

Göz Hareketleri ve Aktif Görsel Dikkat Süreçleri

Eye Movements and Active Visual Attention Processes

Belgüzar Nilay Türkan¹ 

¹Dr. Araştırma Görevlisi, Trier Üniversitesi, Bilişsel Psikoloji Bölümü, Trier, Almanya

ÖZ

Göz, anatomik ve fiziksel sınırları içinde sadece görme duyusundan ibaret bir organ değildir. Resim sanatında Rönesans'tan bu yana bakışın, bakanın imgesel hayatına gönderme yapan bir sembol olarak göz, bilim insanlarının zihni anlamak için kullandığı önemli bir malzeme niteliğindedir. Gözün anatomisi ve hareketleri üzerine yapılan araştırmalar, antik Yunan'dan Babil, Mezopotamya ve Mısır uygarlıklarına kadar uzanan geniş bir coğrafyada, oldukça köklü bir geçmişe sahiptir. Göz hareketleri insan gibi temel görme yapılarına sahip olan tüm hayvan türleri ile ortak sahip olduğumuz bir davranıştır. Bu davranışın temel işlevi, belirli bir anda görsel dünyanın retinada sabit bir temsili oluşturmak ve ardından çevrenin keşfedilmesini sağlamaktır. Göz hareketlerini incelemek, organizmanın dünyaya nasıl baktığıyla ilgili bilgi vererek dünyayı nasıl algıladığı konusunda önemli ipuçları sağlamaktadır. İnsanın göz hareketleri repertuarı arasında sıçrama ve odaklama türü hareketler alan yazında en sık ölçülen ve dikkat ile ilişkisi çalışılan hareketlerdir. Özellikle daha önce ortaya atılmış olan dikkat hipotezlerinin test edilmesinde objektif bir ölçüm yöntemi sunan göz izleme yöntemi ile bir kişinin belirli bir anda nereye, ne kadar süreyle baktığı gibi parametreler incelenebilmektedir. Bu parametreler özellikle görsel dikkat çalışmaları için önemli ölçüm ve analiz imkanı sağlamaktadır. Bilişsel Psikoloji ve psikolojinin farklı disiplinleri gözler aracılığıyla açılan pencereden, insan görsel dikkati ve dolayısıyla zihnine dair pek çok konuyu araştırabilmektedir. Psikoloji disiplinindeki rolüne ek olarak, göz izleme yöntemi, sanat, reklamcılık ve endüstri gibi insanların dikkat ve algı mekanizmaları ile ilişkili birçok alanda önemli bir yöntemsel araç olmaya devam etmektedir. Bu derleme yazısında kısaca göz izleme yönteminin tarihçesi, ardından temel göz hareketleri sistematiği ve son olarak da göz hareketleri ile çeşitli zihinsel görevler için gerekli olan dikkat süreçleri arasındaki ilişkiler ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göz izleme, açık dikkat, görsel dikkat, göz hareketleri ve dikkat ilişkisi, sıçrama-odaklama metrikleri, sahne algısı

ABSTRACT

The eye is not just an organ limited by anatomical and physical boundaries but is solely associated with the sense of sight. Since the Renaissance, the eye has been used in art as a symbol of the viewer's imaginative life. It has also played an important role as a material for understanding the human mind. Research on the anatomy and movements of the eye has a long history, spanning a wide geographical range from ancient Greece to the civilisations of Babylon, Mesopotamia, and Egypt. Eye movement is a behaviour shared by all animal species with basic visual structures. The fundamental function of this behaviour is to create a stable representation of the visual world on the retina at any given time and to facilitate exploration of the environment. The study of eye movements provides important insights into how organisms perceive the world by revealing how they look at it. Within the repertoire of human eye movements, saccadic and fixational movements are the most frequently measured and studied in attention literature. The eye-tracking method offers an objective measurement approach for testing previously proposed attention hypotheses and allows the investigation of

Corresponding Author: Belgüzar Nilay Türkan **E-mail:** turkan.nilay@gmail.com

Submitted: 19.10.2023 • **Revision Requested:** 09.02.2024 • **Last Revision Received:** 23.02.2024 • **Accepted:** 04.04.2024



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

parameters such as where a person looks at any given moment and for how long. These parameters are particularly important for visual attention studies. Through the window opened by the eyes, cognitive psychology and its different disciplines can explore numerous topics related to human visual attention and, consequently, the mind. In addition to its role in psychology, eye tracking remains an important methodological tool in many fields related to human attention and perception mechanisms, such as art, advertising, and industry. This review briefly covers the origins of the eye-tracking technique, followed by the basic mechanics of eye movements. Finally, the study discusses the relationship between eye movements and attentional processes, which are essential for various mental tasks.

Keywords: Eye tracking, overt attention, visual attention, eye movements and attention relationship, saccade-fixation repertoire, scene perception

EXTENDED ABSTRACT

The human eye is not merely a physical organ responsible for vision; it has also held symbolic significance in art, representing the imaginative life of the beholder since the Renaissance. Moreover, it is a valuable tool for comprehending the human mind, with a rich history of anatomical and movement-related research dating back to ancient civilizations (Belting, 2020). Across all species with visual structures, eye movements are a shared behaviour that plays a pivotal role in creating a stable visual representation on the retina and facilitating environmental exploration. The primary function of eye movements can be summarized as maintaining a constant image on the retina in the face of a dynamically changing visual environment, enabling a stable and meaningful representation of the observed surroundings, and allowing for detailed information acquisition (Fookan et al., 2021).

Eye-tracking technology has become a valuable tool for objectively measuring attention, allowing researchers to investigate where and how long a person looks at specific points. In the early 20th century, objective applications replaced the original observation-based methods of studying eye movements (Wade, 2010). These earlier methods involved invasive techniques that required direct contact with the eyes, usually while the participant was performing a reading task. Today, non-invasive devices with sampling rates ranging from 60 to 2000 Hz offer a reliable approach across various psychological research domains, particularly relevant in the study of visual attention. This technology provides valuable insights into how humans perceive their surroundings, making it a beneficial asset for cognitive psychology as it delves into subjects related to visual attention and the human mind. Furthermore, eye tracking is crucial in psychological research and other fields, such as art, advertising, and industry.

When individuals decide to allocate their overt attention to a particular object, they often perform a saccadic eye movement to bring that object into their central, high-resolution vision area, known as the fovea. Depending on our head-body movements or the movements of objects in the environment, various eye movements have the function of directing the fovea to the region of interest. Among these movements, vestibular-ocular reflex (VOR) and optokinetic nystagmus (ON) have a more reflexive nature (Distler & Hoffmann, 2011; Hess, 2011). The most typical example of ON movement in daily life is following a view through the window of a moving train with eye movements. VOR, on the other hand, is a result of the coordination between the sense of balance and the oculomotor system (Hess, 2011). Moreover, when a viewer is in motion while observing a moving object, the eye

movement that allows the fovea to maintain the center of interest is called smooth pursuit (Dodge, 1903).

Among the various eye movements, saccades and fixations are frequently studied in the context of overt attention mechanisms. When individuals remain stationary while observing an unchanging image, they tend to generate saccadic and fixational eye movements (Gilchrist, 2011; Rayner, 2009). Consequently, the saccade-fixate repertoire is one of the most extensively studied aspects of human eye movements (Foulsham, 2019). Saccades, characterized by their rapid and ballistic nature, efficiently redirect gaze from one point to another. Their primary function is to position the eye so that the fovea can scrutinize a new target (Buswell, 1935; Henderson et al., 2003; Rayner, 2009). Fixations, however, are brief pauses during which the eye remains "relatively" still and allow attentive visual information processing at the fixation point (Findlay & Gilchrist, 2003). Fixations facilitate in-depth analysis of visual information within the attended area. Thus, the dynamic interplay between saccades and fixations is essential for humans to gain knowledge and make sense of the world through eye movements.

Saccades are the most frequently occurring eye movements throughout the day, occurring approximately three to four times per second. When obtaining detailed information from a scene between a series of saccades, we refer to eye movements that last between 50 and 600 ms as *fixations* (Findlay & Gilchrist, 2003). Fixations have a significant function in accomplishing cognitive tasks, and their fundamental characteristics vary depending on the nature of the task at hand (Rayner, 1998). Rayner (2009) observed that viewers typically made fixations lasting approximately 225-325 ms during reading tasks, often accompanied by saccades within one to two degrees. Conversely, fixations typically last between 180 and 330 ms during scene perception or visual search tasks, with corresponding saccades occurring within three to five degrees.

During fixations, the eyes remain "relatively" fixed, signifying that the eye is never entirely stationary but exhibits greater stability than other eye movements. Within fixations, continuous subtle movements occur, both vertically and horizontally. These are referred to as *fixational eye movements* and include *microsaccades*, *drifts*, and *tremors* (Kowler, 2011). The most popular explanation for the function of these micro eye movements, which increase during focusing, is that they maintain the perceived visual information and detailed information from the scene (Martinez-Conde et al., 2006). Moreover, these movements prevent neural adaptation of the nerve cells in the retina, ensuring that they continue firing and thereby preventing perceptual fading of the visual input (Martinez-Conde et al., 2004).

Attention can be executed without eye movements; however, with attention, it is possible to plan and initiate eye movements (Liversedge & Findlay, 2000). Covert attention and mental processes can be carried out even without explicit and measurable eye movements, especially in a stimulus-rich visual environment, to select some of the stimuli to be directed to the fovea, which is the area of sharp vision, and to determine the future of the movement. The timing, location, and duration of eye movements were systematically analyzed to provide an objective behavioural representation of overt attention. Overt attention refers to the conscious and selective allocation of attention to particular areas or objects in the visual field. The relationship between eye movements and overt attentional mechanisms is pivotal to understanding how humans engage with their visual surroundings.

When individuals are presented with a complex visual scene, several factors come into play that influence their eye movements. These factors encompass both top-down and bottom-up information processing. The spatial and temporal allocation of attention involves top-down processing, such as the goal of an observer, the task at hand, and individual differences. For instance, in a visual search task, eye movements may be driven by the goal of locating a specific target, whereas during a reading task, eye movements are closely linked to word processing. Additionally, contextual cues, such as the presence of salient objects or the spatial arrangement of a visual scene, can also influence the timing and location of eye movements.

Given that our eyes can focus on only one location at a time, determining where the viewer initially gazes can be regarded as a parameter of selective visual attention, while the examination of where the eyes fixate and for how long constitutes a parameter of focused attention (Deubel & Schneider, 1996). The analysis of eye movement direction and regions of interest provides valuable insights into the trajectory of attention. Examining the sequence and location of eye movements helps to understand the scan path of these movements (Noton & Stark, 1971). Eye movement patterns are often compared to investigate how different types of stimuli affect attention, explore individual differences, examine visual attention and perception processes between experts and non-experts in a given field, identify biological markers in clinical groups, and evaluate critical cues in social interactions.

In addition to the spatial aspects of eye movements, the temporal dynamics of eye movements represent another critical facet for understanding attention mechanisms. Among the time-related parameters of eye movements, the first fixation latency is often used to measure how quickly attention shifts toward a stimulus. This is commonly referred to as the attentional attraction hypothesis. On the other hand, fixation duration is typically used to measure the duration for which attention remains fixed on a specific location or stimulus, thus embodying the attentional disengagement hypothesis (Henderson & Hollingworth, 2000). Although the average duration of fixations, typically around 300 ms, varies depending on factors like the intention of an observer, stimulus characteristics, and individual differences, people often exhibit shorter, more exploratory eye movements when initially encountering a scene (Foulsham, 2019; Rayner, 2009). Conversely, individuals trying to recall a scene or object tend to direct their gaze longer (Foulsham, 2015).

In summary, the relationship between the timing of eye movements and the allocation of overt attention to specific objects or regions within the visual field represents a multifaceted interplay. Various factors influence this relationship, including the nature of the visual scene, task demands, and individual differences. This review article provides robust results on eye movements and attention mechanisms, tracing the historical evolution of eye-tracking techniques, categorizing fundamental eye movements through human research, and elucidating the pivotal relationship between eye movements and attention processes, which underpin all cognitive activities. The relationship between eye movements and attention is described according to the temporal and spatial basis of cognitive performance. Additionally, apart from the explicit eye movements discussed in this review, it is argued that individuals can direct their attention to specific regions through implicit attention (Liversedge & Findlay, 2000); hence, more studies should be conducted on eye movement

parameters associated with implicit attention mechanisms in the future. Furthermore, it is anticipated that the external validity of these studies will expand with the integration of virtual reality and artificial intelligence-based methods into eye movements and attention research.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte piyasaya düşük maliyetli göz izleme cihazlarının çıkarılması, göz hareketlerinin pek çok farklı alanda incelenmesini mümkün kılmıştır. Tarihsel olarak 18. yy. ve sonrasında ilk örneklerine rastlanan göz izleme yöntemi, günümüze kadar uygulayıcılar için daha kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir bir hale gelmiştir. Bu kolaylaşma sayesinde göz izleme yöntemi, bilim laboratuvarlarının yanı sıra medyadan reklamlılığa, endüstrinin farklı alanlarından tıp ve mühendisliğe kadar birçok alanda giderek yaygınlaşan bir kullanım alanına sahip olmuştur.

Göz hareketlerine gösterilen ilginin sebeplerinden bir tanesi, özellikle insanla yapılan çalışmalarda göz hareketlerinin aktif dikkat süreçleri ile ilişkilendirilmesidir (örn., Findlay ve Gilchrist, 2009; Kowler, 2011; Rayner, 2009). William James'ten (19. yy. sonları) bu yana bir nesneye ya da bölgeye dikkatin yönlendirilmesi, o bölgenin daha ileri zihinsel süreçlere tabi olacağı şeklinde anlaşılmaktadır (Wade, 2010). Bu nedenle göz izleme çalışmalarının temel amacı, belirli bir anda izleyicinin dikkatinin nerede ve ne kadar kaldığını tespit ederek zihinsel süreçlerine ve sonunda davranışlarına dair yordamalar yapmaktır.

Göz hareketleri aracılığıyla azımsanmayacak zenginlikte bilgi elde edilir. Bir insanın görsel bir sahneyi izleme, bu sahnede bir nesneyi seçme, hareketlerini yönlendirme, araç kullanma, karar verme, okuma gibi sayısız günlük faaliyeti sırasında seri bir şekilde bazı bölgeler göz hareketleri aracılığıyla açık dikkat süreçlerine getirilir (Tatler, 2014). Örtük (*covert attention*) ve açık dikkat (*overt attention*) süreçlerinin¹ iş başında olmasıyla bellek, karar verme, okuma, sahne algısı gibi birçok bilişsel görev yerine getirilir. Böylelikle bu görevler sırasında incelenen göz hareketleri, bu süreçlere dair zengin bir bilgi kaynağı sunmaktadır.

Dikkat ve göz hareketlerini ele alan bu derlemede, bir çerçeve oluşturmak amacıyla, temelde görsel uyarıcı temelli deneylerde ortaya çıkan açık dikkat süreçleri ve aktif görme (*active vision*) sistemi ile göz hareketleri arasındaki bağlantılardan bahsedilmektedir. Bundan önce kısaca göz izleme çalışmalarının tarihçesi, göz hareketlerinin işlevi ve insandaki temel göz hareketleri repertuarı ele alınmaktadır.

Göz İzleme Çalışmalarının Tarihçesi

Gözün yapısı ve hareketleri üzerine çalışmalar, antik Yunan hekimi Galen'den Aristoteles'e; doğuda Babil, Mezopotamya ve antik Mısır uygarlıklarından Arap bilginlerine kadar geniş bir coğrafyayı kapsayan, uzun bir geçmişe sahiptir. Bugün göz hareketleri ile ilgili bilinen bazı temel özelliklere Aristoteles'in bundan 2000 yıl önce yazılmış notlarında da karşılaşılmaktadır (Wade ve Tatler, 2011). Antik çağın ardından, optik kuramıyla Batı bilimini derinden etkileyen Arap dünyasından İbnü'l Heysem (Latince adı Alhazen), 11. yy. de ışığın fiziksel bir uyarıcı olduğunu ve insanın algı dünyasını etkilediğini ileri sürmüştü; ışığın göze ulaştıktan sonra izlediği sinirsel iletim sürecini gözlemiştir (Belting, 2020). 18. yy. ve sonrasında, Batıda doğa bilimleri yöntemlerinin gelişmesiyle beraber göz hareketlerine dair görgül çalışmalar bu coğrafyada hız kazanmıştır (Wade, 2010).

