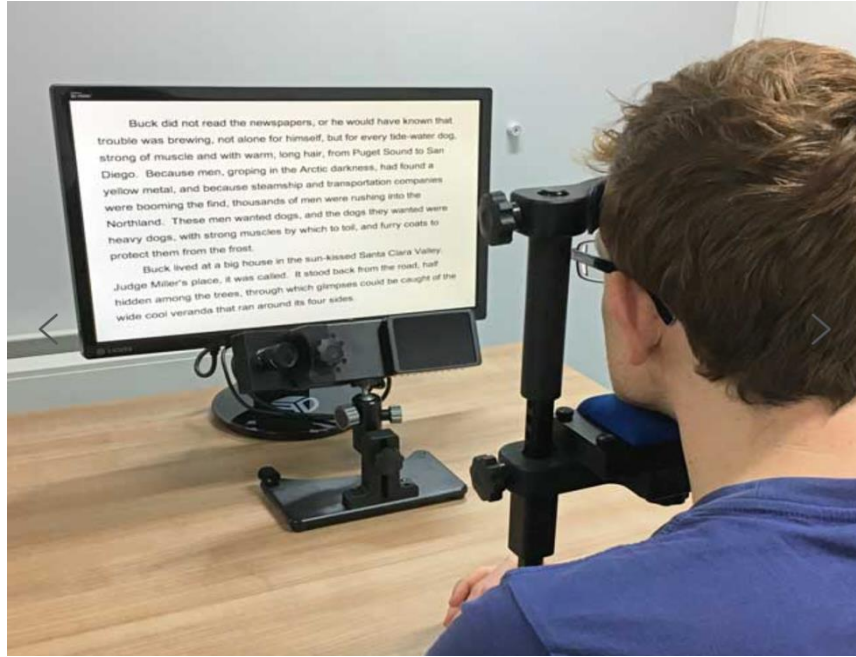
²Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, E-posta: seldaozdemir@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9205-5946>

Giriş

Göz izleme (eye tracking) bireylerin ne zaman, nereye baktıklarının ve baktıkları yerlere hangi sırayla baktıklarının ölçülmesiyle kaydedilmesini sağlayan bir tekniktir (Poole & Ball, 2006). Okuma sırasında göz izleme, okurun yazılı materyali işlememesinin ölçülmesiyle kaydedilmesini içermektedir. Bir başka ifadeyle, göz izleme bireylerin gözlerini örneğin, bir cümleyi okurken bu cümlenin nerelerine ve ne zaman konumlandıkları, konumlandıkları bu noktalarda ne kadar süreyle kaldıkları ve bu noktalar arasında nasıl geçişler yaptıklarıyla ilgili bireysel ve kapsamlı bilgiler edinilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla Şekil 1’de de görüldüğü gibi göz izleme ile göz hareketleri incelenerek okuma esnasında beyinde gerçekleşen harf tanıma, harfler arasındaki bağlantıyı çözerek ayırt etme, sözcük tanıma, sözcüğün anlamını kavrama gibi bilişsel işlemlere ilişkin ayrıntılı bilgiler edinilmektedir (Rayner vd., 2012). Bu bilgilere ise genellikle belirli bir mekânda kullanılmak üzere bir monitöre adapte edilerek kullanılan sabit göz izleme cihazları (Baş & Tüzün, 2014) ile erişilebilmektedir.

Şekil 1

Göz İzleme Cihazı ile Göz Hareketleri Verileri Alınan Bir Okur



Kaynak: “SR-Research. (t.y.). EyeLink 1000 Plus. <https://www.sr-research.com/eyelink-1000-plus/>”

Göz izleme cihazları, araştırmaların amaçları bağlamında okurların gözlerinin sunulan uyarılar üzerindeki konumlarının gözlemlenerek anlaşılmasına olanak sunmaktadır (Schall & Bergstrom, 2014). Bu ise okurların gözlerine gözle görülemeyen (kızılötesi) bir ışık kaynağından ışık demetleri gönderilmesi ve bu ışık demetlerinin okurun korneasından veya retinasından bir algılama cihazına geri yansıtılması ile gerçekleştirilmektedir. Bir bilgisayar ve kızılötesi bir kamera kullanılarak da okurun göz bebeğinin konumunun görüntüsü oluşturulup göz hareketleri verileri elde edilmektedir (Rayner vd., 2012). Göz hareketlerinin temel amacı ise okuma sırasında örneğin, okunan sözcüğü merkezi görme bölgesine getirmektir (Wotschack, 2009). Bu amaç çerçevesinde Şekil 2’de de görüldüğü gibi sekme (saccade) ve sabitleme (fixation) olmak üzere iki temel göz hareketi kullanılmaktadır (Rayner, 2009). Sekme, okuma sırasında okurların hızlı ve sürekli olarak gerçekleştirdikleri göz hareketleri olarak ifade edilmektedir (Wotschack, 2009). Bu göz hareketi okuma esnasında yetişkin bir okurda yaklaşık 30 milisaniye (ms) sürmektedir. Sabitlemelerin ise sekmeler arasında gözlerin nispeten hareketsiz olduğu ve yetişkin bir okurda ortalama 200-300 ms sürdüğü bilinmektedir (Wotschack, 2009). Okurlar, okuma sırasında kendilerine sunulan uyarılar üzerinde sekme ve sabitlemeyle örüntüler oluşturmaktadırlar. Böylece göz izleme ile okuma araştırmaları yapan araştırmacılar, amaçları bağlamında bu örüntüler üzerinden okurların bilişsel işlemlerine ilişkin profillerini belirleyebilmekte ya da okunan materyale ilişkin incelemeler gerçekleştirebilmektedirler (Rayner, 1998). Örneğin, Şekil 2’de de görüldüğü gibi okur kendisine sunulan bir uyarıyı okurken sözcükler üzerine sırasıyla yuvarlaklar ile gösterilen sabitlemeleri yapmış, bu sabitlemeler arasında çizgi şeklinde belirtilen sekmeleri gerçekleştirmiş ve herhangi bir regresif yani geriye

yönelik göz hareketi yapmaksızın ilk ve tek geçişte okumayı gerçekleştirmiştir. Bununla beraber okurun sekme ve sabitleme sürelerinin toplamı ise okurun bu uyararı toplam ne kadar sürede okuduğunu göstermektedir.

Şekil 2

Sekme ve Sabitleme Göz Hareketleri



Göz sadece çevrede olup biteni görmeyi sağlamaz, aynı zamanda zihnin işleyişi hakkında önemli bilgiler verir (Loetscher vd., 2010). Bu kapsamda yüzyıldan fazla bir süredir araştırmacılar okumanın altında yatan bilişsel süreçleri incelemek için göz hareketlerini izlemektedirler (Rayner vd., 2016). Özellikle 1970'li yılların ortalarından itibaren birçok araştırmada okurların okuma sırasında elde edilen göz hareketleri ile bilişsel süreçlerinin incelendiği bilinmektedir (Rayner, 1998). Bu araştırmada, okuma becerisinin incelenmesinde kullanılan göz izleme tekniğinin tarihsel gelişim sürecinin ele alınması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda göz izleme ile okuma becerisinin incelendiği ilk yıllara, göz izleme ile okuma becerisinin incelenmesinin davranışçı yaklaşım nedeniyle durma noktasına geldiği döneme ve göz izleme ile okuma becerisinin incelenmesinin yeniden ivmelendiği yıllara yer verilmektedir. Dolayısıyla Javal'ın 1870'li yılların sonlarında yayınladığı araştırmasında sekme göz hareketine ilk defa yer vermesi ile şekillenen, 1913 yılına gelindiğinde durma noktasına gelen, fakat Huey'in 1968 yılında ikinci kez yayımlandığı "Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi (The Psychology and Pedagogy of Reading)" adlı kitabı ile parlak dönemlerini yaşayan ve okuma esnasında okurların gerçekleştirdikleri bilişsel işlemlerinin incelenmesinde ayrıntılı bilgiler sağlayan bu tekniğin gelişim aşamaları ve 2000'li yıllarla beraber günümüzdeki ilerlemeleri ele alınmaktadır. Ayrıca özel eğitim alanında okuma güçlüğü olan bireylerin okuma becerilerinin incelenmesinde göz izlemenin kullanıldığı çalışmalarla ilgili güncel bilgilere yer verilmektedir. Bu amaçlar çerçevesinde makalede "Göz izleme tekniğinin gelişimi: İlk yıllar", "Okuma becerisinin incelenmesinde göz izleme tekniği uygulamalarının duraklama dönemi", "Okuma becerisinin incelenmesinde göz izleme tekniği uygulamalarının ivmelenme dönemi", "Günümüzde göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelenmesi", "Göz izleme tekniğinin okuma güçlüğü olan okurların okuma becerilerinin incelenmesinde kullanımı" ve "Tartışma" başlıklarına ilişkin ayrıntılı bilgiler sunulmaktadır. Böylece göz izleme teknolojisindeki gelişmelerin ve bilişsel bilimlerdeki ilerlemelerin bilinmesinin, okuma becerisinin derinlemesine anlaşılabilir okuma güçlüğünün değerlendirilme ve tanınmasında araştırmacılara yeni kapılar açacağı öngörülmektedir.

Göz İzleme Tekniğinin Gelişimi: İlk Yıllar

Javal, 1839-1907 yılları arasında yaşamış Fransız bir oftalmoloji uzmanıdır (Reed & Meyer, 2007). Paris Sorbonne'de bir oftalmoloji laboratuvarının kurucu ve yöneticisi olan Javal, 1878 ve 1879 yılları arasında okuma becerisinin fizyolojisi hakkında bir dizi makale yayınlamıştır (Wade, 2010). Javal, 1879 yılında yayınladığı son araştırmasında meslektaşı Lamare tarafından kendi laboratuvarında gerçekleştirilen deneyleri açıklarken sekme göz hareketine ve Fransızca 'saccade' kavramına ilk kez yer vermiştir (Wade vd., 2003). Aynı yıl Hering (1879) de yayınladığı makalesinde okuma esnasında sekme göz hareketinden ilk kez bahsetmiştir. Wade ve diğerlerine (2003) göre Javal ve Hering okuma esnasında ulaşılan göz hareketleri bağlamında sekmeyi ilk kez rapor eden araştırmacılar ancak İngiliz araştırmacıların 'jerk', Alman araştırmacıların ise 'rucke' olarak adlandırdıkları sekmenin 1737 yılında Porterfield tarafından betimlendiği, 1792 yılında Wells tarafından Nistagmus olarak adlandırılan göz titremesinin bir evresi olarak gözlemlendiği ve 1878 yılında Crum Brown tarafından resmedilerek görselleştirildiği bilinmektedir. Ayrıca Javal, okuma sırasında gözlerin sadece sabitlemeler yapmadığını ve okunulan sayfa boyunca sorunsuz bir biçimde ilerlemediğini ileri sürmüştür (Rayner vd., 2012). Bir başka ifadeyle Javal'ın yaptığı bu açıklamaya kadar okuma esnasında gözlerin okunulan satırlar boyunca sürekli ve pürüzsüz bir şekilde hareketler yaptığı düşünülmekteydi (Reed & Meyer, 2007). Ancak Javal (1906), okurun bir satırı okuma sırasında birkaç kez sekme yaptığını ve bu göz hareketinin ortalama 10-12 harf arasında genliğe sahip olduğunu ifade etmiştir (akt., Wade vd., 2003).

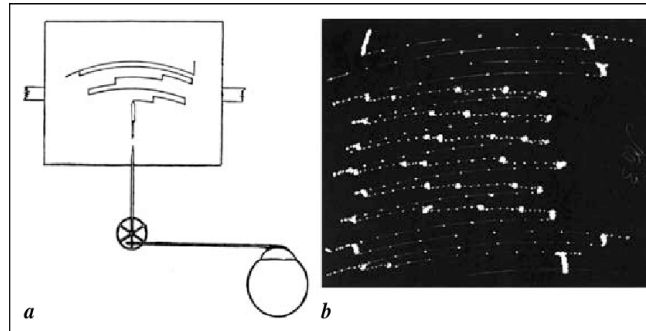
Göz hareketlerinin incelenmesi için geçmişte gösterilen çabalar incelendiğinde araştırmacıların çeşitli mekanik düzenlemeler yaparak ilk girişimlerde buldukları bilinmektedir (Tinker, 1936). Örneğin, Fransa'da Javal ile birlikte çalışmalar yürüten Lamare okurun tek gözü ile okuma yaparken diğer kapalı olan gözünün kapağının üzerine parmaklarının uçları ile hafif bir biçimde bastırarak okurun göz hareketlerinin sayılabileceğini fark etmiştir. Lamare bu uygulamadan yola çıkarak her göz hareketinin bir mikrofondan geçmesini sağlayan bir

elektrik devresi ile göz hareketlerini sayarak tespit etmeye yönelik bir cihaz geliştirmiştir. Araştırmacı 1892 yılında Fransızca yazdığı makalesinde böylelikle sesler aracılığıyla göz hareketlerinin sayısına yönelik bilgiye erişmeyi hedeflediğini ifade etmiştir (akt., Tinker, 1936). Ancak hazırlanan düzenekten de anlaşıldığı üzere göz hareketi ve göz kapağı hareketinin karıştırılma riski yüksek olduğu için, Lamare gibi o dönemde göz hareketlerini inceleyen Schackwitz ve Galley gibi araştırmacıların asıl hedefinin göz hareketlerinin doğrudan göze takılan cihazlar ile kaydedilerek incelenmesine yönelik girişimlerinin olduğu bilinmektedir (Tinker, 1936). Benzer şekilde göz hareketlerinin doğrudan göze takılan cihazlar ile kaydedilebilmesi için çalışmalar yürüten araştırmacılarından Ahrens, 1891 yılında okurun korneasına fildişinden üretilmiş bir kılıf ve bu kılıfın üzerine kıllar yerleştirilerek okuma esnasında okurun göz hareketlerine ulaşarak bu hareketleri kaydetmeyi amaçlamıştır (Wade & Tatler, 2009). Fakat okuma sırasında kılıfın üzerindeki kılların yer değiştirmesi ile okurun göz hareketlerine ulaşmaya çalışan Ahrens başarılı sonuçlar elde edememiştir. İlerleyen yıllarda ise Delabarre'nin 1898'de, Huey'in 1898'de ve 1900 yıllarında Ahrens'in bu tekniğini uyarlayarak okuma esnasında göz hareketlerini kaydederek izleme çalışmalarında kullandıkları bilinmektedir (Wade & Tatler, 2009).

