

T.C.
MERSİN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**20–49 YAŞ ARASI NORMAL BİREYLERE AİT GÖRSEL
UYARILMA POTANSİYELLERİ VE ELEKTRORETİNOGRAM
KAYITLARININ NORM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Bora REŞİTOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU

MERSİN–2006

T.C.
MERSİN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**20–49 YAŞ ARASI NORMAL BİREYLERE AİT GÖRSEL
UYARILMA POTANSİYELLERİ VE ELEKTRORETİNOGRAM
KAYITLARININ NORM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Bora REŞİTOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU

Tez No:.....

MERSİN–2006

Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Programı çerçevesinde yürütülmüş olan “20–49 Yaş Arası Normal Bireylere Ait Görsel Uyarılma Potansiyelleri ve Elektoretinogram Kayıtlarının Norm Değerlerinin Belirlenmesi” adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 06.07.2006



Prof. Dr. Hüseyin BEYDAĞI
Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı
Jüri Başkanı



Prof. Dr. H. Oktay SEYMEN
İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Tolgay ERGENOĞLU
Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı
Jüri Üyesi

Yukarıdaki tez, Enstitü Yönetim Kurulunun...12.07.2006...tarih ve 2006/158 sayılı kararı ile kabul edilmiştir.



Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Murat ERGÜN



T.C.
MERSİN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
1922

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanması sırasında bana çok büyük destek veren ve en az benim kadar yorulan, akademik açıdan yetişmemde büyük katkısı olan, danışman hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU'na teşekkür ederim.

Verdiği güven duygusu ve açık sözlülüğünden dolayı akademik kariyerime devam etmemde önemli bir etken olan Anabilim Dalı başkanımız Sn. Prof. Dr. Hüseyin BEYDAĞI'na, Anabilim Dalı Öğretim Üyelerimiz Sn. Yrd. Doç. Dr. Rezan HATUNGİL'e, Sn. Yrd. Doç. Dr. Seyit ANKARALI'ya, Sn. Yrd. Doç. Dr. Uğur DAL'a yaptıkları akademik katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Tezimin istatistikleri ve bulguların değerlendirilmesi konusundaki yardımlarından dolayı, Biyoistatistik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sn. Yrd. Doç. Dr. Bahar TAŞDELEN'e ve Sn. Arş. Gör. Mehmet Ali SUNGUR'a, tez çalışmalarımın en yoğun olduğu dönemde yardımlarından dolayı, Sn. Arş. Gör. Dr. Kaan SAVAŞOĞLU'na ve sabrı ile manevi desteğinden dolayı Sn. Didem CEBECİ'ye teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında en büyük destekçim olan aileme sonsuz teşekkürler.

Saygılarımla
Bora REŞİTOĞLU

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Elektroensefalogramın Tarihçesi.....	3
2.2. Elektroensefalogramın Elektrojenezi.....	4
2.3. Uyarılma Potansiyelleri	6
2.4. Görsel Uyarılma Potansiyelleri	9
2.4.1. GUP'nin Tanımı ve Tarihçesi.....	9
2.4.2. Görme Yolları	9
2.4.3. GUP Kayıt Prosedürleri.....	13
2.4.4. GUP'ni Etkileyen Faktörler	18
2.4.4.1. Non-patolojik ve Bireysel Faktörler	18
2.4.4.2. Patolojik Faktörler ve Hastalıklar.....	19
2.5. Elektoretinogram.....	20
2.5.1. Elektoretinogramın Tanımı ve Tarihçesi.....	20
2.5.2. Retinal Fonksiyonlar	21
2.5.3. ERG Kayıt Prosedürleri.....	25
2.5.4. ERG'yi Etkileyen Faktörler	32
2.5.4.1. Non-patolojik ve Bireysel Faktörler	32
2.5.4.2. Patolojik Faktörler ve Hastalıklar.....	33
3. GEREÇ VE YÖNTEM	36

3.1. Denek Grubu	36
3.2. Ölçüm Dizgesi.....	36
3.3. Uyarın Paradigması.....	37
3.4. Kayıt Sistemi.....	38
3.5. Verilerin İşlenmesi	39
3.6. İstatistiksel Analiz	40
4. BULGULAR	41
4.1. Görsel Potansiyel Dalga Genlikleri	75
4.1.1. GUP Dalga Genlikleri	75
4.1.2. ERG Dalga Genlikleri	77
4.2. Görsel Potansiyel Dalga Latansları	79
4.2.1. GUP Latansları.....	79
4.2.2. ERG Latansları.....	81
5. TARTIŞMA	83
5.1. Patern GUP	83
5.2. Flaş GUP.....	84
5.3. Patern ERG	85
5.4. Flaş ERG.....	85
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	87
7. KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 (İnsandan alınan ilk EEG kaydı)	3
Şekil 2.2 (EEG'ye büyük ölçüde yansıyan nöronal yapılar)	5
Şekil 2.3 (İşitsel uyarılma potansiyeli).....	8
Şekil 2.4 (Görme yolları).....	10
Şekil 2.5 (Parvosellüler ve magnosellüler yol).....	12
Şekil 2.6 (Uluslararası 10/20 elektrod yerleştirme sistemi)	14
Şekil 2.7 (Normal Patern GUP Kaydı).....	15
Şekil 2.8 (Normal Flaş GUP Kaydı)	16
Şekil 2.9 (Retinal hücre tabakaları).....	22
Şekil 2.10 (Reseptör hücrelerin retinadaki lokalizasyonları).....	24
Şekil 2.11 (Laboratuar koşullarında alınan normal flaş ERG kaydı).....	26
Şekil 2.12 (Normal flaş ERG kaydı)	27
Şekil 2.13 (ERG kaydında elde edilen dalgaların ölçümü ve analizi)	27
Şekil 2.14 (ERG kayıt ekipmanları).....	28
Şekil 2.15 (Klinikte kullanılan standart ERG kayıt yöntemleri)	29
Şekil 2.16 (Normal Patern ERG Kaydı).....	31
Şekil 3.1 (Patern uyarıların göze ulaşma açılarının şematik gösterimi)	37
Şekil 3.2 (Sol gözden GUP ve ERG kaydedilen kadın bir denek)	38
Şekil 3.3 (Çalışmamızda kullanılan Patern GUP ve ERG kayıt düzeneğinin şematik gösterimi)	39
Şekil 4.1 (30' Patern GUP Genliği)	44
Şekil 4.2 (60' Patern GUP Genliği)	44
Şekil 4.3 (Flaş GUP Genliği).....	45
Şekil 4.4 (30' Patern ERG Genliği)	45
Şekil 4.5 (60' Patern ERG Genliği)	46
Şekil 4.6 (Flaş ERG Genliği).....	46
Şekil 4.7 (30' Patern GUP Latansı)	47
Şekil 4.8 (60' Patern GUP Latansı)	47

Şekil 4.9 (Flaş GUP Latansı).....	48
Şekil 4.10 (30' Patern ERG Latansı).....	48
Şekil 4.11 (60' Patern ERG Latansı).....	49
Şekil 4.12 (Flaş ERG Latansı).....	49
Şekil 4.13 (Erkeklerden Sol Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	51
Şekil 4.14 (Erkeklerden Sol Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	52
Şekil 4.15 (Erkeklerden Sağ Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	53
Şekil 4.16 (Erkeklerden Sağ Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	54
Şekil 4.17 (Erkeklerden Sol Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	55
Şekil 4.18 (Erkeklerden Sağ Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	56
Şekil 4.19 (Kadınlardan Sol Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	57
Şekil 4.20 (Kadınlardan Sol Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	58
Şekil 4.21 (Kadınlardan Sağ Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	59
Şekil 4.22 (Kadınlardan Sağ Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	60
Şekil 4.23 (Kadınlardan Sol Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	61
Şekil 4.24 (Kadınlardan Sağ Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	62
Şekil 4.25 (Tüm Deneklerden Sol Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	63
Şekil 4.26 (Tüm Deneklerden Sol Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	64

Şekil 4.27 (Tüm Deneklerden Sağ Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	65
Şekil 4.28 (Tüm Deneklerden Sağ Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	66
Şekil 4.29 (Tüm Deneklerden Sol Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	67
Şekil 4.30 (Tüm Deneklerden Sağ Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları).....	68
Şekil 4.31 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern GUP Genliği).....	75
Şekil 4.32 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern GUP Genliği).....	76
Şekil 4.33 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş GUP Genliği)	76
Şekil 4.34 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern ERG Genliği).....	77
Şekil 4.35 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern ERG Genliği).....	78
Şekil 4.36 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş ERG Genliği)	78
Şekil 4.37 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern GUP Latansı).....	79
Şekil 4.38 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern GUP Latansı).....	80
Şekil 4.39 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş GUP Latansı)	80
Şekil 4.40 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern ERG Latansı).....	81
Şekil 4.41 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern ERG Latansı).....	82
Şekil 4.42 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş ERG Latansı)	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 (İnsan görme korteksindeki görsel alanlar ve işlevleri).....	13
Çizelge 2.2 (Özelleşmiş GUP kayıt yöntemleri)	18
Çizelge 2.3 (Bazı hastalıklarda ortaya çıkan patern GUP bulguları).....	20
Çizelge 2.4 (Özelleşmiş ERG kayıt yöntemleri)	30
Çizelge 4.1 (Çalışmaya katılan 101 denekten elde edilen artefaktsız EEG dilim sayıları)	41
Çizelge 4.2 (GUP ve ERG dalga genlikleri).....	42
Çizelge 4.3 (GUP ve ERG dalga latansları)	43
Çizelge 4.4 (Genlik Değerlerine Ait %95'lik Referans Aralıkları)	69
Çizelge 4.5 (Latans Değerlerine Ait %95'lik Referans Aralıkları)	70
Çizelge 4.6 (Genlik Değerlerine Ait %95'lik Güvenilirlik Aralıkları)	71
Çizelge 4.7 (Latans Değerlerine Ait %95'lik Güvenilirlik Aralıkları)	72
Çizelge 4.8 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Genlik Değerleri)	73
Çizelge 4.9 (Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Latans Değerleri)	74

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A1	: EEG’de sol kulak memesi elektrod bölgesi
A2	: EEG’de sağ kulak memesi elektrod bölgesi
Ag	: Gümüş
AgCl	: Gümüş Klorür bileşiği
BEDAL	: Beyin Dinamiği Araştırma Laboratuvarı
BAEP	: Brainstem Auditory Evoked Potentials (Kısa Latanslı Beyin Sapı İşitsel Uyarılma Potansiyelleri)
CGL	: Korpus genikulatum laterale
Cz	: EEG’de orta hat santral elektrod bölgesi (Verteks)
EEG	: Elektroensefalogram
ERG	: Elektoretinogram
Fz	: EEG’de orta hat frontal elektrod bölgesi
GUP	: Görsel Uyarılma Potansiyeli
ISCEV	: Uluslararası Görsel Klinik Elektrofizyoloji Derneği
K⁺	: Potasyum iyonu
KCl	: Potasyum Klorür bileşiği
LED	: Light Emitting Diode
MS	: Multipl Skleroz
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
μV	: Mikrovolt
Na⁺	: Sodyum iyonu

OİP	: Olaya ilişkin potansiyel
Oz	: EEG’de orta hat oksipital elektrod bölgesi
O1	: EEG’de sol oksipital elektrod bölgesi
O2	: EEG’de sağ oksipital elektrod bölgesi
PERG	: Patern elektroretinografi
SEP	: Somatosensory Evoked Potential (Somatoduysal Uyarılma Potansiyeli)
UP	: Uyarılma Potansiyeli
VEP	: Görsel Uyarılma Potansiyeli (Visual Evoked Potential)

ÖZET

20–49 Yaş Arası Normal Bireylere Ait Görsel Uyarılma Potansiyelleri ve Elektoretinogram Kayıtlarının Norm Değerlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, görsel uyarılma potansiyelleri (GUP) ve elektoretinogram (ERG) kaydı için standart koşulların oluşturulması ve 20–49 yaşları arasındaki sağlıklı bireylere ait norm değerlerinin tespit edilmesi amaçlandı. Çalışmaya 101 gönüllü denek katıldı (46 Erkek, 55 Kadın). Elektrik ve sestem izole bir odada patern ve flaş uyarılarla GUP ve ERG kayıtları alındı. Elde edilen görsel potansiyel dalgalarının latans ve genlik değerleri ölçüldü. Değerlerin cinsiyet ve yaş gruplarına (20–29, 30–39, 40–49) göre büyük ortalamaları alındı. Elde edilen norm değerler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi ve bu değerlere ait %95’lik referans aralıkları hesaplandı. GUP ve ERG dalgalarının cinsiyet ve yaş gruplarına göre değişimi 2 faktörlü faktöriyel varyans analizi ile araştırıldı. 20–49 yaşları arasında yaş farkının görsel potansiyeller üzerine etkisinin oldukça sınırlı olduğu gözlemlendi. Bazı görsel potansiyel dalgalarının cinsiyet farkından etkilendiği ve kadınlarda daha büyük genlikli olduğu saptandı. Buna karşılık latans değerleri cinsiyetler arasında daha fazla stabilite gösteriyordu.

