

# Göz Hareketleri ve Şizofreni: Hassas Takip, Sakkadik Hareketler ve Keşfedici Göz Hareketleri Üzerine Bir Derleme

## *Eye Movements and Schizophrenia: A Review on Smooth Pursuit, Saccadic Movements, and Exploratory Eye Movements*

Emine Nur Çorum<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Üsküdar Üniversitesi, İstanbul

### ÖZ

Bu derleme makalesinde şizofrenide göz hareketlerinin hassas takip, sakkadik hareketler ve keşfedici göz hareketleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Göz hareketleri, görsel çevreyle etkileşimin düzenlenmesinde kritik rol oynar ve şizofreni, bu süreçlerde belirgin değişikliklere yol açar. Hassas takip göz hareketleri, bir nesnenin fovea üzerinde doğru bir şekilde izlenmesini sağlar. Şizofreni hastalarında, hassas takip sırasında gözlerin genellikle hedefin gerisinde kalması ve düzeltici sakkadik hareketlerle telafi edilmesi gözlemlenir, bu da hastaların hareket hızına uyum sağlama zorluğuna işaret eder. Sakkadik göz hareketleri, ani ve hızlı göz hareketlerini ifade eder; şizofreni hastalarında antisakkad ve prosakkad görevlerinde bozulmalar görülür. Antisakkad görevinde, çeldirici uyarının zıt yönüne bakma talimatı verilir ve yüksek hata oranları dikkat ve kontrol mekanizmalarındaki bozuklukları gösterir. Prosakkad görevinde ise, çeldirici uyarının yönüne bakılması istenir ve şizofreni hastaları bu görevde sağlıklı bireylerden daha düşük performans sergiler. Keşfedici göz hareketleri, çevresel bilgiyi tarama ve analiz etme yeteneğini yansıtır. Şizofreni hastalarında, keşfedici göz hareketleri genellikle daha kısa tarama yolları ve daha az fiksasyon sayısı ile karakterize edilir, bu da çevresel bilgileri işleme zorluklarını gösterir. Şizofrenide göz hareketi bozuklukları, diğer bozukluklarla karşılaştırıldığında anlamlı farklılıklar görülmektedir, bu bozukluklar hastalığın tanı ve tedavisinde potansiyel biyobelirteçler olarak değerlendirilebilir. Gelecekteki araştırmalar, genetik ve nörobiyolojik faktörlerin göz hareketleri üzerindeki etkilerini ve bu bozuklukların tedavi yöntemleriyle birleştirilmesini ele almalıdır.

**Anahtar sözcükler:** Göz takibi, şizofreni, sakkadik hareketler, keşfedici göz hareketleri, hassas takip

### ABSTRACT

This review article examines the effects of eye movements on smooth pursuit, saccadic movements, and exploratory eye movements in schizophrenia. Eye movements play a critical role in regulating interaction with the visual environment, and schizophrenia significantly alters these processes. Smooth pursuit eye movements enable accurate tracking of an object on the fovea. In individuals with schizophrenia, the eyes often lag behind the target during smooth pursuit, requiring corrective saccadic movements, which indicate difficulties in adapting to the target's speed. Saccadic eye movements refer to rapid, abrupt movements of the eyes. In schizophrenia, impairments are observed in antisaccade and prosaccade tasks. The antisaccade task requires individuals to look in the opposite direction of a distracting stimulus, and high error rates suggest deficits in attention and control mechanisms. In the prosaccade task, individuals are instructed to look toward the distracting stimulus, and people with schizophrenia perform worse compared to healthy individuals. Exploratory eye movements reflect the ability to scan and analyze environmental information. In schizophrenia, these movements are often characterized by shorter scanning paths and fewer fixations, indicating difficulties in processing environmental information. Eye movement abnormalities in schizophrenia show significant differences compared to other disorders and hold potential as biomarkers for diagnosis and treatment. Future research should explore the impact of genetic and neurobiological factors on eye movements and integrate these findings with therapeutic approaches.

**Keywords:** Eye tracking, schizophrenia, saccadic movements, exploratory eye movements, smooth pursuit

### Giriş

Göz hareketleri, bireylerin görsel çevreleriyle etkileşimlerini düzenleyen ve anlamlandıran karmaşık bir bilişsel süreçtir. İnsan görme keskinliği, görsel retina üzerindeki merkezi fovea bölgesinde maksimum iken, periferik alanlarda bu keskinlik önemli ölçüde azalır. Bu nedenle, görsel nesnelerin foveaya düzgün bir şekilde yansımaları, doğru ve net görsel bilgi edinimi için hayati öneme sahiptir (Morita ve ark. 2020). Bu bağlamda, göz hareketleri

**Yazışma Adresi /Address for Correspondence:** Emine Nur Çorum, Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Nörobilim Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye **E-mail:** eminenurfayda@gmail.com

**Geliş tarihi/Received:** 18.08.2024 | **Kabul tarihi/Accepted:** 22.11.2024

görsel algının dinamiklerini yansıtan kritik bir rol oynar ve görsel bilgi işleme süreçlerinin anlaşılmasında merkezi bir faktör olarak kabul edilir (Blain ve ark. 2023).

Şizofreni, genellikle ergenlikte başlayan ve sıklıkla kronik olarak kötüleşen ciddi bir zihinsel bozukluktur. Şizofreni, bireylerin düşünce, algı ve davranışlarını etkileyen psikoz spektrumunun bir parçasıdır ve genetik ile çevresel faktörlerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkar (Bakhshi ve Chance 2015). Şizofreninin klinik semptomları genellikle pozitif, negatif ve bilişsel belirtiler olarak sınıflandırılır ve bu belirtiler bireyin sosyal ve işlevsel kapasitesini önemli ölçüde etkiler. Şizofreni için yukarıda belirtilen özellikler doğru olsa da şizofreni son derece heterojen bir bozukluktur. Bu durumu şizofreni hastalarının klinikte birbirinden çok farklı özellikler gösterebilmesi açıklar (Pillinger ve ark. 2019). Yüz yıldan fazla bir süredir incelenmesine rağmen, şizofreninin temel süreçleri ve nedensel mekanizmaları tam olarak anlaşılammıştır (Chong ve ark. 2016). Bunun yanında göz hareketleri bozuklukları, 1900'lerin başından beri şizofreni hastalarında tanınmaktadır (Diefendorf ve Dodge, 1908). Bu bozuklukların, hastalığın klinik semptomları ve işlevsellik sorunlarını anlamak için önemli bir perspektif sunabileceği görüşü, araştırmacılara ilham vermiştir (Gracitelli ve ark. 2015, Jurišić ve ark. 2020).