Amerika'nın ilk deneysel psikologlarından olan Huey, 1890'lı yılların sonlarında Clark Üniversitesi'nde doktora çalışmalarını yürütmüştür. Bu yıllarda Huey o güne kadar yapılan tüm çalışmalardan ve elde edilen bilgi ve bulgulardan yola çıkarak okuma sırasında göz hareketlerini gözlemleyerek kaydedip izleyebileceği bir göz izleme cihazı geliştirmiştir (Reed & Meyer, 2007). Bu kapsamda araştırmacı, okuma araştırmaları sırasında okurun göz küresine doğrudan takılabilecek şekilde küçük, yuvarlak, alçıdan ve orta kısmı delik olan bir kılıf tasarımı yapmıştır (Reed & Meyer, 2007; Walczyk vd., 2014). Bu kılıfın kullanımı esnasında ise okurda oluşacak olası rahatsızlıkların önüne geçmek için okurun gözüne kokain ile lokal anestezi uygulanmıştır. Huey, öncelikle okurun okuma sırasında göz hareketlerini kaydedebilmek için okurun başını ağır bir masaya demir bir sabitleyici ile sabitlemiştir (Huey, 1898). Araştırmacı Şekil 3'te sol tarafta da görüldüğü gibi okuma esnasında okurun gözünde yer alan kılıfı, cam bir çubuk aracılığıyla tütsülenmiş bir tambur üzerine bağlamıştır (Huey, 1898). Sonuç olarak Huey okuma sırasında okurun göz hareketini Şekil 3'ün sağ tarafından da anlaşıldığı üzere tütsülenmiş bir tambur üzerine kaydedebilen ve en önemlisi bu kayıt işlemi sürekli bir biçimde yapabilen ilk göz izleme cihazını geliştirmiştir (Walczyk vd., 2014).

Şekil 3

Solda Huey'in Okuma Sırasında Göz Hareketlerini Kaydeden Tekniği ve Cihazı, Sağda Huey'in Tekniği ve Cihazı ile Okuma Esnasında Kaydedilen Göz Hareketleri



Kaynak: "Wade, N. J., Tatler, B. W., & Heller, D. (2003). Dodge-ing the issue: Dodge, Javal, Hering, and the measurement of saccades in eye-movement research. *Perception*, 32(7), 793-804."

Huey 1900 yılında yayınladığı çalışmasında, okurlara uzunlukları 60.5 mm ve 121 mm arasında değişen toplam 89 satır sunarak bir okuma deneyi gerçekleştirmiş ve araştırma sonuçlarını raporlamıştır. Araştırmacı Şekil 3'ün sol tarafında yer alan tütsülenmiş tambur üzerindeki izlerden de anlaşılacağı üzere okuma sırasında okurların gözlerinin okunulan satır boyunca değişen uzunluklarda, hızlı hareketler gerçekleştirdiğini ifade etmektedir. Bir başka ifadeyle Huey okuma sırasında okurun gözlerinin okunulan satır boyunca tek bir durumda süreklilik göstermediğine dair kanıtlar ortaya koymuştur. Huey bu durumda Javal'ın 1879 ve 1881 yıllarındaki çalışmalarında yer alan sonuçları kabul etme eğiliminde olduğunu 1900 yılında açıklamıştır. Javal da bu yıllarda yayınladığı araştırmalarında Huey ile benzer şekilde okuma sırasında okurların gözlerinin okunulan metin boyunca sürekli ve pürüzsüz bir şekilde hareket ettiği görüşünün aksine okunulan metin boyunca hızlı hareketler ve duraklamalar ile ilerlediğine dair açıklamalar yapmıştır (akt., Huey, 1900). Ayrıca bu önemli yenilik ve gelişmelerin yanı sıra Huey, okuma esnasında göz hareketlerini izleme deneylerinin uygulama koşullarının iyileştirilmesine yönelik de çeşitli uygulamalar geliştirmiştir. Örneğin, Huey okuma sırasında göz hareketlerini izleme deneylerinde ilk kez kalibrasyon işlemi yaparak yani okurun gözlerinin özelliklerinin göz izleme cihazı tarafından tanımlandığı bir işlemi gerçekleştirerek daha güvenilir veri toplama sürecini başlatmıştır. Huey'in 1900

yılında yayınladığı çalışmasında okuma sırasında kaydedilen ve Şekil 3'ün sağ tarafında sunulan göz hareketleri görseli incelendiğinde ilk iki ve son iki satırlarında yer alan göz hareketlerinin okurun okumaya başlamadan önce yapılan ilk kalibrasyon işlemi esnasında elde edilen göz hareketleri olduğu ifade edilmektedir (Wade, 2010). Benzer şekilde araştırmacının okuma sırasında okurların başlarını baş kelepçesi ile sabitleyerek ve ısıрма çubukları kullanmalarını sağlayarak elde edilen göz hareketleri verilerinin güvenilirliğini arttırmayı amaçladığı bilinmektedir (Huey, 1900).

1908 yılına gelindiğinde Huey, psikoloji alanında bir klasik olarak kabul edilen Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi adlı kitabını ilk kez yayınlamıştır. Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi adlı bu kitapta Huey'in kendisi ve meslektaşları olan araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen okuma esnasında göz hareketlerini izleme çalışmalarından elde edilen önemli bilgi ve bulguların yanı sıra Huey'in geliştirmeye çalıştığı göz izleme cihazı ile ilgili ayrıntılı bilgiler yer almaktadır. Örneğin, Huey 1908'de yayınladığı kitabında birkaç araştırmacı ile birlikte, gözlerin hızlı hareketleri gerçekleştirmesi yani sekmesi esnasında odaklanmadığını ve görme alanı ile zihnin birbirleriyle ilişkilerinin kapandığını ancak kopmadığını varsaymışlardır (akt., Reed & Meyer, 2007). Huey'in bu varsayımı, okumanın göz ve beyin arasında oldukça karmaşık olan etkileşimi kapsadığı bilgisinin o dönemde farkında olduğunun bir göstergesidir. Bununla birlikte Huey, günümüzde de tartışılmaya devam eden okurun metni okurken gözü aracılığıyla en küçük birimden ziyade en büyük anlamlı birimden gelen bilgileri ve ipuçlarını işlemleyerek okuduğunu tahmin eden araştırmacıdır. Bu yönüyle Huey, modern standartlara göre oldukça ilkel ve basit bir yöntemle tasarladığı göz izleme cihazı ile gözün okuma sırasında nasıl bir yolla ilerleme gösterdiğine, sekme göz hareketi esnasında görme alanı ile zihnin etkileşiminin kopmadığına ve okumanın göz ve beyin arasındaki oldukça karmaşık olan etkileşimi kapsadığına ilişkin ilk denemelerini ve tahminlerini yaparak bu alandaki çalışmalara önemli katkılar sunmayı başarmıştır (Reed & Meyer, 2007).

“Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi”, okuma sırasında okurların gerçekleştirdiği göz hareketlerini inceleyen araştırmaların doğru bir biçimde aktarılacakları anlatıldığı ve günümüzde bu alanda gerçekleştirilen başarılı araştırma uygulamalarına zemin oluşturan önemli bir kaynak niteliğindedir. 1800'lü yılların sonlarında ve 1900'lü yılların başlarında göz doktorları, psikologlar gibi farklı araştırmacı grupları tarafından gerçekleştirilen okuma esnasında göz hareketlerinin incelendiği çalışmalar ile ilgili bilgilerin yer aldığı Huey'in kitabının yayımlanmasının, okuma esnasında göz hareketlerinin incelendiği çalışmalara olan ilginin büyük bir ivme kazanmasına olanak sağladığı bilinmektedir. Huey'in 1908'de Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisini yayınlamasını takip eden birkaç yıl boyunca okuma esnasında bilişsel süreçlerin göz izleme tekniği ile incelendiği araştırmalar yoğun bir ilgi ile gerçekleştirilmeye devam etmiştir. Fakat bu yükseliş sürecinin ardından 1913 yılına gelindiğinde deneysel psikoloji alanında göz izleme tekniği kullanılarak okuma sırasında gerçekleştirilen bilişsel işlemlerinin incelendiği araştırmalar davranışçı yaklaşım devrimini nedeniyle durma noktasına gelmiştir (Rayner vd., 2012).

Okuma Becerisinin İncelenmesinde Göz İzleme Tekniği Uygulamalarının Duraklama Dönemi

Davranışçı ekol ve bu ekolün öncüleri, gözle görülebilen, gözlemlenebilen ve doğrudan ölçümlenebilen konularda araştırmalar yapılarak bu çalışmaların yürütülmesini savunmaktadırlar (Zirpoli, 2014). Hatta davranışçı ekolün savunucuları bilişsel psikologların da kendileri gibi somut konularda çalışmalar yapmaları gerektiğini ifade etmektedirler. Bir başka deyişle bu ekolün öncüleri okuma esnasında gerçekleştiği kabul edilen bilişsel süreçlerin incelenmesinin doğrudan gözlemlenemez ve ölçülenemez olduğunu ileri sürerek bilişsel psikologların bu konularda incelemeler yapmalarına ilgi göstermemiş ve araştırmacılara gerekli destekleri sağlamamışlardır (Rayner vd., 2012). Dolayısıyla 1910'lu yılların ortasından başlayarak okuma sırasında okurların bilişsel süreçleri üzerine yapılan araştırmalar durmuş ve bu araştırmaların yerini ise okuma becerisini ölçümlemek için standartlaştırılmış okuma testlerinin geliştirilmesi almıştır (Rayner vd., 2001). Örneğin, okuma becerisinin göz izleme tekniği ile incelendiği araştırmaların davranışçı yaklaşımın gölgesinde kaldığı bu dönemde günümüzde de hala kullanılmakta olan Nelson-Denny gibi standartlaştırılmış okuma testlerinin geliştirildiği görülmektedir. Bununla birlikte bu yıllarda araştırmacıların okuma becerisinin öğretiminde en uygun yöntem üzerinde araştırma ve incelemeler yaptıkları bilinmektedir (Rayner vd., 2012). Benzer şekilde 1958 yılına gelindiğinde Tinker, Okumada Göz Hareketlerine İlişkin Son Çalışmalar (Recent Studies of Eye Movements in Reading) adlı gözden geçirme türünde bir makale çalışması yayınlamış ve çalışmasının özet kısmında okuma sırasında göz hareketleri araştırmalarının sayılarının son yıllarda azaldığını, göz hareketlerinden okuma ile ilgili öğrenilebilecek hemen hemen her şeyin öğrenildiğini ileri sürerek ve okuma esnasında göz hareketlerinin incelenmesine yönelik araştırmaların geleceğinin çok umut verici görünmediğini ifade ederek makalesini karamsar bir notla sonlandırmıştır (Tinker, 1958). Bu görüşün ise o yıllarda geniş çapta kabul gören bir yönelim olduğu ve göz hareketlerinin bilişsel süreçler ile olan ilişkisinin göz ardı edilmesine neden olduğu düşünülmektedir (Rayner, 1998).

Yarbus, 1950'li ve 1960'lı yıllarda göz izleme ile ilgili önemli araştırmalar yaparak adından söz ettiren başarılı bir Rus psikologdur. Yarbus 1967 yılında göz izleme tekniğini kullanarak yaptığı kapsamlı inceleme ve araştırmaları *Göz Hareketleri ve Görme (Eye Movements and Vision)* adlı kitabında yayımlayarak adından söz ettirmiştir. Yarbus kitabının *Karmaşık Objelerin Algılanması Esnasında Göz Hareketleri (Eye Movements During Perception of Complex Objects)* bölümünde kendi yaptığı aynalı ve optik bir sistem ile gözden yansıyan ışığı kullanarak gerçekleştirdiği bir göz izleme deneyini tüm ayrıntıları ile anlatmaktadır (Yarbus, 1967). Yarbus deneyinde katılımcılardan ilk olarak serbest bir biçimde, ardından ise kendilerine verilen yönergeler doğrultusunda Şekil 4'te görülen Repin'in *Beklenmedik Ziyaretçi (An Unexpected Visitor)* adlı tablosunu incelemelerini istemiş ve bu incelemeler esnasında katılımcıların göz hareketlerini kaydetmiştir.