Anahtar Sözcükler: Görsel uyarılma potansiyelleri (GUP), Elektoretinogram (ERG), Elektroansefalogram (EEG), Norm değerler, Yaş, Cinsiyet

ABSTRACT

The determination norm data of visual evoked potentials and electroretinogram records from healthy subjects whose ages between 20 and 49 years

In this study, we aimed to constitute standard conditions for visual evoked potentials, and electroretinogram recordings and to determine norm data from healthy subjects whose ages were between 20 and 49 years. 101 healthy volunteers (46 men and 55 women) participated in this study. GUP and ERG were recorded with pattern and flash stimuli in an electrically shielded and sound-attenuating chamber. Latency and amplitude values of obtained visual potential waves were measured. The values were grand averaged according to sex and age groups (20–29, 30–39, 40–49). Obtained norm data were expressed as mean \pm standard deviation, and %95 reference intervals of this data were calculated. For assessing the effects of sex and age groups to GUP and ERG waves, the data were submitted two factors factorial variance analysis. It was observed that the effects of age difference as highly restricted on visual potentials between 20 and 49 years. It was determined that some visual potential waves were affected by sex difference, and were larger amplitude in women. However latency values showed more stabilization among sex differences.

Key Words: Visual evoked potential (VEP), Electroretinogram (ERG), Electroencephalogram (EEG), Norm data, Age, Sex

1. GİRİŞ

Canlı organizmalarda iç ve dış çevre ile ilgili tüm bilgiler, çok çeşitli duysal reseptörler aracılığıyla sinir sistemine ulaştırılırlar. Bu reseptörler, çevrede çeşitli şekillerde bulunan enerjiyi, nöronlarda aksiyon potansiyeli şekline dönüştüren çevreç görevi yaparlar (1). Merkezi sinir sistemi (MSS), çeşitli duyu organlarından gelen milyonlarca bilgiyi alır ve vücudun cevaplarını oluşturmak üzere onları entegre eder. Beyne ulaşan bu elektriksel uyarıların yanı sıra, beynin kendisinin de sürekli bir spontan elektriksel aktivitesi vardır (2). Bu nedenle, beynin elektriksel aktivitesini yansıtan elektroensefalogram (EEG) ve uyarılma potansiyelleri (UP), beyin işlevleri hakkında bilgi edinilmesini sağlayan önemli yöntemlerdir (3).

Görsel sistemi değerlendirmede kullanılan elektrofizyolojik testler, görme yollarının bir bütün olarak incelenmesine ve milisaniyelik zaman boyutunda mikrovolt düzeyindeki potansiyel değişikliklerin ortaya konulmasına olanak sağlamaktadır. Kornea yüzeyine veya oksipital bölgedeki saçlı deriye yerleştirilen elektrodlar aracılığı ile non-invaziv olarak kaydedilen bu potansiyellerin klinik uygulamalarda kullanım alanları ve önemleri son yıllarda hızlı bir artış göstermektedir (4).

Bu testlerin en sık kullanılanları olan görsel uyarılma potansiyeli (GUP), (Visual evoked potential: VEP) ve elektroretinogram (ERG) kaydındaki potansiyel dalga bileşenleri, arka planda süregiden EEG aktivitesinden ayrıştırılarak elde edilirler (5). GUP optik sinir ve görme korteksine kadar uzanan tüm görme yollarının işlevlerini yansıtırken, ERG retinal işlevleri gösteren kitlesel bir yanıttır. Klinik ve pratik uygulamalarda GUP ve ERG'nin birlikte kullanılması ise retina pigment epitelinden oksipital kortekse kadar uzanan tüm görsel sistemin objektif olarak değerlendirilmesine olanak sağlar (6, 7).

GUP ve ERG; göz ve/veya görsel sistemle ilişkili pek çok klinik ve cerrahi hastalığın (renk körlüğü, gece körlüğü, retinal kan dolaşım bozuklukları ve retinitis pigmentosa gibi retinal dejenerasyonla seyreden hastalıklar, retinopati ve makülopatiyle seyreden hastalıklar, optik sinir ve kiazmayı tutan hastalıklar, retrokiazmatik hastalıklar vs.) tanısı, tedavisi veya takibi amacıyla kullanılır. Sıklıkla her iki kayıt eş zamanlı olarak alınır. Özellikle klinik semptomlar kuşkulu iken veya hasta koopere olamaz iken, sinir sistemi anormalliklerini gösteren objektif bir bulgu olurlar. Ayrıca "sessiz" ya da

"subklinik" lezyonları gösterebilmeleri nedeniyle, klinik fonksiyonların normal olduğu durumlarda da traktuslardaki elektriksel bir anormalliği gösterebilirler. Bir lezyonun anatomik düzeyinin tanımlanmasında, bazen de bir lezyonun patolojik tanısı hakkında yorum yapılmasında (Multiple Skleroz gibi) yararlı olabilirler (8, 9).

Günümüzde elektrofizyolojik testlerin kullanım alanlarının gün geçtikçe artmasına karşılık, bu testlerin kaydı için geliştirilen standart bir cihaz henüz bulunmamaktadır. Testlerdeki standardizasyon ancak kayıt koşullarının standardize edilmesiyle mümkün olmaktadır. Uluslararası Görsel Klinik Elektrofizyoloji Derneği (International Society for Clinical Electrophysiology of Vision: ISCEV) 1989 yılında görsel elektrofizyolojik testler için temel protokoller oluşturarak bu testleri standardize etmiştir (10). Böylelikle farklı laboratuvar koşullarında kaydedilen görsel elektrofizyolojik kayıtların birbirleriyle karşılaştırılması mümkün olmuştur. ISCEV, 1999 ve 2004 yıllarında temel protokolleri yeniden gözden geçirerek revize etmiştir (5, 11, 12). ISCEV tarafından getirilen standardizasyon başlıca; kayıt koşullarının standart haline getirilmesi ve her laboratuvarın kendi cihazına ait normal değerleri belirlemesi esasına dayanmaktadır (5, 12).

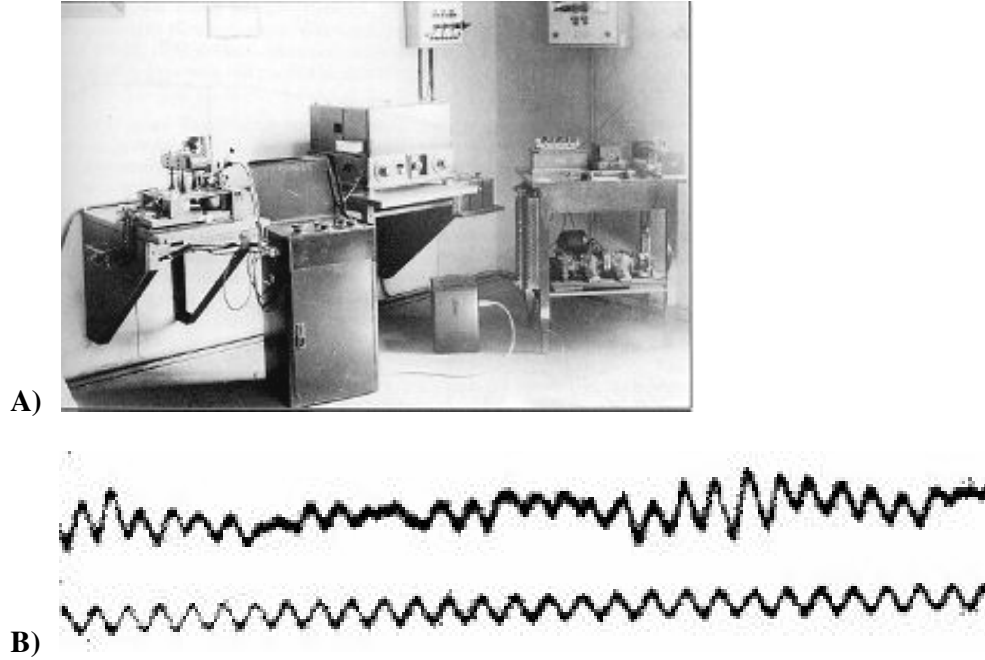
Bu çalışmada, Anabilim Dalımız Beyin Dinamiği Araştırma Laboratuvarına (BEDAL) yeni kurulan TAM EEG/ERP Kayıt ve Analiz Sistemi (13) ile alınan GUP ve ERG ölçümleri için standart kayıt koşullarının oluşturulması ve 20–49 yaşları arasındaki sağlıklı bireylere ait norm değerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, ileriki dönemlerde söz konusu kayıt sistemi ile yapılacak olan araştırma ve/veya klinik hasta kayıtlarının analizi ve değerlendirilmesi için esas olacak norm değerlerin elde edilmesini sağlayacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Elektroensefalogramın Tarihçesi

Serebral korteksin nörofizyolojisi ile ilgili çalışmalar 1800 yılından itibaren başlayarak Carlo Matteucci ve Emil Du Bois-Reymond'un sinir sisteminin elektrofizyolojisine yönelik çalışmaları ile devam etmiştir. Aynı yüzyılda Richard Caton anestezi uygulamadan yaptığı çalışma ile hayvan beynindeki elektriksel aktiviteyi ilk kez tanımlamıştır. Caton, uyarılma potansiyel çalışmalarının da öncüsü olarak kabul edilir (14).

İnsanda beyin elektriksel aktivitesinin sistematik kaydı ise, ilk olarak Alman psikiyatrist Hans Berger tarafından 1929 yılında gerçekleştirilmiş ve Elektroensefalografi olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.1), (14).



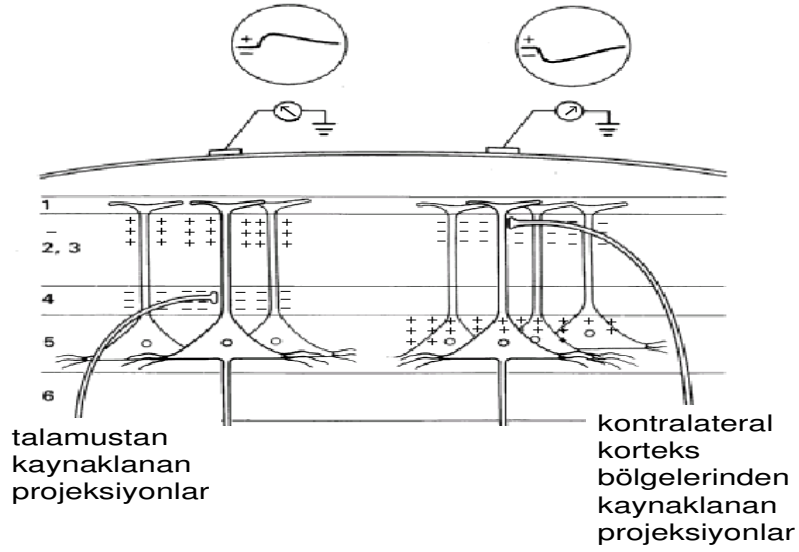
Şekil 2.1. İnsandan alınan ilk EEG kaydı. A) Alman psikiyatrist Hans Berger'in kayıt laboratuvarı. B) 1929 yılında Hans Berger tarafından kaydedilen ilk elektroensefalogram kaydı (üstteki trase), alt trasede zaman belirleyici olarak kullanılan 10 Hz frekanstaki sinus dalgaları görülüyor.

2.2. Elektroensefalogramın Elektrojenezi

Beyin, nöronların ve glia hücrelerinin birbirleriyle etkileşim halinde olduğu karmaşık ağ yapısına sahiptir. İnsan merkezi sinir sisteminde yaklaşık 10^{11} nöron ve bu sayının 10–50 katı kadar glia hücresi bulunur. Merkezi sinir sistemi, çeşitli duyu organlarından gelen milyonlarca bilgiyi alır, gerekli cevabın oluşmasını sağlar (15, 16). Bu nöronal aktivite en basit evrim düzeyinden en karmaşık olduğu insan serebral korteks düzeyine kadar her seviyede elektrokimyasal temele dayanır. Kimyasal aktiviteyi basit metotlarla izlemek mümkün değilken elektriksel değişimler elektroensefalogram ile kafa derisi üzerinden kaydedilebilir. EEG, serebral korteksteki senkronize postsinaptik potansiyellerden kaynaklanan ve kafa derisi üzerinden kaydedilebilen elektriksel potansiyel değişimleridir (17).

EEG saçlı deriye yerleştirilen elektrodlar aracılığı ile kaydedilir. Hacimsel ileti nedeniyle EEG kaydına hem kayıt alınan bölgenin altındaki hem de uzak yerleşimli nöronlarda oluşan sinyaller yansımaktadır. Sinaptik potansiyellerin aksiyon potansiyellerinden daha yavaş olmaları ve toplanabilme özelliklerinden dolayı, EEG kayıtlarına daha çok postsinaptik potansiyeller yansır (18, 19, 20).

