

# Göz hareketleri Kayıtlama Teknikleri ve Klinik Yansımaları

Dr.Gülden Akdal

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı

İletişim:

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Nöroloji Anabilim Dalı

Tel. No: 0232 2777777 /4058

Fax No: 0232 2777721

e-mail: gulden.akdal@deu.edu.tr



## **Göz hareketleri Kayıtlama Teknikleri ve Klinik Yansımaları**

**ÖZET** Göz hareketleri incelemelerinin, klinisyenler ve araştırmacılara önemli bilgiler sağladığı bilinmektedir. Okuler motilite bozuklukları hastalıkların lokalizasyonu açısından nörologlara

önemli ip uçları verdiği gibi, nörofizyologlara da beynin çalışmasını inceleme olanağı tanır. Bilindiği gibi anormal göz hareketlerinin çoğunluğu spesifik bir patoloji nedeniyle ortaya çıkmaktadır ve neden olan anatomik lokalizasyon farklı olabilir.

Bu derlemede göz hareketlerinin kayıtlama teknikleri; sakkadik göz hareketleri ve klinik yansımalarından bahsedilecektir.

## **Göz hareketleri Kayıtlama Teknikleri ve Klinik Yansımaları**

**SUMMARY** The study of eye movements supplies valuable information to both clinicians and scientists. The disorders of ocular motility give clues

to the localization of the disorders and also helps neurophysiologists to understand the mechanism of workings of brain. This review addresses the recording technics of eye movements, saccadic eye movements and disorders of saccadic eye movements in some neurological and psychiatric diseases.

### **GİRİŞ**

Göz hareketleri incelemelerinin, klinisyenler ve araştırmacılara önemli bilgiler sağladığı bilinmektedir. Okuler motilite bozuklukları hastalıkların lokalizasyonu açısından nörologlara önemli ip uçları verdiği gibi, nörofizyologlara da beynin çalışmasını inceleme olanağı tanır. Bilindiği gibi anormal göz hareketlerinin çoğu spesifik bir patoloji nedeniyle ortaya çıkmaktadır ve neden olan anatomik lokalizasyon farklı olabilir.

Göz hareketleri sakkadlar, izleme (smooth pursuit), vestibuler, optokinetik ve verjans gibi iyi tanımlanmış subtiplere ayrılırlar. Konjuge göz hareketleri yavaş ve hızlı olmak üzere iki tiptir. Yavaş olanlar; vestibuler, optokinetik reflekslerin yavaş fazını ve 'izleme' hareketlerini oluşturur. Yavaş göz hareketleri gözleri görsel hedef üzerinde stabilize eder. Hızlı göz hareketleri; gözleri bir hedeften diğerine hareket ettirir, vestibuler ve optokinetik nistagmusların hızlı fazını sakkadik göz hareketleri oluşturur.

Bu derlemede göz hareketleri kayıtlama teknikleri, sakkadik göz hareketleri ve klinik yansımalarından bahsedilecektir.

### **Göz hareketleri kayıtlamaları**

Göz hareketlerinin kalıcı bir kaydını elde etmek ve istenildiği zaman bu kayıtları tekrar değerlendirmek gibi oldukça basit bir amaçla klinisyenler ve okulomotor fizyologlar yaklaşık bir asırdır göz hareketlerini kaydetmektedir.

Göz hareketleri ile ilgili kayıtlamaların sayısı arttıkça, bu çalışmalardan oldukça önemli bilgiler elde edilebileceği ortaya çıkmıştır. Kayıtlama teknikleri ilerledikçe, bir çok hastalıkta klinik ve subklinik göz hareket bozukluklarını tanımlamak kolaylaşmıştır. Kayıtlama tekniklerinin duyarlılığı artıp ve teknolojik olarak daha detaylı analizler yapıldıkça beyin mekanizmaları daha iyi anlaşılma başlanmış, göz hareketlerinin temel mekanizmaları hakkındaki bilgiler de netleşmeğe başlamıştır.

İdeal bir göz hareketi kayıtlama cihazında olması gereken özelliklerden bazıları aşağıda özetlenmiştir (28).

- 1- Basit, non travmatik olmalı ve göz ile temas etmemelidir.
- 2- Görmeyi etkilememeli, geniş bir görme alanı sağlamalıdır.
- 3- Horizontal, vertikal ve torsiyonel göz hareketlerini ölçebilmelidir.
- 4- İyi bir dinamik ölçme aralığı olmalıdır.

### **Elektrookulografi**

Farklı tekniklere sahip göz hareketleri kayıtlama cihazlarının artmasına rağmen elektrookulografi (EOG) hala en fazla kullanılan yöntemlerden biridir. Kliniklerde genellikle istemsiz göz hareketlerinin kayıtlanması istenir, EOG basitliği ve ucuz olması nedeniyle bu isteğe yanıt verir (28). Elektrodlarının hastayı rahatsız etmemesi önemli bir avantajdır. Kayıtlama sırasında hasta gözlüklerini takabildiği için görüş kısıtlılığına neden olmaz, vestibuler ve kalorikler test sırasında kullanılabilirler. Alternan akımla ancak nistagmus kayıtları, izleme ve sakkadik göz hareketleri alternan akımla ölçülemez. Kantitatif analizler için direkt akım okulografisi gerekir. EOG kayıtlamalarında vertikal ve torsiyonel göz hareketi kayıtlaması sorun yaratır.