¹ Örtük ve açık dikkat kavramlarına, farklı kaynaklarda, "örtük" yerine *otomatik (automatic)* ve "açık" yerine *kontrollü (controlled)* terimleri ile karşılaşmak mümkündür (bkz. Shiffrin ve Schneider, 1977).

Avrupa’da deneysel çalışmaların artışıyla birlikte göz hareketleri, dönemin fizyologları, fizikçileri ve hekimleri tarafından ilgi görmeye başlamıştır. Fransız göz hekimi Émile Javal (1879), sistematik gözlemleri ile okuma görevi sırasında insanların sıçrama (*saccade*) ve odaklama² (*fixation*) türü göz hareketleri yaptığını fark etmiş, göz hareketleri terminolojisine “sıçrama” kelimesini kazandırmıştır (akt., Wade, 2010). Göz hareketleri hakkında başlangıçta gözleme dayanan yöntemlerin yerini, 20. yy. başlarında objektif uygulamalar almıştır. Bu uygulamalar, katılımcı genellikle bir okuma görevini yerine getirirken, gözler ile doğrudan teması içeren girişimsel (*invasive*) yöntemler aracılığıyla yapılmıştır. Bu girişimsel çalışmalar genelde, göz bebeğine takılan ve gözün hareketiyle kayıt yapılmasını sağlayan alüminyum bir işaretleyiciye bağlı bir kontakt lens ya da bir kap yardımıyla yapılmıştır (Wade ve Tatler, 2005). Gözün kendisi ile doğrudan teması içeren bu girişimsel yöntemler, katılımcılar açısından zorlayıcı olsa da ölçümün hassasiyeti ve doğruluğu açısından oldukça başarılıdır. Benzer dönemlerde, göz hareketleri kayıtlarının kontrollü bir şekilde yapılması için Edmund Huey, bugün de deneysel kontrol amacıyla kullanılan birtakım araçlarla (örn., ısırma çubuğu, kalibrasyon, zaman işaretleyici *-time marker*) göz hareketleri kayıtlarını daha kontrollü hale getirmiştir (Wade, 2007).

Göz izleme çalışmalarının tarihçesinde, özellikle 1935’ten bu yana yer alan önemli isimlerden biri olan Guy Thomas Buswell, girişimsel olmayan (*non-invasive*) göz izleme yöntemini deneyen ilk araştırmacılardan biridir (Wade, 2010). Girişimsel olmayan yöntemler sayesinde deneyler katılımcıyı rahatsız etmeden ya da ona zarar vermeden yapılabilmektedir. Okuma görevi sırasında katılımcılarının gözünden yansıyan ışık demetini filme kaydeden Buswell (1935), aynı zamanda göz izleme sırasında ilk defa karmaşık deney materyali olarak sanatsal resimleri kullanmıştır (akt., Henderson ve Hollingworth, 1998). Buswell göz hareketleri örüntüsünün görsel yaşantının ötesinde, görmenin bilişsel süreçlerle ilişkisine dair ipuçları olabileceğini belirten ilk araştırmacılardan biridir. Onu takip eden dönemde Alfred Yarbus, katılımcının üst düzey bilgi işleme süreçlerinin göz hareketleri üzerinde diğer tüm koşullardan daha fazla etkisi olduğunu iddia ettiği, bugün klasik haline gelmiş çalışmalar yapmıştır. Yarbus (1967), katılımcıların göz hareketlerinin izlediği yolun görsel materyali izleme amaçlarına göre farklılaştığını göstermiştir. Bu çalışmadan ilerleyen bölümlerde tekrar bahsedilmektedir.

Dijital dönüşümün gerçekleştiği 20. yy. ortalarından teknolojik gelişmelerin ivme kazandığı 1980’li yıllara ve günümüze dek göz izleme teknolojisinin gelişim serüveni bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle paralel olarak devam etmiştir (Westheimer, 2007). Geçtiğimiz yüzyılın sonlarına dek göz izleme, oldukça kısıtlı bir çevre tarafından kullanılabilen, pahalı bir teknoloji durumundaydı. Günümüzde ise göz izleme cihazları daha fazla disiplin tarafından ulaşılabilir durumdadır. Bu gelişmenin kaynaklarından bazıları, reklam şirketlerinin bir ürün piyasaya sunulmadan önce potansiyel müşteriler üzerinde yürüttükleri göz izleme çalışmaları ve internetin yaygınlaşmasıyla web

² Türkçe bilişsel psikoloji alanyazınında çok sıklıkla *odaklanma* şeklinde ifade edilen ve İngilizce karşılığı *fixation* olan bu terim, bu yazıda odaklama olarak kullanılmıştır. Psikoloji araştırmalarında *dikkatin bir yere odaklanması* (*attentional focus*) ile açık dikkatin doğrudan bir ölçümü olan odaklama türü göz hareketleri arasında ayırım yapmak önemlidir. Bunun nedeni, dikkatin bir yere odaklanması için göz hareketlerinin de bu bölgede sabit kalmasının şart olmamasıdır (bkz. Kowler, 2011; Liversedge ve Findlay, 2000). Bu bağlamda, bu iki kavramı birbirinden ayırmak açısından, dikkat için kullanıldığında *odaklanma*, göz hareketi için kullanıldığında ise *odaklama* olarak ifade etmenin önemli olduğu düşünülmüştür.

tasarımlarının kullanılabilirliğini (*web usability*) test eden araştırmaların artışı olarak sayılabilir.

Sanal gerçeklik ve arttırılmış gerçeklik gibi görece ‘yeni’ teknolojilerle de entegre edilebilen göz izleme, hem sanayi hem araştırma alanında geniş bir yelpazeye hizmet eden bir araç konumundadır. Günümüzde 60-2000 Hz arasında değişen örnekleme kapasitesi ile göz hareketlerini kaydedebilen ve girişimsel olmayan cihazlar, başta dikkat çalışmaları olmak üzere psikolojinin pek çok araştırma alanına güvenilir bir yöntem sunmaya devam etmektedir.

Göz Hareketlerinin Anlaşılması

Göz hareketleri, insana ya da herhangi bir türe özgü bir davranış değildir. Temel görme yapılarına sahip olan tüm hayvanlar tarafından ortaya konmaktadır. Göz hareketlerinin organizma için işlevine dair açıklamalar arasında akla ilk gelenin canlının görsel dünyadan bilgi alması olduğu aşikardır. Bu açıklama insan gözü özelinde bakıldığında bir miktar yeterli görünebilir. İnsanın göz yuvarlağının arkasında, ışığa duyarlı hücrelerden oluşan retina bulunmaktadır (Goldstein, 2013; Goodale ve Milner, 2006). Görsel algı sürecinin sinir hücreleri aracılığıyla beyne ulaşmadan önce gözdeki son basamağı, çevreden ya da nesnelere yansıyan ışığın kornea aracılığıyla retinaya ulaşması ile gerçekleşir (Meister ve Tessier-Lavigne, 2021).

Görsel algı, aynı anda sahnenin tamamı için eşit nitelikte ve netlikte değildir. Görsel bilginin netliğini belirleyen faktör temelde, bilginin retinada ulaştığı bölgedir. Bilginin retinada ulaşabileceği, ışığa duyarlı iki tür hücre olduğu bilinmektedir. Bunlar, çubuk ve koni hücreleridir (Snowden ve ark., 2012). Bu fovea hücrelerinin büyük çoğunluğunu oluşturan çubuk hücreler, nispeten bulanık ve renkli olmayan bir görüntünün elde edilmesini sağlarken; koni hücreler retinada çok düşük oranda mevcuttur ve ışığın farklı dalga boylarını işleyebilir (Forrester ve ark., 2016; Livingstone, 2014; Meister ve Tessier-Lavigne, 2021).

Koni hücreler hassasiyeti sayesinde, daha detaylı ve net bir görsel bilginin elde edilmesini sağlar. Koni hücrelerin yoğun olarak bulunduğu retinal bölge *fovea*dır (Meister ve Tessier-Lavigne, 2021). Gözün merkezi olarak da adlandırılan fovea, çevreden en detaylı ve net bilginin elde edilebildiği bölgedir. Foveanın dışında kalan çevreden de bilgi alınmaktadır ancak foveadan uzaklaştıkça, bilginin çözünürlüğü düşmekte ve hatta genellikle bu bölgelerden gelen bilgi harekete dayalı bir bilgi olduğunda hızlı işlenebilmektedir. Normal koşullarda, sabit duran bir insanın içinde bulunduğu görsel çevreden ulaşabileceği en fazla bilgiye görme alanı dersek, bir insanın görme alanı iki gözü için yaklaşık 100 (dikey) X 180 (yatay) derecelik bir alanı kapsamaktadır (Strasburger, 2020). Bu alanın da ancak bir kol boyu mesafeden bakıldığında başparmak büyüklüğüne denk gelecek kadarı (matematiksel ifade ile yarım milimetre çapında ve görme alanının bir-iki derece kadarı) foveal alanı kapsamaktadır (Jacobs, 1979).

Göz hareketleri aracılığıyla fovea yönlendirilmekte ve bu yönlendirme çoğunlukla doğrudan bakılan bölgenin dikkat odağına alınması olarak yorumlanmaktadır (örn., Henderson ve ark., 2003). İlgi duyulan ya da meşgul olunan görevle ilgili bilginin foveal alana getirilme gerekliliği, insanın kısıtlı bir görme alanına sahip olması ve bu kısıtlı alanın da çok küçük bir kısmından ayrıntılı bilgi alınabilmesinden kaynaklanmaktadır. İşte bu noktada, göz hareketlerinin işlevi sahnedeki detaylı bilgi elde etmek amacıyla bilginin

gözün merkezi konumu olarak anılan foveaya taşınması olarak anlaşılmaktadır. Ancak göz hareketlerinin işlevine dair bu açıklama yeterli değildir. Bu açıklamanın yetersizliğine yönelik en önemli kanıt, bir foveası olmasa da refleksif göz hareketleri ile gelişmiş bir okülomotor sisteme sahip olduğu bilinen kurbağa gibi omurgalı türlerin varlığıdır (Walls, 1963). Bu nedenle her ne kadar bilginin foveaya taşınması, bazı türler için oldukça önemli bir işleve sahip olsa da göz hareketlerinin temel işlevinin bu olmadığını söylemek gerekir.

Göz hareketleri, temel olarak, hızla değişen görsel çevreden belirli bir anda nispeten sabit bir görsel temsil elde etmek üzere yapılmaktadır (Mathôt ve Theeuwes, 2011). Çevrenin hızlı değişkenliğine kıyasla retinada bulunan fotoreseptör hücrelerin görsel dünyadaki bir uyarıcıyı işlemek için ihtiyaç duyduğu zaman oldukça uzundur (Curcio ve ark., 1990). Her iki göze de görsel dünyadan durmadan farklı görüntü akışı gelmektedir. Bu akışın kaynaklarından biri değişken çevre koşullarıyken; diğeri organizmanın beden ve baş hareketleridir. Bu noktada göz hareketleri, retinadaki görüntünün sabit tutulmasını sağlayarak izlenen çevrenin karmaşık bir temsili yerine, sabit ve anlamlı bir temsili oluşturmayı sağlama işlevine sahip gibi görünmektedir (Brown, 1972; Murphy, 1978). Günümüzde yaşayan türler dışında, ilkel türlerden bu yana tüm omurgalılarda istemsiz göz hareketleri örüntüsünün varlığı da göz hareketlerinin bu temel işlevi yerine getirmek üzere evrilmiş olabileceği tartışmasını desteklemektedir (Walls, 1962). Bu işlev için görsel sistem ve denge sistemi birlikte çalışarak retinada görüntünün sabit olmasını; böylece çevrede meydana gelebilecek ve hayati değer taşıyan yeni bir hareketin algılanmasını kolaylaştırmaktadır (Kowler, 2009). Sonuç olarak göz hareketlerinin bir insan için temel işlevleri, retinadaki görüntünün sabit tutulması ve amaçlanan hedefe yönelik görsel çevreden detaylı bilgi edinilmesi, dolayısıyla beden ve davranışların yönlendirilmesi olarak özetlenebilir (Fooker ve ark., 2021).

İnsanda Temel Göz Hareketleri Sistematiği

Görsel bir uyarıcı ile karşılaşan bir kişi ve görsel dünyanın kendisi çoğunlukla durağan değil, aksine oldukça dinamik bir yapıya sahiptir. Kendi hareketlerimize ya da çevredeki nesnelere hareketlerine bağlı olarak, ilgi duyulan bölgeye foveanın yönlendirilmesini sağlama işlevine sahip olan çeşitli göz hareketleri vardır. Bu hareketler arasında sayılabilecek vestibüler-oküler refleks- VOR (*vestibular-ocular reflex*) ve optokinetik nistagmus- ON (*optokinetic nystagmus*) daha çok refleksif bir doğaya sahiptir (Distler ve Hoffmann, 2011; Hess, 2011). ON hareketinin günlük hayattaki en tipik örneği, hareket halindeki bir trende giderken camdan izlenen görüntünün göz hareketleri ile takip edilmesidir. Hareket halindeki bir nesne izlendiği sırada izleyicinin kendisi de hareket halindeyse, foveanın ilgi odağını korumasını sağlayan göz hareketi sekmesiz takiptir (*smooth pursuit*) (Dodge, 1903). Sekmesiz takip, küçük ölçekli sahneler için işlevselken (örn., tenis kortundaki oyuncunun tenis topunu takip etmesi gibi); ON daha geniş açılı sahneler için işlevseldir (Land, 2019). İnsanın sahip olduğu en hızlı reflekslerinden biri olduğu düşünülen VOR ise denge duygusu ile okülomotor sistemin koordinasyon içinde çalışması sonucunda ortaya çıkar (Hess, 2011). Örneğin önündeki bir noktaya odaklanmış olan bir izleyici bir anda başını sağa doğru çevirdiğinde, gözleri de sola doğru odak bölgeyi takip eder. İzleyicinin odaklandığı nesne, başına çok yakın olduğunda iki gözün farklı yönde ve buruna doğru hareket etmesini sağlayan yakınsama türü göz hareketleri (*convergence*) ve odaklanılan nesne, başın uzağında olduğunda gözlerin iki farklı yönde, dışa doğru hareket

etmesini sağlayan ıraksama türü göz hareketleri (*divergence*) de insanın göz hareketleri repertuvarında yer alan diğer göz hareketleri arasındadır (Alvarez ve ark., 2005).

İnsanda göz hareketleri, göz çukurunda yer alan ve göz yuvarlağının etrafında sarılı altı kas (*extraocular muscles*) sayesinde mümkün olmaktadır (Forrester ve ark., 2016). Bu kaslar ile nispeten hafif ve hareketli bir göz yuvarlağına sahip olmanın bir yan ürünü olarak, izleyici dünyanın durağan bir görüntüsünü elde edebilmek için gözlerini sık sık belirli bir bölgeye yönlendirir. Bunun sonucunda, gün içinde sıklıkla tekrarlayan ve göz bebeğinin hızlı bir şekilde yer değiştirdiği sıçrama ve sıçramalar arası göz bebeğinin nispeten sabit olduğu, odaklama türü göz hareketleri ortaya çıkar. Bilişsel mekanizmaların göz hareketleri yoluyla incelendiği alanyazında insanın göz hareketleri arasından en fazla çalışılan, sıçrama ve odaklama metrikleridir (Foulsham, 2019).