EEG, serebral kortekste bulunan geniş nöron gruplarının elektriksel aktivitelerindeki dalgalanmaları göstermektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda EEG dalgalarının oluşum mekanizmasının kesin olarak ortaya konulamamasına rağmen, talamusun kortikal ritmleri oluşturan “pacemaker” görevi yaptığı, talamokortikal yollarla kortekse aktarılan ritmik aktivitenin eş zamanlı deşarjlara neden olduğu bulunmuştur (Şekil 2.2), (19, 21). Talamik pacemakerler orta beyinde bulunan substansia retikularis’ten kaynaklanan inhibitör uyarılarla kontrol edilir. Substansia retikularisin aktivasyonu talamik pacemaker’ların disinhibisyonuna neden olarak EEG’de desenkronizasyona yol açar (18).



Şekil 2.2. EEG'ye büyük ölçüde yansıyan nöronal yapılar. EEG dalgalarının, talamokortikal yollarla kortekse aktarılan ritmik aktivitenin eş zamanlı deşarjları sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Serebral korteks yüzeyine dik konumda yerleşmiş olan piramidal nöronlar, EEG'yi oluşturan sinaptik potansiyellerin oluşumunda en büyük rol sahibi olan hücrelerdir.

Ortalama kalınlığı 2 mm olan serebral korteksin alanı 2200 cm^2 'den fazladır. Serebral korteks 6 adet nöron tabakası içermektedir. Her bir tabakadaki nöronların fonksiyonları diğerlerinden farklıdır (15, 22). Serebral korteksteki nöronların büyük bölümünü piramidal nöronlar oluşturur. Piramidal nöronların apikal dendritleri daima beyin yüzeyine dik konumda bulduklarından ve piramidal hücreler birbirlerine düzenli bir şekilde paralel yerleştiklerinden sinaptik akımlar çok daha güçlü olarak kafa derisine yansımaktadır (23). Piramidal nöronların apikal dendritleri sıklıkla birkaç kortikal tabaka geçebilmekte ve beyin yüzeyine dik konumda bulunmaktadır. Bu organizasyon korteksin değişik tabakalarından gelen bilginin dallanmalar boyunca değişik seviyelerde entegrasyonunu sağlamaktadır. Piramidal hücrelerinin ayrıca lokal olarak uzanan akson kollateralleri bulunmakta ve bu kollaterallerden bazıları tabakalara paralel olarak birkaç mm yol almaktadır. Bu akson kollateralleri ile oluşan bağlantılar, kortikal nöron kümelerinin kolektif elektriksel aktivitesinde ve epileptik aktivitenin oluşumu ve yayılmasında önemli bir rol oynamaktadır (18, 20, 22).

Piramidal olmayan hücrelerle glia hücreleri ise düzensiz dizilimli olduklarından EEG oluşumuna katkıları önemsizdir. Kortekste piramidal olmayan nöronlar sınıfına

giren birçok ara nöron vardır. Bu nöronların aksonları korteksi terk etmeyip yakın nöronlarda sonlanır ve böylece bilginin lokal olarak işlenmesine katılırlar (23).

2.3. Uyarılma Potansiyelleri

Uyarılma potansiyelleri, dışarıdan verilen duysal bir uyarana yanıt olarak beynin süregiden elektriksel aktivitesinde oluşan özgün değişimlerdir (22, 24). Chang (19) 1959'da uyarılma potansiyellerini; periferel duyu organlarının, bir duyu sinirinin, duysal yolun herhangi bir noktasının veya duysal sistemle ilişkili bir yapının uyarılması ile beynin yanıtında ortaya çıkan elektriksel değişiklik olarak tanımlamıştır. En çok kabul gören modele göre UP'ler uyarı anı ile kilitli olarak aktif hale gelen nöral yapıların oluşturduğu sinyallerdir. Bu sinyal süregiden EEG aktivitesine eklenir. Diğer bir görüşe göre UP süregiden aktivitenin belirli bir bölümünün reorganizasyonundan kaynaklanır (25, 26).

Uyarılma potansiyellerinin genlikleri çok küçük olup, mikrovoltlar ile ölçülmektedir. Bu küçük genlikli yanıtlar, yaklaşık 10 kat daha büyük genlikli olan süregiden EEG dalgaları arasında kaybolurlar. UP'lerin analizi için, bu aktivitenin uyarı ile ilgili olmayan daha büyük genlikli EEG aktivitesi içinden çıkarılması gerekir. Dawson (27) 1950'li yıllarda uyarı ile zamansal olarak kilitli, belirli sayıda yanıtı fotografik olarak süperpoze ederek bu problemi çözmeye çalışmıştır. Sayısal bilgisayarların gelişmesi ile tekrarlayan uyarılara karşılık elde edilen EEG dilimlerinin sayısal olarak örneklenmesi ve bu verilerin uyarı anı ile kilitli olarak ortalamalarının alınması mümkün olmuştur (28). Böylece beyinde uyarılan elektriksel yanıt, uyarı sonrası sabit bir gecikme süresi ile oluştuğu için üst üste binerek ortalama yanıtta belirginleşirken, arka plandaki olaydan bağımsız süregiden EEG aktivitesine ait dalga bileşenleri rastlantısal bir nitelik taşıdığından birbirleriyle iç içe girilerek ortalama yanıtta silinirler (21, 24, 25).

UP'ler başlıca 2 şekilde kaydedilebilir:

1) Geçici (Transient) Uyarılma Potansiyelleri: Gözlem süresi içinde ortaya çıkan ve tamamen kaybolan yanıttır. Uyarıların yeterince uzun aralarla yinelenmesi ve elde edilen yanıtların ortalamasının alınması ile elde edilen geçici uyarılma potansiyeli kaydında; bir uyarının oluşturduğu değişimlerin, bir sonraki uyarı gelmeden önce

tamamen söndüğü ve böylece kendisinden önceki uyarının neden olduğu değişimden etkilenmediği varsayılmaktadır. Geçici uyarılma potansiyelleri daha çok klinik UP'leri olarak kullanılırlar.

2) Durağan Hal (Steady-State) Uyarılma Potansiyelleri: Uyarılar arası sürenin her bir UP'nin sönmesine olanak tanımayacak kadar kısa olduğu uyarılarla alınan ve frekans bileşenlerinin genlik ve faz olarak uzun bir zaman diliminde sabit kaldığı yanıtıdır (22).

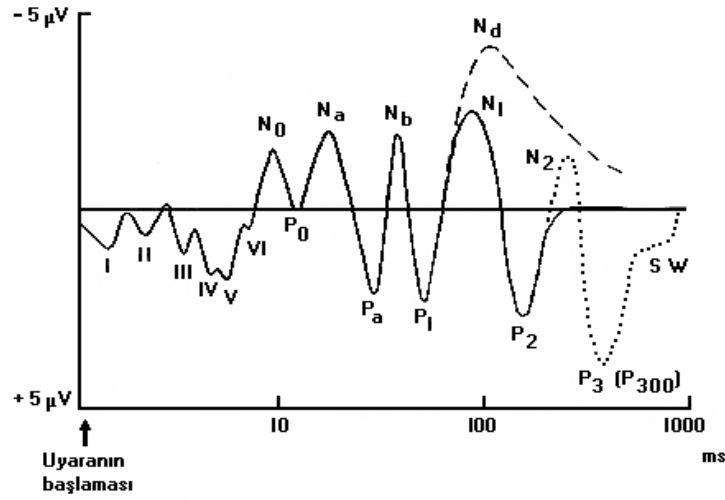
Klinik uygulamada, UP'ler üç major duysal sistemde iletimin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu sistemlerdeki lezyonlar sıklıkla UP'leri geciktirir, azaltır veya ortadan kaldırır (8). Teorik olarak herhangi bir duyu modalitesinin oluşturduğu UP'ler kayıtlanabilir. Ancak klinik pratikte en çok kullanılanları GUP, Somatoduyusal Uyarılma Potansiyelleri (somatosensory evoked potentials-SEP) ve Kısa Latanslı Beyin Sapı İşitsel Uyarılma Potansiyelleridir (Brainstem Auditory Evoked Potentials-BAEP).

UP'ler, klinik ya da diğer laboratuvar tekniklerle teşhis edilemeyen lezyonları göstermede çok duyarlıdır. Özellikle Multiple Skleroz'un (MS) teşhisinde çok kullanışlıdır. Bazı metabolik ensefalopatiler ve dejeneratif hastalıkların teşhisinde de kullanışlı olabilir. Operasyonlar esnasında operasyon alanındaki yapıların iletimini test etmek için de kullanılmaktadır. Örneğin akustik nörinomanın çıkarılması esnasında akustik sinirin ve beyin sapının durumunu ya da omurilik operasyonu esnasında omurilik duysal yollarının durumunu görmek için UP kullanılabilir. Bebekler ve diğer iletişim kuramayan hastalarda da görsel ve işitsel uyarılarla UP'ler kullanılmaktadır (29, 30).

UP'ler, subkortikal ve kortikal işleme mekanizmalarıyla ilişkili olarak birçok bileşen içermektedir. Saçlı deri üzerine yerleştirilen elektrodlarla yapılan kayıtlar daha çok kortikal etkinliği yansıtmasına rağmen, UP'lerin erken bileşenleri genel olarak subkortikal işleme mekanizmaları ile ilişkilidir (31).

Uyarılma potansiyelleri ekzojen ve endojen bileşenlerden oluşmuştur (Şekil 2.3). Ekzojen bileşenler beynin uyarana zorunlu yanıtları olup, uyarının fiziksel özelliklerinden daha fazla etkilenir. Uyarının anlamına ise göreceli olarak duyarsızdırlar (32). BAEP, SEP ve GUP ekzojen potansiyellere örnek olarak verilebilir (22, 33). Endojen bileşenler ise daha çok bilişsel fonksiyonlar (tahmin etme, ayırt etme, karar verme, bellekte tutma, dikkat etme vs.) ile ilişkilidir ve kişinin selektif olarak uyarana

dikkat etmesini gerektirirler (34, 35, 36). Uyarının fiziksel özelliklerinden ise daha az etkilenirler. Bazı endojen bileşenler eksternal bir uyarının olmadığı durumlarda da oluşabilirler (37, 38).



Şekil 2.3. İşitsel uyarılma potansiyeli. Sürekli çizgiler ekzojen, kesikli çizgiler endojen bileşenleri göstermektedir. Şekilde zaman eksenini logaritmik olarak verilmiş olup, negatiflik yukarıya doğru gösterilmiştir.

EEG temelli duysal ve bilişsel ölçüm yöntemleri olan UP ve Olaya İlişkin Potansiyel'ler (OİP), oluşan korteks aktivitesini milisaniyeler düzeyinde yansıtarak kortikal aktivitenin hangi sırayla oluştuğunu gösterirler. Zamansal rezolüsyon açısından serebral korteksin işlevlerini araştırmada kullanılan konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine göre daha üstündürler (39).

2.4. Görsel Uyarılma Potansiyelleri

2.4.1. GUP'nin Tanımı ve Tarihçesi

İlk GUP kaydı, hayvanların striat korteksinden direkt olarak alınmıştır. Bu kayıtlarda genlikler çok düşük olduğu için kafa derisi üzerinden kayıt alınamamıştır (29). GUP görsel sistemin işlevleri hakkında önemli bilgiler veren kullanışlı bir tanı aracıdır. Non-invaziv olarak kaydedilebilmesi ve milisaniyeler düzeyinde mükemmel bir zamansal çözünürlüğe sahip olması ile görme yollarındaki dinamik değişiklikleri yansıtır (40).

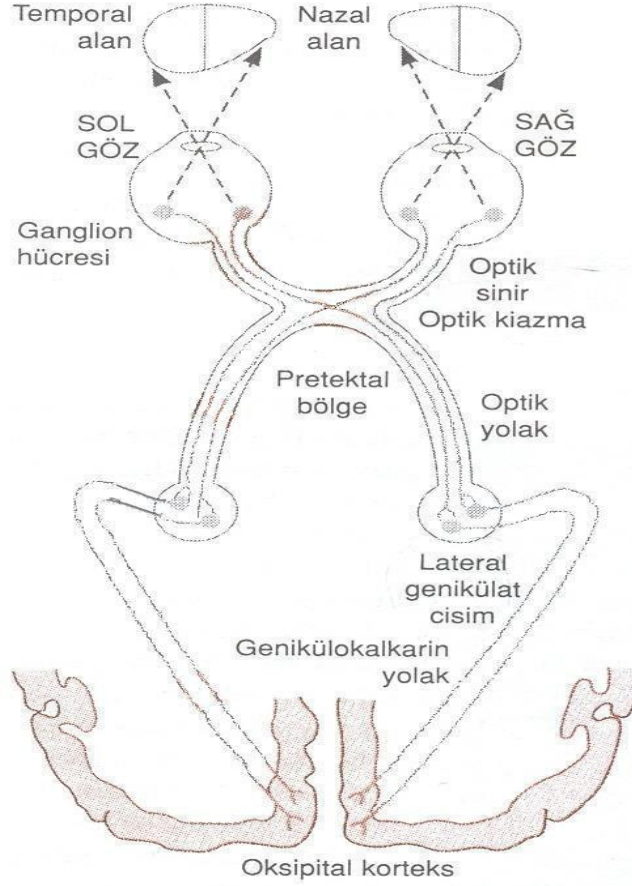
GUP saçlı deriden yüzeysel elektrodlarla kaydedilen EEG'den ortalama alma tekniğiyle elde edilen uyarılmış bir potansiyel dalgasıdır (5). Zamanla kilitli olarak verilen görsel uyarılara karşı yanıt olarak oluşur. Ortalama genlikleri 3–25 μV olan GUP dalgalarının 100 μV 'a kadar genliğe ulaşabilen EEG dalgalarından ayrıştırılması gerekir. 1950'li yıllarda kayıtlar süperpoze edilerek bu dalgalar gösterilmeye çalışılmıştır (27). Daha sonraki yıllarda sayısal bilgisayarların gelişimiyle bilgisayar ortamında ortalamaların alınması, UP'leri daha sık ve kullanışlı hale getirmiştir (28).