Şekil 4

Repin'in Beklenmedik Ziyaretçi Tablosu



Kaynak: "File: Yarbus eye tracker. (2011). In Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yarbus_eye_tracker.jpg".

Yarbus, katılımcıların görsel bir uyarı kendilerine sorulan sorular ve var olan bilgileri kapsamında incelediklerini tespit etmiştir. Bu bağlamda Yarbus'a göre insanların gözleri karmaşık nesnelere incelirken nesnelere gerekli ve yararlı bilgileri içeren öğelere dikkat ederek sabitleme yapmakta ve bilgilere bu yolla ulaşılmaktadır. Örneğin, katılımcılara *Beklenmedik Ziyaretçi* tablosundaki kişilerin yaşları sorulduğunda katılımcıların tabloda yer alan kişilerin yüzlerini inceledikleri, maddi durumları sorulduğunda ise eşyalarını ve giysilerini inceledikleri rapor edilmiştir. Araştırmacı, 1950'li ve 1960'lı yıllarda göz izleme tekniğini kullanarak okuma becerisi ile ilgili doğrudan bir inceleme yapmasa da bu tekniği kullanarak bireylerin göz hareketlerinin özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgilere ulaşılan kapsamlı çalışmalar yürütmüştür. Yarbus, kitabının yine *Karmaşık Objelerin Algılanması Esnasında Göz Hareketleri* bölümünde okuma esnasında göz hareketleri başlığı altında Javal, Dodge, Buswell, Gilbert ve Taylor gibi okuma esnasında göz hareketlerini inceleyen bazı araştırmacıların çalışmalarından bahsetmiş, ancak kendisinin bu alanda ayrıntılı bir incelemesinin olmadığını ve kitabının bu kısmının bir derleme niteliğinde olduğunu ifade etmiştir. Yarbus kitabının sonuç kısmını okurların okuma hızlarının okurların gözlerinin kaslarına değil bilişsel işlemlerine bağlı olduğuna vurgu yaparak tamamlamıştır (Yarbus, 1967).

Huey'in *Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi* adlı kitabı 1968 yılında tekrar yayınlanmıştır (Rayner vd., 2012). Kitabın 1908 yılındaki versiyonuna göz hareketleri ve okuma sürecine ilişkin çok az deneysel bilgi eklemesine rağmen ikinci kez yayınlanması deneysel psikoloji alanında büyük bir ilgi ile karşılanmıştır. Aradan geçen 60 yıllık bu süreçte Buswell ve Tinker gibi bazı araştırmacılar okuma esnasında göz hareketleri çalışmalarına devam etseler de deneysel psikoloji alanındaki araştırmacıların çoğu davranışçı ekolün gölgesinde kalmaya devam ederek okullarda okuma becerisinin daha çok uygulama boyutu ile ilgili çalışmalarını yürütebilmişlerdir. Bu dönemde okuma esnasında bilişsel işlemlerin incelenmesi gibi doğrudan görülüp ölçümlenemeyen çalışmalardan ziyade okuma becerisinin en iyi öğretildiği yöntemin tespit edilmesi, standart

okuma testlerinin oluşturulup geliştirilmesi gibi çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Rayner vd., 2012). Özetle, okuma becerisinin incelenmesinde tekniğin kullanımının neredeyse durma noktasına geldiği bu karanlık dönemin, Huey'in kitabını 1968 yılında yeniden yayımlamasıyla sona erdiği ve yerini yeni bir yükseliş dönemine bıraktığı gözlenmiştir.

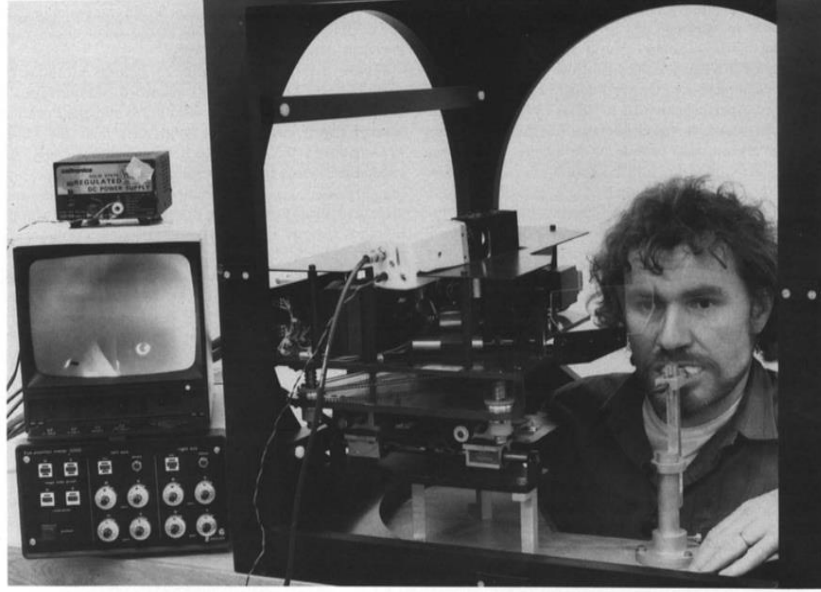
Okuma Becerisinin İncelenmesinde Göz İzleme Tekniği Uygulamalarının İvmelenme Dönemi

1970'li yıllar okuma esnasında gerçekleştirilen bilişsel işlemlerin göz izleme aracılığıyla incelenmesinde ivme kazanılan yeni bir dönem olmuştur (Rayner, 1998). Okuma esnasında bilişsel süreçleri bu dönemde inceleyen araştırmacıların başında Rayner gelmektedir. Rayner ve doktora sürecinde danışmanı olan McConkie, 1975 yılında göze bağlı ekran değişim paradigması (eye-contingent display change paradigm) olarak adlandırılan çok güçlü bir deneysel paradigma geliştirmişlerdir (Rayner, 1998). Bu kapsamda araştırmacılar okumadaki algısal aralığın (perceptual span) incelenebilmesi için bilgisayar tabanlı bir göz hareket kontrolü görüntüleme sistemi geliştirmiştir (McConkie & Rayner, 1975). Bir başka ifadeyle okurun bir sabitleme esnasında farklı görsel bilgi türlerini topladığı bölgeyi belirleyerek tespit edebilmek için bir çalışma tasarlayarak incelemeler yapılmıştır. 1975 yılında McConkie ve Rayner tarafından göz izleme ile gerçekleştirilen bu okuma deneyinde, okurun okuma sırasında takip ettiği metin örüntüsünde gözünün konumuna bağlı olarak okura sunulan metinde değişiklikler planlanarak yapılmış ve yapılan bu değişikliklerin okurun sabitlemeleri ve sekmeleri üzerinde oluşturdukları değişiklikler incelenmiştir. Yani araştırmacılar bir göz izleme sistemi ve arayüz olarak bir bilgisayar aracılığıyla metin okuma esnasında okurun gözlerinin hareketlerini izlemişler ve okurun gözlerinin bulunduğu yerlere bağlı olarak belirli zamanlarda okurun okumaya devam ettiği metinde değişiklikler yapmışlardır (Rayner, 1993, 1998). Ancak okur tarafından algılanamayan bu değişiklikler bazen sekme, bazen ise sabitleme göz hareketi sırasında gerçekleştirilmiştir (Rayner, 1993). Araştırma sonuçları okurların sabitleme noktasının sağında en az 12 ile 15 karakter arasında olduğunu ve bu aralığın ise sekme uzunluğunu etkilediğini ortaya koymuştur (McConkie & Rayner, 1975). Araştırmacılar o yıllarda ileri deneysel donanım teknolojileri ve yazılım programları gerektiren göze bağlı ekran değişim paradigması ile okuma esnasında okurun efektif olan algısal aralık (perceptual span) ya da görme alanı (visual field) büyüklüğünün incelenerek anlaşılmasına olanak sağlamışlardır (Rayner, 1998). Bunun yanı sıra Rayner, Reichle ve Pollatsek ile birlikte 1999 yılında okumada göz-hareket kontrol modeli olan E-Z Okur modelini (E-Z Reader model) geliştirmişlerdir (Liversedge vd., 2018). Bu model; okuma esnasında dilsel (linguistic) ve okülomotor (oculomotor) değişkenlerin göz hareketlerini nasıl etkilediğini anlamak için teorik bir çerçeve sunmaktadır (Reichle vd., 1999). Yani E-Z Okur modeli, okuma sırasında okurun dili işleme, okülomotor kontrolü, görmesi ve dikkati gibi bilişsel işlemlerinin nasıl etkileşime girdiğini ve bu etkileşimin okurun gözlerini nereye ve ne zaman hareket ettireceğini nasıl belirlediğini anlamayı amaçlamaktadır (Reichle vd., 2003). Böylelikle Rayner ve arkadaşları okuma sırasında göz hareket kontrolünün nasıl sağlandığını E-Z Okur modeli ile açıklamaya çalışmışlardır. Bu alanda dünyaca tanınan Rayner, okuma becerisinin fizyolojik özelliklerinin betimlenmesinin yanı sıra okuma esnasında gerçekleştirilen bilişsel süreçlerin incelenmesine yönelik Oxford, Potsdam ve Dundee Üniversitesi gibi dünyanın birçok yerinde önemli çalışmalar yürütmüş ve günümüz araştırmalarına rehberlik eden 400'e yakın araştırma çalışması yayınlamıştır (Liversedge vd., 2018).

1990'ların sonlarında, kullanıcı tecrübesi endüstrisinde birçok araştırmacı tarafından bugün kullanılan modern göz izleme cihazları ortaya çıkmıştır (Schall & Bergstrom, 2014). Hem donanım hem de yazılım tasarımındaki yeni girişim, gelişme ve yenilikler, göz izlemenin sadece akademik araştırma ve uygulama alanında değil aynı zamanda ticari kullanıcı deneyimi laboratuvarlarına girebilmesine de olanak sağlamıştır. Bu doğrultuda o yıllarda çeşitli göz izleme sistemlerinin özellikleri ile ilgili önemli bilgiler edinilmiştir (ör. Deubel & Bridgeman, 1995a, 1995b). Örneğin, Şekil 5'te de görüldüğü gibi Deubel ve Bridgeman (1995a) araştırmalarında çeşitli boyutlarda ve yönlerde gerçekleştirilen sekmeleri skleral arama bobini (scleral search coil) ve beşinci nesil çift Purkinje görüntü göz izleme (fifth-generation Dual Purkinje image eye tracker) sistemlerini eş zamanlı bir biçimde kullanarak kaydetmişlerdir. Araştırmacılar skleral arama bobini ve beşinci nesil çift Purkinje görüntü göz izleme sistemlerinden elde ettikleri veri kayıtları ile sekme göz hareketleri sırasında ve hemen sonrasında oluşan ve gözün optik eksenine göre göz merceğinin hareketleri ile ilişkili olabileceği düşünülen önemli sapmaların ortaya çıkarılmasını sağlamışlardır. Aynı zamanda araştırmacılar ileri yaş gruplarında yer alan katılımcıların göz dokularının sertlik düzeyinin yaşlarının ilerlemesiyle beraber artması nedeniyle sapmaların daha az sayıda olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen göz hareketleri verilerinin analiz edilebilmesi için çok sayıda yöntem ve program ele alınmıştır (ör. Pillalamarri vd., 1993). Ayrıca bu dönemde göz izleme sistemleri ve laboratuvar bilgisayarlarının birlikte çalışmasına olanak sağlayan çok önemli teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Dolayısıyla yapılan araştırmalarda daha büyük boyutlarda verilere ulaşılarak bu verilerin analiz edilmesi sağlanmıştır (Rayner, 1998).

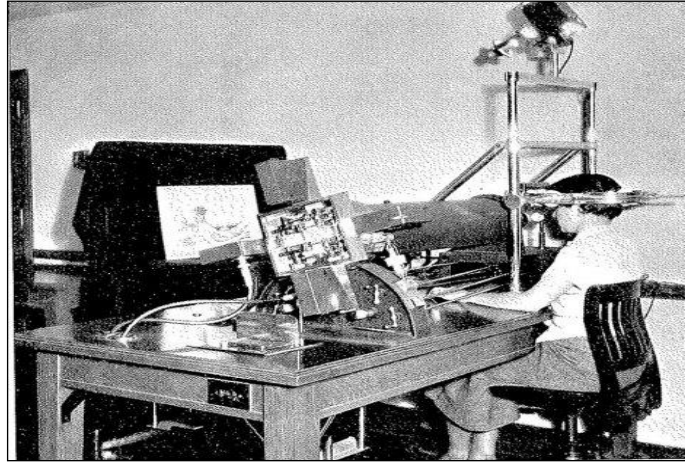
Şekil 5

Deubel ve Bridgeman'in (1995a) Araştırmalarında Kullandıkları Göz İzleme Sistemleri



Kaynak: "Deubel, H., & Bridgeman, B. (1995a). *Fourth Purkinje image signals reveal eye-lens deviations and retinal image distortions during saccades*. Vision Research."