İnsan Göz Hareketlerinde Sıçrama ve Odaklama Repertuarı

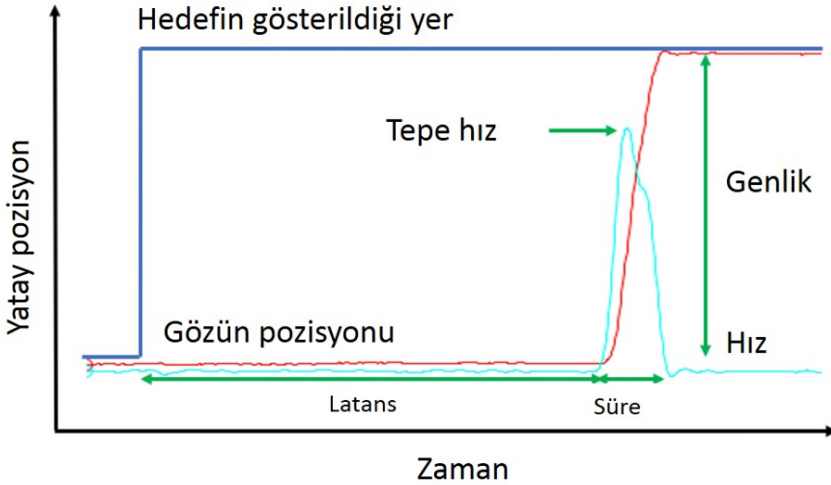
Bir kişi sabit durarak durağan bir görüntüyü incelediği sırada, tipik olarak sıçrama ve sıçramalar arasında yapılan odaklama türü göz hareketleri ortaya koyar (Gilchrist, 2011; Rayner, 2009). Bundan dolayı, insan göz hareketleri arasından en fazla sıçrama-odaklama metrikleri çalışılmaktadır (Foulsham, 2019). Sıçramalar, izleyicinin büyük oranda istemli olarak gerçekleştirdiği ve odak noktasının hızlıca değiştirilmesini sağlayan göz hareketleridir (Rayner ve Castelano, 2008). Bu hareketlerin temel amacının, algısal ve bilişsel işlemler için öncelikli olan görsel alanı seçmek ve foveayı bu alana taşımak olduğu düşünülmektedir (Buswell, 1935; Henderson ve ark., 2003). Bu nedenle gün içinde en sık tekrarlanan (saniyede üç-dört kez) göz hareketi de sıçramalardır (Rayner, 2009).

Sıçramalar, göz hareketleri alanyazında “balistik hareketler” olarak da anılır (Gilchrist, 2011). Sıçramaların bu şekilde anılmasının nedeni, bu hareketlerin hedefinin önceden programlanmış olması ve hareket bir kez başlatıldıktan sonra sonuna dek yörüngesinin, çoğunlukla değişmeden, aynı kalmasıdır (Pierce ve ark., 2019). Öte yandan, sıçramaların önceden programlanmadığı ve gerektiğinde içinde bulunulan durumun dinamik doğası gereği başka bir yörüngeye doğru sapabileceğini iddia eden çalışmalar da mevcuttur (Amador ve ark., 1998; Van der Stigchel ve ark., 2006). İzleyici bu hareketleri istemli olarak başlatabilir fakat, sıçramaların optokinetik ya da vestibüler göz hareketlerini düzenleme gibi daha otomatik ve refleksif bir şekilde ortaya çıkan bir işlevinin daha olduğundan da bahsedilmektedir (Duchowski, 2007; Zhao ve ark., 2012).

Sıçramaların en temel özelliği, her iki göz için de aynı yöne doğru ve aynı genlik (*amplitude*) ile yapılmasıdır (Land, 2019). Sıçrama genliği, iki odaklama noktası arasında katedilen mesafe olarak tanımlanabilir (Paeye ve Madelain, 2011). Sıçramaların genliği üzerinde etkisi olan değişkenlerden biri izleyicinin meşgul olduğu görevdir. Örneğin yabancı bir sokakta adres ararken sıçrama genliğinin, herhangi bir metin okunduğu sırada yapılan sıçramalara kıyasla artması oldukça beklendiktir. Bir okuma görevi sırasında ortalama sıçrama genliği iki derece iken (süresi yaklaşık 30 ms) sahne algısı sırasında ortalama beş dereceye çıktığı (süresi yaklaşık 40-50 ms) gösterilmiştir (Abrams ve ark., 1989; Rayner, 1998, 2009).

Sıçrama genliğinin yanı sıra sıçramaların süresi, ortalama hızı (*velocity*) ve tepe hızı (*peak velocity*) da incelenebilir (bkz. Şekil 1). Bu parametreler arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu söylenmektedir (Bahill ve ark., 1975). Bu ilişki, bir sıçramanın genliği arttıkça, süresinin, ortalama ve tepe hızının da artmasını ifade etmektedir (Bahill ve ark., 1975; Gilchrist, 2011). Sıçrama parametrelerini belirleyen önemli değişkenlerden bazıları, yürütülen zihinsel sürecin ne olduğu, izleyicinin zihinsel yükü (*mental workload*), duygusal ve/veya fizyolojik uyarılmışlık (*arousal*) hali olarak sayılabilir (Di Stasi ve ark., 2013; Xu-Wilson ve ark., 2009). Örneğin, sıçrama hızı arttıkça görsel dikkat çalışmalarının yaygın görevlerinden biri olan görsel arama (*visual search*) görevinde hedefin saptanma hızının da o kadar arttığı gösterilmiştir (Amor ve ark., 2016). Amor ve arkadaşları (2016), görsel arama görevinde aynı yönde ve birbirini takip eden sıçrama örüntüsünün (*okuma türü örüntü, reading-like pattern*) hızlı sıçramalarla karakterize ve bu stratejinin izleyici için sahneyi daha hızlı keşfetmeyi sağlama işlevine sahip olduğunu iddia etmiştir.

Şekil 1. Sıçrama Hareketinin Ölçüm Parametreleri



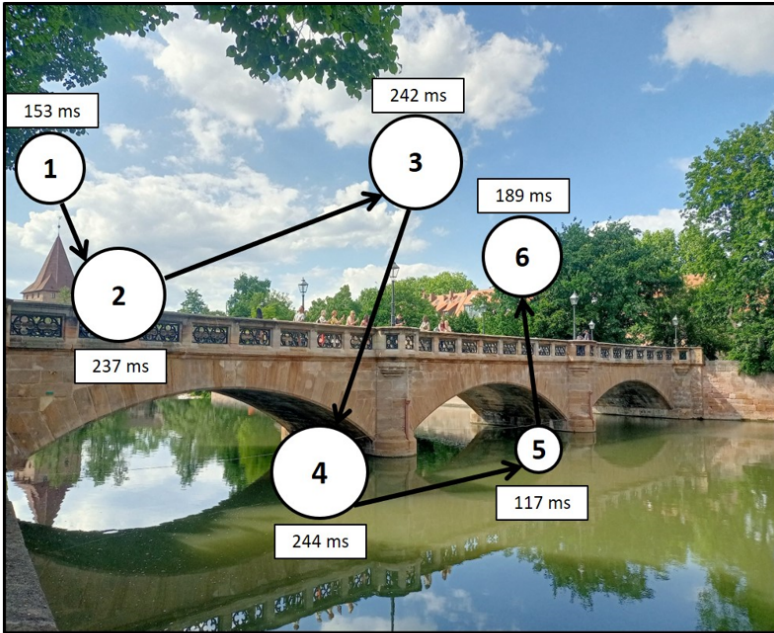
Not: Şekil Hutton, S. (2024) tarafından hazırlanmıştır ve *Eye Tracking Terminology-Eye Movements* başlıklı internet adresinde bulunmaktadır. Yazardan şeklin kullanımı için gerekli izin alınmıştır.
<https://www.sr-research.com/eye-tracking-blog/background/eye-tracking-terminology-eye-movements/>
 (Erişim Tarihi: 15.02.2024).

Öte yandan, iki sıçrama arasında görsel uyarıcıya dair detaylı bilginin elde edilmesi oldukça güçtür ve buna “sıçrama baskısı” (*saccadic suppression*) adı verilir (Bridgeman, 1983; Greenlee ve Kimmig, 2019). Alanyazında uzun yıllar, sahneye dair yeni ve ayrıntılı bilginin ancak sıçramalar arasında yapılan ve gözlerin nispeten sabit olduğu odaklamalar sırasında elde edildiği iddia edilmiştir (Henderson ve Hollingworth, 1999a; Matin, 1974). Buradan hareketle göz hareketlerinde sıçramaların bir nevi doğruluğa karşı hız takası (*speed-accuracy tradeoff*) yaptığı iddia edilmektedir (Harris ve Wolpert, 2006). Bir başka deyişle, bu sürekli ve hızlı göz hareketlerinin metabolizma için yaratabileceği bedel, sıçramalarla geçirilen vaktin kısaltılması ve odaklamalarla geçirilen vakit boyunca da mümkün olduğunca fazla bilginin elde edilmesi yoluyla telafi edilmiş gibi görünmektedir.

(Gilchrist, 2011). Pek çok çalışmada, organizmada sıçrama sayısının azaltılmasına yönelik bir adaptasyon olmadığının gösterilmesi de benzer şekilde yorumlanmaktadır (Hooge ve Erkelens, 1996; Zelinsky, 1996).

Bir dizi sıçrama arasında sahneden detaylı bilgi almak gerektiğinde, foveanın nispeten sabitlendiği, 50-600 ms arasında sürebilen (Findlay ve Gilchrist, 2009) göz hareketlerine ‘odaklama’ denir (bkz. Şekil 2). Odaklamaların bilişsel bir görevin yerine getirilmesinde büyük bir işleve sahip olduğu ve temel özelliklerinin görevin doğasına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği söylenebilir (Rayner, 1998). Rayner (2009), farklı bilişsel görevler sırasında ortaya çıkan göz hareketleri hakkında yazdığı derlemede, izleyicilerin bir okuma görevi sırasında bir buçuk-iki derece arasında değişen sıçramalar arasında ortalama 225-325 ms süren odaklamalar yaptığını; bir sahne algısı ya da görsel arama görevi sırasında ise üç-beş derece olan sıçramalar arasında ortalama 180-330 ms süren odaklamalar yaptığını belirtmiştir. Bu görevler sırasında görselin tamamına ya da önceden belirlenen ve genellikle görevle ilişkili bir hedefin yerini işaret eden bir ilgi alanına yapılan odaklamalar analiz edilir. Odaklamalarla ilgili analiz edilen temel parametreler ise ilk odaklama hızı (ya da latansı), odaklama süresi, odaklamaların nereye yapıldığı ve sıçrama-odaklamaların genel örüntüsüdür. Şekil 2’de bir fotoğrafa bakan kişinin, varsayımsal olarak, yapabileceği odaklama ve sıçrama örüntüsü gösterilmektedir. Bu odaklama grafiğinde odaklamaların sayısını, süresini, sıçrama genliğini (derece/saniye) ve bir fotoğraf üzerindeki genel göz hareketleri örüntüsünü incelemek mümkündür.

Şekil 2. Bir Kişinin Resim Üzerinde Varsayımsal Odaklama ve Sıçrama Hareketleri



Not. Oklar sıçramaları; daireler ise odaklamaları temsil etmektedir. Odaklamaların ölçüm parametrelerinden biri olan süre, kare içinde ms cinsinden belirtilmiş olan varsayımsal sayılardır. Örnek görsel yazar tarafından oluşturulmuştur.

Odaklamalar sırasında gözlerin “nispeten” sabit olduğundan bahsedilmiştir. Burada kastedilen, gözün hiçbir zaman tamamen sabit kalmaması; ancak odaklamalar sırasında diğer hareketlere göre daha durağan olmasıdır. Bir odaklama sırasında odaklama türü göz hareketleri (*fixational eye movements*) olarak anılan, küçük sıçrama (*microsaccades*), diğer adıyla sabit sıçrama (*fixational saccade*), mini sapma (*drift*) ve küçük titreme (*tremor*) türü aşağı-yukarı, sağa-sola doğru sürekli küçük hareketler yapılmaktadır (Kowler, 2011; Poletti ve Rucci, 2016; Valsecchi ve Gegenfurtner, 2015). Odaklamalar sırasında meydana gelen bu hareketler, günlük hayatta izleyici görsel keskinlik ve odaklanma gerektiren bir görevle uğraştığı sırada veya görsel hedef ve/veya kendisi durağan olduğunda saniyede ortalama iki-üç defa ortaya çıkar. Örneğin, bir iğneye iplik geçirmeye çalışan bir kişi farkında olmasa da gözleri tamamen sabit değildir. İzleyicinin etkili bir görsel deneyim elde etmesi, bu göz hareketlerinin birlikte ve devamlılık içinde yapılması ile mümkün olabilmektedir (Alexander ve Martinez-Conde, 2019).

Odaklamalar sırasında artan bu küçük göz hareketlerinin işlevine dair en popüler açıklama, algılanan görsel bilginin silinmemesi ve sahneden detaylı bilgi almanın sürdürülmesine hizmet etmesidir (Martinez-Conde ve ark., 2006). Bu hareketler, retinada bulunan sinir hücrelerinin görüntüye alışmasını (*neural adaptation*) engelleyerek hücrelerin ateşlenmeye devam etmesini ve böylece görsel girdiye dair algısal soluklaşmanın (*perceptual fading*) önlenmesini sağlamaktadır (Martinez-Conde ve ark., 2004; McCamy ve ark., 2014). Bu açıklamaya göre, görsel girdi sürekli sabit olduğunda bu tip göz hareketleri, retinadaki fotoreseptörlere görsel bilgiye dair durmadan anlık görüntüler ileterek izleyici için kör noktanın (*blind spot*)³ farkındalık düzeyine ulaşmasını engelleme gibi bir işleve sahiptir (Martinez-Conde ve Macknik, 2017; Rolfs, 2009).

Küçük göz hareketleri arasında algı araştırmacılarının en fazla ilgisini çeken genellikle küçük sıçramalardır. Küçük sıçramaların bu ismi almasının nedeni, örüntüsünün sıçramalara çok benzemesi ancak sıçramadan farklı olarak gözlerin bir noktaya sabitlendiği ya da izlenen nesnenin sabit olduğu anlarda ortaya çıkmasıdır (Poletti ve ark., 2013). Küçük sıçramalar, sıçramalar gibi doğrusal, ancak istemsiz ve en fazla bir derece genliğe kadar ulaşabilen (yaklaşık 12 yay dakika⁴ uzunluğunda) hareketlerdir (Martinez-Conde ve Macknik, 2011). Küçük sıçrama dışında odaklamalar arası ortaya çıkan diğer hareketlerden olan küçük sapmalar, küçük sıçramalardan daha yavaş ve kıvrımlı; küçük titremelerse daha hızlı ve salınımlı (*oscillatory*) göz hareketleridir (Findlay ve Gilchrist, 2003). Şekil 3 ve Şekil 4'te küçük sıçrama ve küçük sapma hareketleri görselleştirilmiştir. Küçük titremelerin genlikleri, diğerlerine göre oldukça düşük olduğundan mikroskobik hareketler gibi düşünülebilir (Collewijn ve Kowler, 2008). Bu küçük göz hareketlerinin birbirinden ayrıştırılması ve ölçülebilmesi için oldukça titiz aletlere ihtiyaç vardır (Martinez-Conde ve ark., 2004; Rucci ve ark., 2016). Engbert ve Kliegl (2003), belirli bir zamanda ortaya çıkan bu küçük göz hareketlerinin yürütülmesinde örtük dikkat süreçlerinin anlamlı etkisini göstermiş ve bu hareketlerin dikkat gibi üst-düzey zihinsel işlevlerle ilişkisine vurgu yapmıştır. Göz izleme donanımlarındaki gelişmelerle birlikte, gelecekte bu süreçlerin de daha fazla anlaşılması kaçınılmazdır.

³ Görmeyi sağlayan fotoreseptörler bulunmadığı için bu bölgeye kör nokta adı verilmektedir.

⁴ Kabaca, önünüzde duran bir makaleye bir kol mesafesi uzaklaştığımızda metindeki bir karakterin boyutu.

ve başlatılması mümkün değildir (Henderson ve ark., 1989; Zhao ve ark., 2012). Göz hareketlerinin ne zaman, nereye ve ne süreyle yapıldığının ölçümü, açık dikkatin davranışsal bir temsili olarak analiz edilir.