Şizofrenide göz hareketi anormalliklerinin, beklenenden daha kritik bir rol oynadığı ve hastalığın başlangıç dönemlerinde ortaya çıktığı belirtilmektedir (Gracitelli ve ark. 2015). Erken dönem şizofreni araştırmalarından birinde, erken evre şizofrenili bireylerde depresif belirtiler gelişmeden önce belirgin görsel algı bozuklukları gözlemlenmiştir (Chapman 1966). Bu bulgular, görsel algı bozukluklarının şizofreninin en erken ve yaygın davranışsal semptomlarından biri olabileceğini önermektedir (Ales ve ark. 2021, Chrobak ve ark. 2022). Son dönemde şizofreni hastalarının göz hareketleri üzerine yapılan çeşitli çalışmalar, bu durumu destekleyen geniş bir okülomotor değişiklik yelpazesi sunmakta ve bu değişikliklerin genellikle diğer bilişsel ve işlevsel bozukluklarla ilişkilendirildiği düşünülmektedir (Keane ve ark. 2018, Morita ve ark. 2019, Shmukler ve ark. 2021).

Şizofrenide göz hareketi anormalliklerinin nörobiyolojisi, dopamin ve glutamat gibi nörotransmitterlerin rolüyle ilişkilendirilmiştir. Mesokortikal yolda hipodopaminerjik aktivitenin negatif semptomları, mesolimbik yolda hiperdopaminerjik aktivitenin ise pozitif semptomları tetiklediği bilinmektedir (Jurišić ve ark. 2020). Dopamin aktivitesindeki azalma ve fazlalık, şizofrenik hastaların retinasında da görülmektedir (Silverstein ve Rosen 2015). Dopamin eksikliği, renk algısını azaltırken, dopamin fazlalığı algıyı artırabilir ve mekansal frekans işlemeyi azaltabilir. Şizofreninin akut başlangıcında dopamin değerleri artarken, hastalığın remisyon evrelerinde bu değerler normale döner. Bu nedenle, akut psikozik epizodlar sırasında görsel bozukluklar, antipsikotik tedavi sırasında gözlemlenenlerin tersidir (Kegeles ve ark. 2010). Ayrıca, glutamatın retinal ganglion hücrelerinin yok olmasına neden olduğu ve nörodejenerasyon sürecinde rol oynadığı öne sürülmektedir (Javitt 2007). N-metil-D-aspartat reseptörü düzensizliğinin ise artan dopamin ve glutamat salınımına yol açarak görsel bozuklukları ve halüsinasyonları artırdığı bilinmektedir (González-Hernández ve ark. 2014).

Bu çalışmada, şizofrenide göz hareketi anormalliklerini hassas takip, sakkadik hareketler ve keşfedici göz hareketleri şeklinde gruplandırarak kapsamlı bir inceleme yapmayı amaçlıyoruz. Bu derleme, şizofreni hastalarının göz takibi anormalliklerini ele alarak, aşağıdan yukarı etki mekanizması üzerinden ortaya çıkabilecek sorunlar hakkında daha derin bir anlayış geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca, hastalığın tanı ve tedavisinde görsel eğitim merkezli yeni yaklaşımlar için bir temel oluşturma potansiyeline sahiptir. Şizofreni ile ilişkili göz hareketi bozukluklarının detaylı analizi, hastalığın nörobiyolojik temellerinin daha iyi anlaşılmasına ve klinik uygulamalarda daha etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

## Göz Hareketi Türleri

Modern araştırmalar, şizofrenide göz hareketlerini, genellikle hassas takip hareketleri, sakkadik hareketler ve keşfedici göz hareketleri şeklinde gruplandırarak incelemiştir (Bey ve ark. 2019). Hassas takip göz hareketleri, bireylerin hareketli nesnelere izleme yeteneklerini ölçerken, sakkadik hareketler ani ve hızlı göz hareketlerini ifade eder. Keşfedici göz hareketleri ise çevresel uyarıların araştırma ve keşfetme amacı güder (Holzman ve ark. 1973, Kojima ve ark. 1992). Bu göz hareketi türlerinin işlevleri Tablo 1' de özetlenmiştir.

## Sakkadik Göz Hareketleri

Sakkadik göz hareketleri, gözlerin ani ve hızlı bir şekilde bir noktadan diğerine kayması olarak tanımlanır ve genellikle 200 milisaniye (ms) civarında bir reaksiyon süresi ile 20 ile 120 ms arasında bir süreyi kapsar (Ettinger ve ark. 2005, Luna ve ark. 2008). Bu hareketler insanlarda 600-700 derece/saniye ( $^{\circ}/sn$ ) hızlara ulaşabilir ve hem istemli hem de istemsiz olabilirler. Sakkadik hareketlerin genlik-tepe hız (amplitude-peak velocity) ilişkisi ile tanımlandığı ve gecikme ile doğruluk açısından değerlendirildiği bilinmektedir (Wolf ve ark. 2021).

Sakkadlar, görsel olarak yönlendirilmiş sakkadlar, yani dışsal olarak tetiklenen refleksif sakkadlar ve içsel olarak tetiklenen tarayıcı sakkadlar, antisakkadlar, bellekle yönlendirilen sakkadlar ve öngörücü sakkadlar gibi çeşitli kategorilere ayrılabilir (Broerse ve ark. 2001). Antisakkad görevlerinde, periferik bir hedef sunulduğunda göz, bu hedefin zıttı yönde hareket etmelidir; bu durum, görsel bir uyarana karşı tipik olarak ortaya çıkacak olan refleksif sakkadı engellemeyi gerektirmektedir (Hutton ve Ettinger 2006, Gooding ve Basso 2008). Refleksif sakkad veya prosakkad görevinde ise bireylerden çeldirici uyarının yönüne bakmaları istenir (Ettinger ve ark. 2006).