### **Fotoelektrik okulografi**

Korneadan yansıyan ışığın fotosensitif bir cihaz tarafından okunması esasına dayanır. Kızılötesi ışık (infrared) kullanan teknikler en sık kullanılır. Bu sistemle, vertikal göz hareketleri göz kapağı enterferansı nedeniyle doğru olarak ölçülemez, ancak okuma sırasında göz hareketlerinin çok rahat ölçümüne olanak tanır. Sistem başa takılır, göz hareketlerinin sağlıklı kaydedilmesi için baş ve çene fikse edilmelidir.

### **Magnetik Search Coil**

Göz hareketlerini kesine yakın ölçen ve ideal cihaza en fazla uyan sistemdir. Skleral koil kontakt lens içine yerleştirilmiştir. Denek manyetik alan içindedir, göz hareketi koildeki

voltaj indüklenmesinden kayıtların. Küçük ve büyük göz hareketi kayıtlamak için idealdir. Torsiyonel göz hareketlerinin de kayıtlanabilmesi (7) oldukça önemli bir avantajdır. Rijid baş fiksasyonu gerekmez, görüş alanında bir kısıtlılık oluşturmaz. Kontakt lens kullanıldığı için topikal anestetik kullanımını gerektirir, bu da sistemin olumsuz yanısıdır. Lokal anestetik otuz dakikadan fazla kullanılırsa intraoküler basınç artmasına neden olur (6).

### **Videookulografi**

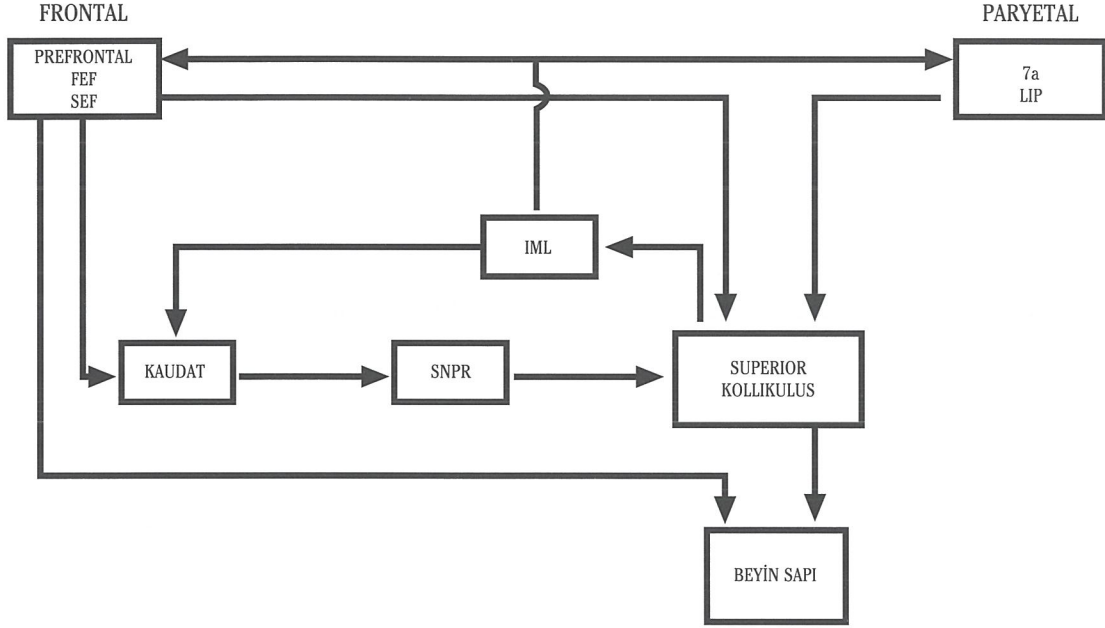
Kızıl ötesi ışınla filtrelenmiş video kamera kullanılır. Pupil pozisyonu ve korneadan yansıma kayıtlamada referans olarak alınır. Vertikal, horizontal ve torsiyonel göz hareketlerinin kayıtlanmasına olanak tanır. Göz hareketi kayıtlamalarında kullanılan tekniklerin avantajları açısından bir değerlendirme yapmak gerekirse, göz hareketlerini en doğru olarak ölçmek en önemli amaç olduğunda yöntemler magnetic search coil, videookulografi, kızıl ötesi ışın kullanan fotoelektrografi ve elektrookulografi olarak sıralanır. Maliyet ön planda düşünülürse, elektrookulografi en ucuz sistemdir. Hasta tarafından rahat kullanımı göz önüne alındığında elektrookulografi, fotoelektrookulografi ve videookulografi eşittir. Ancak fotoelektrografi rijid bir baş fiksasyonu gerektirir, magnetic search coilde ise kontakt lens kullanımı denekler için bir sorun yaratabilir.

### **Sakkadik göz hareketleri**

Dodge yirminci yüzyılın başında sakkadik göz hareketlerinin ilk defa diğer göz hareketlerinden farklılığını belirtmiştir. Sakkadik göz hareketleri foveal fiksasyonu değiştiren hızlı göz hareketleridir. Sakkadların jenerasyonuna neden olan en az iki paralel yol vardır.

Birinci yol; presantral girusun lateralinde, motor korteksin önünde yer alan frontal göz alanından (FEF) (Broadmanın 8. alanı) başlayan, primer görsel korteks ve posterior paryetal korteksten projeksiyonlar alan

yoldur (Şekil 1). Direkt ve indirekt olarak, ipsilateral superior kollikulus, mezensefalon ve ponstaki retiküler sakkad jeneratörlerine uzanır.