Geçmiş yıllarda okuma sırasında göz hareketlerini izleme çalışmalarında kullanılan göz izleme tekniklerinin kullanılmalarının oldukça zor ve artık kullanılmayan teknikler olduğu görülmektedir. Göz hareketlerini inceleyen ilk araştırmacılardan Lamare kendi parmak uçlarını okuma esnasında okurun bir gözü okuma yaparken kapalı olan diğer gözünün kapak kısmına bastırarak (akt., Tinker, 1936) ya da Helmholtz gibi doğrudan gözlem yaparak (akt., Howard, 1999) oldukça ilkel teknikler ile araştırmalarını yürütmeye çalışmışlardır. Fakat bu tekniklerin ilerleyen yıllarda yerlerini doğrudan göze takılan cihazlara ve mekanik düzeneklere bıraktığı ve bu mekanik düzeneklerin içinde ise fildişinden veya alçıdan yapılmış kılıfların yer aldığı görülmektedir. Örneğin, Delabarre 1898 yılında yayınladığı çalışmasında Harvard Üniversitesinde 1897 yılında asistanı olan Dr. Lough'a göz hareketlerinin incelenmesi için kendisine ıslak ya da nemli yüzeylere Paris alçısının sabit ve sıkı bir biçimde tutunduğuna ilişkin verdiği bilgilerden dolayı teşekkürlerini ifade etmektedir. Öte yandan araştırmacıların doğrudan göze takılmayan bu mekanik düzenlemeler ve büyük çabaları neticesinde göz hareketleri ve göz kapağı hareketlerinin ayırt edilmesinde güçlükler yaşamaları (Tinker, 1936), okuma esnasında okurların başlarının metal kelepçeler ile sabitlenerek istenmeyen baş ve vücut hareketlerinin önüne geçilmesine yönelik fakat okur için konforlu olmaktan uzak olan oturma düzenekleri (ör. Huey, 1898) gibi çeşitli nedenlerle yapılan göz izleme deneylerinde sınırlılıklar yaşandığı görülmektedir. Benzer şekilde okurların göz kürelerine alçıdan üretilmiş kılıfların kokain ile anestezi yapılarak yerleştirilmesi (ör. Delabarre, 1898) yani çalışma esnasında okurun gözüne uygulanacak kokain miktarının alçıdan kılıfın okurun gözünde ne kadar süre kalacağına ilişkin etkisi de göz izleme deneylerini güçleştirmiştir. Ancak ilerleyen yıllarda bu büyük gayretler neticesinde oluşturulan mekanik düzenlemelerin, tekniklerin ve cihazların yerlerini giderek hassasiyet ve doğruluğu arttırılmış teknoloji temelli uygulamalara ve programlara bıraktığı görülmektedir. Böylece uygulamacıların ve kullanıcıların rahatlıkla kullanabilecekleri malzemelerden üretilen ve daha güvenilir araştırma bulguları elde edilmesine olanak sağlayan göz izleme cihazları ile çeşitli araştırmalar yapılmaya ve önemli veriler elde edilmeye başlanmıştır. 1930'lu yıllarda okuma sırasında göz hareketlerini izleme araştırmalarında kullanılan bir göz izleme cihazı örneği Şekil 6'da yer almaktadır.

Şekil 6*Geçmiş Yıllarda Kullanılan Bir Göz İzleme Cihazı Örnek Görseli*

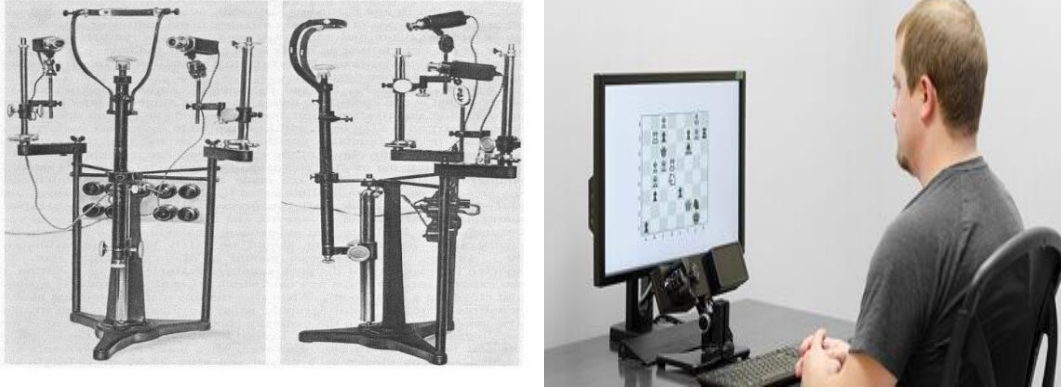
Kaynak: "Eyeseer. (2014). *Eye tracking through history*. <https://medium.com/@eyeseer/eye-tracking-through-history-b2e5c7029443>"

Günümüzde Göz İzleme Tekniği ile Okuma Becerisinin İncelenmesi

2000’li yıllar göz izleme araştırmaları için bir altın çağın başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Schall ve Bergstrom (2014) bu yılları pek çok akademik araştırma ve uygulamaların yapıldığı, ticari araştırmalar yapan birçok laboratuvarlarda bir göz izleme cihazının olduğu ya da bu laboratuvarların bir göz izleme cihazı alma planlarının olduğu parlak bir dönem olarak ifade etmektedirler. Bir başka ifadeyle göz izleme, sadece bilgisayar, mühendislik ve insan fizyolojisi gibi alanların uzman ve uygulamacılarının ileri araştırma ve incelemelerinde erişerek kullanılabilirdikleri bir teknoloji olmaktan çıkmış, yeni bir döneme girmiştir. Geçmiş yıllarda bu meslek dallarında göz izleme çalışmaları yürüten araştırmacı ve uzmanların göz izleme ekipmanlarını uygun bir biçimde çalıştırarak kullanabilmeleri ve ilgili göz hareketleri verilerine ulaşarak elde ettikleri verileri analiz edebilmeleri için kapsamlı bir eğitime ihtiyaç duydukları bilinmektedir (Schall & Bergstrom, 2014). Örneğin, göz izleme araştırmaları yapan araştırmacıların bir göz izleme deneyi sonucunda ulaştıkları verilerin analizlerini elle son derece zaman alıcı ve külfetli bir biçimde gerçekleştirdikleri ve elde ettikleri bu verilerden anlam çıkarabilmelerinin ise uzmanlık bilgisinin yanı sıra tecrübe gerektirdiği ifade edilebilir. Ancak yirmi birinci yüzyılda artık göz izlemenin bütün yazılım ve donanımlarla birlikte hem araştırmacı hem de kullanıcı dostu olduğu, farklı deney tasarımlarına kolaylıkla entegre edilebildiği, teknolojinin kölesi olunan bir dönemin ise sona erdiği düşünülmektedir. Günümüze gelindiğinde ise Şekil 7’nin sağ tarafında görüldüğü üzere göz izleme deneyi katılımcısının ağzına ısırma çubuğu verilmediği, başının bir sabitleyici ile sabitlenmediği ve katılımcıya fiziksel olarak bağlı olmayan cihazların aynı şeklin sol tarafında yer alan 1960’lı yıllarda Yarbus’un kullandığı cihaz ile yanyana geldiğinde bütün yazılım ve donanımlarıyla kullanıcı dostu olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca 2000’li yılların sonlarına doğru Türkiye’de de göz izleme tekniği kullanılarak okuma becerisi incelenmeye başlanmıştır (ör. Acartürk vd., 2008a, 2008b).

Şekil 7

Solda Yarbus'un 1960'lı Yıllarda Göz Hareketlerini Kaydettiği Göz İzleme Cihazı, Sağda Eyelink Marka Bir Göz İzleme Cihazı Örnek Görseli



Kaynak: Soldaki şekil için "File: Yarbus eye tracker. (2011, February 15). In Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yarbus_eye_tracker.jpg"; sağdaki şekil için "SR-Research. (t.y.). EyeLink 1000 Plus. <https://www.sr-research.com/eyelink-1000-plus/>"

Göz izlemedeki önemli teknolojik gelişmeler ve ilerlemeler okuma esnasında gerçekleştirilen bilişsel işlemlerin araştırılarak incelendiği göz izleme çalışmalarına da yansarak çalışmalara hız kazandırmıştır. Son yıllarda bu alanda çalışmalar yapan araştırmacılar saniyede 2000 Hertze (Hz) kadar yüksek örneklem alma düzeylerine sahip göz izleme cihazları ile araştırmalarını tasarlayarak yürütmekte ve güvenilirliği yüksek verilere hassas bir biçimde ulaşmaktadırlar (Bojko, 2013). Yani bu yeni nesil göz izleme cihazlarının göz izleme deneylerinde okur bir sözcüğe sabitlendiği sırada okurun gözünün konumuna ilişkin örneklem alma düzeylerinin oldukça yüksek olduğu dolayısıyla doğru ve hassasiyeti yüksek verilere ulaştıkları bilinmektedir. Örneğin, 60 Hz örneklem alma hızına sahip bir göz izleme cihazı saniyede 60 kez örneklem alırken 1000 Hz örneklem alma hızına sahip bir göz izleme cihazı saniyede 1000 kez örneklem alarak çalışmaktadır. Bir başka ifadeyle eğer bir göz izleme deneyinde sabitleme süresi ya da sekme gecikmesi önemli değişkenler olarak belirlendiyse, 60 Hz bir göz izleme cihazı ile bu değişkenlere ilişkin verilere yaklaşık 17 ms'lik gecikmeyle, 500 ya da 1000 Hz göz izleme cihazları ile ise 1-2 ms'lik gecikmeyle ulaşılabilir (Hutton, 2019). Öte yandan Holmqvist ve diğerleri (2011), göz izleme cihazlarının örneklem alma hızlarının düşük olması durumunda göz izleme araştırmasının deneyinde daha fazla sayıda katılımcıya yer verilerek göz izleme verisi alınmasıyla bu durumun telafi edilebileceğini ifade etmektedirler. Fakat Hutton (2019) yüksek örneklem alma düzeylerine sahip göz izleme cihazlarına özellikle mikrosakkad (microsaccade), sekme genliği (saccade amplitude) ve sekme hızı (saccade velocity) gibi göz-hareket parametrelerinin (eye-movement parameters) ölçülmesinde ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. Benzer şekilde Hutton (2019), göz izleme deneyi esnasında örneğin, deneyin katılımcısı olan okurların gözlerini kırpmaları durumunda yüksek örneklem alma sıklığına sahip göz izleme cihazlarının okurların gözlerini hızla yeniden yakalayarak örneklem almaya güvenilir bir biçimde devam ettiklerini ifade etmektedir. Böylece okuma sırasında kullanılan son teknoloji, yüksek performanslı göz izleme cihazları ile güvenilirliği ve hassasiyeti yüksek verilere ulaşarak okuma sırasında görsel, algısal gibi çeşitli bilişsel işlemlere ilişkin kapsamlı çalışmalar yürütülmektedir.

Günümüzde altın çağını yaşayan göz izleme teknolojileri ile gerçekleştirilen okuma araştırmalarından elde edilen veriler ve göz-hareket parametreleri, çeşitli yazılım programları kullanılarak farklı biçimlerde analiz edilmektedir. Bu yolla göz izleme tekniğini kullanarak okuma becerisi ile ilgili araştırma ve incelemeler yapan araştırmacılar bahsedilen modern göz izleme sistemleri aracılığıyla sabitleme ve sekme göz hareketlerinin zamanına (temporal), konumuna (spatial) ve sayısına (count) ilişkin göz-hareket parametrelerini kullanarak kapsamlı bilgilere ulaşmaktadırlar (Lai vd., 2013). Örneğin, göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelenmesine yönelik bir araştırmada okurun göz hareketlerinin zamanı ile ilgili sunulan parametreler, o okurun okuma sırasında gerçekleştirdiği göz hareketlerinin süresini ifade etmektedir. Ancak öncelikli olarak göz izleme tekniğini kullanarak okuma çalışmaları yapan araştırmacılar araştırmalarının amaçları kapsamında ilgi alanlarını (Area of Interest-AOI) belirlemektedirler. İlgi alanı, araştırmacıların ilgilendikleri belirli alanlar (Olmsted-Hawala vd., 2014) yani araştırmacıların araştırma soruları ile ilgili olarak katılımcılara sundukları uyarıların belirli bölge ya da bölgeleri (Bojko, 2013) olarak tanımlanmaktadır. Göz izleme ile okuma araştırmalarında bu ilgi alanları; sözcük, cümle, paragraf, soru ve cevap seçenekleri olabilmektedir. Dolayısıyla göz izleme tekniği kullanılarak