Monoküler GUP kaydı, prekiazmatik görsel yolların, yarım görsel alanın uyarımı ile birlikte oksipital bölgeden birden fazla elektrodla kayıt alınması ise kiazmal ve postkiazmal yolların değerlendirilmesine olanak sağlar (5, 7).

2.4.2. Görme Yolları

Görsel bilgi, çok sayıda yolak boyunca paralel şekilde işlenmektedir. Ganglion hücre aksonları, talamusun bir bölümü olan lateral genikulat çekirdekte (korpus genikulatum laterale: CGL) sonlanmak üzere optik sinir ve optik traktus'da kaudal yönde ilerler. Retinanın nazal yarımından gelen lifler, optik kiazma'da çaprazlaşarak karşı tarafa geçer. Böylece her iki gözün sağ yarımından gelen lifler sağ optik traktusu, sol yarımından gelen lifler ise sol optik traktusu oluşturur. Lateral genikulat çekirdekte, bir retinanın nazal yarımı ile diğer retinanın temporal yarımından gelen lifler, aksonları genikulokalkarin yolağı oluşturan hücrelerle kavşak

yapar. Bu yolak serebral korteksin oksipital lobuna gider (Şekil 2.4). Birincil görme alanı (primer görme korteksi, Brodmann'ın 17. alanı) temel olarak fissura kalkarina'nın kenarlarına yerleşmiştir (41, 42).



Şekil 2.4. Görme yolları. Ganglion hücrelerinin aksonlarının oluşturduğu optik sinirden başlayarak oksipital kortekse kadar uzanır.

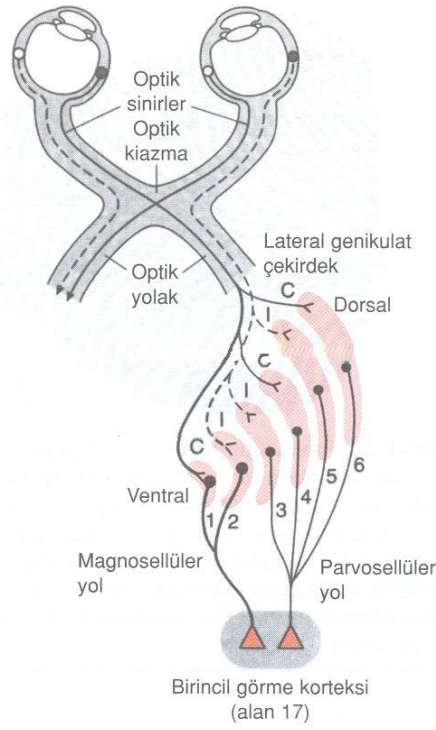
Bazı ganglion hücre aksonları, optik yolaktan, pupilla refleksleri ve göz hareketlerine aracılık eden bağlantıları oluşturdukları kollikulus superior ve orta beyinin pretektal bölgesine geçer. Diğer aksonlar, optik kiazmadan, endokrin değişiklikler ve aydınlık-karanlık döngüsüyle ilgili diğer sirkadyen döngüleri

eşzamanlayan bağlantıları oluşturdukları, hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeğine doğrudan geçer (15).

Ganglion hücre aksonları, lateral genikulat çekirdeğe retinanın ayrıntılı bir uzaysal görünümünü yansıtır. Her genikulat cisim, iyi tanımlanan altı tabaka içerir. 3–6. tabakalar küçük hücrelidir ve parvosellüler olarak adlandırılırken, tabaka 1 ve 2 büyük hücrelidir ve magnosellüler adını almıştır. Her iki tarafta, tabaka 1, 4 ve 6 karşı taraftaki gözden girdi alırken, tabaka 2, 3 ve 5 aynı taraftaki gözden girdi alır. Her tabakada retina tıpatıp temsil edilir ve bu altı tabaka öylesine hizalanmıştır ki, tabakalara dik bir çizgi üzerinde yer alan hücelere ait alıcı alanlar, her tabakada hemen hemen birbirinin aynıdır. Lateral genikulat çekirdeğe ulaşan girdilerin sadece %10-20'sinin retinadan geliyor olması dikkate değer bir durumdur. Görme korteksinden ve diğer beyin bölgelerinden de önemli miktarda girdiler gelmektedir. Görme korteksinden kaynaklanan geri besleme yolağının, oryantasyon ve hareketin algılanmasıyla ilgili görsel işlevle ilişkili olduğu gösterilmiştir (2, 15, 43).

Retinada iki çeşit ganglion hücresi ayırt edilebilir; farklı türde konilerden gelen yanıtları toplayan, hareket ve üçboyutlu görme ile ilişkili olan, büyük ganglion hücreleri (magno veya M hücreleri); bir tip koniden gelen girdiyi, diğerinden gelen girdiden çıkaran ve renk, yapı ve şekille ilgili olan küçük ganglion hücreleri (parvo veya P hücreleri). M ganglion hücreleri lateral genikulatın magnosellüler kısmına yansırken, P ganglion hücreleri parvosellüler kısma yansır (15).

Lateral genikulat çekirdekten bir magnosellüler yol ile bir parvosellüler yol, görme korteksine yansır (Şekil 2.5). Magnosellüler yol, tabaka 1 ve 2'den hareket, derinlik ve titremenin fark edilmesine ait işaretler taşır. Parvosellüler yol, tabaka 3-6'dan, renk görme, yapı, şekil ve ince ayrıntı işaretlerini taşır. Lateral genikulat çekirdeğin tabakalar arası bölgesindeki hücreler de, olasılıkla parvosellüler tabakaya penetre olan interlaminar hücre dendritleri yoluyla, P ganglion hücrelerinden girdi alır. Bunlar, Parvosellüler yolun ayrı bir parçasıyla görme korteksindeki bloblara yansır (15, 44).



Şekil 2.5. Parvosellüler ve magnosellüler yol. Korpus genikulatum laterale'ye ulaşan görsel bilgi oksipital korteksteki birincil görme korteksine iki ayrı yolla ulaşır.

Ganglion hücre aksonlarının Lateral genikulat çekirdeğe, retinanın ayrıntılı bir uzaysal görünümünü yansıtmaması gibi, genikulat cismin görünümü de görme korteksine bire bir yansıtılır. Görme korteksinde, her lifle asosiyasyon yapan çok sayıda sinir hücresi vardır. Neokorteksin geri kalan bölümlerinde olduğu gibi, görme korteksinde de altı tabaka bulunur. Lateral genikulat çekirdekten magnosellüler yolu oluşturan aksonlar, tabaka 4'te, özellikle de en derin kısmı olan tabaka 4C'de sonlanır. Parvosellüler yolu oluşturan aksonların pek çoğu da, bu tabakada sonlanır. İnterlaminar bölgeden gelen aksonlar ise, tabaka 2 ve 3'te sonlanmaktadır. Korteksin 2. ve 3.tabakaları, komşu hücrelerden farklı olarak, bir mitokondri enzimi olan sitokrom oksidazı yüksek derişimde içeren, 0,2 mm çapında hücre kümelerine sahiptir. Bu kümelere bloklar adı verilir. Bu bloklar, görme korteksinde mozaik şeklinde düzenlenmiş olup renk görme ile ilgilidir. Lateral genikulat nöronları ile görme korteksinin 4. tabakasındaki nöronlar, tıpkı ganglion hücreleri gibi,

kendilerine ait alıcı alanlardaki uyarılara, açık merkez-inhibitor çevre veya kapalı merkez-uyarıcı çevre tipinde yanıt verirler (15).

Fissura kalkarina'nın çevresine yerleşmiş olan birincil görme korteksi (V1), beynin diğer bölümlerine ve oksipital lobun diğer pek çok bölümüne yansımaktadır. V1'den gelen görsel yolaklar, temel olarak hareketle ilişkili olan dorsal veya paryetal yolak ve şekillerin, yüzlerin tanınması ve biçimle ilişkili olan ventral veya temporal yolak şeklinde kabaca ikiye ayrılabilir. Brodman'ın 18. alanı primer görme korteksinden gelen hemen hemen tüm sinyallerin bir sonraki bölüme iletiildiği alandır. Bu sebepten Brodman'ın 18. alanı sekonder görme alanı ya da kısaca V2 olarak adlandırılır. Bunlardan başka (V3, V4, V5 vb...) olarak adlandırılan yarım düzineden fazla daha uzak sekonder görsel alanlar vardır. V8 bölgesi, insanda, renk görmeyle ilişkili tek yer gibi görünmektedir. Görme korteksinde bulunan alanlar ve bunların başlıca işlevleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (2, 45).

Çizelge 2.1. İnsan görme korteksindeki görsel alanlar ve işlevleri.

V1	Primer görme korteksi; lateral genikulat çekirdekten girdi alır, lokalizasyon, şekil vb. için işlemlemeye başlar
V2, V3, VP	İşlemlemeyi sürdürür, daha geniş görme alanları
V3A	Hareket
V4v	Bilinmiyor
MT/V5	Hareket; hareket üzerine denetim sağlar
LO	İri cisimlerin tanınması
V7	Bilinmiyor
V8	Renk görme

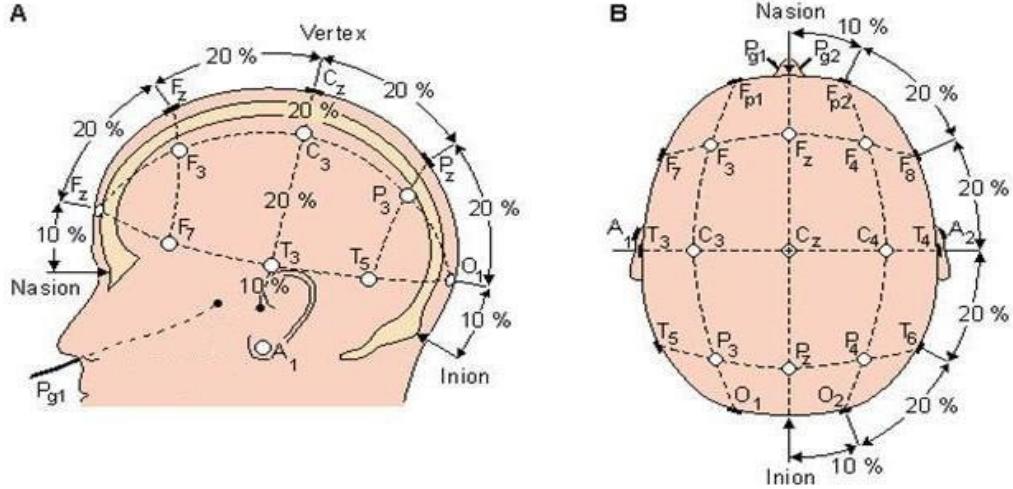
2.4.3. GUP Kayıt Prosedürleri

GUP başlıca iki farklı uyararla elde edilmektedir:

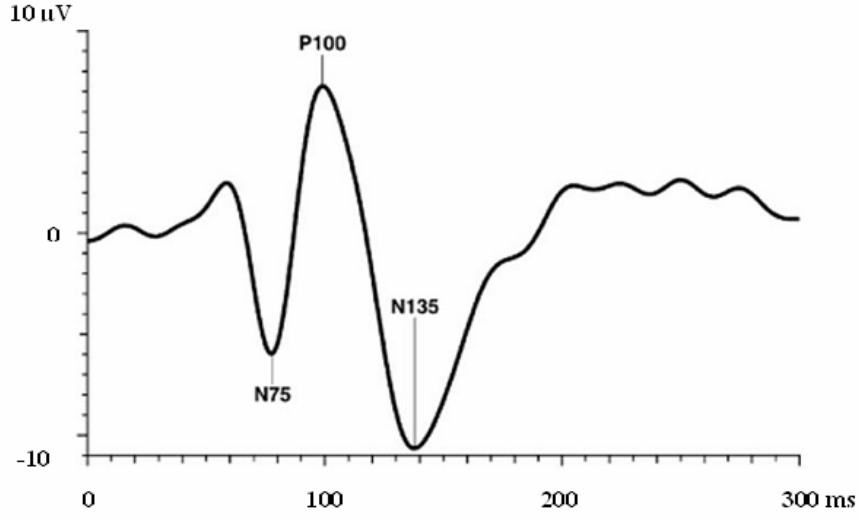
1. Patern GUP: Dama tahtası şeklinde siyah ve beyaz karelerden oluşan ve siyah ile beyaz karelerin saniyede 1–3 kez sıklıkla yer değiştirdiği görsel uyarılara karşı elde edilir. Patern uyarı sıklıkla bir bilgisayar monitörü aracılığıyla deneklere uygulanmaktadır.