Dikkatin bir yere yönlendirilmesi için göz hareketlerinin de o bölgeye yapılması şart değildir (Liversedge ve Findlay, 2000). Esasen psikolojinin modern yöntemlerle çalıştığı ilk zamanlardan bu yana ölçülen dikkat, temelde örtük dikkat süreçleri olmuştur. Görme odağına alınmayan ve çevresel görüş alanında kalan bilginin “zihnin gözü” (*mind's eye*) tarafından işlenebildiğine dair fikir, ünlü filozof John Locke'un (1689) İnsan Anlığı Üzerine Bir Deneme (*An Essay Concerning Human Understanding*) eserinden itibaren bilinmektedir (akt., Kristjánsson, 2011). Öte yandan bu konuda ilk sistematik deneysel çalışmalar Von Helmholtz tarafından yapılmış ve Fizyolojik Optikler (*Physiological Optics*, 1866/1962) kitabına aktarılmıştır. Von Helmholtz'un 19. yy.deki deney düzeneği ile bir kutunun üstüne yerleştirilmiş ve karanlık bir odada kısa sürelerle aydınlatılan harfler arasından kişinin göz odağı dışında kalanların da tanımlanabildiği bulgusu ortaya konmuştur. Dolayısıyla, göz hareketleri yapılmadan da görsel bilginin dikkat süreçlerine etki edebilmesi uzun süredir test edilen bir hipotezdir.

Görsel dikkatin örtük dikkat süreçleri tarafından harekete geçirilmesi sayesinde (Deubel ve Schneider, 1996; Godijn ve Pratt, 2002; Kowler ve ark., 1995), görsel alan hakkında bilgi sahibi olmak için açık dikkat stratejilerinin de kolaylaştığı düşünülmektedir (Findlay ve Gilchrist, 2003). Bu iddiayı günlük sosyal hayattaki bölünmüş dikkat koşulları ile örneklemek mümkündür. Gözümüzle bir kişiye odaklanıp bir sohbeti sürdürürken bir yandan da ortamda bulunan diğerlerinin varlığı hakkında bir içgörüyü sahip oluruz. Bunu sağlayan, fovea dışında kalan çevresel görüş alanı ya da örtük dikkattir.

Açık ve ölçülebilen göz hareketleri olmaksızın örtük dikkat ve zihinsel süreçlerin yürütülmesi, özellikle uyarıcı bakımından zengin olan bir görsel çevrede uyarıcılar arasından bazılarının keskin görüş alanı olan foveaya taşınmak üzere seçilmesi ve hareketin geleceğine öncülük etmesi bakımından önemlidir. Örneğin bir okuma görevi sırasında okuyucunun örtük dikkati, foveayı metinde yer alan tüm uyarıcılara (harfler, boşluklar vb.) yönlendirmeden metinden bir anlam çıkarmaya yaramaktadır. Dolayısıyla açık dikkat süreci tarafından seçilmeyen bilginin de algılanabildiğini ve sinir hücrelerini harekete geçirdiğini söylemek mümkündür (Kowler, 2011; Loschky ve ark., 2017). Hatta güncel çalışmalarda fovea dışında kalan bilginin de uzun süreli bellekte yer edebilecek kadar üst düzey işlenebildiğine dair bulgular ortaya konmaktadır (Cimminella ve ark., 2020).

Ölçülen göz hareketleri olmadan da örtük dikkatin yönlendirilmesi motor-öncesi dikkat kuramı (*premotor theory of attention*) adıyla anılır. Bu kuramın bulgularından bazıları beyin görüntüleme yöntemleri kullanan çalışmalardan elde edilmektedir. Sıçramaların, dikkat süreçleri ile ilişkilendirilen görsel korteks alanlarında meydana gelen uyarımlar ile güçlü ilişkisi olduğu gösterilmiştir (Weaver ve ark., 2017). Örneğin, görsel uyarıcıların kullanıldığı olay ilişkili potansiyellerin (ERP) ölçüldüğü deneylerde (örn., Luck ve Hillyard, 1994) bir hedefe dikkatin yönlendirilmesi ile ilişkilendirilen N2pc ve posterior kontralateral negativite (PCN) bileşenlerinin, özellikle sıçramaların başlatılmasından önce ve sıçramalar sırasında ortaya çıktığı gösterilmiştir (Huber-Huber ve ark., 2016). Paoletti ve arkadaşları (2019), manyetoensefalografi ile ortaya çıkan alfa salınımlarının

göz hareketlerinin yordanmasında kullanılabilir bir parametre olduğunu göstermiştir. Katılımcı göz hareketlerini hedef yönelimli olarak yaptığında, hedef ekrana gelmeden önce başlayan güçlü alfa salınımı ile uzun latanslı sıçrama; daha güçsüz alfa salınımları ile ise kısa latanslı (hızlı) sıçramalar yordandığı görülmüştür (Paoletti ve ark., 2014, 2019). Örtük dikkatin ölçülmesiyle sıçramaların izleyeceği yolu da tahmin etmek mümkün olabilmektedir (Rizzolatti ve ark., 1994; Sheliga ve ark., 1995). Bu da sıçramaların başlatılmadan önce kısmen planlandığını göstermektedir. Sonuç olarak, açık görsel dikkatin bir ölçümü olan göz hareketlerinin zamanını ya da nereye doğru yapılacağını yordamak için örtük dikkat ile ortak nöral yollar izlenebilmektedir.

Açık dikkat ise göz ya da baş hareketleri gibi motor sinyallerin tetiklenmesiyle karakterizedir (Geisler ve Cormack, 2011). Her ne kadar insanın temel göz hareketleri repertuarında yer alan VOR ve ON gibi mekanizmalar da motor sinyaller tarafından tetiklense de bu hareketler dikkatten ziyade refleks ile ilişkilendirilir (Lencer ve ark., 2019). Açık dikkat mekanizmalarının ve görsel algı çalışmalarının başlıca bağımlı değişkenleri ise, önceki bölümde bahsedildiği gibi, sıçrama ve odaklamalardır (Henderson, 2011; Rayner, 2009). Göz hareketleri ile dikkat arasındaki ilişkiye dair günümüzde en fazla çalışılan konular, belirli bir anda açık dikkatin nasıl yönlendirildiği, bu anda göz hareketlerinin özellikleri ve dikkatin göz hareketleri kontrolü üzerindeki etkisi olarak özetlenebilir (Tobii, 2022).

Görsel Uyarıcı Temelli Görevlerde Göz Hareketlerinin Sahnedeki Yeri ve Dikkat Süreçleri ile İlişkisi

Belirli bir anda gözlerimiz ancak tek bir yere bakabildiğinden, izleyicinin ilk olarak nereye baktığını belirlemek seçici görsel dikkatin; gözlerin nerede, ne kadar süreyle kaldığını incelemek ise odaklanmış dikkatin önemli parametreleri olarak sayılabilir (Deubel ve Schneider, 1996). Açık dikkat süreçleri ile ilişkilendirilen bu göz hareketi parametrelerinin incelendiği birçok görsel uyarıcı temelli bilişsel görev bulunmaktadır. Bu görevler arasında okuma, görsel arama, Stroop, değişim saptama, sahne algısı, yüz tanıma, harita üzerinde bir yer bulma, nokta yeri belirleme (*dot-probe*), bakışla-ipucu (*gaze-cueing*) gibi görevler sayılabilir. Bu görevlerin uyarıcılarını bir cümle ya da metin, basit nesnelere oluşan bir görüntü ya da tematik bir resim gibi görsel uyarıcılar oluşturmaktadır. Katılımcıya sunulma süresine bağlı olarak, görsel arama görevi ya da sahne algısını ortaya çıkaran görevlerde genellikle daha fazla göz hareketi ortaya çıktığından, bu makale çerçevesinde uyarıcı olarak sahnenin kullanıldığı çalışmalara daha fazla yer verilmektedir. İşevruk olarak ifade etmek gerekirse, nesnelere anlamsal ve uzamsal olarak bir uyum içinde yer aldığı, bir arka plana sahip olan tematik organizasyona “sahne” denir (Henderson ve Hollingworth, 1999b). Günlük hayatta bireyi çevreleyen her yer sahne olarak değerlendirilebileceği gibi, laboratuvarlarda yüksek çözünürlüklü bir fotoğraf ya da dijital bir çizim olarak katılımcıya bilgisayar ekranından gösterilen uyarıcılar sahne olarak kullanılır (bkz. Andrade ve ark., 2024; Öhlschläger ve Vö, 2017).

Bir sahnenin algılanması ve sahnede bulunan nesnelere tanınması sırasında aktif görme ve dikkat mekanizmalarına ihtiyaç vardır. Aktif görme ile görsel dikkat ve algının, çevredeki bilginin kabul edilmesinden ibaret pasif bir yapı yerine; bu çevrede hareketlerin düzenlenmesini sağlayan aktif bir yapı olduğu vurgulanmaktadır (Tatler, 2014). İlerleyen

başlıklarda, aktif görmenin bir ölçümünü sağlayan ve “zihne açılan bir pencere” olarak tarif edilen göz hareketleri ile karakterize olan görsel dikkat süreçlerinin incelendiği çalışmalar ele alınmaktadır.

Araç sürme, metin okuma, resim çizme, bir sahnede bir nesne arama ya da basketbol oynama gibi görsel uyarıcı temelli bir görevi yerine getirmek için göz hareketlerinin hedefin ne kadar uzağına yapılması gerektiği ile karakterize olan görsel alan, işlevsel görüş alanını (*funcitonal field of view*) ifade eder (Shamsi ve ark., 2021). İşlevsel görüş alanı, foveayı da kapsayacak şekilde iki gözün aynı anda görebildiği binoküler görsel alandan (*binocular visual field*) farklı olarak çevresel görüşten de elde edilen bilgi ile bir araya getirilen görsel bilginin tamamını kapsamaktadır (Forrester ve ark., 2016). Gerçek hayat koşullarında, işlevsel görüş alanı için 20 derece ve üstü bir alandan bilgi alınabildiği iddia edilirken (Parker, 1978); laboratuvar ortamında bu alanın ancak yaklaşık dört derece uzaklığa ulaşabildiği gösterilmiştir (Henderson ve Hollingworth, 1999a, 1999b; Henderson ve ark., 2003). Örneğin Loftus ve Mackworth (1978), el çizimi ile yaratılan tematik sahnelerin kullanıldığı klasik çalışmada sahne temasının anlaşılması için işlevsel görüş alanının ortalama sekiz derece olduğunu bildirmiştir. Öte yandan, daha karmaşık sahnelerin kullanıldığı çalışmalarda bu alanın daraldığı ve ortalama üç-dört derece olduğu gösterilmiştir (örn., De Graef ve ark., 1990; Henderson ve ark., 1999a). Bu örneklerden de anlaşılacağı üzere, izleyicinin göz hareketlerini yaptığı bölgeden işe yarar bir görsel bilgi elde edebilmesi; sahnenin boyutu, uyarıcı yoğunluğu bakımından karmaşıklığı ve uyarıcıların görsel kalitesi gibi değişkenlere bağlıdır (Henderson ve Ferreira, 2004; Kotowicz ve ark., 2010).

Göz hareketlerinin nereye doğru yapıldığı ve odaklamaların yapıldığı bölgenin analizi, dikkatin çizdiği yola dair bir ipucu niteliğindedir. Gözün nereye ve hangi sırayla hareket ettiğine bakmak aynı zamanda göz hareketleri örüntüsünü (*scan path*) de anlamayı sağlamaktadır (Noton ve Stark, 1971). Göz hareketleri örüntüsünü incelemek, dikkatin nasıl bir yol izlediğini değerlendirmek, sahne algısı ve nesne tanımının nasıl gerçekleştiğini anlamak (örn., Cornelissen ve Vö, 2016; De Graef ve ark., 1990), bir alanda uzman olanlarla olmayan arasındaki görsel dikkat ve algı süreçlerini karşılaştırmak (örn., Cangöz ve ark., 2021; Maturi ve Sheridan, 2020), klinik gruplarda biyolojik işaretleyicileri belirlemek (örn., Armstrong ve Olatunji, 2012; Toh ve ark., 2011) ya da sosyal etkileşim sırasında önemli ipuçlarının neler olduğunu değerlendirmek (örn., Capozzi ve Kingstone, 2024; Capozzi ve Ristic, 2018) gibi konularda davranışın önemli bir yordayıcısı niteliğindedir.

Görsel bir sahnenin göz hareketleri ile nasıl tarandığını inceleyen çalışması sayesinde Rus psikolog Alfred Lukyanovich Yarbus, modern göz izleme çalışmalarının önde gelen ve klasik isimlerinden biri olmuştur. Yarbus (1967), göz hareketleri hakkındaki neredeyse her derleme çalışmasında yer alan ve bir klasik haline gelen deneyinde, katılımcılarına farklı yönergeler verdikten sonra gösterdiği “Beklenmeyen Misafir” adlı tabloyu incelemeleri için üç dakika tanımıştır. Katılımcıların göz hareketleri kaydedilirken onlara verdiği görevler ise tamamen serbest izleme, resimdeki ailenin sosyo-ekonomik düzeyinin tahmin edilmesi, resimdeki kişilerin yaşlarının tahmin edilmesi, resimdeki kişilerin misafir eve geldiğinde ne yapıyor olduklarının tahmin edilmesi, resimdeki kişilerin kıyafetlerinin hatırlanması, resimdeki kişilerin ve nesnelerin yerinin hatırlanması ve misafirin aileden

ne kadar süredir uzakta olduğunun tahmin edilmesi olmak üzere yedi farklı yönerge ile verilmiştir. Bu farklı görevlerin ardından Yarus, izleyicilerin kendilerine verilen yönergeye bağlı olarak farklı göz hareketi örüntüleri sergilediklerini ortaya koymuştur. Örneğin ikinci yönergede, katılımcılar göz hareketlerini daha çok resimdeki insanların kıyafetlerine ve odadaki eşyalara yaparken üçüncü yönergede daha çok resimdekilerin yüzlerine yapmışlardır (Yarus, 1967). Dolayısıyla bir kişinin bir uyarıcıyı izleme amacı ve laboratuvarında kendisine verilen görev, göz hareketleri ve görsel dikkati üzerinde anlamlı bir farklılaşma yaratmaktadır.

İnsanların görsel bir uyarıcıyı ya da bir sahneyi algılamasını sağlayan ve görsel yaşantısını şekillendiren mekanizmalardan ilki Yarus'un klasik çalışmasının da işaret ettiği yukarıdan-aşağıya (*top-down*) bilgi işleme mekanizmasıdır. Bu mekanizma, görsel uyarıcının sahip olduğu içeriğe ilişkin bilgi ve deneyimleri kapsayan uzun süreli bellek (Neider ve Zelinsky, 2006) ve kişinin görsel materyali izleme amacı/görev yöneliminin harekete geçirdiği kısa süreli bellek tarafından yönlendirilir (Henderson ve Hollingworth, 1999b; Land ve Hayhoe, 2001). Dikkat ve göz hareketlerinin geleceğini belirleyen yukarıdan-aşağıya değişkenlerden bir diğeri de kişiye sunulan görevin doğasıdır. Sayısız çalışmasıyla göz hareketleri alan yazınında saygın bir yere sahip olan Keith Rayner, farklı derleme yazılarında bundan bahsetmektedir (bkz. Rayner, 2009; Rayner ve Castelano, 2008). Bu yazılarda, okuma (sesli ya da içinden), görsel arama ve sahne algısı sırasında yapılan ortalama göz hareketleri değerlerini ortaya koyarak aradaki farklılaşmalara işaret eder ve göz hareketlerinin nereye, ne kadar süreyle yapılacağını ve sıçrama genliğini belirleyen faktörlerden birinin de görevin doğası olduğunu vurgular. Örneğin bir sahne izleme görevi, metin okuma görevine göre daha geniş genlikli sıçramaları gerektirir (Rayner, 2009). Ancak uyarıcının sahne olduğu çalışmalarda ortaya çıkan göz hareketi bulguları okuma görevlerine göre daha değişkendir (Henderson ve Hollingworth, 1998). Sahne uyarıcı bakımından zenginleştikçe ya da görsel uyarıcı dizisi karmaşıklıklaştıkça sıçramaların genliği kısalmış ve daha uzun süren odaklamalar yapılır (Henderson ve Hollingworth, 1998; Rayner, 2009).