<b>Tablo 1. Göz hareketi türleri ve işlevleri</b>		
<b>Göz Hareketi Türü</b>	<b>Tanım</b>	<b>Önemi</b>
Hassas Takip	Hareketli nesnelere izleme yeteneği	Görsel dikkat ve nesne takibi için kritik
Sakkadik Hareketler	Ani ve hızlı göz hareketleri	Hızlı bilgi edinimi ve görsel algının düzenlenmesi
Keşfedici Göz Hareketleri	Çevresel uyarınlara araştırma ve keşfetme	Çevresel bilgiyi toplamak ve anlamlandırmak için önemli

(Holzman ve ark. 1973, Kojima ve ark. 1992, Bey ve ark. 2019)

### **Hassas Takip Göz Hareketleri**

Hassas takip sistemi, sakkadik sistemden farklıdır çünkü hareket eden bir uyarıcının gönüllü olarak retina üzerindeki fovea bölgesinde net bir şekilde tutulmasını sağlayarak, hareketli nesnelere doğru bir şekilde izlenmesini amaçlar. Bu sistem, örneğin, bize doğru hızla gelen bir topu yakalamamızı veya hareketli bir aracın altına girmeden caddeden geçmemizi sağlar. Sakkadik sistemdeki hızlı göz hareketlerinin aksine, takip sistemi, görsel görüntüyü fovea üzerinde odaklamak için hareketli hedefin hızına yaklaşan yavaş göz hareketlerini (ve küçük telafi edici sakkadları) içerir. Tek hücre ve insan nörogörüntüleme çalışmaları, hassas takibin, sakkadik sistemle bitişik bölgeler tarafından desteklendiğini ve vestibüler sistemi destekleyen bölgelerle örtüştüğünü bulmuştur; bu sistem, takip süreçlerinde temel bir rol oynar (Fukushima ve ark. 2006).

### **Keşfedici Göz Hareketleri**

Keşfedici göz hareketleri, bireylerin çevresel görsel bilgiyi tarama ve algısal analizler yapma yeteneklerini yansıtır. Bu tür göz hareketleri, çevresel bilgiyi sistematik bir şekilde taramak için kritik bir rol oynar ve bilişsel süreçlerle doğrudan ilişkilidir (Morita ve ark. 2020). Keşfedici göz hareketi incelemesi, göz fiksasyon sayısı, arama yanıtı puanları, toplam göz tarama uzunluğu, göz tarama uzunluğunun ortalaması ve ayırt edici analiz gibi unsurları içerir (Miyahira ve ark. 2000, Suzuki ve ark. 2009).

### **Şizofrenide Sakkadik Göz Hareketi Anormallikleri**

Son yıllarda, psikiyatrik hasta gruplarıyla yapılan araştırmaların büyük bir kısmı sakkadik performansa odaklanmıştır. Bu ilginin arkasında, sakkadik hareketlerin psikomotor işlevler, yüksek seviyeli bilişsel süreçler ve bu süreçlerin sinirsel mekanizmalarını incelemede sunduğu erişilebilir ve non-invaziv yöntemler yatmaktadır. Ayrıca, sakkadik göz hareketlerinin güvenilir ve hassas bir şekilde ölçülebilmesi, bu alandaki bilgi birikiminin artmasına olanak sağlamıştır.

Şizofreni hastalarında en sık gözlemlenen sakkadik anormallikler, antisakkad görevindedir (Reuter ve ark. 2005, Radant ve ark. 2007, Waters ve ark. 2012). Antisakkad görevi, inhibisyon kontrolü ve görev talimatlarının korunmasını gerektirir (Bey ve ark. 2019). Artmış antisakkad hata oranları, refleksif sakkadların baskılanmasındaki bozulmaları yansıtır ve zayıf inhibisyon, düşük dürtü kontrolü, ajitasyon, heyecan ve düşmanlıkla ilişkili bulunmuştur (Fukumoto-Motoshita ve ark. 2009). Ayrıca antisakkadlar, sağlıklı kontrol grubu ile şizofreni arasındaki farkı netleştiren bir bulgudur (Zanelli ve ark. 2005).

Prosakkad görevinde ise bireylerden çeldirici uyarının yönüne bakmaları istenir. Şizofreni hastaları genellikle bu görevde, sağlıklı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında benzer sonuçlar göstermiştir (Smyrnis ve ark. 2004, Ettinger ve ark. 2006). Bu da temel sakkad devresinin şizofreni hastalarında sağlam kalabileceğini düşündürmektedir. Bunun yanında prosakkad gecikmesinin sağlıklı kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha fazla olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Leonard ve ark. 2013, Subramaniam ve ark. 2018). Yazarlar bu sonuç sonrasında, prosakkad görevine eklenen ikincil bir görevin prosakkad performansını bozabileceğini ve gecikmelere neden olabileceğini düşünmüştür.

Obyedkov ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, hastalar üç alt gruba ayrılmıştır. Birinci grup ağırlıklı olarak negatif semptomlara sahip, ikinci grup ağırlıklı olarak pozitif semptomlara sahip ve üçüncü grup ise ağırlıklı olarak dezorganize hastalardan oluşmaktadır. Tüm sakkad odaklı görevlerde (yani prosakkade, antisakkade ve öngörücü sakkad görevlerinde) yatay göz hareketleri, tepe hızı, gecikme ve doğruluk kayıt altına

alınmıştır. Ayrıca, antisakkad görevinde hata oranları ölçülmüştür. Önceki raporlarla uyumlu olarak, tüm şizofreni hastaları tüm görevlerde sağlıklı kontrollerden daha kötü performans sergilemiştir. Obyedkov ve arkadaşlarının sonuçları, üç hasta grubunun da antisakkad görevinde sağlıklı kontrollerden daha yüksek hata oranları yaptığını ortaya koymuştur; bu durum, yanıt baskılamadaki bir başarısızlığı yansıtmaktadır. Özellikle, dezorganizasyon semptomları olan hastalar antisakkad görevinde diğer iki alt gruptan daha fazla hata yapmıştır. Ayrıca, negatif semptomları olan hastalar, diğer alt gruplardan farklı okülomotor parametrelerle karakterize edilmiştir. Bu sonuç, belirgin negatif semptomları olan hastalar ile negatif semptomları olmayan hastalar arasındaki motor, bilişsel ve nöropatolojik farklılıklarla ilgili mevcut literatürle tutarlıdır. Ayrıca, gecikmelerin doğruluklarla kıyaslandığında negatif semptomlarla daha yakın ilişkilendirildiği bildirilmiştir. Pozitif semptomları olan hastalarda uzamış gecikmeler, hem tahmin edici hem de refleksif görevlerde görülmüştür; bu da, gecikmelerin negatif semptomların belirteçleri olarak hizmet edebileceğine dair değerli geri bildirim sağlamıştır (Obyedkov ve ark. 2019).