2. Flaş GUP: Xenon, Light Emitting Diode (LED) gibi fotostimülatörler ile uygulanan flaş uyarana karşı yanıt olarak oluşur. Fotostimülatörle verilen flaşın ışık şiddeti, sıklığı ve dalga boyu değışiklik gösterir (7).

GUP, sıklıkla uluslararası 10/20 elektrod yerleştirme sistemine (Şekil 2.6) göre oksipital orta hatta konan (Oz) tek aktif elektrod ile kaydedilir. Kiazmatik ve retrokiazmatik yolların da değerdendirilmesi gerektiğinde oksipital bölgeye iki lateral elektrodun (O1, O2) daha yerleştirilmesi gerekir. Kayıtlarda referans elektrodun frontal orta hatta (Fz) veya kulak memelerine (A1 veya A2), toprak elektrodun verteks (Cz), mastoid veya kulak memelerine (A1 veya A2) yerleştirilmesi önerilmektedir (5).



Şekil 2.6. Uluslararası 10/20 elektrod yerleştirme sistemi. Antero-posterior düzlemde (A) inion-nasion ve lateral düzlemde (B) pre-auriküler noktalar arasındaki %10 ve %20'lik aralıklarla bölmelendirildiği bu sistem kafatası büyüklüğünden bağımsız olarak elektrodların saçlı deriye standart olarak yerleştirilmesine olanak sağlamaktadır.



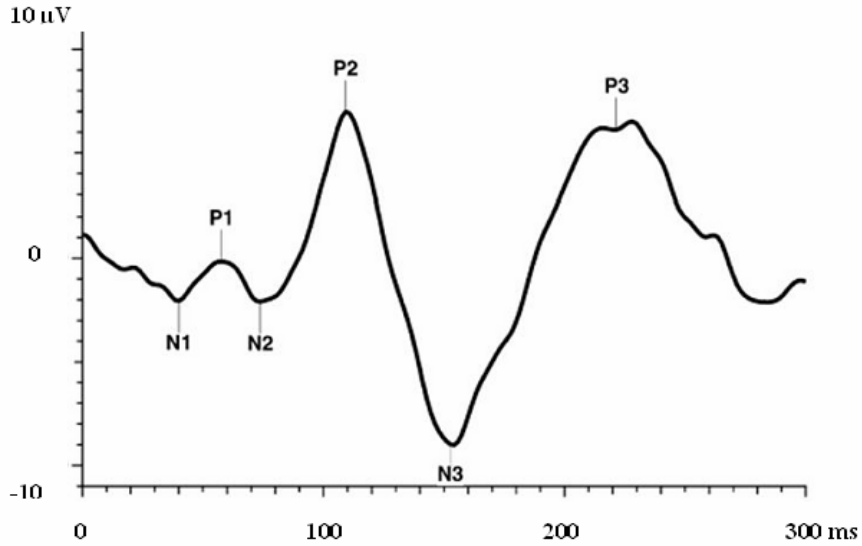
Şekil 2.7. Normal Patern GUP Kaydı. Kayıtta N75, P100 ve N135 olarak isimlendirilen başlıca üç dalga gözlenir.

Patern GUP kayıtlarında N75, P100 ve N135 olarak isimlendirilen başlıca üç bileşen gözlenir. P ve N harfleri, referans elektroda göre oksipitaldeki aktif elektroddan kaydedilen voltajın negatif veya pozitifliğini göstermektedir (Şekil 2.7). P100 genliği N75 ile P100 arasında tepeden tepeye ölçülür. P100 dalga latansı bireyler arasında göreceli olarak daha az değişkenlik gösterir. İki göz arasındaki farklılığı ve zaman içinde aynı kişiden alınan tekrarlayan ölçümlerdeki değişkenliği daha azdır. Bu nedenle P100 latansı GUP'un değerlendirilmesinde en sık kullanılan parametrelerdendir. Patern uyarıların boyutu, kontrastı, ortalama ışık şiddeti, kişideki kırma kusuru, yetersiz fiksasyon ve miyozis gibi patolojik olmayan faktörler P100 dalga latansını etkilerler (5, 29).

Patern GUP'da kullanılan dama tahtası şeklindeki patern uyarılardaki karelerin büyüklüğü alınan kaydın amacına göre değişkenlik gösterir. Patern GUP kaydında sıklıkla iki farklı ebatta karelerin kullanıldığı görsel uyarılar uygulanır. Küçük kareler daha çok fovea bölgesini, büyük kareler ise retinanın periferal alanlarını uyarırlar. Uyarının göze giriş açısı karelerin büyüklüğü ve deneğin uyarana olan uzaklığı ile değişir. Örneğin; kenarı 4 mm olan kare 100 cm uzaklıkta 14', 75cm'de 18', 50 cm'de 30', 25cm'de 1° ve 12 cm'de 2°'lik açıyla göze ulaşır. Yapılan çalışmalarda, 17', 30',

35', 57', 60', 70', 144'..... gibi farklı açılarla göze ulaşan patern uyarılar kullanılır (7).

Flaş GUP ise N1, P1, N2, P2, N3 ve P3 diye isimlendirilen pozitif ve negatif bileşenlerden oluşur (Şekil 2.8). Bu isimlendirme flaş GUP'un patern GUP'dan otomatik olarak ayırt edilmesini sağlar. Kısa latanslı ve daha küçük genlikli olan N1, P1 dalgaları kayıtlarda daha zor seçildiği için klinik uygulamalarda gözlenmesi daha kolay ve stabil olan N2 ve P2 dalgaları daha sıklıkla değerlendirilirler. N2 bileşeninin latansı yaklaşık 90 ms iken P2'nin latansı 120 ms dir (5, 7, 29).



Şekil 2.8. Normal Flaş GUP Kaydı. Örnek kayıttaki N1, P1, N2, P2, N3 ve P3 isimli dalga bileşenleri gözlenmektedir.

Patern uyarılarla alınan GUP kayıtlarında, dalgaların latans ve genlik değerleri daha stabil olarak elde edilir. Flaş GUP'ta ise normal bireylerden alınan kayıtlarda genlik ve latans değerleri daha büyük bir varyasyon göstermektedir. Ancak hem flaş hem de patern GUP kaydında aynı seansta alınan kayıtlarda, bireyin iki gözü arasındaki değişkenlik düşüktür. Bu nedenle klinik uygulamalarda sıklıkla patern GUP kaydı tercih edilmektedir. Küçük bebek ve çocuklar ile koopere olamayan bireylerden ise flaş GUP kaydı alınması daha uygun olmaktadır (5, 40).

GUP kayıtlarında elde edilen latans değerleri genliklere oranla daha stabil ve güvenilir olarak elde edilirler. Normal bireylerden alınan kayıtlar arasında latans değerleri %2–5 oranında değişkenlik gösterirken, genlik değerleri %25 kadar farklılık gösterebilmektedir (46, 47).

GUP kayıtlarındaki dalgaların latans ve genlikleri yaşa bağımlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, 18–60 yaşları arasındaki yetişkin kişilerde değerler stabil olarak gözlenir. Yetişkinlerden elde edilen GUP değerleri çocuklara ve yaşlı kişilere ekstrapole edilemez. Cinsiyetin GUP'un latans ve genliği üzerine etkisi ise oldukça küçüktür (7).

ISCEV standartlarına göre tüm GUP kayıt traselerinde pozitifliğin yukarıda gösterilmesi önerilmektedir. GUP kayıt analizlerinde EEG dilimlerinin uzunluğunun en az 250 ms olması gerekmektedir. Otomatik artefakt eliminasyonunda ± 50 –100 μV genlik değerlerinin seçilmesi çoğu kez yeterli olmaktadır. Yapılan klinik denemelerde GUP kayıtlarında en az 64 EEG dilimi olması gerektiği bildirilmektedir (5).

Günümüzde farklı laboratuarlarda, farklı cihaz ve sistemlerle GUP kaydı alınmaktadır. ISCEV tarafından 1989 yılında GUP kayıtları için belirli standartlar getirilmiştir (4, 10). Bu sayede alınan farklı kayıtların birbirleriyle karşılaştırılabilmesi olanaklı hale gelmiştir. ISCEV standartlarına uymamalarına karşılık kliniklerde daha özelleşmiş tekniklerle de GUP kayıtları alınmaktadır (Çizelge 2.2). Kliniğe başvuran hastaların, bu özel GUP kayıt yöntemlerinden uygun olan herhangi biriyle incelenmesi çoğu kez yeterli olmaktadır (5).

Çizelge 2.2. Özelleşmiş GUP kayıt yöntemleri. Bu yöntemler ISCEV standartlarına uymamalarına karşılık, bazı klinik durumlarda tercih edilir ve daha fazla bilgi verirler.

-
- Steady state VEP
 - Sweep VEP
 - Motion VEP
 - Color VEP
 - Binocular VEP
 - Stereo-elicited VEP
 - Multichannel VEP
 - Hemi-field VEP
 - Multifocal VEP
 - Multi-frequency VEP
 - LED Goggle VEP
-

2.4.4. GUP'ni Etkileyen Faktörler

2.4.4.1 Non-patolojik ve Bireysel Faktörler

- Uyarın sıklığı: Patern GUP'ta dama tahtası şeklindeki görsel uyarının değişim hızının normalden az olması değişiklik oluşturmaz. Ama testin uygulanma süresinin uzamasına neden olur. Patern GUP'ta daha yüksek hızlar, özellikle 4/sn'nin üzeri latansda uzamaya neden olabilir.
- Kontrast: Patern uyarıda kontrasttaki değişikliklerin GUP üzerine olan etkisi genellikle küçüktür ama düşük kontrast seviyelerinde latansda uzama ve genlikte azalma meydana gelir. Kontrastın iki önemli içeriği vardır. Kareler arası zıtlık ve kare sınırlarının keskinliğidir.
- Fiksasyon: Patern GUP fiksasyona bağımlıdır, fiksasyon bozukluğu genlikte azalmaya neden olur.
- Uyarın yoğunluğu: Flaş GUP'da normal sınırlar içerisinde uyarın yoğunluğunu arttırmak genlikte artmaya ve latansta düşmeye neden olur.
- Pupil çapı: Artmış pupil çapı uyarının şiddetini artırma etkisine sahiptir.

- Yaşlılık: Erişkin dönemin büyük kısmında P100 latansı sabit olarak kalırken 60 yaşından sonra artmaktadır. Bu nedenle yaşlı hastalarda yaşa bağımlı normal değerler özellikle önemlidir.
- Cinsiyet: Kadınlardan oluşan gruplarda erkeklerden oluşan guruba göre P100 latansı daha kısa olmasına rağmen, bu fark bahsedilmeyecek kadar küçüktür (3).

2.4.4.2 Patolojik Faktörler ve Hastalıklar

Klinikte görülen ve optik sistem ile görme yollarını etkileyen pek çok patolojik durum ve hastalıkta GUP'da değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıklarda kaydedilen GUP bulguları patognomonik olmamakla birlikte hastalığın tanısına ve takibine yardımcı olmaktadır. Multiple sklerozda ise hastalığın tanısında özel bir önem arz etmektedir (7, 40). Çizelge 2.3'de bazı hastalıklarda gözlenen patern GUP bulguları özet olarak verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bazı hastalıklarda ortaya çıkan patern GUP bulguları.