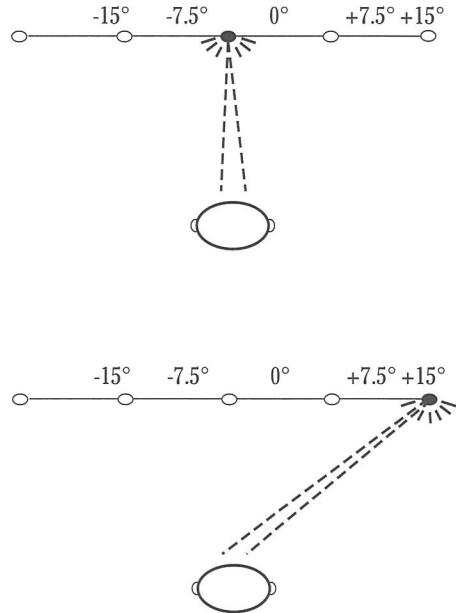


**Şekil 1.** Sakkadların jenerasyonunda rol oynayan yapılar

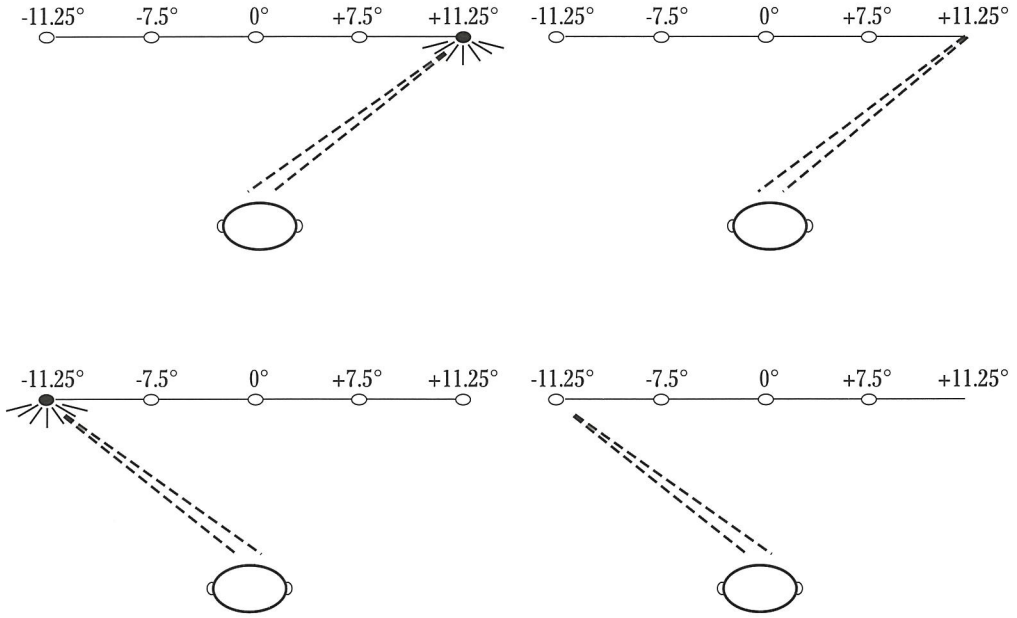
İkinci yol ise posterior paryetal korteksten superior kollikulus ve paramedian pontin retiküler formasyona (PPRF) uzanır.

Maymunlarda yapılan çalışmalar sakkadik göz hareketlerinin jenerasyonunu etkileyen temel nöral alanların ponsta, paramedian pontin retiküler formasyon (PPRF), mezensefalon, frontal göz alanı (FEF), suplementer göz alanı (SEF), frontal lobtaki dorsolateral prefrontal korteks (DLPFC), posterior paryetal kortekste 7a ve lateral intraparyetal alan, bazal ganglionlardaki kaudat nükleus ve substansia nigra pars reticulata (SNpr) ve mezensefalondaki superior kollikulusta yer aldığı saptanmıştır (30). İnsanlarda yapılan PET çalışmalarında da bu bilgiler doğrulanmıştır (31,43).

Sakkadik göz hareketlerinin refleksif, istemli, spontan ve hızlı fazlar olmak üzere dört farklı tipi vardır. Refleksif sakkadlar; dışsal görsel veya işitsel uyarı sonucu ortaya çıkarlar (Şekil 2). İstemli sakkadlar, bir amaç sonucu içsel olarak planlanırlar. Amaç,