Yapılan diğer araştırmalar, şizofreni hastalarının sakkadik hareketlerinin, hastalığın farklı semptomları ile ilişkili olduğunu öne sürmektedir. Özellikle, negatif semptomlar ve bilişsel işlevlerdeki bozulmalar, sakkadik performansta daha fazla anormallik ile ilişkilendirilmektedir (Winograd-Gurvich ve ark. 2008, Waters ve ark. 2009). Bir başka çalışma ise özellikle halüsinasyon alt puanının şizofreni hastalarında toplam antisakkad hata oranı ile anlamlı bir pozitif korelasyon gösterdiğini bulmuştur (Subramaniam ve ark. 2018). Bu tür korelasyonlar oldukça ilginç olabilir, çünkü psikiyatrik bozukluklar büyük ölçüde heterojendir ve bu özel korelasyonlar, psikiyatrik belirtilerin nörobiyolojik temelini açıklanmasına yardımcı olabilir.

Ayrıca dikkat çekici biçimde, şizofreni hastalarının klinik olarak etkilenmemiş akrabaları incelendiğinde, sıklıkla artmış göz izleme disfonksiyonları rapor edilmiştir (Levy ve ark. 2010). Yine sakkadik fonksiyonu inceleyen çalışmalarda, klinik olarak etkilenmemiş akraba grubunun sağlıklı kontrol grubundan önemli ölçüde farklı olduğunu gösterdiği belirtilmiştir. Özellikle, yüksek riskli klinik katılımcılar arasında antisakkad görev performansı, şizofreni hastalarına oldukça yakın bulunmuştur (Luna ve ark. 2008).

## **Şizofrenide Hassas Takip Göz Hareketi Anormallikleri**

Şizofreni hastalarında, hassas takip göz hareketlerinde gözlemlenen bozulmalar bu mekanizmalarda ciddi aksamalara işaret etmektedir (Krauzlis 2004, Faiola ve ark. 2020). Hatta bu hassas takip bozuklukları şizofreni hastalarının birinci derece akrabalarında da bildirilmiştir (Calkins ve ark. 2008).

Hassas takip göz hareketleri, hedef nesnenin hareketine sürekli olarak uyum sağlamak üzere gözlerin koordine bir şekilde hareket etmesini gerektirir. Şizofreni hastalarında bu süreçte göz hareketleri genellikle hedefin gerisinde kalmakta, bu durum ise düzeltici sakkadik hareketlere neden olmaktadır (Lisberger 2015). Bu tür hareketler, gözlerin görsel hedefe uyum sağlama yeteneğini geliştirmeye çalışırken meydana gelir ve bu durum, şizofrenide göz hareketlerinin ne denli bozulduğunu ortaya koyar (Hutton ve Ettinger 2006, Lencer ve ark. 2015).

Hassas takip bozuklukları, genellikle görsel hedefin hareket hızına uyum sağlama konusunda yaşanan zorluklardan kaynaklanmaktadır. Bu, göz hareketlerinin hedefin hareket hızına göre uyumsuzluğunu ve dolayısıyla takip performansında bozulmayı ifade eder (Kojima ve ark. 1990, Lisberger 2010). Bu uyumsuzluk, görsel sistemin hem motor hem de bilişsel işlevlerinin etkilendiğini gösterir.

Tahmin edici hassas takip, hareketli nesnelerin gelecekteki konumlarını tahmin etmeye yönelik bir süreçtir ve bu tür takip bozulmaları sürekli takip eksiklikleri ile ilişkilidir (Lencer ve ark. 2015). Şizofreni hastalarında tahmin edici hassas takipte göz hareketleri genellikle hedefin hareketine uyum sağlayamaz, bu da motor ve bilişsel işlevlerin etkilenmesiyle açıklanabilir (Benson ve ark. 2012).

## **Şizofrenide Keşfedici Göz Hareketleri**

1972'de Moriya ve arkadaşları, keşif göz hareketi testi kullanarak, şizofreni hastalarında göz hareketi anormalliklerini ilk kez rapor etmiştir (Moriya ve ark. 1972). O zamandan beri, çoğu çalışma tutarlı bir şekilde şizofreni hastalarında keşfedici göz hareketi bozukluklarını bildirmiştir (Holzman ve ark. 1973; Kojima ve ark. 1990, 1992). Şizofreni, bilişsel, duygusal ve algısal işlevlerdeki bozukluklarla karakterize edilen karmaşık bir psikiyatrik bozukluktur ve göz hareketleri, bu işlevlerin nasıl bozulduğunu anlamak için önemli bir gösterge olabilir (Morita ve ark. 2020). Keşfedici göz hareketlerinin incelemesi ise şizofreninin biyolojik bir göstergesi olarak kabul edilmekte olup, şizofreni hastalarında görsel bilişsel disfonksiyon ve dikkat eksikliğini yansıtabilir. Önceki çalışmalar, şizofreni hastalarının çoğunun anormal göz yörüngelerine sahip olduğunu, bellek

görevlerinde daha az sayıda fiksasyon yaptığını ve sağlıklı kontrol grubuna kıyasla göz hareketlerinin daha dar bir aralığa sahip olduğunu göstermiştir (Ryu ve ark. 2001, Nakayama ve ark. 2003, Morita ve ark. 2017).

<b>Tablo 2. Son 5 yılda şizofreni ve diğer bozuklukların göz hareketlerinin karşılaştırması</b>			
<b>Araştırma</b>	<b>Karşılaştırılan Fonksiyon</b>	<b>Karşılaştırılan Hastalık (Katılımcı Sayısı)</b>	<b>Bulgular</b>
Whitford ve ark. 2023	Cümle düzeyinde okuma akıcılığı ve algısal alanı	Şizofreni (20) Disleksi (19) Sağlıklı Kontrol (33)	Şizofreni ve disleksi grupları, eşleştirilmiş kontrol gruplarına kıyasla cümle düzeyinde okuma akıcılığında benzer azalmalar göstermiştir. Ancak, bu azalmalara rağmen disleksi grubu, şizofreniye kıyasla daha büyük bir algısal alana sahiptir.
Chrobak ve ark. 2022	Hareket eden nesnelerin takibiyle ilgili konverjans göz hareketleri	Şizofreni (28), Bipolar bozukluk (32), Sağlıklı kontrol (25)	Şizofreni hastaları, bipolar bozukluk hastalarına göre maksimum konverjans ve diverjans azalması gösterdi. Ayrıca, non-dominant gözde takip doğruluğu eksiklikleri gözlemlendi
Shiino ve ark. 2020	Fiksasyon, hassas takip ve serbest izleme görevleri	Şizofreni (83), Otizm Spektrum Bozukluğu (17), Sağlıklı kontrol (255)	Otizm spektrum bozukluğu görülen bireyler, şizofreni hastalarına göre daha fazla fiksasyon sayısı, sakkad sayısı, tarama yolu uzunluğu, yatay pozisyon kazancı ve daha az göz kırpması hareketi sergilemiştir.
St Clair ve ark. 2022	Fiksasyon süresi, serbest izleme, hassas takip görevi	Şizofreni (120), Bipolar Bozukluk (141), Major Depresif Bozukluk (146) Sağlıklı Kontrol (142)	Şizofrenili bireyleri diğer gruplardan en iyi şekilde ayırt eden görevler, serbest izleme ve fiksasyon görevleri olmuştur. Şizofreni grubu statik görüntülere bakarken kısıtlı izleme kalıpları sergilemiş ve sabitleme görevinde dikkat dağıtıcıya karşı sakkadik hareketleri engellemede zorluk yaşamıştır.