Bir sahnenin izlenme amacı da göz hareketleri ve dikkat mekanizmaları üzerinde etkilidir. Land (2006), bir sahnenin laboratuvarında pasif bir şekilde izleniş ile aktif ve hareket halinde izleniş arasında göz hareketlerinin yapılacağı bölge açısından farklılaşma yaratacağını iddia etmiştir. Aradaki farkı gösteren bir çalışmada, izleyici bir sahneyi pasif olarak izlediği sırada, göz hareketleri daha çok nesnenin ortasına yapılırken; sahnede bulunan bir nesneyi eliyle aktif olarak tutmak üzere izlediğinde, nesnenin daha çok baş ve işaret parmağı ile temas edeceği bölgelere yapıldığı gösterilmiştir (Brouwer ve ark., 2009). Bu bulgu görevin doğasının önemine olduğu kadar, göz hareketleri ve dikkatin motor performansına öncülük etmesine de işaret etmektedir.

Bir alanda uzman olan kişilerin uzman oldukları konu ile ilgili görsel materyallere yaptıkları göz hareketlerinin incelenmesi, yukarıdan-aşağı bilgi işleme süreçlerinin açık görsel dikkat üzerindeki etkisinin çalışıldığı alanlardan bir tanesidir. Örneğin radyoloji uzmanlarının, göğüs radyografisinde bir anormalliği saptamak için geçirdikleri zamanın henüz asistan olan doktorlara göre daha kısa olduğu; daha az odaklama, daha az sayıda ve uzun sıçramalarla daha etkin bir göz hareketleri örüntüsü sergiledikleri gösterilmiştir

(Goodman ve Felson, 2007; Manning ve ark., 2006). Etkin göz hareketi örüntüsü ile kastedilen, bir görevin daha az göz hareketi ile daha kısa zamanda yerine getirilebilmesi için açık dikkatin görevle ilişkili bölgelere ve hedefe daha hızlı yönlendirilmesidir. Uzman radyologlar, bir akciğer radyografisinde nodül ararken kritik olan bölgelere daha hızlı odaklanmış ve toplamda daha az odaklama yaparak görevi tamamlamışlardır (Wolfe ve ark., 2016; van der Gijp ve ark., 2017). Öte yandan, asistanlık eğitiminde olan doktorlar bu görev sırasında, akciğerler yerine kalp gibi görsel belirginlik olarak daha fazla öne çıkan ve görevle ilişkisi olmayan bölgelere daha fazla odaklama yapmışlardır (Wolfe ve ark., 2016; van der Gijp ve ark., 2017). Alana özgü uzmanlık çalışmalarından bir başkasında, deneyimli satranç oyuncuları ile orta düzey oyuncular ve yeni öğrenenler arasında da göz hareketleri stratejileri açısından farklılaşma olduğu gösterilmiştir. Deneyimli oyuncuların tüm taşlar yerine belirli bir taş özelinde daha fazla odaklama yaptıkları; acemi oyuncularınsa tahtadaki diğer taşlara da göz attıkları ve sonunda deneyimlilerin deneme başına daha az odaklama yaptıkları gösterilmiştir (Reingold ve ark., 2001). Benzer karşılaştırmalar bir sanat eserini izleyen ve sanat eğitimi olan uzman kişilerle sanat eğitimi olmayan kişiler arasında da yapılmaktadır. Bu çalışmalardan bir tanesinde, sanat eğitimi olmayan izleyiciler bir tabloda odaklamalarını daha çok objelere yaparken; sanat eğitimi olanların daha çok kompozisyona baktıkları gösterilmiştir (Nodine ve ark., 1993). Cangöz ve arkadaşları (2021) ise erken Rönesans, modern ve çağdaş dönem olarak dönemlere ayırdıkları sanat eserlerini sanat eğitimi olan uzmanlara ve uzman olmayan izleyicilere göstermiştir. İzleyicilerin eserdeki nesnelere hatırlama performansları ile eser inceleme performanslarının göz hareketleri aracılığıyla incelendiği çalışmanın sonunda, uzman olan grupla olmayan grup arasında hatırlama performansı ve göz hareketleri açısından anlamlı bir fark olmadığı ortaya konmuştur. Öte yandan ısı haritaları incelendiğinde, uzmanların erken Rönesans ve çağdaş döneme ait eserlerde hedef olarak belirlenen bölgelere; uzman olmayanların ise modern döneme ait eserlerde hedef bölgelere daha fazla baktığı gösterilmiştir.

Yukarıdan aşağı bilgi işleme süreçlerinden başka, görsel bir uyarıcıda bir kişinin göz hareketlerini nereye yapacağını belirleyen mekanizmalardan bir diğeri de uyarıcı temelli aşağıdan-yukarıya (*bottom-up*) bilgi işleme mekanizmasıdır. Bu mekanizma, görsel uyarıcıların fiziksel özellikleri tarafından yönlendirilir ve genellikle sahnede parlaklık, renk, boyut, yön, karşıtlık (*contrast*) gibi görsel özelliklere göre çevresinden ve arka plandan ayrılan uyarıcıların dikkat ve göz odağı açısından bir önceliğe sahip olmasına neden olur (Henderson ve Ferreira, 2004; Itti ve ark., 1998; Itti ve Koch, 2000). Bu özellikler arasından kenar çizgileri ve köşelerin (*edges*), tematik bir sahnede dikkat odağı önceliğine sahip olduğu gösterilmiştir (Baddeley ve Tatler, 2006; Henderson, 2011; Henderson ve ark., 2003). Görmenin harekete öncülük etme işlevi düşünüldüğünde bir uyarıcıda bu özelliğin öne çıkması şartıdır değil. Bahsedilen özelliklerin dikkat ve göz hareketleri üzerindeki etkileri alanyazında “görsel belirginlik” (*visual saliency*) adı ile incelenmektedir. Bir uyarıcının görsel belirginliğini belirleyen özelliklerin ne olduğu, 20 yıldan uzun bir süredir farklı modeller aracılığıyla anlaşılmaya çalışılmaktadır (Foulsham, 2019; Tatler ve ark., 2011). Foulsham ve Underwood (2007), sahnenin anlamsal özelliklerinden bağımsız bir şekilde görsel belirginliği manipüle ederek katılımcıların tematik sahnelerdeki görsel belirginliği yüksek olarak sınıflandırılan nesnelere, düşük belirginliğe sahip olanlara göre, daha hızlı odaklandığını göstermiştir. Aynı araştırmacıların bir başka çalışmasında

(Foulsham ve Underwood, 2009) ise katılımcılara görsel belirginliği yüksek olan çeldirici uyarıcılar arasından hedef nesneyi bulma görevi verilmiştir ve belirginliği yüksek olan çeldiricilerin düşük olanlara göre hedef nesneye yapılan odaklanmanın gecikmesine neden olduğu gösterilmiştir. Bu sonuç, görsel belirginliği yüksek olan çeldiricilerin foveal odaklamaya gerek kalmadan örtük dikkati kendine daha fazla çekmesi ile açıklanmıştır.

Göz hareketlerinin ve açık dikkatin nasıl yönlendirileceği üzerinde etkisi olan yukarıdan-aşağı işleme süreçleri ile aşağıdan-yukarıya işleme süreçlerini keskin bir ikilik olarak değil, izleyicinin amacını, daha önceki bilgi birikimini ve uyarıcıların fiziksel belirginliğini kapsayan bütüncü bir bilişsel çerçeve içinde anlamak önemlidir (Awth ve ark., 2012; Torralba ve ark., 2006). Nitekim laboratuvarında uygulanan görevlerin neticesinde, görsel bir materyali incelerken göz hareketleri ve dikkatini etkili bir şekilde kullanan kişilerin her iki sürecin ortaklaşa faydasından yararlanıyor oldukları iddia edilmektedir (Wen ve ark., 2017).

Görsel Uyarıcı Temelli Görevlerde Göz Hareketlerinin Hızı ve Süresinin Dikkat Süreçleri ile İlişkisi

Bir sahnede odaklamaların yapıldığı bölgelerin incelendiği uzamsal temelli analizler kadar, odaklamaların yapıldığı zaman ve sürenin incelendiği zamansal temelli analizler de görsel dikkat süreçlerini yorumlamak açısından önem taşımaktadır. Bu sayede örneğin, tematik bir görsel uyarıcının izleyici için ne zaman ‘bir sahne’ olarak algılandığını anlamak mümkün olabilmektedir. Bu zamana dek yapılan çalışmalar, bir sahnenin genel anlamına ve özüne (*gist*) dair bilginin, 20 – 100 ms arasında; bir başka ifadeyle sahneye yapılan ilk göz hareketleri sırasında elde edildiğini göstermektedir (Castelhano ve Henderson, 2008; Cornelissen ve Vö, 2016; Lowe ve ark., 2018).

Sahnenin tematik anlamına dair bilgi hızlıca elde edildiğinde, bellekte bu kategori ile eşleşen şemalar da aktive olarak sahnede bulunan diğer nesnelere tanınmasını kolaylaştırmaktadır (Bar, 2004; Oliva ve Torralba, 2007). Sahnenin özüne ve nesnelere ilişkin bilgi elde edildiğinde de sonraki odaklamaların ve dikkat odağının nereye yapılacağı planlanmaktadır (Rayner, 2009). Böylece önce sahnenin temasına dair özü algılayan izleyici, odağın dışında kalan nesnelere ekstra foveal olarak işleyerek bu nesnelere bazılarını, daha detaylı bilgi almak üzere, odaklamaya karar verebilmektedir (Foulsham, 2015; Spotorno ve Tatler, 2017).

Zaman temelli göz izleme parametrelerinden ilk odaklama ya da sıçrama gecikmesi, sıklıkla bir uyarıcıya dikkatin ne kadar hızlı yönlendirildiğinin, diğer bir deyişle seçici dikkatin çekilmesi (*attentional attraction*) hipotezinin ölçülmesi için kullanılır. Odaklama süresi ise genellikle dikkatin belirli bir yerde veya uyarıcıda ne kadar süre tutulduğunun; diğer bir deyişle dikkati geri çekme (*attentional disengagement*) hipotezinin ölçülmesi için kullanılan bir parametredir (Henderson ve Hollingworth, 1999b; 2000). Her ne kadar izleyicinin sahneyi izleme amacına, uyarıcının özelliklerine ve bireysel farklılıklara göre değişkenlik gösterse de tipik bir tematik sahnede odaklamalar, ortalama 300 ms sürmektedir (Foulsham, 2019; Rayner, 2009). Ancak izleyici bir sahneyi ilk defa gördüğünde daha kısa süren, keşifleyici göz hareketleri yaparken; sahneyi ya da sahnedeki nesnelere ileride hatırlamak üzere izleyen bir kişi daha uzun süren odaklamalar yapma eğilimindedir (Foulsham, 2015). Bu süre aslında bir sonraki sıçramanın da planlanması

için gerekmektedir. Dolayısıyla bahsedilen süreyi kapsayan bilişsel süreçler arasında, hem göz odağında yer alan bilginin algısal olarak işlenmesi hem de izleyicinin sonraki göz hareketine karar vererek motor faaliyeti planlanması ve başlatması yer almaktadır.

Sahnenin karmaşıklığı ya da görsel arama görevindeki uyarıcı dizisi manipüle edildiğinde, sıçramaların genliğinde olduğu kadar odaklamaların süresinde de değişkenlik ortaya çıkmaktadır (Rayner, 2009). Sahne algısı ya da görsel arama görevi sırasında göz hareketi başına düşen uyarıcı sayısı genellikle okuma görevlerine göre daha fazla olduğundan, bu görevlerde daha uzun süreli odaklamalar ortaya çıkmaktadır (Rayner ve Castelano, 2008). Uzun süren odaklamalar genellikle odaklanılan bölgedeki bilginin karmaşık olması ya da kişiye verilen bilişsel görevin zorluğu ile ilişkilendirilmektedir (Henderson, 2011; Rayner, 1998). Sahne algısı kadar, okuma çalışmaları da izleyicinin odaklama süresi üzerinde uyarıcı özelliklerinin etkili olduğunu göstermiştir. Örneğin bir metinde daha fazla kelime olduğunda, daha soyut ifadeler ve sözdizimleri kullanıldığında ve hatta kelimelerin yazı tipinin anlaşılabilirliği zorlaştığında, okuyucunun daha uzun süreli odaklamalar yaptığı bulunmuştur (Rayner, 1998; Rayner ve ark., 2006).

İlk odaklama latansı üzerindeki varyans, dikkat yanlılıklarının ölçümü için oldukça idealdir ve özellikle klinik olgularla yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılır. Katılımcının deneysel bir görev sırasında bir uyarıcı ya da uyarıcı grubuna diğerlerine göre daha hızlı ve daha fazla odaklama yapması *dikkat yanlılığı* olarak yorumlanır (Bar-Haim ve ark., 2007; Harvey ve ark., 2004). Alanyazında genellikle duygusal içeriğe sahip bir uyarıcı ile nötr bir uyarıcıya verilen tepkilerin karşılaştırılması yoluyla ölçülen seçici dikkat yanlılıklarında, başta depresyon ve kaygı bozuklukları olmak üzere klinik grupların kullanıldığı çalışmalara oldukça sık rastlanmaktadır. Bu yanlılıklardan oldukça güçlü olan bir tanesi, insanların ilk göz hareketleri ve dolayısıyla dikkat önceliğinin nötr uyarıcılara kıyasla duygu yüklü uyarıcılar (örn., öfke, korku, mutluluk vb.) lehine olmasıdır (Schofield ve ark., 2012; Waechter ve ark., 2014). Bu bulgu tüm popülasyona genellenebileceği gibi, kaygı bozukluğu olgularında daha belirgin yanlılıklar ortaya konmaktadır. Örneğin kaygı bozukluğu olgularının ilk göz hareketlerini, hızlı bir şekilde, kızgın ya da korkmuş duygu ifadesi gösteren, diğer bir deyişle tehdit edici duygusal içeriğe sahip olan yüzlere yaptığı gösterilmiştir (Mogg ve ark., 2000; Nelson ve ark., 2022; Rudaizky ve ark., 2014). Bir başka çalışmada (Matlow ve ark., 2008), sürekli kaygı düzeyi yüksek olan katılımcıların ilk odaklamalarını duygusal yükü olan uyarıcılar lehine yaptıkları; artan odaklama süresi nedeniyle de bu uyarıcılardan dikkatlerini çekmekte zorlandıkları gösterilmiştir. Dikkat yanlılığının bir diğer ölçümü olarak odaklama süresini kullanan bazı çalışmalarda, özellikle majör depresyon olgularının kaygı, yas ve üzüntü gibi olumsuz değerliğe sahip uyarıcılara uzun süren odaklamalar yaptıkları ve dikkatin olumsuz duygu durumu sürdürmeye neden olan bu uyarıcılardan geri çekilemediği gösterilmiştir (Caseras ve ark., 2007; Sanchez ve ark., 2013). Genellikle serbest izleme ya da nokta yeri belirleme gibi paradigmalarda yapılan bu çalışmalarda göz hareketleri ölçümü dikkat yanlılıklarını çalışmak için objektif bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Odaklama latansı ve süresindeki varyansı etkileyen faktörlerden biri de izleyicinin baktığı bir görselde yer alan bir nesnenin tematik olarak sahne ile uyumu ve sahnede bulunduğu yerin ne kadar beklendiği olduğudur (Underwood ve Foulsham, 2006). Bir önceki

bölümde bahsedildiği gibi, bir kişinin görsel yaşantısını şekillendiren mekanizmalardan biri yukarıdan-aşağıya bilgi işleme mekanizmasıdır ve belirli bir anda izlenen sahnenin anlamsal içeriği ile ilişkili yüksek düzey (*high-level*) sahne algısı bu mekanizma tarafından şekillendirilmektedir (Henderson ve Hollingworth, 1999b). Bir sahne izlendiği sırada, izleyicinin göz hareketleri ve dikkatini yönlendiren birden fazla yüksek düzey bilgi işleme kaynağından bahsedilebilir. Bunlar arasında: izleyicinin kısa süreli belleğinde sahip olduğu anlamsal şablon, uzun süreli belleğinde bu şablonla ilgili yer alan semantik-episodik bilgi ve çalışma belleğinde tuttuğu göreve özgü bilgi yer almaktadır (Henderson ve Ferreira, 2004).