HASTALIK	PATERN GUP BULGULARI
Alkolizm	Bazılarında artmış latans
Charcot-Marie-Tooth	Çoğu hastada artmış latans
Diabet	Klinik olarak asemptomatik hastalarda bile artmış latans olabilir
Down Sendromu	Artmış latans veya düşük genlik
Endokrin orbitopati	Artmış latans
Friedreich ataksisi	P100 latansında artma, düşük genlik
Glokom	Latans hafifçe artmış olabilir
Histerik körlük	Normal (zayıf fiksasyondan dolayı cevaplar azalmış olabilir)
İskemik optik nöropati	Azalmış genlik, latanslarda belirgin olmayan artma
Kronik böbrek yetmezliği	Özellikle hemodiyaliz hastalarında gecikmiş GUP
Kornea ve lens opasitesi	Latansta çok az artma veya artış olmadan genlikte azalma (aydınlanma ve siyah ile beyaz kareler arasındaki kontrastta azalma olur)
Leberin optik nöropatisi	Artmış latans, azalmış genlik
Lökodistrofi	Ortadan kalkmış ya da artmış latans
Mitokondrial myopatiler	Gecikmiş GUP, subklinik olabilir
Multipl skleroz	P100'de artmış latans ve azalmış genlik görülür (Multipl skleroz'da GUP çalışmaları görsel sistemde hastalık klinik olarak sessiz olsa dahi, var olan lezyonları gösterebilmektedir. MS'da patern GUP, flaş GUP'tan çok daha duyarlıdır)
Nörosifiliz	Hastaların %20'sinde artmış latans
Optik sinir tümörleri	Azalmış ya da yok olmuş genlik, artmış latans
Optik nörit	P100'de artmış latans ve azalmış genlik görülür (Optik nörit multipl sklerozun görmeyi etkileyen en sık bulgusudur. Ancak MS yokluğunda da görülür. İzole optik nöritin MS tarafından oluşturulan optik nöritten ayrımı GUP'la yapılmaz)
Optik sinir travması	Azalmış genlik
Parkinson hastalığı	Demansı olan hastalarda P100 dalgasında gecikme
Pernisiyöz anemi	Bazı hastalarda çok hafif artmış latans
Retinopati	Artmış latans ve azalmış genlik olabilir
Sarkoidoz	Göz veya beyin tutulumu olmadan latansta artma yapabilir

2.5. Elektroretinogram

2.5.1 Elektroretinogramın Tanımı ve Tarihçesi

Işık uyarısıyla retinada meydana gelen potansiyel değişikliklerin kaydedilmesine elektroretinogram adı verilir. Bu retinal potansiyeller bütün omurgalılar ve çoğu

omurgasız canlılardan kaydedilebilir. 1865 yılında İsveçli fizyolog Holmgren kurbağa gözünde ilk kez tanımlamıştır. Holmgren başlangıçta kaydettiği potansiyeli optik sinirde oluşan aksiyon potansiyeli zannetmiştir. İnsandaki ilk ERG kaydı ise 1877 yılında Dewar tarafından gerçekleştirilmiştir. Ancak, ERG'nin klinikte rutin kullanıma girmesi güvenilir ayırım amplifikatörleri ve güvenli kontakt lensler'in geliştirildiği 1950'li yıllarda olmuştur (29).

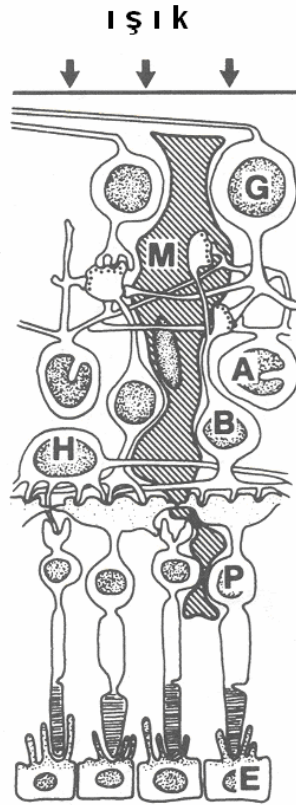
Monokromatik, skotopik ve fotopik flaşların geliştirilmesi ve kullanıma girmesiyle fotoreseptörlerin fizyolojisi ve fizyopatolojisi ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır (48, 49). Elektronik amplifikatörler, osiloskop ve elektronik bilgisayarlardaki büyük ilerlemeler sonucunda yirminci yüzyılın son yarısında ERG testleri hızla artan oranda kliniklerde yaygınlaşmaya başlamıştır. ERG, göz yüzeyinden retinanın oftalmoskop ile muayenesi ile gözlenemeyen dış ve iç nükleer katmanlarının durumu hakkında hızlı bilgi alınabilmesini sağlayan kullanışlı bir metot olmuştur (50).

2.5.2 Retinal Fonksiyonlar

Göz, optik ve sinirsel bir organdır. Göze giren ışık saydam ortamı (kornea, humör aköz, lens ve vitröz humör) geçerek retinaya ulaşır. Normal retinal fonksiyon için sağlam bir optik sistem ön gerekliliktir. Bozuk optik sistem, katarakt örneğinde görüldüğü, gibi patern uyarıların retinaya ulaşmasına ve elektrik sinyaline dönüşüp, görsel kortekste örneğin algılanmasına engel olabilir. Lense giren ve retina yüzeyine ulaşan ışık miktarı iris tarafından kontrol edilir. İris, silier kas tarafından kasılan veya gevşetilen bir diyaframdır. Pupilin açılması fotoreseptörlere ulaşan ışığın miktarını belirler. Retina; dış nükleer tabaka, dış sinaptik tabaka, iç nükleer tabaka, iç sinaptik tabaka ve ganglion hücre tabakaları gibi farklı hücrelerin oluşturduğu tabakalardan meydana gelir (29).

Fotoreseptörlerin dış segmentleri, retinanın pigment epiteliyle kaplı dış yüzüne yakındır. Dış nükleer tabaka fotoreseptörlerin hücre gövdelerini içerir. Dış sinaptik tabaka (dış pleksiform tabaka olarak da adlandırılır) fotoreseptörler, horizontal ve bipolar hücrelere ait sinapsları içerir. İç nükleer tabaka horizontal, bipolar, amakrin hücre gövdelerini ve müller glial hücrelerinin gövdelerini içerir. İç sinaptik tabaka (iç pleksiform tabaka olarak da adlandırılır) bipolar, amakrin ve ganglion hücreleri arasında

ki sinaptik bağlantıları içerir. Ganglion hücre tabakası, ganglion hücrelerinin gövdesini içerir. Ganglion hücre aksonları, bir araya gelerek, gözü optik sinir olarak terk eder. Işık ışınları, koni ve basillere ulaşmak için, ganglion hücresi ve bipolar hücre tabakalarından geçmek zorundadır. Pigment epiteli, ışık ışınlarını, retinaya geri yansımalarını önlemek için emer. Bu net bir görüş için önemlidir (29), (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Retinal hücre tabakaları. Ganglion hücreleri (G), Müller hücreleri (M), amakrin hücreler (A), bipolar hücreler (B), horizontal hücreler (H), pigment epiteli (E).

Omurgalı retinasında basil (rod) ve koni (cone) adında iki sınıf fotoreseptör vardır. İnsan retinasında basil baskınlığı vardır ve sadece %5 oranında koni hücresi bulunmaktadır (51). Koniler renkli görmeden sorumlu iken basiller ise esasen karanlıkta görmeden sorumludur. Fotoreseptörler 3 ana fonksiyonel segmente sahiptir. Dış segmentler değişime uğramış siliolar olup düzenli yassı kese grupları veya zardan yapılmış disklerden oluşmuştur. Bu kese ve diskler, ışıkla tepkimeye girerek görme

yollarında aksiyon potansiyellerini başlatan fotosensitif bileşikler içerir. İç segment çekirdek ve hücrel organelleri içerir. Fotoreseptörlerin son kısmında ikinci bir sinir ile bağlantı yapmada kullanılan glutamat içeren sinaptik bölge vardır (15, 29).

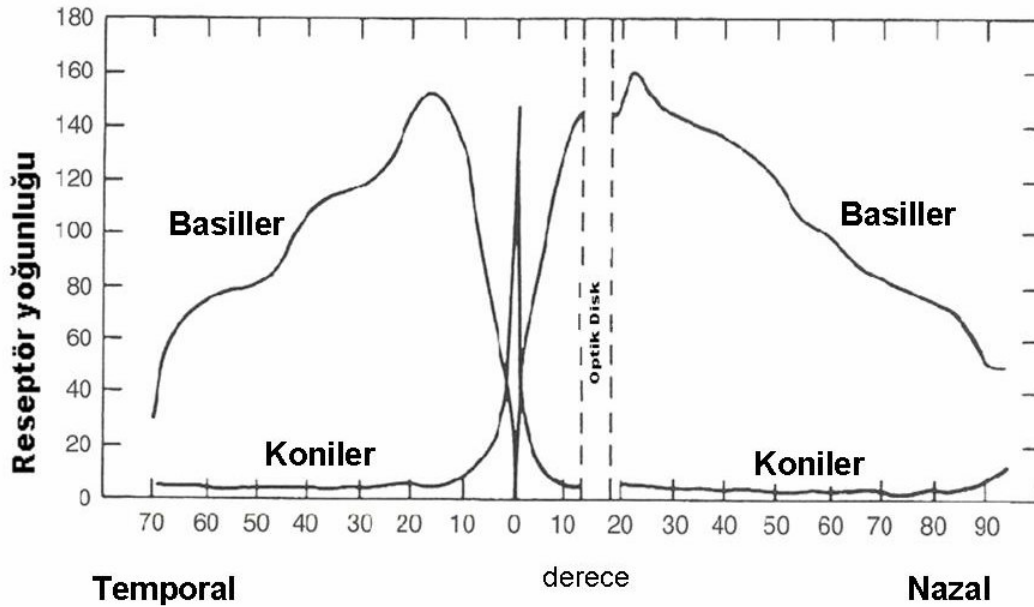
Bütün basiller rodopsin adlı aynı tipte görsel pigmenti içerir. Koniler dış segmentlerinde sahip oldukları, farklı dalga boylarına hassas (440, 535, 565 nm) fotopigmentlere göre (Kırmızı, yeşil veya mavi) 3 tipe ayrılırlar (52). Görsel pigmentler ışığın absorpsiyonu ile aktive olur ve fototransdüksiyonu başlatırlar. Bu olay dış segment membranındaki iyon kanallarını kapatarak membranın hiperpolarizasyonuna neden olur ve sinaptik uçta nörotransmitter salınımını düşürür. Oluşan reseptör potansiyeli, hemen hemen diğer tüm duysal reseptörlerdekinden farklı olarak depolarize edici değil, hiperpolarize edicidir (2).

Horizontal hücreler, bipolar hücre dendritleri ile olduğu gibi, basil ve konilerin sinaptik gövdeleri arasında lateral bağlantı yaparlar. Horizontal hücrelerin çıktıları her zaman inhibitördür. Bu yüzden, bu lateral bağlantı, tüm diğer duysal sistemlerde önemli olan aynı lateral inhibisyon olayına olanak sağlar. Yani görsel paternlerin uygun görsel kontrastla merkezi sinir sistemine kadar iletilmesini sağlamaya yardım eder. Işığın düştüğü en merkezi bölgeden başlayan görme yolları uyarılırken, tabakalardaki dendritik ve aksonal dallanmanın yayılması ile uyarıcı sinyal retinada genişçe yayılacağına, horizontal hücrelerdeki ileti çevre bölgelerde lateral inhibisyon sağlayarak bunu önler. Bu, görsel resimdeki kontrastlı kenarların iletilmesinde yüksek görme keskinliğine olanak sağlayan esas mekanizmadır. Bazı amakrin hücrelerin de ek lateral inhibisyon sağlaması ve retinanın iç pleksiform tabakasında görsel kontrastın daha da artmasını sağlaması olasıdır (15, 29).

Depolarize edici bipolar hücre ve hiperpolarize edici bipolar hücre olarak iki tip bipolar hücre, görme yolunda eskite edici ve inhibe edici uyarılar oluştururlar. Yani, basil ve koniler uyarıldığı zaman bazı bipolar hücreler depolarize ve diğerleri hiperpolarize olur. Bipolar yanıtların iki tipinin mekanizmasından bağımsız olarak, bu fenomenin önemi, bipolar hücrelerin bir yarısının pozitif sinyalleri diğer yarısının negatif sinyalleri iletmesine izin vermesidir. Bu zıt ilişkinin diğer bir önemi de horizontal hücre mekanizmasına ek olarak, ikinci bir lateral inhibisyon mekanizması sağlamasıdır. Depolarize ve hiperpolarize edici bipolar hücreler yan yana

uzandıklarından görüntüdeki kontrast sınırları, ayırt edici bir mekanizma oluştururlar (2).

Retinanın farklı bölgeleri farklı fonksiyonları için özelleşmiştir. Örnek olarak, en iyi görme keskinliği fovea'dan alınır. Bu bölge yoğun şekilde bir araya gelmiş konilerden oluşur. Ayrıca, bu bölgede, kan damarları, ganglion hücreleri, hücrelerin iç nükleer tabakası ve pleksiform tabakalar konilerin tam üstünde durmak yerine bir tarafa doğru yer değiştirmişlerdir. Bu, ışığın engellenmeden konilere geçmesini sağlar. Buradaki her bir koni, tek bir bipolar hücre ile ve her bir bipolar hücre de tek bir ganglion hücresiyle sinaps yapar. Sonuç olarak foveadaki koni hücresinin cevabı kesin doğrulukla retinaya aktarılır (53).



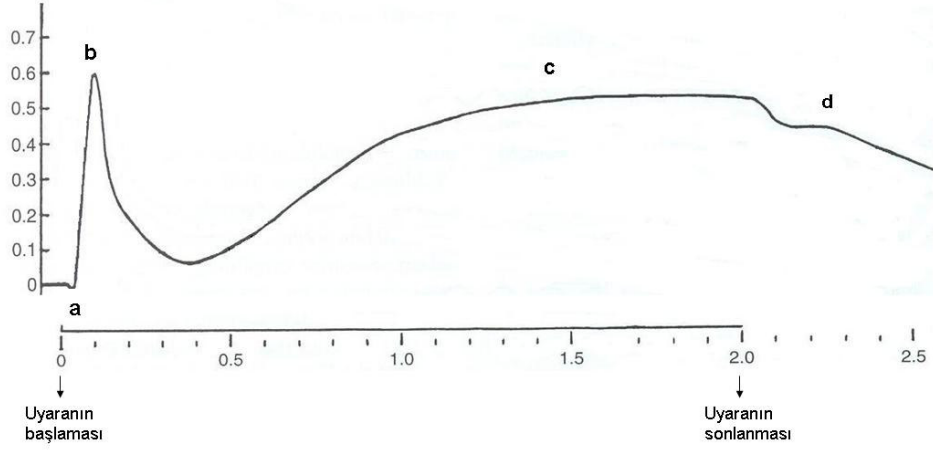
Şekil 2.10. Reseptör hücrelerin retinadaki lokalizasyonları. Koniler foveada en yoğun olarak bulunurken basiller retinanın periferinde yer alırlar. Basil yoğunluğunun en fazla olduğu yer foveadan 20-30 derece uzaktaki retina bölgesidir.