Ryu ve arkadaşları, şizofreni hastalarının belirli bir resmin belirli bir kısmına amaçsızca bakabileceğini, resmin o kısmına dikkatlerini doğru bir şekilde odaklamadıklarını gözlemlemişlerdir (Ryu ve ark. 2001). Shakow, şizofreni hastalarının dış çevreye dikkatlerini odaklayamadıklarını veya anlamlı bir yönelmede hareket edemediklerini rapor etmiştir (Shakow, 1962). Yüz tanıma açısından, Williams ve arkadaşları, daha zor görev koşullarında şizofreni hastalarının karakteristik alanlara gözlerini odaklayamadıklarını, bu hastaların ilk kaydın genel gestaltını oluşturamadıklarını ve ardından sıra ile işleme anormallikleri yaşadıklarını belirtmişlerdir (Williams ve ark. 1999). Bu çalışmalar, şizofreni hastalarının çeşitli göz hareketi görevlerinde sapmalar yaşadıklarını ortaya koyan erken kanıtlardandır.

Keşfedici göz hareketlerinin analizi, şizofrenide bilişsel işlevlerin bozulmasını anlamak için güçlü bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Kraus ve Keefe 2007). Şizofreni hastalarının göz hareketleri genellikle daha kısa tarama yolları ve daha dar bir arama yanıtı puanı ile karakterize edilir. Morita ve arkadaşları, şizofreni hastalarının göz hareketleri sağlıklı bireylerle kıyaslandığında daha kısa tarama yolları ve daha dar bir alanla sınırlı kaldığını belirtmiştir (Morita ve ark. 2019). Bu durum, hastaların çevresel bilgileri tarama ve işlemeyle ilgili zorluklar yaşadığını gösterir. Benzer şekilde, Bestelmeyer ve arkadaşlarının (2006) çalışmasında, şizofreni hastalarının tarama yollarının sağlıklı kontrol gruplarından belirgin şekilde farklı olduğu ve hastaların görsel sahneyi daha dar bir alanda taradıkları bulunmuştur.

Sprenger ve arkadaşları (2013) da benzer bulgular sunmuş ve şizofreni hastalarının daha dar tarama yolları ve daha az fiksasyon sayıları ile karakterize olduklarını belirtmiştir. Bu göz hareketlerinin bozulmaları, bilişsel esneklik ve dikkat süreçlerinde yaşanan bozukluklarla ilişkilendirilebilir. Özellikle, şizofreni hastalarının bilişsel esneklik ve dikkat süreçlerinde yaşadıkları bozulmalar, keşfedici göz hareketleri üzerindeki etkilerini yansıtabilir (Van der Stigchel ve ark. 2006).

Şizofrenide keşfedici göz hareketleri, bilişsel süreçlerin görsel izdüşümünü anlamak için kritik bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Bu alandaki araştırmalar, şizofreninin bilişsel ve duygusal süreçlerle ilişkisini daha iyi anlamak için büyük bir potansiyele sahiptir ve tedavi yaklaşımlarını geliştirmede önemli bir rol oynayabilir.

## **Şizofreni ve Diğer Bozuklukların Göz Hareketlerinin Karşılaştırılması**

Şizofreni, disleksi, bipolar bozukluk, otizm spektrum bozukluğu ve majör depresif bozukluk gibi çeşitli psikiyatrik durumlar arasındaki bilişsel ve algısal işlevlerin karşılaştırılması, bu bozukluklar arasındaki etkileşimler hakkında önemli içgörüler sunmaktadır. Son beş yılda yapılan çalışmaları özetleyen bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur. Araştırmalar hem şizofreni hem de disleksili bireylerinin cümle düzeyinde okuma akıcılığında

benzer zorluklar yaşadığını ortaya koyarken, disleksi grubunun şizofreni ile kıyaslandığında daha yüksek bir algısal kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Whitford ve ark. 2023). Göz hareketi takibi bağlamında, şizofreni hastalarının bipolar bozukluk hastalarına göre konverjans ve diverjans yeteneklerinde daha belirgin kısıtlamalar yaşadığı ve baskın olmayan gözle takipte doğruluk eksiklikleri gözlemlendiği kaydedilmektedir (Chrobak ve ark. 2022). Fiksasyon ve serbest izleme görevlerini değerlendiren çalışmalarda, otizm spektrum bozukluğu bulunan bireylerin daha fazla fiksasyon ve sakkad sergilediği, bunun ise şizofreni hastalarında gözlemlenen kısıtlı görsel keşif ile uyduğu belirtilmiştir (Shiino ve ark. 2020). Ayrıca, statik görüntüler üzerinde dikkat dağıtıcılarla başa çıkma yeteneği şizofreni bireylerinde belirgin bir şekilde zayıflamaktadır ve bu bireyler özgün sakkadik hareket profilleri göstermektedir. Bu bulgular, her bir bozukluğa özgü karmaşık bilişsel profilleri vurgulamakta ve farklı psikiyatrik durumlar arasında belirgin görsel ve algısal işleme zorluklarının varlığını ortaya koymaktadır.

## Tartışma

Bu derleme, şizofrenide göz hareketleri üzerine yapılan araştırmaları kapsamlı bir şekilde ele alarak, hastalığın hassas takip, sakkadik hareketler ve keşfedici göz hareketleri üzerindeki etkilerini detaylı bir biçimde incelemiştir. Şizofrenide göz hareketleri bozuklukları, hastalığın erken belirtileri olarak değerlendirilebilecek önemli bir gösterge grubudur ve bu bozukluklar, hastalığın motor, bilişsel ve nöropatolojik yönlerini anlamada önemli bilgiler sunmaktadır.