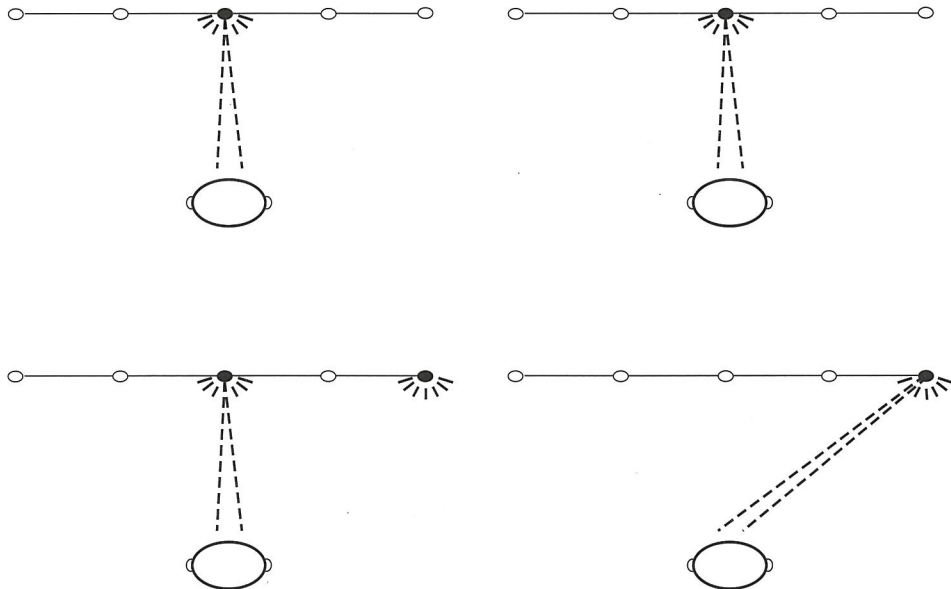
**Şekil 2.** Refleksif sakkad



Şekil 3. Prediktif sakkad

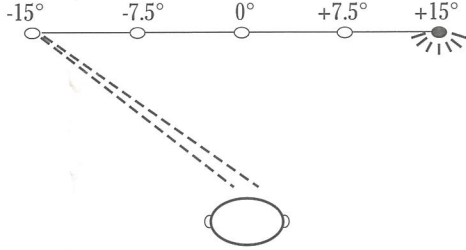
lokalisasyonu bilinen hedefin, tahmin edilen spesifik lokalizasyonuna sakkadik göz hareketi yapmak olabilir. Bu sakkadik göz hareketi prediktif sakkad olarak adlandırılır

(Şekil 3). Belleğe dayalı sakkadlar ise, belli bir süre önce periferde görülen hedefin, lokalizasyonuna sakkadik göz hareketi yapılmasını gerektirir (Şekil 4). Periferde



Şekil 4. Belleğe dayalı sakkad

aniden ortaya çıkan hedefin, ayna hayali lokalizasyonuna göz hareketi yapılması da antisakkadları oluşturur (Şekil 5). Spontan sakkadlar, içsel olarak planlanır, ancak



**Şekil 5.** Antisakkad

amaçsız olarak diğer bir motor aktivite sırasında (örneğin konuşma) ortaya çıkarlar (34). Hızlı fazlar ise, vestibuler ve optokinetik stimulasyon sonucu ortaya çıkar. Sakkadik göz hareketlerinin bu şekilde sınıflanması önemlidir, çünkü farklı serebral merkezlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle, sakkadik göz hareketlerinin farklı denek gruplarında kayıtlanması serebral döngülerin fonksiyonları ve hiyerarşik düzeni hakkında oldukça önemli bilgiler vermektedir.

Elektrofizyolojik kayıtlama çalışmaları, frontal göz alanının (FEF) istemli sakkadların kontrolünde en önemli kortikal bölge olduğunu göstermiştir (24). FEF lezyonlu hastalarda yapılan çalışmalar çeşitli özellikteki istemli sakkadların ateşlenmesinin azaldığını göstermiştir (36). Unilateral FEF lezyonunda, belleğe dayalı sakkadların latansının arttığı, tahmin edilen bir lokalizasyona yapılan sakkadların yüzdesinin azaldığı ve antisakkadların geciktiği saptanmıştır (36). Yapılan göz hareketleri kayıtlamaları sonucunda, FEF'nin esas rolünün görsel çevrenin istemli sakkadlarla araştırılması olarak özetlenebilir.

Suplementer motor alanda, superior

frontal girus posteriorunda yer alan suplementer göz alanının (SEF) rolü hala net olarak anlaşılmış değildir. Suplementer göz alanı, FEF gibi primer okulomotor bölge değildir. Yapılan çalışmalarda, istemli sakkadların motor sıralamasının planlanması ve sakkadların diğer vücut hareketleriyle koordinasyonunu sağladığı bildirilmiştir (34). İntraparyetal sulkusta yer alan, lateral intraparyetal bölge maymunda paryetal göz alanıdır. Stimulasyonunun sakkadik göz hareketine neden olduğu gösterilmiştir. İnsanda eşdeğer alan anguler girusun ve supra marginal girusun superior bölümünde yer alır (Broadmanın 39 ve 40. alanları) (1,35). FEF ve paryetal göz alanının (PEF) rolleri çakışabilir. PEF görsel refleksif sakkadların ateşlenmesinde predominant rol oynar (34). FEF ise istemli benzer sakkadların başlatılmasında önemli rol oynar. PEF görsel çevrenin refleksif sakkadlarla araştırılmasında daha önemli rol oynar.

Direkt olarak sakkadik göz hareketlerinin tetiklenmesinde rol oynamayan ama hazırlanmasında önemli yeri olan yapılar ise posterior hemisferik korteks, vestibuler korteks ve dorsolateral prefrontal kortekstir. Özellikle prefrontal korteksin okulomotor davranışlar üzerinde önemli rol oynadığına dikkat çekilmiştir. Dorsolateral prefrontal korteks (DLPC), FEF'nin önünde yer alır. Prefrontal korteks lezyonlu hastalarda antisakkad ödevinde hata oranının arttığı saptanmıştır (34). DLPFC ise spasyal çalışan bellek ile de ilgilidir. Belleğe dayalı sakkad ödevinde, bu bölge spasyal bilgiyi tekrar kullanılmak üzere 15 saniye kadar burada tutar. Tek başına sakkadik göz hareketi başlatamasa da, göz hareketi kontrolünde farklı özellikleri okulomotor davranışta önemli rol oynar.