Ganglion hücre yoğunluğunun düşüşüne paralel olarak daha periferel bölgelerde görsel keskinliğin azaldığı gösterilmiştir (54). Fovea bölgesinin 20-30 derece uzağı ışığa en hassas bölgedir. Bu hassasiyet periferde basil konsantrasyonu ve sinaptik konverjansın artışına paralel olarak artar (Şekil 2.10). Ganglion hücreleri bilgiyi aksiyon

potasyeli şekliyle lateral genikulat gövdeye aktarır. Görme sinyallerini her zaman aksiyon potansiyelleri ile ileten tek retinal sinir hücresi ganglion hücreleridir. Her bir ganglion hücresi retinadaki reseptif alanı olarak adlandırılan bölgenin ışık stimulusuna cevap verir. Reseptif alanının merkezi uyarı iletimine açılırsa periferi uyarılmaya karşı kapatılır. Bu zıt etkileşim merkezi görsel sistemin başlangıç basamağıdır. Kedilerde ve primatlarda ganglion hücreleri fizyolojik cevaplarına göre üçe ayrılır (55). Y hücreleri reseptif alanındaki uyarıya hızlı ve patlayıcı aksiyon potansiyelleri üretirler. Y hücreleri hızlı cevap verirler, merkez etrafındaki zıt etkileşimde rol oynarlar, tercihen yana doğru olan hareketlerde uyarılırlar, muhtemelen hareketin analizinde ve görsel fiksasyon refleksinin başlamasında kullanılırlar. Daha küçük olan X hücresi ise uyarıya karşı devamlı aksiyon potansiyeli oluşturur ve küçük reseptif alana sahiptir. X hücreleri yavaş cevap verirler, renk tayflarının zıtlığında rol oynarlar ve uzaysal ayırımının iyi olmasını sağlarlar. Üçüncü tip olan W hücreleri merkezi zıtlık mekanizması içermezler, çok yavaş cevap verirler, kontrastlar ile uyarılır veya inhibe olurlar (29).

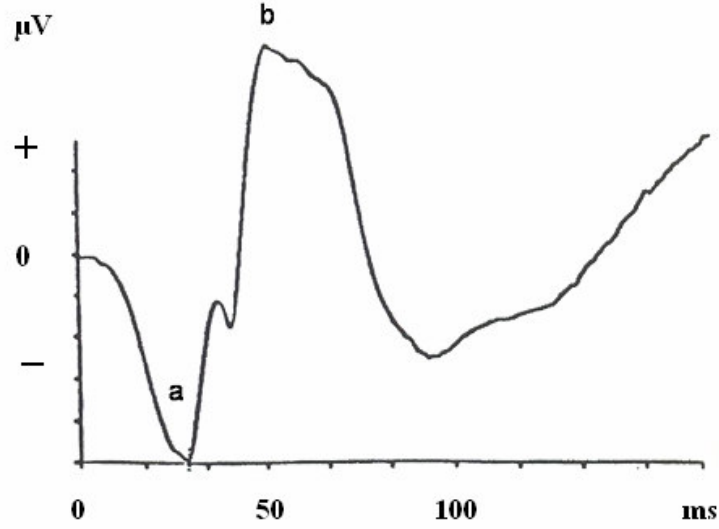
2.5.3 ERG Kayıt Prosedürleri

Işık uyarısıyla retinanın elektriksel potansiyelinde oluşan değişikliklerin kaydedilmesine ERG denir. Bu elektriksel potansiyel ekstrasellüler aralıkta Sodyum (Na^+), Potasyum (K^+) gibi iyonların transellüler hareketi ile oluşur. ERG retinanın kitlesel bir cevabıdır. Küçük bir retina alanını etkileyen bozukluklarda ERG yanıtında belirgin bir değişiklik olmaz. Beyaz bir flaş ışığıyla elde edilen normal insan ERG'sinde a ve b dalgası olarak isimlendirilen negatif ve ardından gelen pozitif sapsmalar gözlenir. Normalde b dalgasının çıkan kolu üzerine yerleşmiş çok sayıda küçük dalgacıklar osilatuar potansiyel olarak isimlendirilir. Bunların dışında c ve d dalgaları gibi ancak laboratuvar koşullarında kaydedilebilen ERG bileşenleri de mevcuttur (40), (Şekil 2.11).



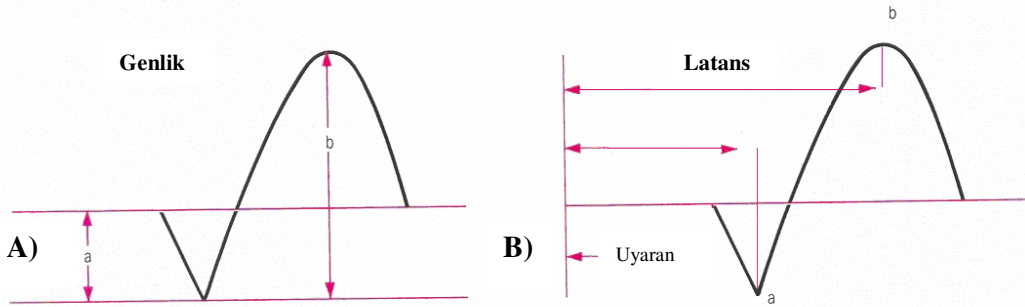
Şekil 2.11. Laboratuvar koşullarında alınan normal flaş ERG kaydı. Örnek kayıta, 2 sn'lik bir flaş uyarana karşı elde edilen a, b ve c dalgaları ile uyarının sonlanmasıyla ortaya çıkan d dalgası görülmektedir.

a dalgası başlıca basil hücrelerindeki aktiviteyi gösterir. b dalgası glial kökenli olan Müller hücrelerindeki aktiviteyi gösteren korneal pozitif bir dalgadır (Şekil 2.12). c dalgası ekstrasellüler potasyum azalmasını takiben basil ve retinal pigment epitel hücrelerinde oluşan hiperpolarizasyon yanıtlarının sumasyonunu gösterir. Flaş uyarınının sona ermesi ise ERG'de pozitif yönde bir d dalgasının oluşumuna yol açar (6, 40).



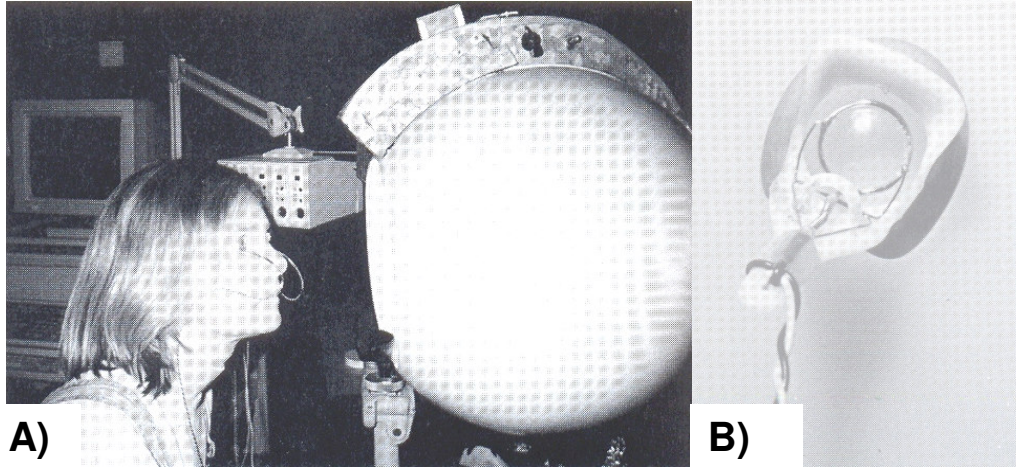
Şekil 2.12. Normal flaş ERG kaydı. Kayıtta, a ve b dalgası olarak adlandırılan kısa latanslı potansiyel yanıtlar gözlenmektedir.

ERG’de uyarının verildiği andan dalganın pik yaptığı ana kadar geçen süreye dalganın latansı denir. Dalganın tepe noktasına ulaştığı andaki büyüklüğüne genlik denir. Latans ms ile ölçülürken genlikler μV ile ifade edilir. Genlik a dalgası için izole elektrik hat ile tepe noktası arasındaki değerdir. b dalgası için a dalgasının tepe noktası ile b dalgasının tepe noktası arasındaki değerdir (6, 12), (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. ERG kaydında elde edilen dalgaların ölçümü ve analizi. ERG’deki a ve b potansiyellerinin değerlendirilmesi, bu dalgaların latans ve genlik değerlerinin ölçümü ile yapılır. **A)** a dalgasının genliği izoelektrik hattan, b dalgasının ise a ile b dalgaları arasında tepeden tepeye ölçülür. **B)** Latans değerleri ise uyarının verildiği andan, dalganın tepe yaptığı ana kadar geçen süredir.

ERG kaydı sıklıkla flaş ve patern olmak üzere 2 farklı uyarana karşı elde edilir. Klinikte çoğu kez GUP kaydıyla birlikte eş zamanlı olarak alınır. Tam alan (Ganzfeld) stimülatörleri retinanın tamamını uniform olarak uyarır (Şekil 2.14.A). Fokal flaş stimülatörler ise retinada boyutları tam bilinmeyen ve üniform olmayan bir aydınlanma oluştururlar. Buna karşılık klinikte özelleşmiş ERG kayıtları için çoğu zaman fokal flaş stimülatörler kullanılmaktadır (40).



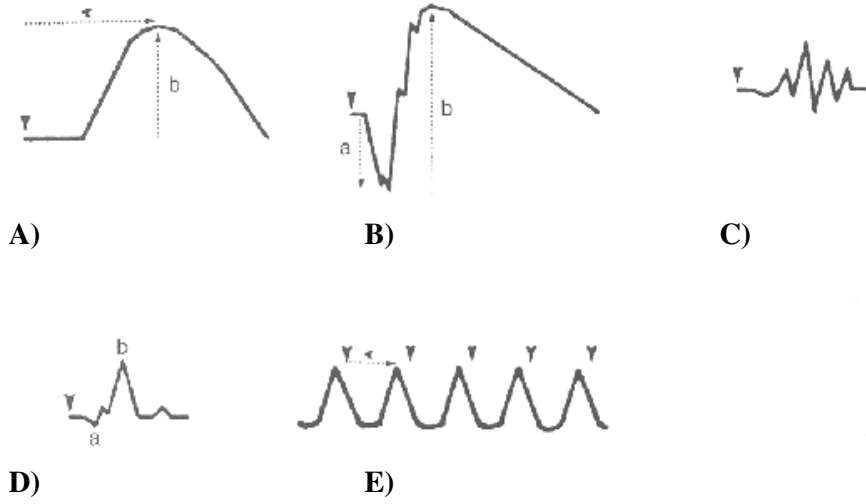
Şekil 2.14. ERG kayıt ekipmanları. A) Tam alan (Ganzfeld) stimülatörü B) Bruian-Allen bipolar kontakt lens elektrodu.

Tam alan ERG kaydı için kornea ya da bulber konjonktivaya yerleştirilen kontakt elektrodlar kullanılır. Bu elektrodlar kontakt lens, konjonktival loop, iletken fiber veya altın yaprak şeklinde tasarlanmışlardır. Şekil 2.14.B'de özel olarak geliştirilmiş Bruian-Allen bipolar kontakt lens elektrodu görülmektedir. Kontakt lens şeklindeki elektrodları yerleştirirken topikal anestezi de uygulanması gereklidir. Ama diğer tip korneal ve konjonktival elektrodlar için topikal anestezi yapılması gerekli değildir (40). Tepas ve Armington (56) 1962'de aktif elektrodun burun köküne yerleştirilmesi ile de ERG kaydı alınabileceğini göstermiştir.

Günümüzde ERG kaydı için önerilen standart bir cihaz bulunmamaktadır. 1989 ISCEV, ERG kaydı için uluslararası standartları belirlemiştir (10). ERG kaydı için farklı laboratuvarlarda farklı cihazlar kullanılsa bile kayıt koşullarının standardize edilmesi ile

birbiriyle karşılaştırılabilir standart ERG kayıtları elde etmek mümkündür. Getirilen bu standartlara göre klinikte 5 farklı ERG kaydı alınmaktadır (11, 12), (Şekil 2.15):

1. Basil (rod) yanıtı: Karanlığa adapte gözde zayıf bir flaşa karşı elde edilen ERG.
2. Maksimal kombine yanıt: Karanlığa adapte gözde güçlü bir flaşa karşı elde edilen ERG.
3. Osilatuar potansiyel
4. Koni yanıtı: Işığa adapte gözde güçlü bir flaşa karşı elde edilen ERG.
5. Fliker yanıtı: Hızla tekrarlayan uyaranlarla ortaya çıkan ERG yanıtı.