Şizofreni hastalarında, hassas takip göz hareketleri genellikle hedefe odaklanmakta zorlanır ve bu durum düzeltme sakkadı sergileme çabasıyla karakterize edilir (Lisberger 2015). Yani, bu kişilerin bakışları sık sık hedefin gerisinde bırakır ve bunu düzeltmek için gözlerini hareket ettirerek hedefi yeniden yakalamaya çalışırlar. Bu bulgular, hastaların görsel hedeflerin hareket hızına uyum sağlama konusunda yaşadıkları zorlukları ve bu zorlukların motor ve bilişsel işlevlerle ilişkisini ortaya koymaktadır. Şizofreni hastalarında tahmin edici hassas takip bozuklukları hem bilişsel hem de motor süreçlerdeki aksaklıklarla ilişkilidir (Benson ve ark. 2012).

Sakkadik göz hareketleri, şizofrenide özellikle antisakkad ve prosakkad görevlerinde bozulmalar gösterir (Ettinger ve ark. 2006, Waters ve ark. 2012). Bu bozulmalar, dikkat ve kontrol mekanizmalarındaki anomalilere işaret etmekte olup, şizofreninin negatif semptomları ve kognitif bozuklukları ile doğrudan ilişkilidir. Antisakkad görevlerinde yüksek hata oranları, dikkat ve kontrol mekanizmalarındaki problemleri ortaya koyarken, prosakkad görevlerindeki düşük performans, refleksif hareketlerin işleyişindeki aksaklıkları göstermektedir (Smyrnis ve ark.2004, Radant ve ark. 2007). Bu bağlamda, sakkadik göz hareketlerinin, şizofreninin bilişsel ve fonksiyonel bozuklukları ile olan ilişkisi daha derinlemesine incelenmelidir.

Keşfedici göz hareketleri, şizofreni hastalarında dar tarama yolları ve daha az fiksasyon sayıları ile karakterizedir (Morita ve ark. 2020). Bu durum, çevresel bilgileri tarama ve işlemeye ilgili zorlukları yansıtmaktadır. Keşfedici göz hareketlerindeki bozulmalar, bilişsel esneklik ve dikkat süreçlerindeki eksikliklerle ilişkilidir ve bu, şizofreninin bilişsel semptomları ile bağlantılı bir hipotezi destekler niteliktedir (Ryu ve ark. 2001, Nakayama ve ark. 2003). Ayrıca, göz hareketlerinin bilişsel işlevlerle ilişkisini anlamak, yeni tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, şizofreni, disleksi, bipolar bozukluk, otizm spektrum bozukluğu ve majör depresif bozukluk gibi psikiyatrik durumların bilişsel ve algısal işlevleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymaktadır. Disleksi bireyleri, cümle düzeyinde okuma akıcılığında şizofreni ile benzer zorluklar yaşarken, daha yüksek bir algısal kapasite göstermektedir (Whitford ve ark. 2023). Şizofreni hastaları, göz hareketi takibinde bipolar bozukluk hastalarına göre daha belirgin kısıtlamalar yaşamakta ve dikkat dağıtıcılarla başa çıkmada zorluklar yaşamaktadır (Chrobak ve ark. 2022). Bu bulgular, her bir bozukluğun özgün bilişsel profillerini vurgulamakta ve farklı psikiyatrik durumlar arasında belirgin algısal işleme zorluklarının varlığını ortaya koymaktadır.

## Sonuç

Şizofrenide göz hareketleri bozuklukları, hastalığın erken belirtileri olarak değerlendirilmelidir ve bu bozukluklar, hastalığın tanı ve tedavisinde potansiyel olarak yararlı biyobelirteçler olarak hizmet edebilir. Gelecekteki araştırmalar, genetik, nörobiyolojik ve bilişsel süreçlerin göz hareketleri üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemeli ve bu bozuklukların şizofreninin tedavi yaklaşımlarında nasıl entegre edilebileceğini araştırmalıdır. Ayrıca, gelecekte göz hareketleri üzerine yapılacak müdahaleler şizofreninin hastalık semptomlarının yönetilmesi ve rehabilitasyonu açısından farmakolojik tedavilerin yanında önemli bir destek oluşturabilir. Göz hareketlerinin şizofreni üzerindeki etkileri hakkında daha kapsamlı bir anlayış