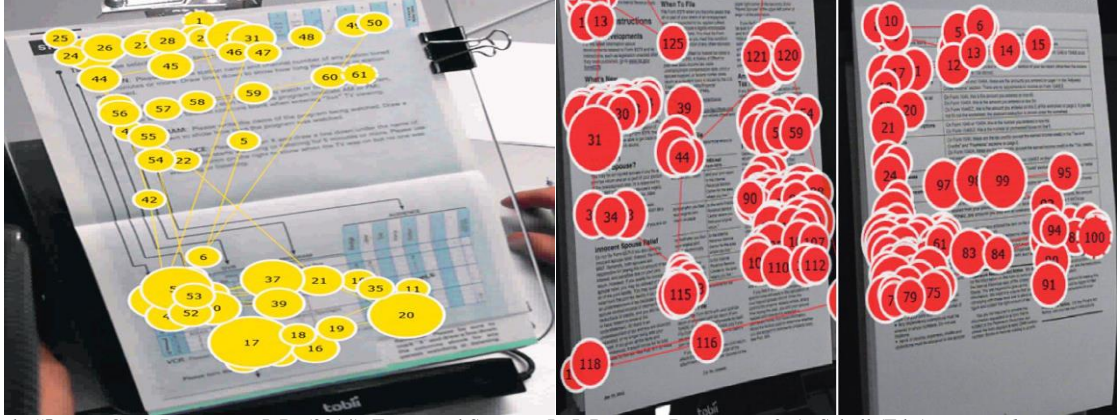
gerçekleştirilen okuma araştırmalarındaki niceliksel analizleri yapabilmek için gerekli olan göz-hareket parametrelerinin çoğu hesaplanabilmektedir (Bojko, 2013). Bir başka ifadeyle bakma süresi (gaze duration), ilk sabitleme süresi (first fixation duration) ya da sekme süresi (saccade duration) gibi çeşitli göz-hareket parametreleri araştırmacıların amaç ve soruları bağlamında belirledikleri ilgi alanları ve okurların göz hareketlerinin zaman boyutu temel alınarak tanımlanmaktadır (Lai vd., 2013). Örneğin, bakma süresi bir ilgi alanı içindeki (ör. bir metin, bir cümle ya da bir sözcük) bir dizi sabitlemelerin toplam süresini ifade ederken (Jacob & Karn, 2003) ilk sabitleme süresi bir ilgi alanına gerçekleştirilen (ör. bir paragraf ya da bir sözcük) ilk sabitlemenin süresini yani katılımcının belirlenen alana ilk sabitleme yapmak için harcadığı zamanı (Liversedge vd., 1998) ifade etmektedir. Göz izleme çalışmaları yürüten araştırmacılar çalışmalarının amaç ve soruları bağlamında katılımcılara sundukları görevlere ilişkin katılımcıların bilişsel işlemlerini ile ilgili olan göz hareket parametrelerini belirleyerek (Bojko, 2013; Jacob & Karn, 2003) incelemelerini yapmaktadırlar. Dolayısıyla aşağıda yer alan Tablo 1’de de görüldüğü üzere Lai ve diğerleri (2013) tarafından sunulan göz-hareket parametrelerinin ve tanımlarının bazılarının göz izleme tekniği ile okuma becerilerinin incelendiği araştırmalarda yaygın olarak kullanıldıkları görülmektedir.

Tablo 1

Lai ve Diğerlerinin 2013’te Sunulan Bazı Göz-Hareket Parametreleri ve Tanımları

Parametreler	Tanımlar
<i>Göz hareketlerinin zamanı ile ilgili parametreler</i>	
Toplam sabitleme süresi (Total fixation duration)	Sabitlemeler için harcanan toplam süre
Bakma süresi	Bir ilgi alanında ya da bir sözcük okuma esnasında toplam sabitleme süresi
Ortalama sabitleme süresi (Average fixation duration)	Her bir ilgi alanı üzerindeki ortalama sabitleme süresi
İlk sabitleme süresi	İlk sabitlemede harcanan süre
Sekme süresi	Bir ilgi alanında harcanan toplam sekme süresi
Toplam okuma süresi (Total reading time)	Bir ilgi alanında veya bir okuma görevinde harcanan toplam süre
<i>Göz hareketlerinin konumu ile ilgili parametreler</i>	
Sabitleme konumu (Fixation position)	Bir sabitlemenin yeri
Sekme uzunluğu (Saccade length)	İki ardışık sabitleme arasındaki mesafe
<i>Göz hareketlerinin sayısı ile ilgili parametreler</i>	
Toplam sabitleme sayısı (Total fixation count)	Bir ilgi alanındaki ya da bir görevdeki toplam sabitleme sayısı
Ortalama sabitleme sayısı (Average fixation count)	Her ilgi alanındaki ortalama sabitleme sayısı
Sekme sayısı (Saccade count)	Bir ilgi alanındaki toplam sekme sayısı
Regresyon sayısı (Regression count)	Regresyon sayısı
Regresyon yüzdesi (Percentage of regressions)	Regresyon yüzdesi

Göz izleme kullanılarak okuma becerisine ilişkin gerçekleştirilen araştırmaların amaçları bağlamında belirlenen ilgi alan ya da alanlarından ulaşılan veriler farklı yazılım programları aracılığıyla sayısal bilgilere dönüştürülmektedir. Daha sonra ulaşılan bu sayısal verilere alanında uzman araştırmacılar tarafından veri temizleme (data cleaning) işlemi uygulanmaktadır. Böylece Şekil 8’de görme-ilerleme yolu (scan path), Şekil 9’da solda odaklama haritası (focus map) ve sağda sıcaklık haritası (heat map) yani bir göz izleme parametresine ilişkin ölçümlenen değerlerin renklerle gösterildiği görsel (Bojko, 2013) ya da anahtar performans göstergeleri (key performance indicators) gibi çeşitli şekillerle göz izleme verilerinin analiz edildikleri görülmektedir. İleri teknoloji göz izleme cihaz ve yazılımları aracılığıyla ulaşılan göz hareketleri ve parametreleri ile okuma sırasında okurların bilişsel süreçlerinin hassas bir biçimde incelenerek bu süreçlere ilişkin istatistik analizlerin gerçekleştirildiği dikkat çekmektedir. Dolayısıyla günümüz göz izleme araştırmalarında göz hareketleri verilerinin çeşitli analiz ve yazılım programları kullanılarak kolay, hızlı ve doğru bir biçimde farklı şekillerde analiz edilerek sunuldukları görülmektedir.

Şekil 8*Görme-İlerleme Yolu Örnek Görseli*

Kaynak: "Jarrett, C., & Bergstrom, J. R. (2014). Forms and Surveys. In J. Romano-Bergstrom, & A. Schall (Eds.), *Eye tracking in user experience design*. Elsevier Press."

Şekil 9*Solda Odaklama Haritası, Sağda Sıcaklık Haritası Örnek Görselleri*

Kaynak: "Olmsted-Hawala, E. L., Holland, T., & Quach, V. (2014). Usability testing. In J. Romano-Bergstrom & A. J. Schall (Eds.), *Eye tracking in user experience design* (pp. 49-78). Morgan Kaufmann."

Göz İzleme Tekniğinin Okuma Güçlüğü Olan Okurların Okuma Becerilerinin İncelenmesinde Kullanımı

Göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelenmesine yönelik yapılan araştırmalarda okurların okuma becerilerinin fizyolojik özellikleri betimlenmekte, okuma esnasında psikomotor ve bilişsel işlemleri ile ilgili kapsamlı bilgiler edinilmektedir (Rayner vd., 2012). Teknik, tipik gelişim gösteren okurların yanı sıra okuma güçlüğü olan okurların da okuma süreçlerinin bileşenlerinin anlaşılmasının yanı sıra okuma performanslarının belirlenmesinde ayrıntılı bir bilgi kaynağıdır. Bir başka ifadeyle okuma güçlüğü olan okurların göz izleme tekniği kullanılarak okuma esnasında elde edilen fizyolojik verileri ile bireysel bilişsel işlemlerine ilişkin bilgilere ulaşılmaktadır.

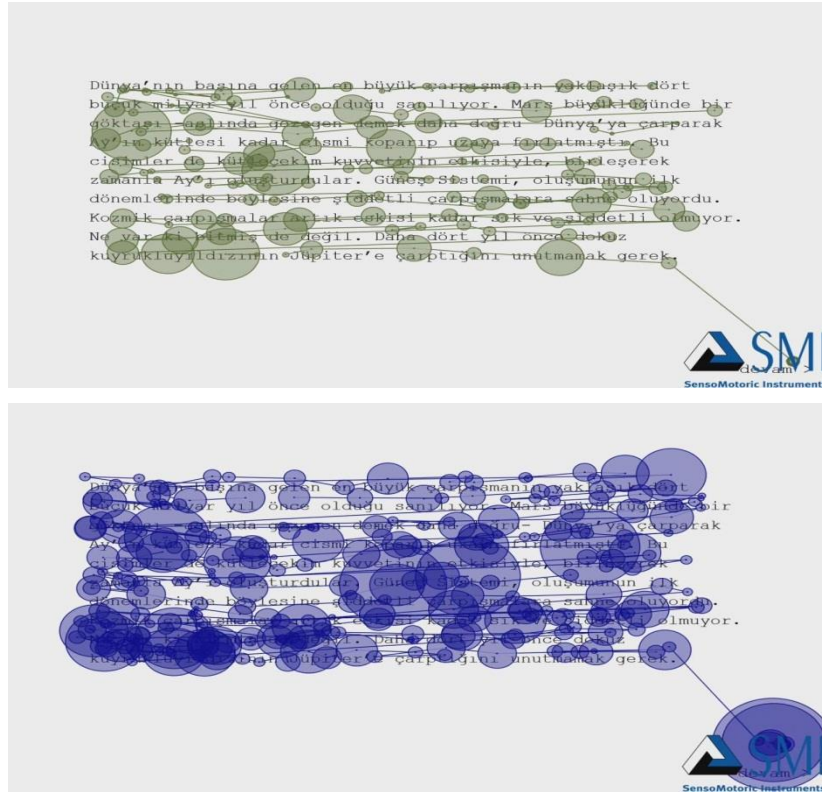
Göz izleme ile okuma güçlüğü olan okurların okuma becerilerinin ele alındığı alanyazın incelendiğinde dillerinin ortografik (ör. Hawelka vd., 2010; Hutzler & Wimmer, 2004) ve fonolojik özellikleri (ör. Trauzettel-Klosinski vd., 2010), sözcük uzunluğu ve sıklığı (ör. Dürrwächter vd., 2010; MacKeben vd., 2004) ve okuma profillerinin belirlenmesi (ör. Gangl vd., 2018; Özer, 2019) gibi çeşitli değişkenler bağlamında Almanca, İngilizce ve İtalyanca gibi çeşitli dillerde araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan örneğin, Hawelka ve diğerleri (2010) ile Hutzler ve Wimmer (2004) okuma güçlüğü olan ve olmayan, ergen ve birinci dil olarak Almanca konuşan okurların okuma sırasında sabitleme sayısı, ilk sabitleme süresi ve bakma süresi gibi göz-hareket parametrelerini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, Almanca konuşan ve okuma güçlüğü olan okurların, okumada ortografik olarak sözcüğün bütününe tanımada sıklıkla yaşadıkları başarısızlıkları ve bütünsel sözcük tanıma yerine art arda grafem-fonem eşleştirerek okuma yapmalarını elde ettikleri bu fizyolojik veriler aracılığıyla açıklamaktadırlar. Ayrıca Hutzler ve Wimmer (2004) araştırmalarında Almanca konuşan okuma güçlüğü olan okurların göz-hareket parametrelerini İngilizce ve İtalyanca konuşan okuma güçlüğü olan okurların okuma sırasında ulaşılan göz-hareket parametreleri ile karşılaştırarak düzenli ve düzenli olmayan ortografiye sahip dillere ilişkin bir karşılaştırma yaparak açıklamalarda bulunmuşlardır. Okuma güçlüğü olan okurlar ile dillerin ortografik

özelliklerine ilişkin gerçekleştirilen göz izleme araştırmalarının yanı sıra dillerin fonolojik özellikleri ile ilgili çalışmalar da (ör. Trauzettel-Klosinski vd., 2010) alanyazında dikkat çekmektedir. Örneğin, Trauzettel-Klosinski ve diğerleri (2010) okuma güçlüğü olan okurların okuma yaptıkları metinlerin fonolojik özellikleri bakımından güçlük düzeylerinin artması ile birlikte okuma sırasında ulaşılan göz-hareket parametrelerinde gerçekleşen değişiklikleri belirleyerek açıklamaktadırlar.