Sahne algısı ve görsel dikkat alanyazınında tartışmalı bulgulardan bir tanesi sahne teması ile çelişen ve beklendik olmayan bilginin göz hareketleri ve dikkat üzerinde yarattığı etkidir. Bir grup araştırmada (örn., Hayes ve Henderson, 2019) test edildiği gibi sahne bağlamının anlaşılması, ekstra foveal olarak hızlı bir şekilde gerçekleşiyorsa, izleyicinin ilk göz hareketlerini sahnede bağlam ile uyumlu olmayan nesnelere yapması beklenir. Bu durumda, söz konusu nesnelere sağlanan bilginin, sahne bağlamını destekleyen nesnelere göre izleyiciye daha fazla bilgi verdiği (Holligworth ve Henderson, 2000; Loftus ve Mackworth, 1978) ve izleyiciler tarafından daha ilgi çekici bulunduğu iddia edilmiştir (Rensink ve ark., 1997). Bir grup çalışma, izleyicilerin odaklamalarını sahne bağlamını “bozan” bu uyumsuz nesnelere daha hızlı yaptıklarını ve dolayısıyla seçici görsel dikkatin bu nesnelere lehine yönlendirildiğini göstermektedir (Hollingworth ve Henderson, 1998; Loftus ve Mackworth, 1978; Underwood ve ark., 2007). Öte yandan, ilk odaklama hızı üzerinde sahne ile uyumsuz olmanın sahip olduğu bu avantajı tekrarlamayan bulgular da mevcuttur (örn., De Graef ve ark., 1990; Gareze ve Findlay, 2007; Vö ve Henderson, 2009; 2011). Bunlardan bazılarında, izleyicilerin sahne teması ile uyumsuz olan nesnelere daha hızlı odaklanmadıkları; ancak uyumsuz nesnelere, uyumlu olanlara göre, ilk odaklama süresinin ya da toplam odaklama süresinin daha uzun olduğu görülmüş ve bu da dikkatin uyumsuz nesnelere daha fazla tutulduğu ya da bu nesnelere dikkatin geri çekilemediği şeklinde yorumlanmıştır (De Graef ve ark., 1990; Henderson ve ark., 1999b). Türkan ve arkadaşları (2021), farklı sahne-nesne ilişkilerinin görsel dikkat ve göz hareketleri üzerinde yarattığı etkileri incelediği çalışmasında, sahne teması ile uyumsuz nesnelere sunum süresi kısa olduğunda dikkatin bu nesnelere tarafından daha hızlı çekildiğini, sunum süresi uzadığında ise bu yanlılığın ortadan kalktığını göstermiştir. Bununla birlikte, hem kısa süreli hem uzun süreli uyaran sunumlarında, dikkatin uyumsuz nesnelere uyumlu olanlara göre daha fazla ve uzun süre verildiği ortaya konmuştur.

Bir alanda geliştirilen beceriler ve eğitimle sağlanan uzmanlık, göz hareketlerinin uzam temelli parametrelerini olduğu kadar, zaman temelli parametrelerine bağlı görsel dikkat stratejilerini de etkilemektedir. Okuma görevlerinde okuma-yazma konusunda deneyimli kişilerin genellikle kelimeleri atlayarak okuma eğiliminde olduğu ve okumaya yeni başlayan ya da disleksi tanısı olan kişilere göre daha kısa süreli odaklamalar yaptıkları gösterilmiştir (Ashby ve ark., 2005). Maturi ve Sheridan (2020), müzisyenlerin nota arama görevi sırasında göz hareketlerini incelediği çalışmasında müzisyenlerin, müzisyen olmayanlara göre, görevle alakalı bölgelere görevle alakalı olmayan bölgelere göre daha uzun süre odaklandıklarını bulmuştur. Satranç oyuncularının karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise Charness ve arkadaşları (2001), satranç ustalarının ilk göz

hareketlerini hızlıca en uygun hamlenin olduğu bölgeye yönlendirdiklerini göstermiştir. Benzer şekilde radyoloji uzmanlarının tıbbi görüntülerdeki anormallikleri, daha baktıkları ilk saniyeler içinde tespit ettikleri gösterilmiştir (Kundel ve ark., 2008). Belirli bir alana özgü uzmanlaşmanın yarattığı performans farkının, uzman olanların göz hareketleri ve görsel dikkat mekanizmalarını ilgili materyal üzerinde uzman olmayanlara göre daha etkili kullanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç

Sürekli bir değişim içinde olan görsel dünyada, kendi de sürekli hareket halinde olan organizmalar için, bilginin retinada sabit bir algısal imgesini oluşturabilmek ve keskin görüşü ilgi alanına yönlendirebilmek için bu bölümde bahsedilen odaklama, sıçrama, sekmesiz sıçrama gibi bütün göz hareketlerinin bir arada faaliyet gösterdiğini söylemek mümkündür. Canlı organizmalar arasında gelişmiş bir görme sistemine sahip olan insanın, karmaşık görsel uyarıcılarla karşılaştığında sergilediği göz hareketlerini incelemek görsel dikkat ve ileri bilişsel süreçlerini anlamak ve yordamak için oldukça zengin bir bilgi kaynağı sunmaktadır. Göz hareketleri ve dikkat, bellek ve daha ileri bilişsel süreçlerden önce duysal bilginin bir giriş kapısı olarak düşünülebilir (Foulsham, 2019). Bu başlangıç noktasının anlaşılması, algı ve bellek süreçlerine aktarılan bilgi hakkında ve organizmanın gelecek davranışlarının yordanmasında önemlidir.

Aristoteles'den Yarus'a ve günümüze değin, gözün ve göz hareketlerinin doğasına dair merak oldukça uzun bir yolculuğa sahiptir. Göz izleme teknolojisinde 20. yy. başından itibaren, girişimsel olmayan araçların kullanımıyla birlikte katılımcıların deney sırasında rahat olmasına imkan sağlayan ve deneyciye kolaylık sağlayan yöntemlerde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Göz izleme tekniklerinde büyük atılımın gerçekleşmesi ise dijital teknoloji ve görüntü işleme sistemlerinin ilerlediği 1970'lerden itibaren gerçekleşmiştir (Duchowski, 2007). Bugün geldiğimiz noktada göz hareketleri, yüksek veri kaydetme potansiyeline sahip cihazlar aracılığıyla izlenebilmektedir.

Modern göz izleme cihazları özellikle foveal dikkatin izlenmesini sağlayacak şekilde geliştirilmiştir (Holmqvist ve ark., 2011). Hem bu sebepten hem de belirli bir anda en fazla ortaya konan göz hareketleri olması nedeniyle odaklama ve sıçramalar, insan aktif görme sisteminin, bu zamana dek en fazla araştırılan parametreleri olmuştur. Öte yandan okülomotor kontrolün odaklama türü küçük göz hareketleriyle de sağlanabildiği ve başta küçük sıçramalar olmak üzere, küçük sapma gibi göz hareketlerinin de keskin aktif görme sürecine katkıda bulunduğu iddia edilmektedir (Poletti, 2023). Buna rağmen alanyazında açık dikkat süreçlerini bu göz hareketleri ile çalışan yeterli sayıda çalışma bulunmadığını söylemek yerinde olacaktır. Dolayısıyla aktif görme mekanizması, bir uyarıcının izleyicinin bakışlarının merkezine getirilmesinin bir sonucu olarak değil; hepsi akort edilmiş bir grup araçla (motor ve bilişsel süreçler) yaratılan bir orkestranın ürünü olarak tanımlanmalı ve gelecekte dikkat süreçlerini anlamak için tüm göz hareketlerinin işbirliği ele alınmalıdır (Poletti, 2023).

Açık göz hareketleri olmadan da insanın örtük dikkati ile belirli bir bölgeye dikkatini yönlendirilebildiği ve tepki verebildiği bilinmektedir (Liversedge ve Findlay, 2000; Türkan ve ark., 2021). Sıradan bir görsel görev ve uyarıcılarla çevrili olan günlük hayat, hem açık hem örtük dikkati birlikte kullanmayı gerektirir. Bu nedenle örtük dikkati ölçmeye

yarayan objektif yöntemlerin gerekliliği de ortadadır. Bir grup çalışmada (Liu ve ark., 2022; Yuval-Greenberg ve ark., 2014) küçük sıçramalar aracılığıyla örtük dikkatin çevresel alanlara yönlendirildiği iddia edilmektedir. Liu ve arkadaşları (2022, 2023) beyin görüntüleme yöntemleri kullanarak yürüttükleri çalışmalarında, küçük sıçramaların görsel kortekste posterior EEG-alfa aktivasyonu ile ilişkisini göstermiştir. Aynı anda birden fazla yöntemin bir arada kullanıldığı çalışmalarla giderek daha fazla karşılaşmak mümkündür. Bu şekilde bir yöntemin eksikliğini diğeri ile gidererek daha doğru veriler elde edilebilmektedir. Gelecekte, göz hareketlerinin beyin görüntüleme yöntemleri sırasında bir gürültü (noise) olmaktan öte, bir veri kaynağı olarak daha fazla beyin bölgesi ile eşleşen potansiyellerin keşfedilmesi beklenmektedir. Beyin görüntüleme yöntemlerinin yanı sıra göz izleme cihazları da giderek daha hassas hale geldiğinden, bu cihazların bir milisaniyede kaydedebildiği veri örnekleminin artması ve gelecekte örtük dikkat ile ilişkilendirilecek göz hareketleri parametrelerinin de bu cihazların ölçüm repertuarına girmesi kaçınılmazdır. Böylece açık dikkatle ilişkilendirilen göz hareketleri kadar örtük dikkatle ilişkilendirilen göz hareketlerine dair de bilgi birikiminin artması beklenmektedir.

Göz hareketlerinin ölçümü, deneysel yöntemle çalışan araştırmacılara katılımcıların bir düğmeye basarak verdiği tepki zamanının sağladığı tek bir veri noktasına göre daha zengin ve dinamik; aynı zamanda uzamsal ve zamansal veri kaynağı sağlayabilmektedir. Öte yandan, bu derlemede bahsedilen ve görsel dikkat-algı alanyazınının büyük çoğunluğunu oluşturan veriler doğal görme koşulları altında değil, bilgisayar ekranından sunulan küçük, genellikle durağan ve kısıtlı bir bağlamda sunulan uyarıcılardan elde edilmektedir. Bu koşullarda elde edilen bulguları genellerken dikkatli olmak gerektiği açıktır. Günümüzde kullanımı giderek artan sanal gerçeklik ya da göz izleme gözlükleri gibi teknolojiler sayesinde deneylerde katılımcıların hareket alanı genişlemiştir. Öyle ki son zamanlarda, katılımcılar günlük görevlerini yerine getirirken ya da serbestçe hareket ederken göz hareketleri kaydedilebilmektedir. Bu uygulamalar sayesinde bilgisayar temelli çalışmalarda ortaya çıkan bu dış geçerlik sorununun kısmen azalacağı beklenmektedir. Bunun yanında üç boyutlu ve katılımcıyı çevreleyen doğası ile sanal gerçeklik teknolojileri, insanda aktif görme sisteminin doğasına dair daha derin bir anlayış geliştirmemizi sağlayacaktır.

Göz izleme çalışmaları ile elde edilen bulgular yapay zeka ve makine öğrenmesi gibi temel bilim alanlarına faydalı olmakla birlikte dikkat yanlılıkları ve göz hareketlerinde bireysel farklılıklar gibi konular, eğitimden kliniğe, spordan endüstriye ve trafiğe uzanan geniş bir yelpazede, psikolojinin uygulama alanına da faydalı olabilecek bilgiler kazandırmaktadır. Farklı alanlarda ortaya çıkan bireysel farklılıkların incelendiği çalışmalarda, göz hareketlerinin incelenmesi ayrışan bilişsel mekanizmaların ortaya çıkarılmasını ve daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Örneğin bir uzmanlık alanında deneyimli olanlarla yeni başlayanlar arasında ortaya konan göz hareketleri ve görsel dikkat stratejileri arasındaki farklılaşmalar, öğrenme tekniklerinin geliştirilmesi için kullanılabilir bulgulardır. Böylece göz izleme çalışmalarından elde edilen bilgi birikimi sayesinde, tıpta uzmanlık, satranç, okuma-yazma veya spor gibi farklı disiplinlerin eğitim sürecinde bireye özgü adaptif stratejiler geliştirilerek öğrenme sürecinin başından sonuna kadar eğitimin daha etkili ve uzmanlaşmanın daha hızlı hale getirilmesi sağlanabilir (Brunyé ve ark., 2019; Lai ve ark., 2013).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declare that this study has received no financial support.

Kaynakça / References

- Abrams, R. A., Meyer, D. E. ve Kornblum, S. (1989). Speed and accuracy of saccadic eye movements: Characteristics of impulse variability in the oculomotor system. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 529. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.15.3.529>
- Alexander, R. G. ve Martinez-Conde, S. (2019). Fixational eye movements. C. Klein ve U. Ettinger (Ed.), *Eye movement research: Studies in neuroscience, psychology and behavioral economics* içinde (s. 73-115). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2_1764
- Alvarez, T. L., Semmlow, J. L. ve Pedrono, C. (2005). Divergence eye movements are dependent on initial stimulus position. *Vision Research*, 45(14), 1847-1855. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2005.01.017>
- Amador, N., Schlag-Rey, M. ve Schlag, J. (1998). Primate antisaccades. I. Behavioral characteristics. *Journal of Neurophysiology* 80(4), 1775–1786. <https://doi.org/10.1152/jn.1998.80.4.1775>
- Amor, T. A., Reis, S. D., Campos, D., Herrmann, H. J. ve Andrade Jr, J. S. (2016). Persistence in eye movement during visual search. *Scientific Reports*, 6(1), 20815. <https://doi.org/10.1038/srep20815>
- Andrade, M.Â., Cipriano, M. ve Raposo, A. (2024). ObScene database: Semantic congruency norms for 898 pairs of object-scene pictures. *Behavior Research Methods*, 56, 3058–3071. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02181-7>
- Armstrong, T. ve Olatunji, B. O. (2012). Eye tracking of attention in the affective disorders: A meta-analytic review and synthesis. *Clinical Psychology Review*, 32(8), 704-723. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2012.09.004>
- Ashby, J., Rayner, K. ve Clifton, C. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology*, 58(6), 1065–1086. <https://doi.org/10.1080/02724980443000476>
- Awh, E., Belopolsky, A. V. ve Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: A failed theoretical dichotomy. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(8), 437–443. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.010>
- Baddeley, R. J. ve Tatler, B. W. (2006). High frequency edges (but not contrast) predict where we fixate: A Bayesian system identification analysis. *Vision Research*, 46, 2824–2833. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.02.024>
- Bahill, A. T., Clark, M. R. ve Stark, L. (1975). The main sequence, a tool for studying human eye movements. *Mathematical Biosciences*, 24(3–4), 191-204. [https://doi.org/10.1016/0025-5564\(75\)90075-9](https://doi.org/10.1016/0025-5564(75)90075-9)
- Bar, M. (2004). Visual objects in context. *Nature Reviews/Neuroscience*, 5, 617-629. <https://doi.org/10.1038/nrn1476>
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J. ve Van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133 (1), 1. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.1.1>
- Barnes, G. R. (2011). Ocular pursuit movements. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 115–132). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0007>
- Belting, H. (2020). İbnü'l Heysem'in ışık ölçümü. Z. A. Yılmaz (Çev.). *Floransa ve Bağdat* içinde (s. 97-134). Koç Üniversitesi Yayınları.
- Buswell, G. T. (1935). *How people look at pictures: A study of the psychology of perception in art*. University of Chicago Press.
- Bridgeman, B. (1983). Mechanisms of space constancy. A. Hein ve M. Jeannerod (Ed.), *Spatially oriented behavior* içinde (s. 263–279). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-5488-1_15
- Brown, B. (1972). Dynamic visual acuity, eye movements and peripheral acuity for moving targets. *Vision Research*, 12, 305–321. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(72\)90120-4](https://doi.org/10.1016/0042-6989(72)90120-4)