geliştirmek, hastalığın bilişsel ve motor sistem üzerindeki etkilerini anlamak açısından gereklidir. Bu bağlamda, göz hareketleri bozukluklarının şizofreninin genel semptomatolojisi ve tedavi yaklaşımları ile nasıl ilişkilendirilebileceği üzerine daha fazla araştırma yapılması hem teorik hem de pratik anlamda önemli katkılar sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Ales F, Giromini L, Warmelink L, Polden M, Wilcockson T, Kelly C et al. (2021) An eye tracking study on feigned schizophrenia. *Psychol Inj Law*, 14:213-226.
- Bakhshi K, Chance SA (2015) The neuropathology of schizophrenia: a selective review of past studies and emerging themes in brain structure and cytoarchitecture. *Neurosci*, 303:82-102.
- Benson PJ, Beedie SA, Shephard E, Giegling I, Rujescu D, St. Clair D (2012) Simple viewing tests can detect eye movement abnormalities that distinguish schizophrenia cases from controls with exceptional accuracy. *Biol Psychiatry*, 72:716-724.
- Bestelmeyer PEG, Tatler BW, Phillips LH, Fraser G, Benson PJ, St Clair D (2006) Global visual scanning abnormalities in schizophrenia and bipolar disorder. *Schizophr Res*, 87:212-222.
- Bey K, Meyhöfer I, Lennertz L, Grützmann R, Heinzel S, Kaufmann C et al. (2019) Schizotypy and smooth pursuit eye movements as potential endophenotypes of obsessive-compulsive disorder. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 269:235-243.
- Blain SD, Taylor SF, Lasagna CA, Angstadt M, Rutherford SE, Peltier S et al. (2023) Aberrant effective connectivity during eye gaze processing is linked to social functioning and symptoms in schizophrenia. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*, 8:1228-1239.
- Broerse A, Crawford TJ, den Boer J A (2001) Parsing cognition in schizophrenia using saccadic eye movements: A selective overview. *Neuropsychologia*, 39:742-756.
- Calkins ME, Iacono WG, Ones DS (2008) Eye movement dysfunction in first-degree relatives of patients with schizophrenia: A meta-analytic evaluation of candidate endophenotypes. *Brain Cogn*, 68:436-461.
- Chapman J (1966) The early symptoms of schizophrenia. *Br J Psychiatry*, 112:225-251.
- Chong HY, Teoh SL, Wu DBC, Kotirum S, Chiou CF, Chaiyakunapruk N (2016) Global economic burden of schizophrenia: A systematic review. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 12:357-373.
- Chrobak AA, Rybakowski JK, Abramowicz M, Perdziak M, Gryniewicz W, Dziuda S et al. (2022) Vergence eye movements impairments in schizophrenia and bipolar disorder. *J Psychiatr Res*, 156:379-389.
- Diefendorf AR, Dodge R (1908) An experimental study of the ocular reactions of the insane from photographic records. *Brain*, 31:451-489.
- Ettinger U, Kumari V, Crawford TJ, Flak V, Sharma T, Davis RE et al. (2005) Saccadic eye movements, schizotypy, and the role of neuroticism. *Biol Psychol*, 68:61-78.
- Ettinger U, Picchioni M, Hall MH, Schulze K, Touloupoulou T, Landau S et al. (2006) Antisaccade performance in monozygotic twins discordant for schizophrenia: The maudslay twin study. *Am J Psychiatry*, 163:543-545.
- Faiola E, Meyhöfer I, Ettinger U (2020) Mechanisms of smooth pursuit eye movements in schizotypy. *Cortex*, 125:190-202.
- Fukumoto-Motoshita M, Matsuura M, Ohkubo T, Ohkubo H, Kanaka N, Matsushima E et al. (2009) Hyperfrontality in patients with schizophrenia during saccade and antisaccade tasks: A study with fMRI. *Psychiatry Clin Neurosci*, 63:209-217.
- Fukushima J, Akao T, Kurkin S, Kaneko CRS, Fukushima K (2006) The vestibular-related frontal cortex and its role in smooth-pursuit eye movements and vestibular-pursuit interactions. *J Vestib Res*, 16:1-22.
- González-Hernández JA, Pita-Alcorta C, Padrón A, Finalé A, Galán L, Martínez E (2014) Basic visual dysfunction allows classification of patients with schizophrenia with exceptional accuracy. *Schizophr Res*, 159:226-233.
- Gooding DC, Basso MA (2008) The tell-tale tasks: A review of saccadic research in psychiatric patient populations. *Brain Cog*, 68:371-390.
- Gracitelli CPB, Abe RY, Diniz-Filho A, Vaz-de-Lima FB, Paranhos A, Medeiros FA (2015) Ophthalmology issues in schizophrenia. *Curr Psychiatry Rep*, 17:28.
- Holzman PS, Proctor L, Hughes DW (1973) Eye-tracking patterns in schizophrenia. *Science*, 181:179-181.
- Holzman PS, Proctor LR, Levy DL, Yasillo NJ, Meltzer HY, Hurt SW (1974) Eye-tracking dysfunctions in schizophrenic patients and their relatives. *Arch Gen Psychiatry*, 31:143-151.
- Hutton SB, Ettinger U (2006) The antisaccade task as a research tool in psychopathology: A critical review. *Psychophysiology*, 43:302-313.
- Javitt DC (2007) Glutamate and schizophrenia: phencyclidine, n-methyl-d-aspartate receptors, and dopamine-glutamate interactions. *Int Rev Neurobiol*, 78:69-108.
- Jurišić D, Čavar I, Sesar A, Sesar I, Vukojević J, Čurković M (2020) New insights into schizophrenia: A look at the eye and related structures. *Psychiatr Danub*, 32:60-69.
- Keane BP, Cruz LN, Paterno D, Silverstein SM (2018) Self-reported visual perceptual abnormalities are strongly associated with core clinical features in psychotic disorders. *Front Psychiatry*, 9:69.