Bazal ganglionlar göz hareketlerini direkt olarak kontrol etmezler. Deneysel çalışmalar, bazal ganglionların spesifik davranışlar ile ilgili ödevlerdeki sakkadların jenerasyonunda rol oynadığını göstermiştir (25). Hayvanlarda yapılan deneylerde talamusun internal medüller lamina ve pulvinar bölgesinin

sakkadların hazırlanmasına katkıda bulunduğu gösterilmiştir (25). Ayrıca insanlarda yapılan bir fonksiyonel görüntüleme çalışmasında istemli sakkadlar sırasında talamusun aktivasyonu gösterilmiştir (33).

Beyin sapı, horizontal sakkadlar için premotor bölge olan ponstaki premotor paramedian pontin retiküler formasyonu aracılığı ile horizontal sakkadları kontrol eder. Vertikal sakkadlar için eşdeğer bölge mezensefalonda yerleşmiş medial longitudinal fasikikulun rostral intersititil çekirdeğidir (19).

Superior kollikus sakkadik göz hareketleriyle birlikte deşarj olan nöronlara sahiptir. Superior kollikulusun ventral yerleşimli motor bölgesi, inferior parietal lobulden, lateral intraparyetal bölgeden (LIP) ve FEF'ten inputlar alır. Paryeto-kollikular yol görsel refleksif sakkadların jenerasyonu, fronto-kollikular yol istemli sakkadların jenerasyonu ile ilgilidir (3).

Serebellumun sakkadik göz hareketlerinin kontrolü üzerine etkisi vardır. Sakkadların amplitüdünü dorsal vermis ve fastigial nükleus aracılığı ile kalibre eder. Serebellum sakkadların dinamiği ve latansını da etkiler (24). Dorsal vermisin stimülasyonu ipsilateral konjuge sakkadlara neden olurken, fastigial nükleusun stimülasyonu ise konturlateral sakkadlara neden olur (3).

### **Sakkadik Göz Hareketlerinin Değerlendirilmesi**

Sakkadlar, 'pulse' olarak adlandırılan hız emri, step olarak adlandırılan pozisyon emrinin birlikte oluşmasından meydana gelir. Pulse; orbital dokuların resistansına karşı gelerek, gözün orbitadaki pozisyonunu değiştirir. Step ise gözün ulaştığı pozisyonda sabit durmasını sağlar. Sakkadların hızı 100 derece/saniye olabileceği gibi 700 derece/saniye'ye dek ulaşabilir. Yaşlı, yorgun, dikkati azalmış ve ilaç kullanan kişilerde sakkadların yavaşlayacağı unutulmamalıdır. Sakkadların oluşumunda, beyin görsel çevrenin sensoriyel haritasıyla, orbitanın koordinatlarını

hesaplar, gözlerin ulaşılmasının istendiği pozisyon, ulaşılacak pozisyon için gerekli olan pulse ve step emrini planlayarak hareketi oluşturur (3). Sakkadların oluşmasında rol oynayan nöral yapıların hastalığı sakkadlarda anormal hız veya hatalı amplitüd olarak ortaya çıkar veya gözlerin istenilen noktada sabit durmasını sağlayamaz (3).

Sakkadik göz hareketleri; hızları, latansları, uygunsuz sakkadların varlığı ve hedef noktaya ulaşmaları 'accuracy' ile değerlendirilir. Horizontal ve vertikal yavaş sakkadlar sırasıyla pontin (PPRF) ve mezensefalik sakkad jeneratörlerinin disfonksiyonu nedeniyle ortaya çıkarlar (41). Okulomotor nükleustan, ekstraoküler kaslara dek olan bölgedeki lezyonlarda, özellikle dejeneratif hastalıklarda, sakkadik yavaşlama görüldüğü unutulmamalıdır. Sakkadlar genellikle bir veya iki refleksiyon basamağından oluşur, hedefe ulaşmak için daha fazla sakkad gerektiğinde hipometriden söz edilebilir. Hipometrik sakkadlar serebral korteksten superior kollikulusa kadar olan supranükleer okulomotor yolların lezyonuyla ortaya çıkar ve genellikle bazal ganglion hastalıklarında görülür (40). Hipermetrik sakkadlara bazal ganglion hastalıklarında daha az rastlanır, serebellar sistem hastalıklarında ise daha sık görülür (41).

### **Dejeneratif doğadaki nörolojik hastalıklarda görülen sakkadik göz hareketleri**

Parkinson hastalığında sakkadlar, özellikle vertikal olanlar hipometriktir (37,38,44). Prediktif ve belleğe dayalı sakkadlar hipometrik olarak kayıt edilmiştir. Parkinson hastalarında refleksif sakkadların normal sınırlarda saptanması içsel planlanan, istemli sakkadik göz hareketlerinde başarısız olmaları, göz hareketinin uygun lokalizasyona kaydırılmadığını düşündürmektedir. Bu hipometri paternine rağmen, hastalar seri sakkadlar yaparak hedefe ulaşmayı başarırlar. Bu bulgu cisimlerin lokalizasyonunun kodlanmasının hatalı olmadığını düşündürmektedir. İlerlemiş olgular dışında sakkadların hızları genellikle normaldir



(38,42). Parkisoniyen tablosu hafif olan olgular antisakkad ödevini başarıyla yaparken, klinik tablosu ilerlemiş ve antikolinerjik sağaltım alan olguların hata yüzdesinin arttığı çeşitli çalışmalarda bildirilmektedir (11,20,28). Parkinsoniyen tablosu ağır olan hastalarda belleğe dayalı sakkadlarda da hata sıklığının çok arttığı saptanmıştır.