- Brouwer, A. M., Franz, V. H. ve Gegenfurtner, K. R. (2009). Differences in fixations between grasping and viewing objects. *Journal of Vision*, 9(1), 18-18. <https://doi.org/10.1167/9.1.18>
- Brunyé, T. T., Drew, T., Weaver, D. L. ve Elmore, J. G. (2019). A review of eye tracking for understanding and improving diagnostic interpretation. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 4(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s41235-019-0159-2>
- Cangöz, B., Oktay, B., Ruzgar Kayıran, N. ve Karamanoğlu, S. (2021). Art education and expertise: An eye tracking study. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 38(1), 259-271. <https://doi.org/10.32600/huefd.780593>
- Capozzi, F. ve Kingstone, A. (2024). The effects of visual attention on social behavior. *Social and Personality Psychology Compass*, 18(1), e12910. <https://doi.org/10.1111/spc3.12910>
- Capozzi, F. ve Ristic, J. (2018). How attention gates social interactions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1426 (1), 179-198. <https://doi.org/10.1111/nyas.13854>
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, 51(13), 1484-1525. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.04.012>
- Caseras, X., Gamer, M., Bradley, B. P. ve Mogg, K. (2007). Biases in visual orienting to negative and positive scenes in dysphoria: An eye movement study. *Journal of Abnormal Psychology*, 116, 491-7. <https://doi.org/10.1037/0021-843x.116.3.491>
- Castelhano, M. S. ve Henderson, J. M. (2008). The influence of color on the perception of scene gist. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(3), 660-675. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.3.660>
- Castelhano, M. S. ve Rayner, K. (2008). Eye movements during reading, visual search, and scene perception: An overview. K. Rayner, D. Shen, X. Bai ve G. Yan (Ed.), *Cognitive and cultural influences on eye movements* içinde (s. 3-33). Tianjin People's Publishing House.
- Castelhano, M. S., Mack, M. L. ve Henderson, J. M. (2009). Viewing task influences eye movement control during active scene perception. *Journal of Vision*, 9(3), 1-15. <https://doi.org/10.1167/9.3.6>
- Cimminella, F., Sala, S. D. ve Coco, M. I. (2020). Extra-foveal processing of object semantics guides early overt attention during visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82, 655-670. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01906-1>
- Charness, N., Reingold, E. M., Pomplun, M. ve Stampe, D. M. (2001). The perceptual aspect of skilled performance in chess: Evidence from eye movements. *Memory & Cognition*, 29(8), 1146-1152. <https://doi.org/10.3758/bf03206384>
- Collewin, H. ve Kowler, E. (2008). The significance of microsaccades for vision and oculomotor control. *Journal of Vision*, 8(14), 1-21. <https://doi.org/10.1167/8.14.20>
- Cornelissen, T. H. ve Vö, M. L. H. (2016). Stuck on semantics: Processing of irrelevant object-scene inconsistencies modulates ongoing gaze behavior. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 1-15. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1203-7>
- Curcio, C. A., Sloan, K. R., Kalina, R. E. ve Hendrickson, A. E. (1990). Human photoreceptor topography. *The Journal of Comparative Neurology*, 292(4), 497-523. <https://doi.org/10.1002/cne.902920402>
- De Graef, P., Christiaens, D. ve d'Ydewalle, G. (1990). Perceptual effects of scene context on object identification. *Psychological Research*, 52, 317-329. <https://doi.org/10.1007/BF00868064>
- Deubel, H. ve Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, 36, 1827-1837. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)00294-4](https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)00294-4)
- Distler, C. ve Hoffmann, K. P. (2011). The optokinetic reflex. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 65-83). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0004>
- Di Stasi, L. L., Catena, A., Cañas, J. J., Macknik, S. L. ve Martinez-Conde, S. (2013). Saccadic velocity as an arousal index in naturalistic tasks. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(5), 968-975. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.03.011>
- Dodge, R. (1903). Five types of eye movement in the horizontal meridian plane of the field of regard.

- American Journal of Physiology*, 8(4), 307–329. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1903.8.4.307>
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology* (2. basım). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-609-4>
- Engbert, R. ve Kliegl, R. (2003). Microsaccades uncover the orientation of covert attention. *Vision Research*, 43(9), 1035–45. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(03\)00084-1](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(03)00084-1)
- Findlay, J. M. ve Gilchrist, I. D. (2003). *Active vision* (3. basım). Oxford University Press.
- Fooker, J., Kreyenmeier, P. ve Spering, M. (2021). The role of eye movements in manual interception: A mini-review. *Vision Research*, 183, 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2021.02.007>
- Foulsham, T. (2015). Scene perception. J. M. Fawcett, E. F. Risko ve A. Kingstone (Ed.), *The handbook of attention* içinde (s. 257–280). Boston Review.
- Foulsham, T. (2019). Scenes, saliency maps and scanpaths. C. Klein ve U. Ettinger (Ed.), *Eye movement research: Studies in neuroscience, psychology and behavioral economics* içinde (s. 197–238). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20085-5_6
- Foulsham, T. ve Underwood, G. (2007). How does the purpose of inspection influence the potency of visual salience in scene perception? *Perception*, 36, 1123–1138. <https://doi.org/10.1068/p5659>
- Foulsham, T. ve Underwood, G. (2009). Does conspicuity enhance distraction? Saliency and eye landing position when searching for objects. *The Quarterly Journal Of Experimental Psychology*, 62(6), 1088–1098. <https://doi.org/10.1080/17470210802602433>
- Forrester, J. V., Dick, A. D., McMenamin, P. G., Roberts, F. ve Pearlman, E. (2016). *The Eye: Basic sciences in practice* (4. baskı). W.B. Saunders.
- Gazez, L. ve Findlay, J. M. (2007). Absence of scene context effects in object detection and eye gaze capture. R. P. Gompel, M. H. Fischer, W. S. Murray ve R. L. Hill (Ed.), *Eye movements: A window on mind and brain* içinde (s. 617–637). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-008044980-7/50031-8>
- Geisler, W. S. ve Cormack, L. K. (2011). Models of overt attention. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 439–454). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0024>
- Gilchrist, I. D. (2011). Saccades. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 85–94). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.001.0001>
- Godijn, R. ve Pratt, J. (2002). Endogenous saccades are preceded by shifts of visual attention: Evidence from cross-saccadic priming effects. *Acta Psychologica*, 110, 83–102. [https://doi.org/10.1016/s0001-6918\(01\)00071-3](https://doi.org/10.1016/s0001-6918(01)00071-3)
- Godijn, R. ve Theeuwes, J. (2002). Programming of endogenous and exogenous saccades: evidence for a competitive integration model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1039–1054. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.28.5.1039>
- Goldstein, E. B. (2013). *Sensation & Perception*. Cengage Learning.
- Goodale, M. ve Milner, D. (2006). *The visual brain in action*. Oxford Psychology Series. Oxford University Press.
- Goodman, L. R. ve Felson, B. (2007). *Felson's principles of chest roentgenology*. Elsevier.
- Greenlee, M. W. ve Kimmig, H. (2019). Visual perception and eye movements. C. Klein ve U. Ettinger (Ed.), *Eye movement research. Studies in neuroscience, psychology and behavioral economics* içinde (s. 165–196). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20085-5_5
- Harris, C. M. ve Wolpert, D. M. (2006). The main sequence of saccades optimizes speed-accuracy trade-off. *Biological Cybernetics*, 95(1), 21–29. <https://doi.org/10.1007/s00422-006-0064-x>
- Harvey, A. G., Watkins, E. ve Mansell, W. (2004). *Cognitive behavioural processes across psychological disorders: A transdiagnostic approach to research and treatment*. Oxford University Press.
- Hayes, T. R. ve Henderson, J. M. (2019). Scene semantics involuntarily guide attention during visual search. *Psychonomic Bulletin and Review*, 26, 1683–1689.

- <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01642-5>
- Henderson, J. M. (2011). Eye movements and scene perception. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 593–606). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0033>
- Henderson, J. M. ve Ferreira, F. (2004). Scene perception for psycholinguists. J. M. Henderson ve F. Ferreira (Ed.), *The Interface of language, vision, and action: Eye movements and the visual world* içinde (s. 1-58). New Psychology Press.
- Henderson, J. M. ve Hollingworth, A. (1998). Eye movements during scene viewing: An overview. G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* içinde (s. 269-293). Elsevier Science Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-008043361-5/50013-4>
- Henderson, J. M. ve Hollingworth, A. (1999a). The role of fixation position in detecting scene changes across saccades. *Psychological Science*, 10, 438-443. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00183>
- Henderson, J. M. ve Hollingworth, A. (1999b). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*, 50, 243–71. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.50.1.243>
- Hollingworth, A. ve Henderson, J. M. (2000). Semantic informativeness mediates the detection of changes in natural scenes. *Visual Cognition*, 7(1-3), 213-235. <https://doi.org/10.1080/135062800394775>
- Henderson, J. M., Pollatsek, A. ve Rayner, K. (1989). Covert visual attention and extrafoveal information during object identification. *Perception & Psychophysics*, 45, 196-208. <https://doi.org/10.3758/bf03210697>
- Henderson, J. M., Williams, C. C., Castelano, M. ve Falk, R. J. (2003). Eye movements and picture processing during recognition. *Perception & Psychophysics*, 65, 725-734. <https://doi.org/10.3758/bf03194809>
- Hess, B. J. M. (2011). Vestibular response. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 45–65). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0003>
- Hollingworth, A. ve Henderson, J. M. (2000). Semantic informativeness mediates the detection of changes in natural scenes. *Visual Cognition*, 7, 213–235. <https://doi.org/10.1080/135062800394775>
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. ve Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press.
- Hooge, I. T. ve Erkelens, C. J. (1996). Control of fixation duration in a simple search task. *Perception & Psychophysics*, 58 (7), 969-976. <https://doi.org/10.3758/bf03206825>
- Huber-Huber, C., Ditye, T., Fernández, M. M. ve Ansorge, U. (2016). Using temporally aligned event-related potentials for the investigation of attention shifts prior to and during saccades. *Neuropsychologia*, 92, 129-141. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.03.035>
- Hutton, S. (2024). *Sıçrama hareketinin ölçüm parametreleri* [Şekil]. Eye tracking terminology-eye movements. <https://www.sr-research.com/eye-tracking-blog/background/eye-tracking-terminology-eye-movements/> adresinden 15.02.2024 tarihinde alınmıştır.
- Itti, L. ve Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40(10), 1489–1506. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(99\)00163-7](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(99)00163-7)
- Itti, L., Koch, C. ve Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20(11), 1254–1259. <https://doi.org/10.1109/34.730558>
- Jacobs, R. J. (1979). Visual resolution and contour interaction in the fovea and periphery. *Vision Research*, 19(11), 1187-1195. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(79\)90183-4](https://doi.org/10.1016/0042-6989(79)90183-4)
- Kotowicz, A., Rutishauser, U. ve Koch, C. (2010). Time course of target recognition in visual search. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 31. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00031>
- Kowler, E. (2009). Attention and eye movements. L. R. Squire, F. E. Bloom, N. C. Spitzer, F. Gage ve T. Albright (Ed.), *Encyclopedia of neuroscience* içinde (s. 605-616). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-008045046-9.01087-1>

- Kowler, E. (2011). Eye movements: The past 25 years. *Vision Research*, 51(13), 1457-1483. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.12.014>
- Kowler, E., Anderson, E., Doshier, B. ve Blaser, E. (1995). The role of attention in the programming of saccades. *Vision Research*, 35, 1897-1916. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(94\)00279-u](https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)00279-u)
- Kristjánsson, A. (2011). The intriguing interactive relationship between visual attention and saccadic eye movements. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 455-469). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0025>
- Kundel, H. L., Nodine, C. F., Krupinski, E. A. ve Mello-Thoms, C. (2008). Using gaze-tracking data and mixture distribution analysis to support a holistic model for the detection of cancers on mammograms. *Academic Radiology*, 15(7), 881-886. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2008.01.023>
- 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. ve Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90-115. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>
- Land, M. F. (2006). Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research*, 25(3), 296-324. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2006.01.002>
- Land, M. F. (2015). Eye movements of vertebrates and their relation to eye form and function. *Journal of Comparative Physiology A*, 201(2), 195-214. <https://doi.org/10.1007/s00359-014-0964-5>
- Land, M. F. (2019). The evolution of gaze shifting eye movements. *Processes of Visuospatial Attention and Working Memory*, 41(3) 3-11. https://doi.org/10.1007/7854_2018_60
- Land, M. F. ve Hayhoe, M. (2001). In what ways do eye movements contribute to everyday activities. *Vision Research*, 41, 3559-3565. [https://doi.org/10.1016/s0042-6989\(01\)00102-x](https://doi.org/10.1016/s0042-6989(01)00102-x)
- Lencer, R., Sprenger A. ve Trillenber, P. (2019). Smooth eye movements in humans: Smooth pursuit, optokinetic nystagmus and vestibular ocular reflex. C. Klein ve U. Ettinger (Ed.), *Eye movement research: Studies in neuroscience, psychology and behavioral economics* içinde (s. 117-163). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20085-5_4
- Liu, B., Nobre, A. C. ve van Ede, F. (2022). Functional but not obligatory link between microsaccades and neural modulation by covert spatial attention. *Nature Communications*, 13(1), 3503. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31217-3>
- Liu, B., Nobre, A. C. ve van Ede, F. (2023). Microsaccades transiently lateralise EEG alpha activity. *Progress in Neurobiology*, 224, 102433. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2023.102433>
- Liversedge, S. P. (2008). Binocular eye movements during reading. K. Rayner, D. Shen, X. Bai ve G. Yan (Ed.), *Cognitive and cultural influences on eye movements* içinde (s. 108-122). Tianjin People's Publishing House.
- Liversedge, S. P. ve Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 6-14. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(99\)01418-7](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(99)01418-7)
- Livingstone, M. (2014). *Vision and art : The biology of seeing* (revised and expanded edition). Abrams.
- Lock, J. (1689/1975). *An essay concerning human understanding*. <https://www.gutenberg.org/files/10615/10615-h/10615-h.htm> adresinden 07.02.2024 tarihinde alınmıştır.
- Loftus, G. R. ve Mackworth, N. H. (1978). Cognitive determinants of fixation location during picture viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 565-572. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.4.4.565>
- Loschky, L. C., Nuthmann, A., Fortenbaugh, F. C. ve Levi, D. M. (2017). Scene perception from central to peripheral vision. *Journal of Vision*, 17(1), 1-5. <https://doi.org/10.1167/17.1.6>
- Lowe, M. X., Rajsic, J., Ferber, S. ve Walther, D. B. (2018). Discriminating scene categories from brain activity within 100 milliseconds. *Cortex*, 106, 275-287. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.06.006>
- Luck, S. J. ve Hillyard, S. A. (1994). Spatial filtering during visual search: Evidence from human