- Kegeles LS, Abi-Dargham A, Frankle WG, Gil R, Cooper TB, Slifstein M et al. (2010) Increased synaptic dopamine function in associative regions of the striatum in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry*, 67:231-239.
- Kojima T, Matsushima E, Ando K, Ando H, Sakurada M, Ohta K et al. (1992) Exploratory eye movements and neuropsychological tests in schizophrenic patients. *Schizophr Bull*, 18:85-94.
- Kojima T, Matsushima E, Nakajima K, Shiraishi H, Ando K, Ando H et al. (1990) Eye movements in acute, chronic, and remitted schizophrenics. *Biol Psychiatry*, 27:975-989.
- Kraus MS, Keefe RSE (2007) Cognition as an outcome measure in schizophrenia. *Br J Psychiatry Suppl*, 50:46-51.
- Krauzlis RJ (2004) Recasting the smooth pursuit eye movement system. *J Neurophysiol*, 91:591-603.
- Lencer R, Sprenger A, Reilly JL, McDowell JE, Rubin LH, Badner JA et al. (2015) Pursuit eye movements as an intermediate phenotype across psychotic disorders: Evidence from the B-SNIP study. *Schizophr Res*, 169:326-333.
- Leonard CJ, Robinson BM, Kaiser ST, Hahn B, McClenon C, Harvey AN et al. (2013) Testing sensory and cognitive explanations of the antisaccade deficit in schizophrenia. *J Abnorm Psychol*, 122:1111-1120.
- Levy DL, Sereno AB, Gooding DC, O'Driscoll GA (2010) Eye Tracking dysfunction in schizophrenia: characterization and pathophysiology. *Curr Top Behav Neurosci*, 4:311-347
- Lisberger SG (2010) Visual guidance of smooth-pursuit eye movements: Sensation, action, and what happens in between. *Neuron*, 66:477-491.
- Lisberger S G (2015) Visual guidance of smooth pursuit eye movements. *Annu Rev Vis Sci*, 1:447-468.
- Luna B, Velanova K, Geier C F (2008) Development of eye-movement control. *Brain Cogn*, 68:293-308.
- Miyahira A, Morita K, Yamaguchi H, Morita Y, Maeda H (2000) Gender differences and reproducibility in exploratory eye movements of normal subjects. *Psychiatry Clin Neurosci*, 54:31-36.
- Morita K, Miura K, Fujimoto M, Yamamori H, Yasuda Y, Iwase M et al. (2017) Eye movement as a biomarker of schizophrenia: Using an integrated eye movement score. *Psychiatry Clin Neurosci*, 71:104-114.
- Morita K, Miura K, Fujimoto M, Yamamori H, Yasuda Y, Kudo N et al. (2019) Eye movement abnormalities and their association with cognitive impairments in schizophrenia. *Schizophr Res*, 209:255-262.
- Morita K, Miura K, Kasai K, Hashimoto R (2020) Eye movement characteristics in schizophrenia: A recent update with clinical implications. *Neuropsychopharmacol Rep*, 40:2-9.
- Moriya H, Ando K, Kojima T, Shimazono Y, Ogiwara R (1972) Eye movements during perception of pictures in chronic schizophrenia. *Folia Psychiatr Neurol Jpn*, 26:189-199.
- Nakayama H, Morita K, Mori K, Hirai S, Maeda H (2003) Improvement of exploratory eye movements in schizophrenic patients during recovery period. *Psychiatry Clin Neurosci*, 57:169-176.
- Obyedkov I, Skuhareuskaya M, Skugarevsky O, Obyedkov V, Buslauski P, Skuhareuskaya T et al. (2019) Saccadic eye movements in different dimensions of schizophrenia and in clinical high-risk state for psychosis. *BMC Psychiatry*, 19:110.
- Pillinger T, D'Ambrosio E, McCutcheon R, Howes OD (2019) Is psychosis a multisystem disorder? A meta-review of central nervous system, immune, cardiometabolic, and endocrine alterations in first-episode psychosis and perspective on potential models. *Mol Psychiatry*, 24:776-794.
- Radant AD, Dobie DJ, Calkins ME, Olincy A, Braff DL, Cadenhead KS (2007) Successful multi-site measurement of antisaccade performance deficits in schizophrenia. *Schizophr Res*, 89:320-329.
- Reuter B, Rakusan L, Kathmanna N (2005) Poor antisaccade performance in schizophrenia: An inhibition deficit? *Psychiatry Res*, 135:1-10.
- Ryu H, Morita K, Shoji Y, Waseda Y, Maeda H (2001) Abnormal exploratory eye movements in schizophrenic patients vs healthy subjects. *Acta Neurol Scand*, 104: 369-376.
- Shakow D (1962) Segmental set. *Arch Gen Psychiatry*, 6:1-17.
- Shiino T, Miura K, Fujimoto M, Kudo N, Yamamori H, Yasuda Y et al. (2020) Comparison of eye movements in schizophrenia and autism spectrum disorder. *Neuropsychopharmacol Rep*, 40:92-95.
- Shmukler A, Latanov AV, Karyakina M, Anisimov VN, Churikova MA, Sukhachevsky IS et al. (2021) Eye movements and cognitive functioning in patients with schizophrenia spectrum disorders: Network analysis. *Front Psychiatry*, 12:736228.
- Silverstein S M, Rosen R (2015) Schizophrenia and the eye. *Schizophrenia Res*, 2:46-55.
- Smyrnis N, Malogiannis IA, Evdokimidis I, Stefanis NC, Theleritis C, Vaidakis A et al. (2004) Attentional facilitation of response is impaired for antisaccades but not for saccades in patients with schizophrenia: Implications for cortical dysfunction. *Exp Brain Res*, 159:47-54.
- Sprenger A, Friedrich M, Nagel M, Schmidt CS, Moritz S, Lencer R (2013) Advanced analysis of free visual exploration patterns in schizophrenia. *Front Psychol*, 4:737.
- St Clair D, MacLennan G, Beedie SA, Nouzová E, Lemmon H, Rujescu D et al. (2022) Eye movement patterns can distinguish schizophrenia from the major affective disorders and healthy control subjects. *Schizophr Bull Open*, 3:sgac032.
- Subramaniam A, Danivas V, Mahavir Agarwal S, Kalmady S, Shivakumar V, Amaresha AC (2018) Clinical correlates of saccadic eye movement in antipsychotic-naïve schizophrenia. *Psychiatry Res*, 259:154-159.
- Suzuki M, Takahashi S, Matsushima E, Tsunoda M, Kurachi M, Okada T et al. (2009) Exploratory eye movement dysfunction as a discriminator for schizophrenia. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 259:186-194.



- Van der Stigchel S, Meeter M, Theeuwes J (2006) Eye movement trajectories and what they tell us. *Neurosci Biobehav Rev*, 30:666-679.
- Waters F, Allen P, Aleman A, Fernyhough C, Woodward TS, Badcock JC et al. (2012) Auditory hallucinations in schizophrenia and nonschizophrenia populations: a review and integrated model of cognitive mechanisms. *Schizophr Bull*, 38:683-693.
- Waters F, Price G, Dragović M, Jablensky A (2009) Electrophysiological brain activity and antisaccade performance in schizophrenia patients with first-rank (passivity) symptoms. *Psychiatry Res*, 170:140-149.
- Whitford V, Byers N, O'Driscoll GA, Titone D (2023) Eye movements and the perceptual span in disordered reading: A comparison of schizophrenia and dyslexia. *Schizophr Res Cogn*, 34:100289.
- Williams LM, Loughland CM, Gordon E, Davidson D (1999) Visual scanpaths in schizophrenia: Is there a deficit in face recognition? *Schizophr Res*, 40:189-199.
- Winograd-Gurvich C, Fitzgerald PB, Georgiou-Karistianis N, Millist L, White O (2008) Inhibitory control and spatial working memory: A saccadic eye movement study of negative symptoms in schizophrenia. *Psychiatry Res*, 157:9-19.
- Wolf A, Ueda K, Hirano Y (2021) Recent updates of eye movement abnormalities in patients with schizophrenia: A scoping review. *Psychiatry Clin Neurosci*, 75:82-100.
- Zanelli J, Simon H, Rabe-Hesketh S, Walshe M, McDonald C, Murray RM et al. (2005) Eye tracking in schizophrenia: Does the antisaccade task measure anything that the smooth pursuit task does not? *Psychiatry Res*, 136:181-188.

**Yazarların Katkıları:** Çalışmaya önemli bir bilimsel katkı sağlandığı ve makalenin hazırlanmasında veya gözden geçirilmesinde yardımcı olunduğu tüm yazar(lar) tarafından beyan edilmiştir.

**Danışman Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Çıkar Çatışması:** Çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Bu çalışma için finansal destek alındığı beyan edilmemiştir.

**Authors Contributions:** The author(s) have declared that they have made a significant scientific contribution to the study and have assisted in the preparation or revision of the manuscript

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** No conflict of interest was declared.

**Financial Disclosure:** No financial support was declared for this study.