Otozomal dominant geçişli bir hastalık olan Huntington hastalığında özellikle sakkadik göz hareketi bozukluğu görülür (8,21,23). Emir sonucu veya tahmin edilen lokalizasyona yapılan sakkadları başlatmadaki güçlük daha belirgin olarak gösterilmiş (24), ancak refleksif sakkadların latansı normal olarak bulunmuştur. Sakkadların horizontal veya vertikal planda yavaşladığı hastalığın erken döneminde yapılan kayıtlamalarda saptanır (8). Hastalığın ileri döneminde bu bulgular klinik olarak saptanabilir (25). Otuz yaşından önce Huntington hastalığı başlayan bireylerde sakkadlarda yavaşlama daha belirgindir (21). Vertikal göz hareketlerinden yukarı planda olan sakkadik göz hareketleri, aşağı olana göre daha fazla etkilenmiştir, en az horizontal sakkadların etkilendiği gösterilmiştir (8). Antisakkad ödevinde, refleksif sakkadları inhibe etme güçlüğü vardır (21). Bu bulguların Snpr veya prefrontal patolojik değişikliklere bağlı olduğu düşünülmektedir (32). Risk altındaki asemptomatik bireylerde çeşitli sakkad ödevleri içeren göz hareketleri kayıtlanarak Huntington hastalığı gelişecek bireylerin önceden saptanıp saptanamayacağı araştırılmış ancak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir (8).

Yapılan çalışmalarda, progressif supranükleer paralizide ilk olarak istemli sakkadların yavaşladığı ve hipometrik olduğu saptanmıştır. Ancak bu yavaşlama vertikal bakışlardadır ve yukarı bakıştan önce aşağı bakıştadır (30).

Kortikobazal dejenerasyonda ise sakkadlarda ve izleme göz hareketlerinde bozukluk saptanır. İstemli sakkadları başlatma güçlüğü görülür ve hipometrik

olarak kayıtlanır. Refleksif sakkadlar genellikle iyi korunmuştur. Hastalık ilerledikçe, yukarı sakkadlarda bozulur ve supranükleer paralizisi gelişebilir. Bu bulgular daha çok etkilenen ekstremiteler tarafındadır (30).

Wilson Hastalığında göz hareketi kayıtlamaları ile ilgili fazla sayıda çalışma yoktur. Magnetic search coil tekniği ile yapılan bir kayıtlamada 19 yaşındaki bir Wilson hastasında sakkadların hızının değişmediği bildirilmiştir (24). Ancak bu tek olgulu bir bildirim fazla sayıda hastayı kapsayan çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Esansiyel blefarospasmlı hastalarda ise bazı görsel ve belleğe dayalı sakkadların latanslarında artma saptanmıştır (2). Aktif Sydenham koresi olan hastalarda da sakkadların hipometrik olduğu saptanmıştır (5). Lesch-Nyhan hastalığında ise, istemli sakkadları başlatma güçlüğü ve antisakkad ödevinde hatalar saptanmıştır (17).

Serebellumun özellikle dorsal vermis ve fastigial nükleus bölgesi lezyonlarının sakkadlarda dismetriye neden olduğu bilinmektedir. Eğer vermis bölgesi etkilenirse hipometri görülür, derin nükleuslar da etkilenirse hipermetri ortaya çıkar (24). Göz hareketi kayıtlamalarının herediter spinoserebellar ataksilerinin değerlendirilmesine en büyük katkısı, farklı göz hareketlerinin bu hastalık grubunda genetik sınıflamaya katkısı olabileceğinin gösterilmesidir. Genetik olarak tipleri belirlenmiş spinoserebellar ataksili hastalarda yapılan bir göz hareketleri kayıtlaması çalışmasında spinoserebellar ataksi (SCA) tip 1'de hipometrik sakkadların, SCA tip 2'de sakkad hızında belirgin yavaşlamanın ve SCA tip 3'de gaze evoked nistagmusun tabloya hakim olduğu saptanmıştır (4). Bu çalışma sonuçlarına göre göz hareketleri kayıtlanarak spinoserebellar ataksilerin tiplerinin %90 doğrulukta ayırd edilebildiği belirtilmektedir.

Amiyotrofik lateral sklerozda (ALS) klinik olarak, göz hareketleri hastalığın ileri evrelerine dek etkilenmez. ALS'de yapılan göz hareketi kayıtlamalarında görsel uyaran

sonucu oluşan sakkadların hızları ve latanslarının normal olduğu saptanmış, ancak belleğe dayalı sakkadların hedefe doğru ulaşmadığı (inaccurate) ve antisakkad testinde de artmış hata oranı saptanmıştır (39). Bu bulgular ALS'de frontal lob tutulumunu göstermektedir.

Bilişsel işlevlerde kayba neden olan çeşitli hastalıklarda, göz hareketlerinin de kontrolü etkilenir. Alzheimer hastalığındaki göz hareketi bozukluklarının nedeni görsel dikkate odaklanmada kayıp ve dikkatin kaydırılmasındaki aksamalardır. Antisakkad testi uygulanan hastalarda refleksif sakkadların suprese edilemediği saptanmış ve bu bulgu görsel yakalama refleksi olarak adlandırılmıştır (12). Çeşitli çalışmalarda beklenmeyen hedefe olan sakkadik göz hareketlerinin reaksiyon zamanlarının uzadığı ve sakkadların hipometrik olduğu görülmüştür (12,14).