Okuma yapılan dillerin ve metinlerin özelliklerine ek olarak okunan sözcüklerin yüksek-düşük sıklık ve uzunluk-kısalık gibi özelliklerinin de okuma güçlüğü olan okurların sabitleme süresi, sekme sayısı gibi göz-hareket parametrelerini etkiledikleri tespit edilmiştir (ör. Dürrwächter vd., 2010; MacKeben vd., 2004). Bu bağlamda MacKeben ve diğerleri (2004) okuma güçlüğü olan çocuk okurların, okuma sırasında sözcük uzunluğuna bağlı olarak sekme göz hareketi düzenlemelerini gerçekleştiren mekanizmalarının olduğunu fakat bu mekanizmalarında niceliksel bozulmaların olabileceğini ifade etmektedirler. Öte yandan Gangl ve diğerleri (2018) okuma güçlüğü olan tutuk okurların okuma profillerini göz izleme kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar hem tipik gelişim gösteren hem de okuma güçlüğü olan çocuk okurların sabitleme sayısı, bakma süresi ve toplam okuma süresi göz-hareket parametrelerini tespit ederek okuma güçlüğü olan çocuk okurların okuma performanslarına ilişkin açıklamalarda bulunmuşlardır. Benzer şekilde Özer (2019) birinci dil olarak Türkçe konuşan yetkin ve zayıf okur olan dördüncü sınıf öğrencilerinin toplam okuma süresi, bakma süresi, ilk sabitleme süresi, sabitleme sayısı ve regresyon sayısı göz-hareket parametrelerine metin okuma esnasında ulaşarak incelemiştir. Araştırmacı, Şekil 10'da görüldüğü gibi zayıf okurların metin okuma sırasında yetkin okurlardan çok fazla sayı ve sürede sabitleme göz hareketi gerçekleştirerek okuma yaptıklarını dolayısıyla bu durumun zayıf okurların toplam okuma sürelerini arttırdığını tespit etmiştir. Özetle, göz izleme kullanılarak okuma güçlüğü olan okurların; birinci dil olarak konuştukları dillerin (ana dillerinin) ortografik ve fonolojik özelliklerinin yanı sıra okudukları sözcüklerin özelliklerinin göz-hareket parametrelerine yansıdığı, tipik gelişim gösteren okurların okuma sırasında sergiledikleri göz hareketlerinden göz hareketlerinin farklılaştığı rapor edilmekte ve günümüzde de devam eden çeşitli göz izleme araştırmaları ile bu okurların bilişsel işlemleri daha iyi anlaşılmaktadır.

Şekil 10

Yukarıda; Yetkin Okur, Aşağıda; Zayıf Okur Örnek Görselleri



Tartışma

Bu derlemenin amacı, göz izleme aracılığıyla okuma becerisinin incelendiği araştırmalardan yola çıkılarak tekniğin geliştirilmesinden günümüzde yaygın bir biçimde kullanılmasına kadar olan süreci ve bu sürecin okumanın doğasının daha iyi anlaşılmasına olan katkılarını ele almaktır. Bu bağlamda çalışmada göz izleme ile okuma becerisinin incelendiği ilk yıllara, göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelenmesinin davranışçı yaklaşım nedeniyle durakladığı döneme, göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelenmesinin yeniden yükselişe geçtiği yıllara ve 2000'li yıllarla beraber günümüzde tekniğin bilimsel ve teknolojik olarak hızlı ilerleyişine ilişkin bilgiler verilmektedir. Ayrıca özel eğitim alanında okuma güçlüğü olan bireylerin okuma becerilerinin incelenmesinde göz izleme ile gerçekleştirilen çalışmalara ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Okuma becerisinin doğasını anlama ve okuma işlemi esnasında okurların gerçekleştirdikleri bireysel bilişsel işlemleri ayrıntılı bir biçimde inceleme olanağı sunan göz izleme ilk kez 1900'lü yılların başlarında kullanılmaya başlanmıştır. O yıllara kadar göz izleme alanında araştırma yapan araştırmacılar, gözlerin okuma sırasında bir satır ya da bir metin boyunca pürüzsüz olarak ilerlediklerini düşünürlerken Javal'ın 1879 yılında yayınladığı son araştırmasında meslektaşı Lamare tarafından Javal'ın kendi laboratuvarında gerçekleştirdiği deneyleri açıklarken sekmeye ve Fransızca 'saccade' kavramına ilk kez yer vermesi (Wade vd., 2003) göz izleme araştırmaları açısından büyük bir adım ve aydınlanma olmuştur. Javal gibi göz izleme alanının bir başka öncülerinden olan Huey, 1890'lı yılların sonlarında o güne kadar yapılan tüm göz izleme ile okuma araştırmalarından elde edilen tecrübelerden yola çıkarak okuma sırasında göz hareketlerine ulaşılabilecek bir göz izleme cihazı geliştirmiştir (Reed & Meyer, 2007). Huey, geliştirdiği bu göz izleme cihazı ile gerçekleştirdiği deneyler neticesinde sekmeye ilişkin önemli kanıtlara ulaşmış ve o dönemde bu göz hareketiyle ilgili Javal'la benzer görüşü paylaştığını ifade etmiştir. 1908 yılına gelindiğinde Huey tarafından psikoloji alanında bir klasik olarak kabul edilen Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi kitabı ilk kez yayınlamıştır. Kitapta Huey'in kendisi ve meslektaşları tarafından gerçekleştirilen okuma esnasında göz hareketlerini izleme çalışmaları ile ilgili önemli bilgilerin yanı sıra Huey'in kendi geliştirdiği göz izleme cihazına ilişkin ayrıntılı bilgiler yer almaktadır. İlerleyen yıllarda göz izleme tekniğinin okuma esnasında gerçekleşen bilişsel işlemleri açıklama çabası davranışçı ekolün ve bu alanın önde gelen araştırmacılarının gölgesinde kalarak özellikle 1910'lı yılların ortalarına doğru durma noktasına gelmesi dikkat çekmiştir. Hatta Tinker'in 1958 yılında Okumada Göz Hareketlerine İlişkin Son Çalışmalar adlı gözden geçirme çalışması yayınlanarak çalışmanın en son özet kısmında okuma sırasında göz hareketleri araştırmalarının sayılarının son yıllarda azaldığı, göz hareketlerinden okuma ile ilgili öğrenilebileceklerin öğrenildiği ve gelecekteki çalışmaların çok umut verici olmadığı paylaşılmıştır (Tinker, 1958). Ancak Huey'in Okumanın Psikolojisi ve Pedagojisi adlı kitabı, 1968 yılında tekrar yayınlanmıştır (Rayner vd., 2012). Kitabın bu versiyonuna göz hareketleri ve okuma sürecine ilişkin çok az deneysel bilgi eklemesine rağmen, kitabın ikinci kez yayınlanması deneysel psikoloji alanında büyük bir ilgi uyandırmıştır. Bununla beraber 1970'li yıllar okuma esnasında gerçekleştirilen bilişsel işlemlerin göz izleme ile incelenmesinde ivme kazanılan yeni bir dönem olarak bilinmektedir (Rayner, 1998). Bu dönemde Rayner, doktora sürecinde danışmanı olan McConkie ile 1975 yılında göze bağlı ekran değişim paradigmasını geliştirmiştir (Rayner, 1998). Bunun yanı sıra Rayner, Reichle ve Pollatsek ile birlikte 1999 yılında okumada göz-hareket kontrol modeli olan E-Z Okur'u geliştirmişlerdir (Liversedge vd., 2018).

Son yıllarda ise teknolojik gelişmelerle beraber daha kullanışlı bir biçimde piyasalarda yerlerini almış olan göz izleme cihaz ve uygulamalarıyla kaliteli ve güvenilirliği yüksek verilere ulaşılan altın bir çağa girildiği kabul edilmektedir. Özellikle son 5-10 yıldır göz izleme teknolojisinde yaşanan gelişme ve ilerlemeler okuma esnasında gerçekleştirilen bilişsel işlemlerin incelendiği göz izleme çalışmalarına yansiyarak bu çalışmaları daha da hızlandırmıştır. Dolayısıyla göz izleme tekniği ve okuma alanında çalışmalar yapan araştırmacıların 1000, 2000 Hz gibi oldukça yüksek örnekleme alma düzeylerine sahip göz izleme cihazları ile çalışmalarını yürüttükleri ve güvenilirliği yüksek verilere ulaştıkları görülmektedir. Böylece ulaşılan veriler toplam sabitleme süresi, sekme uzunluğu ve regresyon sayısı gibi çeşitli önemli göz-hareket parametreleri olarak farklı yazılım programlarıyla sayısal bilgilere dönüştürülmektedir.

Göz izleme ile okuma güçlüğü olan okurların okuma becerilerinin incelendiği alanyazında birinci dil olarak konuşulan dillerin ortografik ve fonolojik özellikleri, okunan sözcüklerin özellikleri gibi çeşitli değişkenlerin bu okurların göz hareketlerine yansıdığı ve tipik gelişim gösteren okurların göz hareketlerinden göz hareketlerinin farklılaştığı görülmektedir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de göz izleme tekniği kullanılarak tipik gelişim gösteren okurların (ör. Fikri-Beken, 2015) yanı sıra yetkin ve zayıf okurların (ör. Özer, 2019; Özer & Özdemir, 2021, baskıda; Özer vd., 2020) da okuma becerilerine ilişkin araştırma ve uygulamaların gerçekleştirilmeye başlandığı görülmekte ve bu araştırmalardan edinilen önemli bulguların özel eğitim alanında okuma güçlüğüne tanı-değerlendirme ve müdahale süreçlerine önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir. Bir başka ifadeyle, okuma güçlüğü olan öğrencilerin bu güçlüklerine ilişkin değerlendirilmeleri geleneksel yöntemlerin aksine göz izleme aracılığıyla fizyolojik veriler ile kağıt kalem kullanılmadan, uygulamacı

tecrübelerinden bağımsız objektif olarak yapılabilir. Yapılan bu teknoloji temelli ve yenilikçi değerlendirmeler ile öğrencilerin okuma becerileri henüz yaşları daha fazla ilerlemeden, zaman kaybı yaşanmadan hızlı, hassas ve güvenilir bir biçimde ölçümlenebilecektir. Aynı zamanda yapılan bu değerlendirmeler sırasında öğrenciler kendilerini zaman baskısı altında hissetmeden, kendilerinden sözlü ve yazılı yanıtlar istenmeden, okuma performanslarına ilişkin ayrıntılı ve kapsamlı olarak değerlendirilebilecektir. Değerlendirme sonuçlarına dayalı olarak, okuma güçlüğü olan öğrencilere uygun müdahale programları erken dönemlerde uygulanarak okuma güçlüğü semptomları azaltılabilecek ve erken müdahale uygulamaları ile ileri yıllarda oluşabilecek diğer öğrenme problemlerinin önlenmesine yönelik ilerlemeler de yine göz izleme teknolojileri ile izlenebilecektir. Bu yönleriyle göz izleme tekniğinin özel eğitim alanında okuma güçlüğünün hem tanı-değerlendirme hem de müdahale süreçlerinde etkili ve verimli bir biçimde yer alabileceği pek çok araştırmacı tarafından da vurgulanmakta (ör. Asvestopoulou vd., 2019; Benfatto vd., 2016) ve okuma güçlüğü olan çocukların değerlendirilmesinde uygulanan göz izleme araştırmalarının sayısındaki artış da dikkat çekmektedir. Ayrıca günümüzde okuma sırasında göz izleme tekniğiyle ulaşılan veriler ile EEG (electroencephalogram) ve fMRI (functional magnetic resonance imaging) gibi beyin görüntüleme işlemleri ile elde edilen verilerin okuma becerisinin doğasına ve bu esnada gerçekleştirilen bilişsel işlemlere ilişkin daha derin ve kapsamlı bilgiler sunacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, psikoloji, eğitim ve özel eğitim gibi birçok araştırma alanında dünyanın farklı yerlerinde birçok araştırmacının dikkatini çekerek okuma becerisinin incelenmesinde yaygın bir biçimde kullanılan göz izleme tekniğinin önemli bir teknik haline gelmeyi başardığı ifade edilebilir.

Yazarların Katkı Düzeyleri

Dr. Özer çalışmayı koordine etmiş, alanyazını gözden geçirmiş, makaleyi yazmış ve düzenlemiştir. Dr. Özdemir makaleyi gözden geçirmiş ve düzenlemiştir.