- electrophysiology. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(5), 1000–1014. <http://doi.org/10.1037/0096-1523.20.5.1000>.
- Manning, D., Ethell, S., Donovan, T. ve Crawford, T. (2006). How do radiologists do it? The influence of experience and training on searching for chest nodules. *Radiography*, 12(2), 134-142. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2005.02.003>
- Martinez-Conde, S. ve Macknik, S. L. (2011). Microsaccades. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The Oxford handbook of eye movements* içinde (s. 45–65). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0006>
- Martinez-Conde, S. ve Macknik, S. L. (2017). Unchanging visions: The effects and limitations of ocular stillness. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1718), 20160204. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0204>
- Martinez-Conde, S., Macknik, S. L. ve Hubel, D. H. (2004). The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 229–40. <https://doi.org/10.1038/nrn1348>
- Martinez-Conde S., Macknik, S. L., Troncoso, X. G. ve Dyar, T. A. (2006). Microsaccades counteract visual fading during fixation. *Neuron*, 49(2), 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2006.02.007>
- Mathôt, S. ve Theeuwes, J. (2011). Visual attention and stability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1564), 516-527. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0187>
- Matin, E. (1974). Saccadic suppression: A review and an analysis. *Psychological Bulletin*, 81(12), 899. <https://doi.org/10.1037/h0037368>
- Matlow, R. B., Gard, D. E., Berg, D. J., Krausova, M. ve Jones, R. (2008). Difficulty disengaging from affective stimuli in anxiety: Converging evidence of reaction time and eye movement. *Psychophysiology*, 45, S50-1.
- Maturi, K. S. ve Sheridan, H. (2020). Expertise effects on attention and eye-movement control during visual search: Evidence from the domain of music reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 82, 2201-2208. <https://doi.org/10.3758/s13414-020-01979-3>
- McCamy, M. B., Macknik, S. L. ve Martinez-Conde, S. (2014). Different fixational eye movements mediate the prevention and the reversal of visual fading. *The Journal of Physiology*, 592(19), 4381-4394. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2014.279059>
- Meister, M. ve Tessier-Lavigne, M. (2021). Low-level visual processing: The retina. S. A. Siegelbaum, J. D. Koester, S. H. Mack ve E. R. Kandel (Ed.), *Principles of neural science* içinde (6. Baskı, s. 521-544). McGraw Hill LLC.
- Mills, M., Hollingworth, A., Van der Stigchel, S., Hoffman, L. ve Dodd, M. D. (2011). Examining the influence of task set on eye movements and fixations. *Journal of Vision*, 11(8), 17. <https://doi.org/10.1037/e520592012-445>
- Mogg, K., Millar, N. ve Bradley, B. P. (2000). Biases in eye movements to threatening facial expressions in generalized anxiety disorder and depressive disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 109(4), 695. <https://doi.org/10.1037/0021-843x.109.4.695>
- Murphy, B. J. (1978). Pattern thresholds for moving and stationary gratings during smooth eye movement. *Vision Research*, 18, 521–530. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(78\)90196-7](https://doi.org/10.1016/0042-6989(78)90196-7)
- Nodine, C. F., Locher, P. J. ve Krupinski, E. A. (1993). The role of formal art training on perception and aesthetic judgment of art compositions. *Leonardo*, 26(3) 219–227. <https://doi.org/10.2307/1575815>
- Neider, M. B. ve Zelinsky, G. J. (2006). Scene context guides eye movements during visual search. *Vision Research*, 46(5), 614-621. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2005.08.025>
- Nelson, A. L., Quigley, L., Carriere, J., Kalles, E., Smilek, D. ve Purdon, C. (2022). Avoidance of mild threat observed in generalized anxiety disorder (GAD) using eye tracking. *Journal of Anxiety Disorders*, 88, 102577. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2022.102577>
- Nobre, A. C. ve Kastner, S. (2014). Attention: Time capsule 2013. S. Kastner (Ed.), *The oxford handbook of attention* içinde (s. 912-928). Oxford University Press.

- Noton, D. ve Stark, L. (1971). Scanpaths in saccadic eye movements while viewing and recognizing patterns. *Vision Research*, 11(9), 929. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(71\)90213-6](https://doi.org/10.1016/0042-6989(71)90213-6)
- Oliva, A. ve Torralba, A. (2007). The role of context in object recognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 520–527. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.09.009>
- Öhlschläger, S. ve Vö, M. L. (2017). SCEGRAM: An image database for semantic and syntactic inconsistencies in scenes. *Behavior Research Methods*, 49, 1780–1791. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0820-3>
- Paeye, C. ve Madelain, L. (2011). Reinforcing saccadic amplitude variability. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 95, 149-162. <https://doi.org/10.1901/jeab.2011.95-149>
- Paoletti, D., Weaver, M. D., Braun, C. ve van Zoest, W. (2014). Trading off stimulus salience for identity: A cueing approach to disentangle visual selection strategies. *Vision Research*, 113, 116–124. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.08.003>
- Paoletti, D., Braun, C., Vargo, E. J. ve van Zoest, W. (2019). Spontaneous pre-stimulus oscillatory activity shapes the way we look: A concurrent imaging and eye-movement study. *European Journal of Neuroscience*, 49(1), 137-149. <https://doi.org/10.1111/ejn.14285>
- Parker, R. E. (1978). Picture processing during recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 284-293. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.4.2.284>
- Parker, A. J., Harris, J. M., Cumming, B. G. ve Sumnall, J. H. (1996). Binocular correspondence in stereoscopic vision. *Eye*, 10(2), 177-181. <https://doi.org/10.1038/eye.1996.44>
- Pierce, J. E., Brett, A., Clementz ve McDowell, J. E. (2019). Saccades: Fundamentals and neural mechanisms. C. Klein ve U. Ettinger (Ed.), *Eye movement research: Studies in neuroscience, psychology and behavioral economics* içinde (s.11-71). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20085-5_2
- Poletti, M. (2023). An eye for detail: Eye movements and attention at the foveal scale. *Vision Research*, 211, 108277. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2023.108277>
- Poletti, M., Listorti, C. ve Rucci, M. (2013). Microscopic eye movements compensate for nonhomogeneous vision within the fovea. *Current Biology*, 23(17), 1691-5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.07.007>
- Poletti, M. ve Rucci, M. (2016). A compact field guide to the study of microsaccades: Challenges and functions. *Vision Research*, 118, 83-97. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2015.01.018>
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, 124(3), 372. <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. ve Castelhamo, M. S. (2008). Eye movements during reading, scene perception, visual search, and while looking at print advertisements. M. Wedel ve R. Pieters (Ed.), *Visual marketing: From attention to action* içinde (s. 9–42). Taylor & Francis Group/Lawrence Erlbaum Associates.
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C. ve Pollatsek, A. (2006). The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on the eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging*, 21(3), 448. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.3.448>
- Reingold, E. M., Charness, N., Pomplun, M. ve Stampe, D. M. (2001). Visual span in expert chess players: Evidence from eye movements. *Psychological Science*, 12(1), 48-55. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00309>
- Rensink, R. A., O'Regan, J.K. ve Clark, J. J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, 8, 268–373. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00427.x>
- Rizzolatti, G., Riggio, L. ve Sheliga, B. M. (1994). Space and selective attention. *Attention and Performance XV*, 15, 231-265. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1478.003.0016>
- Rolf, M. (2009). Microsaccades: Small steps on a long way. *Vision Research*, 49(20), 2415–2441. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.08.010>

- Rucci, M., McGraw, P. V. Krauzlis, R. J. (2016). Fixational eye movements and perception. *Vision Research, 118*, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2015.12.001>
- Rudaizky, D., Basanovic, J. ve MacLeod, C. (2014). Biased attentional engagement with, and disengagement from, negative information: Independent cognitive pathways to anxiety vulnerability? *Cognition & Emotion, 28*(2), 245-259. <https://doi.org/10.1080/02699931.2013.815154>
- Saccades and microsaccades. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saccades_and_Microsaccades.jpg. adresinden 15.02.2024 tarihinde alınmıştır.
- Sanchez, A., Vazquez, C., Marker, C., LeMoult, J. ve Joormann, J. (2013). Attentional disengagement predicts stress recovery in depression: An eye-tracking study. *Journal of Abnormal Psychology, 122*(2), 303–313. <https://doi.org/10.1037/a0031529>
- Shamsi, F., Chen, V., Liu, R., Pergher, V. ve Kwon, M. (2021). Functional field of view determined by crowding, aging, or glaucoma under divided attention. *Translational Vision Science & Technology, 10*(14), 1-14. <https://doi.org/10.1167/tvst.10.14.14>
- Sheliga, B. M., Riggio, L. ve Rizzolatti, G. (1995). Spatial attention and eye movements. *Experimental Brain Research, 105*, 261-275. <https://doi.org/10.1007/bf00240962>
- Shiffrin, R. M. ve Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review, 84*(2), 127–190. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.1.1>
- Schofield, C. A., Johnson, A. L., Inhoff, A. W. ve Coles, M. E. (2012). Social anxiety and difficulty disengaging threat: Evidence from eye-tracking. *Cognition & Emotion, 26*(2), 300-311. <https://doi.org/10.1080/02699931.2011.602050>
- Snowden, R.J., Thompson, P. ve Troscianko, T. (2012). *Basic Vision: An introduction to visual perception*. Oxford University Press, Revised Edition.
- Spotorno, S. ve Tatler, B. W. (2017). The elephant in the room: Inconsistency in scene viewing and representation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 43*(10), 1717-1743. <https://doi.org/10.1037/xhp0000456>
- Strasburger, H. (2020). Seven Myths on Crowding and Peripheral Vision. *i-Perception, 11*(3), 1–46. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27353v4>
- Tatler, B. W. (2014). Eye movements from laboratory to life. M. Horsley, M. Eliot, B. A. Knight ve R. Reilly (Ed.), *Current trends in eye tracking research* içinde (s. 17-35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02868-2_2
- Tatler, B.W., Hayhoe, M. M., Land, M. F. ve Ballard, D. H. (2011). Eye guidance in natural vision: Reinterpreting salience. *Journal of Vision, 11*(5), 5. <https://doi.org/10.1167/11.5.5>
- Tobii Annual Research Report. (2022). Scientific publications with Tobii eye tracking solutions. <https://www.tobii.com/resource-center/reports-and-papers/annual-research-report> adresinden 30.04.2024 tarihinde alınmıştır.
- Toh, W. L., Rossell, S. L. ve Castle, D. J. (2011). Current visual scanpath research: A review of investigations into the psychotic, anxiety, and mood disorders. *Comprehensive Psychiatry, 52*(6), 567-579. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2010.12.005>
- Torralba, A., Oliva, A., Castelhana, M. S. ve Henderson, J. M. (2006). Contextual guidance of eye movements and attention in real-world scenes: The role of global features in object search. *Psychological Review, 113*, 766-786. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.113.4.766>
- Türkan, B. N., İyilikci, O. ve Amado, S. (2021). Ways of processing semantic information during different change detection tasks. *Visual Cognition, 29*(6), 366-378. <https://doi.org/10.1080/13506285.2021.1927276>
- Two types of fixational eye movement. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two_Types_of_Fixational_Eye_Movement.png. adresinden 15.02.24 tarihinde alınmıştır.
- Underwood, G. ve Foulsham, T. (2006). Visual saliency and semantic incongruity influence eye movements when inspecting pictures. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59*(11),

- 1931-1949. <https://doi.org/10.1080/17470210500416342>
- Underwood, G., Humphreys, L. ve Cross, E. (2007). Congruency, saliency, and gist in the inspection of objects in natural scenes. R. P. G. van Gompel, M. H. Fischer, W. S. Murray ve R. L. Hill (Ed.), *Eye Movements: A window on mind and brain* içinde (s. 564–579). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-008044980-7/50028-8>
- Valsecchi, M. ve Gegenfurtner, K. R. (2015). Control of binocular gaze in a high-precision manual task. *Vision Research*, 110, 203–214. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.09.005>
- Van der Gijp, A., Ravesloot, C. J., Jarodzka, H., van der Schaaf, M. F., van der Schaaf, I. C. ve van Schaik, J. P. J. (2017). How visual search relates to visual diagnostic performance: A narrative systematic review of eye-tracking research in radiology. *Advances in Health Sciences Education*, 22, 765–787. <https://doi.org/10.1007/s10459-016-9698-1>
- Van der Stigchel, S., Meeter, M. ve Theeuwes, J. (2006). Eye movement trajectories and what they tell us. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 30(5), 666-679. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2005.12.001>
- Von Helmholtz, H. (1962). *Treatise on physiological optics Volume III*. (J.P.C. Southall, Çev.). Dover (Orijinal eserin basım tarihi 1866, 3. Baskı).
- Võ, M. L. ve Henderson, J. M. (2009). Does gravity matter? Effects of semantic and syntactic inconsistencies on the allocation of attention during scene perception. *Journal of Vision*, 9, 1–15. <https://doi.org/10.1167/9.3.24>
- Võ, M. L. ve Henderson, J. M. (2011). Object–scene inconsistencies do not capture gaze: Evidence from the flash-preview moving-window paradigm. *Attention Perception, & Psychophysics*, 73, 1742–1753. <https://doi.org/10.3758/s13414-011-0150-6>
- Wade, N. J. (2007). Scanning the seen: Vision and the origins of eye movement research. R. P. G. van Gompel, M. H. Fischer, W. S. Murray ve R. L. Hill (Ed.), *Eye movements: A window on mind and brain* içinde (s. 31-61). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-008044980-7/50004-5>
- Wade, N. J. (2010). Pioneers of eye movement research. *i-Perception*, 1(2), 33-68. <https://doi.org/10.1068/i0389>
- Wade, N. J. ve Tatler, B. W. (2005). *The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research*. Oxford University Press.
- Wade, N. J. ve Tatler, B. W. (2011). Origins and applications of eye movement research. S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist ve S. Everling (Ed.), *The oxford handbook of eye movements* içinde (s. 17–45). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0002>
- Waechter, S., Nelson, A.L., Wright, C., Hyatt, A. ve Oakman, J. (2014). Measuring attentional bias to threat: Reliability of dot probe and eye movement indices. *Cognitive Therapy and Research*, 38, 313–333. <https://doi.org/10.1007/s10608-013-9588-2>
- Walls, G. L. (1962). The evolutionary history of eye movements. *Vision Research*, 2, 69-80. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(62\)90064-0](https://doi.org/10.1016/0042-6989(62)90064-0)
- Walls, G. L. (1963). *The vertebrate eye and its adaptive radiation*. Hafner.
- Weaver, M. D., Hickey, C. ve Van Zoest, W. (2017). The impact of salience and visual working memory on the monitoring and control of saccadic behavior: An eye-tracking and EEG study. *Psychophysiology*, 54(4), 544-554. <https://doi.org/10.1111/psyp.12817>
- Wen, G., Rodriguez-Niño, B., Pecun, F. Y., Vining, D. J., Garg, N. ve Markey, M. K. (2017). Comparative study of computational visual attention models on two-dimensional medical images. *Journal of Medical Imaging*, 4, 025503. <https://doi.org/10.1117/1.jmi.4.2.025503>
- Westheimer, G. (2007). Eye movement research in the 1950s. R. P. G. van Gompel, M. H. Fischer, W. S. Murray ve R. L. Hill (Ed.), *Eye movements: A window on mind and brain* içinde (s. 65-74). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-008044980-7/50005-7>
- Winsor, A. M., Pagoti, G. F., Daye, D. J., Cheries, E. W., Cave, K. R. ve Jakob, E. M. (2021). What gaze direction can tell us about cognitive processes in invertebrates. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 564, 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.12.001>
- Wolfe, J. M., Evans, K. K., Drew, T., Aizenman, A. ve Josephs, E. (2016). How do

- radiologists use the human search engine? *Radiation Protection Dosimetry*, 169, 24–31. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncv501>
- Xu-Wilson, M., Zee, D. S. ve Shadmehr, R. (2009). The intrinsic value of visual information affects saccade velocities. *Experimental Brain Research*, 196, 475-481. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-1879-1>
- Yarbus A. L. (1967). *Eye movements and vision*. Plenum Press.
- Yuval-Greenberg, S., Merriam, E. P. ve Heeger, D. J. (2014). Spontaneous microsaccades reflect shifts in covert attention. *Journal of Neuroscience*, 34(41), 13693-13700. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0582-14.2014>
- Zhao, M., Gersch, T. M., Schnitzer, B. S., Doshier, B. A. ve Kowler, E. (2012). Eye movements and attention: The role of pre-saccadic shifts of attention in perception, memory and the control of saccades. *Vision Research*, 74, 40-60. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2012.06.017>
- Zelinsky, G. J. (1996). Using eye saccades to assess the selectivity of search movements. *Vision Research*, 36(14), 2177-2187. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)00300-2)

Atıf Biçimi / How cite this article

Türkan, B. N. (2024). Göz hareketleri ve aktif görsel dikkat süreçleri. *Psikoloji Çalışmaları - Studies in Psychology*, 44(2), 144–178. <https://doi.org/10.26650/SP2023-1378279>