Jacob Creutzfeld sendromlu hastalarda vertikal sakkadların yavaşladığı saptanmıştır (1,13). İnsan immün yetmezlik virusuna bağlı ensefalopatilerde artmış hata oranı, fiksasyon insitabilitesinin artması, sakkadların latanslarının uzaması gibi frontal lob etkilenmesinin gösteren göz hareketi bozuklukları ortaya çıktığı gösterilmiştir (18,29).

### **Psikiyatrik Hastalıklarda Sakkadik Göz Hareketi Bozuklukları**

Psikiyatrik hastalıklarda göz hareketleri kayıtlamaları özellikle son yirmi yılda artmıştır. Şizofrenide okulomotor bozukluklar ilk defa 1908'de bildirilmiştir, Holzman ve arkadaşlarının 1973 yılındaki derlemesinden sonra tekrar gündeme gelmiştir (15). Şizofrenide okulomotor anormalliklerin bu kadar dikkat çekmesinin nedeni, şizofreni hastalarının yakınlarında da benzer göz hareketi bozukluklarının saptanması ve okulomotor anormalliklerin hastalığın genetik belirleyicisi olabileceği düşüncesidir (16).

Bu konudaki çalışmalar daha çok izleme göz hareketleri konusunda yoğunlaşmıştır. Yapılan çalışmalarda, izleme göz

hareketlerinin aksine sakkadik göz hareketlerinin temel ölçümlerinin normal olduğu bildirilmiştir (26). Antisakkad testinde bu hastaların, kontrollere göre hata oranlarının arttığı (refleksif sakkadları önlemede başarısız oldukları) ve doğru göz hareketini yapma zamanlarının uzadığı saptanmıştır (9). Antisakkad ödevindeki hata oranının, belleğe dayalı ve prediktif sakkadlar gibi nöroleptik sağaltımdan etkilenmediği düşünülmektedir (10). Sonuç olarak, antisakkad testindeki bozukluğun bu hastalarda frontal lob etkilenmesini gösterebileceği düşünülmektedir.

Gilles de la Tourette's sendromlu hastalar değişik sakkad ödevlerini içeren testlerle incelenmiş, içsel planlanan sakkadlarda bozukluk saptanmıştır. Bu bulgular bazal ganglion defektini düşündürmüştür (42).

Görüldüğü gibi sakkadik göz hareketi kayıtlamaları birçok nörolojik ve psikiyatrik hastalığın ayırıcı tanısında ve izleminde kullanılabilir. Farklı göz hareketleri ödevlerinin uygulandığı kayıtlamaların değerlendirilmesi çeşitli hastalıkların anatomik lokalizasyonları hakkındaki bilgi birikimine oldukça önemli katkıda bulunabilir. Özellikle antisakkad ve belleğe dayalı sakkad ödevinin uygulandığı kayıtlamalar frontal lob etkilenmesi konusunda oldukça yararlı bilgiler vermektedir.

### **KAYNAKLAR**

- 1- Andersen TJ, Jenkins IH, Brooks DJ et al. Cortical control of saccades and fixation in man; a PET study. *Brain* 1994; 117: 1073- 1084
- 2- Bollen E, Van Exel E, Van der Velde et al. Saccadic eye movements in idiopathic blepharospasm. *Mov Disord* 1996; 11: 678-682
- 3- Brazis PW, Masdeu JC, Biller J. Localization in clinical neurology. 3rd edition. Boston, Little, Brown and Company, 1996
- 4- Buttner N, Geshwind D, Jen JC et al. Oculomotor phenotypes in autosomal dominant ataxias. *Arch Neurol* 1998;55 (10):1353-1357
- 5- Cardosa F, Eduardo C, Silva AP et al. Chorea in fifty consecutive patients with rheumatic fever. *Mov Disord* 1997; 12: 701-703 233
- 6- Collewijn H, Van der Mark F, Jansen TC. Precise