Kaynaklar

- Acartürk, C., Habel, C., Çagiltay, K., & Alaçam, Ö. (2008a). Learning from text and graphs: The role of annotations and sensory modality. In A. Maes & S. Ainsworth (Eds.), *Exploiting the opportunities learning with textual, graphical and multimodal representations* (pp. 13-16). EARLI Special Interest Group Text and Graphics.
- Acartürk, C., Habel, C., Çagiltay, K., & Alaçam, Ö. (2008b). Multimodal comprehension of language and graphics: Graphs with and without annotations. *Journal of Eye Movement Research*, 1(3), 1-15. <https://doi.org/10.16910/jemr.1.3.2>
- Asvestopoulou, T., Manousaki, V., Psistakis, A., Smyrnakis, I., Andreadakis, V., Aslanides, I. M., & Papadopoulou, M. (2019). DysLexML: Screening tool for dyslexia using machine learning. <https://arxiv.org/abs/1903.06274>
- Baş, T., & Tüzün, H. (2014). Tüketicileri (kullanıcıları) ve ürün kullanımlarını analiz etmek için göz izleme yönteminin kullanılması. *Tüketici Yazıları*, 4, 217-234.
- Benfatto, M. N., Seimyr, G. Ö., Ygge, J., Pansell, T., Rydberg, A., & Jacobson, C. (2016). Screening for dyslexia using eye tracking during reading. *PloS One*, 11(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165508>
- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience a practical guide to research*. Rosenfeld.
- Delabarre, E. B. (1898). A method of recording eye-movements. *The American Journal of Psychology*, 9(4), 572-574. <https://doi.org/10.2307/1412191>
- Deubel, H., & Bridgeman, B. (1995a). Fourth Purkinje image signals reveal eye-lens deviations and retinal image distortions during saccades. *Vision Research*, 35(4), 529-538. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(94\)00146-D](https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)00146-D)
- Deubel, H., & Bridgeman, B. (1995b). Perceptual consequences of ocular lens overshoot during saccadic eye movements. *Vision Research*, 35(20), 2897-2902. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)00042-X](https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)00042-X)
- Dürrwächter, U., Sokolov, A. N., Reinhard, J., Klosinski, G., & Trauzettel-Klosinski, S. (2010). Word length and word frequency affect eye movements in dyslexic children reading in a regular (German) orthography. *Annals of Dyslexia*, 60(1), 86-101. <https://doi.org/10.1007/s11881-010-0034-9>
- Eyeseer. (2014). *Eye tracking through history*. <https://medium.com/@eyeseer/eye-tracking-through-history-b2e5c7029443>
- Fikri-Beken, F. (2015). *Türkçe okumada göz hareketleri kontrolü: Derlem-çözümlemeli bir yaklaşım [Eye movement control in Turkish: A corpus-analytic approach]* (Tez Numarası: 409158) [Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- File: Yarus Eye Tracker. (2011, February 15). In Wikipedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yarus_eye_tracker.jpg
- Gangl, M., Moll, K., Jones, M. W., Banfi, C., Schulte-Körne, G., & Landerl, K. (2018). Lexical reading in dysfluent readers of German. *Scientific Studies of Reading*, 22(1), 24-40. <https://doi.org/10.1080/10888438.2017.1339709>
- Hawelka, S., Gagl, B., & Wimmer, H. (2010). A dual-route perspective on eye movements of dyslexic readers. *Cognition*, 115(3), 367-379. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.11.004>
- Hering, E. (1879). "Über muskelgeräusche des auges" Sitzberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien ["About the noises of the muscles in the eye" Seat reports from the Imperial Academy of Sciences in Vienna]. *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 79, 137-154.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. University Press.
- Howard, I. P. (1999). The Helmholtz-Hering debate in retrospect. *Perception*, 28, 543-549. <https://doi.org/10.1068/p2805ed>
- Huey, E. B. (1898). Preliminary experiments in the physiology and psychology of reading. *The American Journal of Psychology*, 9(4), 575-586. <https://doi.org/10.2307/1412192>

- Huey, E. B. (1900). On the psychology and physiology of reading I. *The American Journal of Psychology*, 11(3), 283-302. <https://doi.org/10.2307/1412745>
- Hutton, S. B. (2019). Eye tracking methodology. In C. Klein & U. Ettinger (Eds.), *Eye movement research: An introduction to its scientific foundations and applications* (pp. 277-308). Springer International Publishing.
- Hutzler, F., & 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)
- Jacob, R. J. K., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises (Section Commentary). In J. Hyönä, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 573-605). Elsevier Science.
- Jarrett, C., & Bergstrom, J. R. (2014). Forms and surveys. In J. R. Bergstrom, & A. Schall (Eds.), *Eye tracking in user experience design* (pp. 111-137). Elsevier Press.
- Lai, M. L., Tsai, M. J., Yang, F. Y., Hsu, C. Y., Liu, T. C., Lee, S. W. Y., Lee, M. H., Chiou, G. L., Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90-115. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>
- Liversedge, S. P., Castelhana, M., Reichle, E. D., & Ferreira, F. (2018). Special issue in honour of Keith Rayner (1943-2015). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(1), 1-2. <https://doi.org/10.1177/1747021817740774>
- Liversedge, S. P., Paterson, K. B., & Pickering, M. J. (1998). Eye movements and measures of reading time. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* (pp. 55-76). Elsevier.
- Loetscher, T., Bockisch, C. J., Nicholls, M. E., & Brugger, P. (2010). Eye position predicts what number you have in mind. *Current Biology*, 20(6), 264-265. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.01.015>
- MacKeben, M., Trauzettel-Klosinski, S., Reinhard, J., Dürrwächter, U., Adler, M., & Klosinski, G. (2004). Eye movement control during single-word reading in dyslexics. *Journal of Vision*, 4(5), 388-402. <https://doi.org/10.1167/4.5.4>
- McConkie, G. W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 17(6), 578-586. <https://doi.org/10.3758/BF03203972>
- Olmsted-Hawala, E. L., Holland, T., & Quach, V. (2014). Usability testing. In J. Romano-Bergstrom & A. J. Schall (Eds.), *Eye tracking in user experience design* (pp. 49-80). Morgan Kaufmann.
- Özer, E. (2019). *Yetkin ve zayıf okurların okuma becerileri ile göz hareketleri arasındaki ilişkinin karşılaştırılarak incelenmesi [Comparative examination of the relationship between reading skills and eye movements of good and poor readers]* (Tez Numarası: 593749) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özer, E., & Özdemir, S. (2021). Yetkin ve zayıf okurların sıklığı yüksek olan sözcüklere ilk sabitleme sürelerinin incelenmesi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 9(3), 804-819. <https://doi.org/10.16916/aded.886835>
- Özer, E., & Özdemir, S. (baskıda). The relation between reading performance and eye movement parameters of high-skilled and low-skilled readers. *Education and Science*.
- Özer, E., Özdemir, S., & Kara, M. (2020). Göz izleme tekniği ile okuma becerisinin incelenmesi. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 18(1), 437-455. <https://doi.org/10.37217/tebd.714158>
- Pillalamarri, R. S., Barnette, B. D., Birkmire, D., & Karsh, R. (1993). Cluster: A program for the identification of eye-fixation-cluster characteristics. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 25(1), 9-15. <https://doi.org/10.3758/BF03204444>
- Poole, A., & Ball, L. J. (2006). Eye tracking in HCI and usability research. In C. Ghaoui (Ed.), *Encyclopedia of human computer interaction* (pp. 211-219). IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-59140-562-7.ch034>
- Rayner, K. (1993). Eye movements in reading: Recent developments. *Current Directions in Psychological Science*, 2(3), 81-86. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10770940>

- Rayner, K. (1997). Understanding eye movements in reading. *Scientific Studies in Reading, 1*, 301-323. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0104_2
- 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. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 62*(8), 1457-1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>
- Rayner, K., Foorman, B. R., Perfetti, C. A., Pesetsky, D., & Seidenberg, M. S. (2001). How psychological science informs the teaching of reading. *Psychological Science in the Public Interest, 2*(2), 31-74. <https://doi.org/10.1111/1529-1006.00004>
- Rayner, K., Pollatsek, A., Ashby, J., & Clifton-Jr., C. (2012). *Psychology of reading*. Psychology.
- Rayner, K., Schotter, E. R., Masson, M. E., Potter, M. C., & Treiman, R. (2016). So much to read, so little time: How do we read, and can speed reading help? *Psychological Science in the Public Interest, 17*(1), 4-34. <https://doi.org/10.1177/1529100615623267>
- Reed, J. B., & Meyer, R. J. (2007). Edmund Burke Huey (1870-1913): A brief life with an enduring legacy. In S. E. Israel & E. J. Monaghan (Eds.), *Shaping the reading field: The impact of early reading pioneers, scientific research, and progressive ideas* (pp. 159-175). International Reading Association.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (1999). Eye movement control in reading: Accounting for initial fixation locations and refixations within the E-Z Reader model. *Vision Research, 39*(26), 4403-4411. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(99\)00152-2](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(99)00152-2)
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2003). The E-Z Reader model of eye-movement control in reading: Comparisons to other models. *Behavioral and Brain Sciences, 26*(4), 445-526. <https://doi.org/10.1017/S0140525X03000104>
- Schall, A. J., & Bergstrom, J. R. (2014). Eye tracking in user experience design. In J. R. Bergstrom & A. Schall (Eds.), *Introduction to eye tracking* (pp. 3-26). Elsevier.
- SR-Research. (t.y.). *EyeLink 1000 Plus*. <https://www.sr-research.com/eyelink-1000-plus/>
- Tinker, M. A. (1936). Eye movements in reading. *The Journal of Educational Research, 30*(4), 241-277. <https://doi.org/10.1080/00220671.1936.10880667>
- Tinker, M. A. (1958). Recent studies of eye movements in reading. *Psychological Bulletin, 55*(4), 215-231. <https://doi.org/10.1037/h0041228>
- Trauzettel-Klosinski, S., Koitzsch, A. M., Dürrwächter, U., Sokolov, A. N., Reinhard, J., & Klosinski, G. (2010). Eye movements in German-speaking children with and without dyslexia when reading aloud. *Acta Ophthalmologica, 88*(6), 681-691. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01523.x>
- Wade, N. (2010). Pioneers of eye movement research. *I-Perception, 1*(2), 33-68. <https://doi.org/10.1068/i0389>
- Wade, N. J., & Tatler, B. W. (2009). Did Javal measure eye movements during reading? *Journal of Eye Movement Research, 2*, 1-7. <https://doi.org/10.16910/jemr.2.5.5>
- Wade, N. J., Tatler, B. W., & Heller, D. (2003). Dodge-ing the issue: Dodge, Javal, Hering, and the measurement of saccades in eye-movement research. *Perception, 32*(7), 793-804. <https://doi.org/10.1068/p3470>
- Walczyk, J. J., Tcholakian, T., Igou, F., & Dixon, A. P. (2014). One hundred years of reading research: Successes and missteps of Edmund Burke Huey and other pioneers. *Reading Psychology, 35*(7), 601-621. <https://doi.org/10.1080/02702711.2013.790326>
- Wotschack, C. (2009). *Eye movements in reading strategies: How reading strategies modulate effects of distributed processing and oculomotor control*. Universitätsverlag Potsdam.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision* (B. Haigh, Trans.). Plenum Press. (Original work published in 1965).
- Zirpoli, T. J. (2014). *Behavior management: Positive applications for teachers* (6th ed.). Pearson.



Eye Tracking Technique from Past to Present in Reading Research

Esmehan Özer ¹

Selda Özdemir ²

Abstract

Introduction: In this study, the developmental process of eye tracking technique from the past to the present is examined through reviewing the literature analyzing reading skills with the use of eye tracking technique. Within this perspective, information is given about the first years of reading skills with eye tracking technique, years when studying reading skill with eye tracking technique stopped due to behavioral approach, years when studying reading skill with eye tracking technique started to rise again and the rapid progress of eye tracking scientifically and technologically in the 2000s. In addition, information on eye-tracking studies to examine the reading skills of individuals with special needs in the field of special education is presented.

Discussion: Beginning from the first report of the saccade to the widespread use of the eye tracking technique that is seen today, the developmental stages of the technique and its importance in examining cognitive processes of readers are explained in the current study. Thus, it is expected that the nature of reading skills will be understood in depth and reflections of reading difficulties on diagnosis and evaluation procedures will guide researchers.

Keywords: Eye tracking technique, eye movements, saccade, fixation, reading, reading disability.

To cite: Özer, E., & Özdemir, S. (2022). Eye tracking technique from past to present in reading research. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 23(3), 675-697. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.844707>

¹**Corresponded Author:** Assist. Prof., Kırıkkale University, E-mail: esmehanozer@kku.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5919-8072>

²Prof., Hacettepe University, E-posta: seldaozdemir@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9205-5946>

Introduction

Eye-tracking is a technique that records individuals' eye movements while they read a text, when and where they look at any given time (Poole & Ball, 2006). Eye-tracking during reading involves measuring and recording the reader's text processing. Examining eye movements using eye-tracking technology provides researchers with detailed information regarding the cognitive processing of stimuli during reading (Rayner et al., 2012). This information can be accessed by examining eye movements. Eye movements can be recorded using eye tracking cameras (Baş & Tüzün, 2014) which are usually placed on a monitor.

The main purpose of eye movements, for example, is to bring the vision region to the center of the word during reading (Wotschack, 2009). Saccades and fixations are used for this purpose (Rayner, 2009). A saccade is an eye movement that readers display rapidly and continuously during reading and a saccade takes approximately 30 ms during the reading of an adult reader whereas a fixation takes an average of 200-300 ms in an adult reader with eyes displaying relatively smooth-pursuit eye movements between saccades (Wotschack, 2009). Readers make patterns on the stimuli with saccades and fixations during reading. Through examining these patterns, it is possible to observe the cognitive profiles of the readers in-depth or the visual stimuli, the reading material (Rayner, 1998).

In this study, the evaluation of eye-tracking technique from the past to the present are reviewed through a historical review process. Within this context, reading research using the eye-tracking technique is initially presented in its earlier stages along with later years when no study was published due to the negative effects of the behavioral research paradigm, and finally the rising years of reading research. In addition, the scientific and technological development of the technique in the 2000s is presented. Beginning from the first report of the saccade to the widespread use of the technique in today's reading research, the development of the eye-tracking technique and its importance in examining the cognitive processing of the readers are addressed. Within this perspective, the scope of this study includes "Development of eye-tracking technique: The early years", "Eye tracking during reading: Waiting years", "Eye tracking during reading: Years of rise", "Examination of reading skills using eye tracking: Present-day" and "Discussion" respectively.

The Development of Eye Tracking Technique: The Early Years

Javal was a French ophthalmologist who lived between 1839-1907 (Reed & Meyer, 2007). Javal, the founder and the director of an ophthalmology laboratory in Paris Sorbonne, published a series of articles on the physiology of reading skills between the years of 1878 and 1879 (Wade, 2010). In his last research study published in 1879, Javal reported the concept of saccade for the first time in reading literature while explaining his experiments carried out by his colleague Lamare in his laboratory (Wade et al., 2003). The same year, Hering mentioned the same term, saccadic eye movement in his article. According to Wade et al. (2003), Javal and Hering were the first researchers who reported the term saccade during reading. Javal argued that the eyes do not only make fixations during reading and therefore, they do not progress smoothly through a text during reading (Rayner et al., 2012).

Huey, one of the first experimental psychologists of the US, conducted his doctoral studies at the Clark University in the late 1890s. In these years, Huey developed an eye-tracking device that could record and monitor eye movements during reading, based on all the studies, information, and findings obtained so far (Reed & Meyer, 2007). Huey's device recorded eye movements on a smoked drum and most importantly, it was the first device that recorded eye movements continuously (Walczyk et al., 2014).

Huey stated that while reading, readers' eyes make rapid movements with varying lengths along a line being read. Huey declared in 1900 that Javal tended to accept the results of his works in 1879 and 1881. Huey developed various applications such as calibration and bite bar to diminish the intrusiveness of eye movement experiments during reading. By 1908, Huey first published the book entitled "The Psychology and Pedagogy of Reading", which was considered a true classic in the field of psychology. Publication of Huey's book, which contains information on eye movements during reading, in the late 1800s and early 1900s brought great acceleration to the field of reading. However, after this rise, in 1913, research in experimental psychology, which examines cognitive processing during a reading with eye-tracking stopped due to the behavioral approach revolution.

Eye Tracking During Reading: Waiting Years

The pioneers of the behavioral approach rejected the cognitive processes that occurred during reading and argued that behavioral science should only be concerned about measurable human behavior. This perspective hindered the early attempts of cognitive psychologists to examine the cognitive processes underlying reading (Rayner et al., 2012). Beginning from the mid-1910s, the researchers studying the cognitive processes of the readers during reading stopped and the researchers were focused more on the development of standardized reading tests to measure the reading skills (Rayner et al., 2001). In 1958, Tinker published an article entitled "Recent Studies of Eye Movements in Reading". The researcher stated that the number of eye-tracking research in the area of reading decreased significantly and almost everything that can be learned from the eye-tracking research was learned. Tinker concluded his article with a pessimistic note, stating that the future of this research line does not seem promising (Tinker, 1958). Tinker's view, on the other hand, was widely accepted in the 50s and 60s and caused the neglect of new research attempts to examine the relationships between eye movements and cognitive processes (Rayner, 1998).

Yarbus was one of the pioneer researchers, a Russian psychologist, who became famous for conducting leading research on the area of eye tracking in the 1950s and 1960s. Yarbus made a name for himself by publishing his extensive studies and research using the eye-tracking technique in his book "Eye Movements and Vision" in 1967. In his book, Yarbus credited leading researchers such as Javal, Dodge, Buswell, Gilbert, and Taylor under the heading of Eye Movements During Reading, but this section was only a review section. Moreover, Yarbus emphasized in the conclusion part of his book that the reading speed of the readers depends on the readers' cognitive processes, but not on their eye muscles.

Huey's book "The Psychology and Pedagogy of Reading" was republished in 1968 (Rayner et al., 2012). Although the 1908 version of the book added little experimental information about eye movements during reading, its second publication attracted great attention in the field of experimental psychology. During these 60 years, some researchers such as Buswell and Tinker continued to study eye movements in reading. However, most of the researchers in the field of experimental psychology were under the influence of the behavioral approach and therefore carried out studies on different reading skills' applications. During this period, most of the researchers conducted studies to determine the most effective methods in teaching reading skills and to develop standardized reading tests (Rayner et al., 2012). In summary, a dark period ended with Huey's book, and this period was followed by a new era of rising.

Eye Tracking During Reading: Years of Rise

The 1970s have been a new era in which there has been a research acceleration in the study of cognitive processing of reading through the use of eye-tracking technology (Rayner, 1998). Rayner was one of the researchers who examined the cognitive processes of reading during this period. In 1975, Rayner developed a very powerful experimental paradigm called the eye-contingent display-change paradigm together with McConkie, who was his advisor during his doctoral studies (Rayner, 1998). In those years, researchers made it possible to examine the perceptual span or visual field size of a reader during a reading with the eye-dependent screen change paradigm that required advanced experimental hardware technologies and software programs (Rayner, 1998). Furthermore, in 1999, Rayner together with Reichle and Pollatsek developed the E-Z Reader model, which is an eye-movement control model for reading (Liversedge et al., 2018). This model provides a theoretical framework to understand how linguistic and oculomotor variables affect eye movements during reading (Reichle et al., 1999). Rayner, who was the world-renowned researcher in this field, has carried out important studies in many parts of the world including Oxford, Durham, Potsdam, and Dundee Universities to investigate the physiology of reading and cognitive processes of reading, and has published nearly 400 studies that guide today's research (Liversedge et al., 2018).

The late 1990s revealed significant advances in eye-tracking devices used by many researchers in the user experience industry today (Schall & Bergstrom, 2014). New initiatives, developments, and innovations in both hardware and software designs enabled eye-tracking technology to be used in academic research and commercial user experience labs. In this research direction, important information was obtained about the properties of various eye-tracking systems in those years (e.g., Deubel & Bridgeman, 1995a, 1995b). In addition, many methods and programs were discussed within the field to analyze eye movement data more effectively (e.g., Pillalamarri et al., 1993). Moreover, during this period important technological developments were achieved by many researchers in using advanced eye-tracking systems and laboratory computers to work together. With this advancement, larger-scale data were collected and analyzed in many studies (Rayner, 1998).

In the early years, the eye-tracking technique used in eye movement monitoring during reading was very intrusive and currently, those techniques have been accepted as very primitive techniques. Those techniques were mechanical setups included cups made of ivory or plaster, but left their places into eye-mounted devices and mechanical setup in the following years. However, difficulties and limitations in gathering valid and reliable eye tracking data have continued to be experienced. For example, researchers frequently confused eye and eyelid movements in the past (Tinker, 1936), readers were unable to sit comfortably during reading experiments (e.g. Huey, 1898), or a plaster cup was placed on readers' eyeballs by numbing them with cocaine (e.g., Delabarre 1898; Huey, 1898). However, in the following years, with the development of computer technology and eye movement recording technology, significant advances have been recorded regarding improved eye-tracking data quality with increased precision and accuracy. Thus, a new era of collecting valid and reliable data has begun and new eye-tracking technologies have become more accessible for the researchers. In fact, the findings and information about the cognitive processes of the readers during reading have been increased continuously and therefore, eye-tracking experimental research has been advanced.

Examination of Reading Skills Using Eye Tracking: Present-day

The 2000s have been known as the beginning of a golden age of eye-tracking research. Schall and Bergstrom (2014) described these years as a bright period of eye tracking laboratories that carried out many academic and commercial research. In the past, eye tracking ceased to be a technology that can be used only by experts and practitioners of limited fields such as computer science, engineering, and human physiology. Overall in the past years, researchers who carried out the eye-tracking studies in these fields needed comprehensive training to be able to use the eye-tracking devices correctly and to have access to valid eye movement data and further analyze their data (Schall & Bergstrom, 2014). However, in the twenty-first century, eye-tracking technology has been accepted as a user-friendly and easily integrated technology into different experimental designs with its various software and hardware.

These important technological developments and advances in eye-tracking technologies have been reflected in an increasing number of eye-tracking studies, where cognitive processing performed during reading was investigated and examined. In recent years, researchers have been conducting their research with the use of eye-tracking devices with very high sampling levels such as 500, 1000, or 2000 Hertz (Hz) and have reached highly reliable data. In other words, in eye-tracking experiments conducted with these new generation eye-tracking devices, sampling levels related to the position of the reader's eye are measured sensitively when the reader is fixed on a word and the researchers can collect accurate and highly sensitive data. For example, an eye-tracking device with a sampling rate of 60 Hz takes eye movement samples 60 times per second, while an eye-tracking device with a sampling rate of 1000 Hz operates at a sampling rate of 1000 times per second. If the fixation duration or the saccade latency were determined as an important variable in an eye-tracking experiment, the data related to these variables recorded with a 60 Hz eye tracking device has a delay of approximately 17 ms and a 500 or 1000 Hz device has a delay of 1-2 ms (Hutton, 2019). Thus, researchers examining visual and perceptual-cognitive processing of reading collect reliable and sensitive data with the use of the latest technology.

Currently, the data and eye-movement parameters obtained during reading were analyzed in different ways using various software programs. Researchers who examine the reading skills using eye-tracking technique can access the information regarding the temporal and spatial cognitive processes and the total number of fixations and saccades (Lai et al., 2013). Researchers who investigate reading using eye-tracking determine the areas of interest (AOIs) in their study within the scope of their research purposes. Thus, most of the eye-movement parameters required for quantitative analysis can be calculated precisely using the eye-tracking technology (Bojko, 2013). In other words, various eye-movement parameters such as gaze duration, first fixation duration, or saccade duration are all defined based on a study's AOIs determined by a researcher and the temporal dimensions of the readers' eye movements can be understood (Lai et al., 2013).

In eye-tracking research, the data obtained from any AOIs, which is determined based on a research purpose are transformed into quantitative information using different software completing the data gathering process. Further, a data cleaning process is applied on the quantitative data by expert researchers in the field. In addition, eye-tracking data were analyzed using various techniques such as scan path, focus map and heat map or key performance indicators. Finally, the cognitive processes of the readers during reading are also examined and the statistical analysis were performed on the eye movement parameters obtained with the use of advanced eye tracking technology.

Discussion

The aim of this study was to review the development of eye-tracking research in the area of reading from its initial use in the early 1900s to its widespread use today. Within this perspective, the current study presented information about the early years when reading skills were examined with eye-tracking technique, the waiting period when no eye-tracking studies were conducted due to the effects of the behavioral approach, and the years when eye-tracking studies began to rise again. In addition, the scientific and technological progress of this technique which provides detailed and comprehensive information about the cognitive processes of reading has been discussed.

The eye-tracking technique, which provides the opportunity to understand the nature of the reading skills and to examine the cognitive processing of an individual reader was first used in the early 1900s. Until those initial years, researchers thought that the eyes progress smoothly during reading. In fact, Javal's first mention of a saccade eye movement in 1879 (Wade et al., 2003) was a great enlightenment within the field. Huey, another pioneer in the field of eye-tracking just like Javal, developed an eye-tracking device that can measure eye movements during reading, based on the experiences obtained from all eye tracking and reading research in the late 1890s (Reed & Meyer, 2007). By 1908, Huey published his famous book "The Psychology and Pedagogy of Reading" which is now considered a classic in the field of psychology. In the following years, research efforts on the use of eye-tracking technique to explain the cognitive processes of reading remained in the shadow of the behavioral approach and the research efforts stopped towards the mid-1900s. In fact, Tinker argued in his review article entitled "Recent Studies of Eye Movements in Reading" that the number of eye movement studies in reading decreased, and learning about reading from eye movements came to an end (Tinker, 1958). However, Huey was republished *The Psychology and Pedagogy of Reading* in 1968 once again (Rayner et al., 2012). Although this version of the book added little empirical information about the eye movements and the reading process, this second publication sparked a great deal of interest in the field of experimental psychology. The 1970s are known as a new era that gained a great momentum in the examination of cognitive processing of reading with the use of eye-tracking technique (Rayner, 1998). During this period, Rayner developed the eye-contingent display change paradigm with George McConkie in 1975 (Rayner, 1998). In addition, together with Rayner, Reichle, and Pollatsek, these researchers developed an E-Z Reader model, which was an eye-movement control model for reading (Liversedge et al., 2018).

In recent years, many researchers agree that eye-tracking research has reached to its golden era providing high-quality, and reliable data and eye-tracking devices are easily accessible for many researchers to conduct experimental studies. Especially in the last 5-10 years, advances in eye-tracking technology have been reflected in eye-tracking studies in which cognitive processing of reading were examined extensively. In addition, the number of eye-tracking studies in the area of reading has been increased dramatically. Researchers working in this field have been carrying out their studies using advanced eye-tracking technologies with very high sampling levels such as 1000, 2000 Hz. the eye movement data such as total fixation duration and regression count are transformed into quantitative information using advanced software programs as well.

Currently, it has been widely known that the eye-tracking data in reading and the data obtained from brain imaging such as EEG and fMRI provide in-depth and comprehensive information about the nature of reading and cognitive processing of reading. As seen in many research fields such as medicine, psychology, and education, eye tracking has become an important technique that attracts the attention of many researchers and has been widely used in reading studies. More importantly, eye-tracking technology attracts the attention of researchers and practitioners within the field of special education. Identifying students with reading problems, designing effective interventions that address the learning needs of struggling readers, and assessing students' progress in reading interventions are leading research areas within the field of special education. Current literature focused on these research areas have improved with the use of eye-tracking technology. Future research in the area of silent reading will provide reliable information about the cognitive processing of reading by providing physiological eye movement data.

Authors' Contributions

Dr. Ozer coordinated the study, reviewed the literature, wrote, and edited the manuscript. Dr. Ozdemir reviewed and edited the manuscript.