- recording of human eye movements. *Vision Res* 1975; 15, 447-450
- 7- Collewijn H, Van der Steen J, Ferman L et al. Humanocular counterroll: assessment of static and dynamic properties from electrooculogram recordings. *Exp. Brain Res* 1985; 59, 185-196
  - 8- Collewijn H, Went LN, Tamminga EP et al. Oculomotor defects in patients with Huntington's disease and their off-spring. *J Neurol Sci* 1988; 86:307-320
  - 9- Crawford TJ, Haeger B, Kennard C, Reveley MA et al. Saccadic abnormalities in psychotic patients: I. Neuroleptic free psychotic patients. *Psychol Med* 1995; 25:461-471.
  - 10- Crawford TJ, Haeger B, Kennard C et al. Saccadic abnormalities in psychotic patients II. The role of neuroleptic treatment. *Psychol Med* 1995; 25: 473-483
  - 11- Crevits L, De Ridder K. Disturbed striatoprefrontal mediated visual behavior in moderate to severe parkinsonism patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997; 63: 296-299
  - 12- Fletcher WA, Sharpe JA. Saccadic eye movement dysfunction in Alzheimer's disease. *Ann Neurol* 1986;20: 464-471
  - 13- Grant MP, Leigh RJ, Seidman SH et al. Abnormal eye movements in Creutzfeldt-Jacob disease. *Ann Neurol* 1993; 34:192-197
  - 14- Hershey LA, Whicher L Jr, Abel LA. Saccadic latency measurements in dementia. *Arch Neurol* 1983; 40: 592-593
  - 15- Holzman PS, Proctor LR, Hoghes DW. Eye-tracking patterns in schizophrenia. *Science* 1973; 181:179-181
  - 16- Hutton S, Kennard C. Oculomotor abnormalities in schizophrenia. *Neurology* 1998; 50: 604-609
  - 17- Jinnah HA, Harris JC, Rothstein JD et al. Ocular motor abnormalities in Lesch- Nyhan disease. *Ann Neurol* 1998; 44:453
  - 18- Johnston JL, Miller JD; Nath A. Ocular motor dysfunction in HIV-1 infected subjects: a quantitative oculographic analysis. *Neurology* 1996; 46: 451-7
  - 19- Kennard C, Crawford TJ, Henderson L. A pathophysiological approach to saccadic eye movements in neurological and psychiatric disease. *J Neuro Neurosurg Psychiatry* 1994;57:881-885
  - 20- Kitagawa M, Fukushima J, Tashiro K. Relationship between antisaccades and the clinical symptoms in Parkinson's disease. *Neurology* 1994; 44: 2285-2289
  - 21- Lasker AG, Zee DS, Hain TC et al. Saccades in Huntington's disease: initiation defects and distractibility. *Neurology* 1987; 37:364-370
  - 22- Lasker AG, Zee DS, Hain TC et al. Saccades in Huntington's disease: slowing and dysmetria. *Neurology* 1988; 38: 427-431
  - 23- Lasker AG, Zee DS. Ocular motor abnormalities in Huntington's disease. *Vision Res* 1997; 37: 3639-3645
  - 24- Leigh RJ and Zee DS. The neurology of eye movements. 3rd edition. New York: Oxford University Press 1999
  - 25- Leigh RJ, Newman SA, Folstein SE. Abnormal ocular motor control in Huntington's disease. *Neurology* 1983; 33: 1268-1275
  - 26- Levin S. Saccadic eye movements of schizophrenic patients measured by reflected light technique. *Biol Psychiatry* 1992; 17: 1277-1287
  - 27- Lueck CJ, Kennard C. Oculography and techniques for eye movement recording. *Bull. Soc. Belge Ophthalmol* 1989; 237: 485-502
  - 28- Lueck CJ, Tanyeri S, Crawford TJ et al. Antisaccades and remembered saccades in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 284-288
  - 29- Merrill PT, Paige GD, Abrams RA et al. Ocular motor abnormalities in human deficiency virus infection. *Ann Neurol* 1991; 30: 130-8
  - 30- O'Sullivan EP and Kennard C. Neuro-ophthalmology of movement disorders. In Parkinson's disease and movement disorders edited by Jankovic and Tolosa Williams and Wilkins Baltimore, 1998;869-885
  - 31- O'Sullivan EP, Jenkins IH, Henderson et al. The functional anatomy of remembered saccades: a PET study. *NeuroReport* 1995; 6: 2141-2144
  - 32- Oyanagi K, Takeda S, Takahashi H et al. Quantative investigation of the substantia nigra in Huntington's disease. *Ann Neurol* 1989; 26: 13-19
  - 33- Petit L, Orssaud C, Tzourio N et al. PET study of voluntary saccadic eye movements in humans: basal ganglia-thalamocortical system and cingulate cortex involment. *J Neurophysiol* 1993; 69:1009-17
  - 34- Pierrot-Deseilligny C, Rivaud S, Gaymard B et al. Cortical control of saccades. *Ann Neurol* 1995; 37: 557-567
  - 35- Pierrot-Deseilligny C, Rivaud S, Gaymard B et al. Cortical control of reflexive visually guided saccades in man. *Brain* 1991; 114: 1473-1485
  - 36- Pierrot-Deseilligny C, Rivaud S, Gaymard B et al. Cortical control of memory -guided saccades in man. *Exp Brain Res* 1991; 83:607-617
  - 37- Rascol O, Clanet M, Montastruc JL et al. Abnormal ocular eye movements in Parkinson's disease. Evidence of involvement of dopaminergic systems. *Brain* 1989; 112: 1193-1214.
  - 38- Rottach KG; Riley DE, DiScenna AO et al. Dynamic properties of horizontal and vertical eye movements in parkinsonian syndromes. *Ann Neurol* 1996; 39: 368-77
  - 39- Shaanak S, Orrel RW, O'Sullivan E et al. Oculomotor function in amyotrophic lateral sclerosis: evidence for frontal impairment. *Ann Neurol* 1995; 38:38-44
  - 40- Spector R, Troost BT. The ocular motor system. *Ann Neurol* 1981; 9:517-525
  - 41- Stell R, Bronstein AM. Eye movement abnormalities in

- extrapyramidal diseases In: Marsden CD, Fahn S, ed. Movement Disorders 3. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994; 88-113
- 42- Straube A, Mennicken JB, Riedel M et al. Saccades in Gilles de la Tourette's Syn. Mov Dis 1997; 12: 536-546
- 43- Sweeney JA, Mintun MA, Kwee S et al. Positron emission tomography study of voluntary saccadic eye movements and spatial working memory. J Neurophysiol 1996; 75: 454-468
- 44- White OW, Saint-Cyr JA, Tomlinson RD et al. Ocular motor deficits in Parkinson's disease. III. Coordination of eye and head movements. Brain 1988; 111: 115-129