Şekil 2.15. Klinikte kullanılan standart ERG kayıt yöntemleri. A) basil yanıtı, B) maksimal kombine yanıt, C) osilatuar potansiyel, D) koni yanıtı, E) Fliker yanıtı.

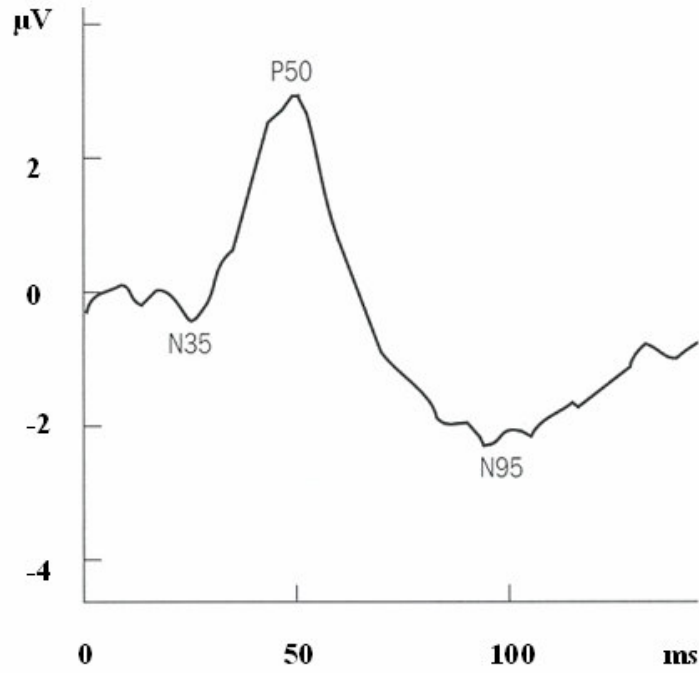
Maksimal kombine yanıt günümüzde en yaygın kullanılan ve tanısal değeri en yüksek olan ERG kayıt tipidir. Klinikte bu standart kayıt tiplerine girmeyen ancak retinal işlevler hakkında ilave bilgi edinilmesini sağlayan özelleşmiş tipte ERG kayıtları da alınmaktadır (6), (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Özelleşmiş ERG kayıt yöntemleri. Bu yöntemler ISCEV standartlarına uymamalarına karşılık, bazı klinik durumlarda tercih edilir ve retinal işlevler hakkında daha fazla bilgi verirler.

- Multifocal ERG
 - Patern ERG
 - Early receptor potential (ERP)
 - Scotopic threshold response (STR)
 - Direct-current ERG
 - Long duration flash ERG
 - Bright-Flash ERG
 - Double-flash ERG
 - Chromatic stimulus ERG
 - Dark and light adaptation of the ERG
 - Stimulus intensity-response amplitude analysis (Naka-Rushton)
 - Saturated a-wave slope analysis
-

Patern ERG (PERG)'de dama tahtası veya çubuklar şeklindeki görsel uyarılar bir monitör aracılığıyla uygulanır. Bu uyarılar GUP'daki uyarılarla benzer ya da aynıdır. Uyarılardaki siyah ve beyaz alanlar sürekli birbiriyle yer değiştirir. Uyarın sıklığı saniyede 6 veya daha azsa geçici (transient) PERG, saniyede 10 veya daha fazla ise sabit durum (steady state) PERG adı verilir (40, 57).

Normal PERG yanıtında 3 dalga gözlenir. PERG yanıtında en belirgin bileşen P50 dalgasıdır. Bunun ardından sıklıkla geniş bir negatif dalga olan N95 gelir. Çoğu kişide P50'nin öncesinde N35 adı verilen küçük bir negatif bileşen bulunur (Şekil 2.16). P50'nin genliği 2.5–5 μ V kadardır. N95:P50 oranı 1.1'den büyüktür. N95'in genliği 3.5–6.5 μ V arasındadır. P50 ve N95 genlikleri tepeden tepeye ölçülür (5, 29, 57).



Şekil 2.16. Normal Patern ERG Kaydı. Kayıtlarda, flaş ERG'ye göre daha düşük genlikli olan N35, P50 ve N95 adlı 3 potansiyel dalgası gözlenir.

PERG klinikte özellikle aşağıdaki hastalıkların tanı ve takibinde faydalıdır (57):

1. Makulopatiler ve maküla dejenerasyonları
2. Optik nöropatiler ve optik atrofiler
3. Glokom
4. Ambliyopi

PERG, retinal ganglion hücre işlevlerini doğrudan göstermesi nedeniyle makula ve ön görme yollarının değerlendirilmesinde giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır (40).

2.5.4 ERG'yi Etkileyen Faktörler

2.5.4.1 Non-patolojik ve Bireysel Faktörler

- Uyarın süresi: Uzun uyarın süresi ERG dalgalarında genlik artışına neden olur. Standart kayıtlarda uyarın süresi 5 ms olarak önerilmektedir. Bazı araştırmacılar 20 ms süreli uyarınlar kullanıldığında da dalga genliklerinin benzer olduğunu göstermişlerdir (58). Johnson ve Bartlett (59) ise karanlığa adapte olmuş göze uygulanan uyarın süresinin maksimum 100 ms olabileceğini bildirmiştir.
- Uyarınlar arası süre: Sadece karanlığa adapte olmuş basil hücrelerinin cevabı değerlendirilecekse flaşlar arası sürenin en az 2 sn olması önerilmektedir. Karanlığa adapte basil ve koni hücrelerinin maksimum cevabı değerlendirilecekse flaş aralığının en az 10 sn olması önerilir. Işığa adapte gözde başarılı cevap alınabilmesi için uyarınlar arası sürenin en az 0.5 sn olması gerekmektedir.
- Pupil çapı: Retinal aydınlanma pupil çapı ile ilişkilidir. Optimum ERG yanıtı pupiller tam dilate olduğunda alınır. Glukom hastalarında pupiller miyotik olduğundan retinaya az ışık ulaşır ve genliklerde düşme beklenir.
- Kan dolaşımı ve ilaçlar: Sistemik kan basıncını ve kan akımını etkileyen ajanların ERG'nin genliğini etkileyebildikleri gösterilmiştir. Papaverin, asetil kolin klorit ve tolazolin gibi vazodilatörler b dalga genliğinde artmaya neden olurlar. Hiperventilasyon da ERG genliğinde yükselmeye neden olur.
- Retina gelişimi: Araştırmacılar ERG'nin doğumdan 7 saat sonra ölçülebildiğini göstermiştir (60). Latans erişkin değerlere göre uzundur. Karanlığa adapte olmuş koşullarda maksimum b dalgası genliği gittikçe yükselir ve yaklaşık 1 yaşında erişkin değerlere ulaşır. Latans değerleri de 1 yaş civarında erişkin değerlere ulaşır. Latans ve genlik ilk dört ay süresince hızla değişirken sonrasında değişim yavaşlar. 2 ve 3. aylarda karanlığa adapte b dalga genlikleri erişkinin yarısı kadardır.
- Optik sistemin berraklığı: Lensteki opasite filtre etkisiyle retina fotoreseptörlerine düşen ışık miktarını azalttığı için latansta artma ve a ile b

dalgalarının genliklerinde düşmeye neden olur. Aynı etki vitröz içine hemorajilerde de olur.

- Yaş, cinsiyet ve kırma kusurları: Yaş ve kırma kusurları ile bağlantılı olarak ERG genliğinde ölçülebilecek düzeyde düşüşler gözlenir. Her iki cinsiyet için yaklaşık 10 yaşından itibaren yaş ile b dalgası genliğinde lineer bir düşüş tespit edilmiştir (61). Bundan farklı olarak muhtemelen hormonal faktörlerle ilişkili olarak 40–49 yaş arası kadınlarda genlikte yükselme gözlenmiştir. Iijima (62) 72 erkek ve 42 kadın arasında yaptığı çalışmada fotopik ve skotopik cevapların latans ve genliklerinde cinsiyete bağlı farklılık bulamamıştır. Kadınlarla karşılaştırıldığında erkeklerin ERG genlikleri çok az miktarda küçüktür.
- Anestezi: Anestezi, uygulanan ilacın tabiatına göre b dalgası genliğini değişen derecelerde etkileyebilmektedir. Bazı laboratuvarlar belirli ilaçların skotopik b dalga genliğini %50 düşürdüğünü göstermişlerdir. Fotopik cevap ve skotopik a dalga genlikleri genellikle minimal etkilenmekte ya da hiç değişmemektedir. ERG değişiklikleri hastanın nitrik oksit inhalasyonu sırasında da gözlenebilmektedir. Hafif narkoz altında b dalga genliklerinde artış tespit edilmiş, buna karşı ağır narkozda b dalga genliklerinde düşme gözlenmiştir. Çocuklarda tiopental gibi barbitüratlarla sedatize edilirken ERG genliklerinde anlamlı bir düşüş gözlenir buna karşın ketaminin genlikler üzerine etkisi gösterilememiştir.
- Gün içi düzensizlikler: Nozaki ve ark. (63) 14 normal kişide 6 saat aralıklarla 24 saatlik bir süreçte sabah 6 da başlayacak şekilde karanlığa adapte olmuş ERG'de a ve b dalga genliğinin sirkadyen ritmini çalışmıştır. 14 kişide a dalgası genliklerinde sirkadyen ritm gözlemlenmemiştir, 8 kişide ise b dalga genliğinde sirkadyen ritm gözlenmiştir ve sabah 6'da en düşükken öğlen ise en yüksek tespit edilmiştir (6).

2.5.4.2 Patolojik Faktörler ve Hastalıklar

- Herediter basil ve koni dejenerasyonu (Retinitis Pigmentosa): Bu gibi dejenerasyonlarda hastalığın ilerleyişinin erken aşamalarında bile koni ve basil

ERG'lerinin a ve b dalgalarında düşüş görülür. ERG, dejenerasyonun hızlı veya yavaş ilerleyişini ve terapötik etkiyi göstermede hassas ve objektif bir metottur.

- Koni dejenerasyonu: Yaygın koni dejenerasyonu netlik kaybı, anormal renk görüşü ve koni ERG'sinde düşme ile birlikte görülür bununla beraber basil ERG'si ve basil fonksiyonları normaldir. Pek çok koni dejenerasyonu doğumda gözlenir ve yaş ile değişim gözlenmez.
- Dejenerasyon görülmeyen basil fonksiyon bozukluklar (stationary nyctalopias): Pek çok gen defekti basil fonksiyonlarını bozarken dejenerasyona neden olmazlar. Bu tarz hastalıklara nyctalopias denir. Doğumda gözlenir ve yaş ile değişim gözlenmez. Bir formu Oguchi hastalığıdır. Oguchi hastalığı otozomal resesif olarak geçer. Oguchi hastalığında s-koni cevaplarının görüldüğü normal fotopik ERG cevapları vardır buna karşılık basil ERG'si yoktur. Uzamış karanlık adaptasyonda basil ERG cevapları tespit edilebilir. 2. bir formu Nougaret hastalığıdır. Otozomal dominant geçer. Bu kişilerde koni cevabı normalken basil ERG yanıtı çok düşüktür. 3. form otozomal dominant geçer. Basil ERG cevabı tamamen kaybolurken koni cevabı normaldir 4. form otozomal dominant geçer. Diğer formlara benzer ERG yanıtları görülür.
- Vitamin A eksikliği: Bilinen ilk belirtisi gelişen gece körlüğüdür. ERG de özellikle basil cevapları etkilenir. Çünkü vitamin A eksikliğinde ilk etkilenen basillerdir. Yağda çözünen vitaminlerle tedavi bazı anormallikleri düzeltirken anlamlı derecede deprese olmuş ERG'lerde de düzelmeye görülür.
- Kanser ilişkili retinopatiler: Bazı kanserlerde retinada özel proteinlere karşı immün cevap gözlenir buda kanser ilişkili retinopatiye neden olur Bu retinopatilerin 3 tipi vardır. 1. tipte basil ve koni hücrelerinin her ikisinde de dejenerasyon gözlenir ve ERG kaybolur. 2. tipte basil disfonksiyonu görülür. Basil ERG yanıtında b dalgası kaybolur. 3. tipte muhtemelen dejenerasyonla birlikte görülen koni distrofileri vardır. Basil hücreleri etkilenmemektedir. Bu tipte ERG'de basil cevabı normalken koni cevabı gözlenmez.
- Edinsel fotoreseptör dejenerasyonu: Sistemik bakteriyel (sifiliz) veya viral (kızamık) hastalıkları dış retinal katmanda hasara neden olabilir. Koni b dalgalarında latanslarda gecikme gözlenir.

- Retinoschisis: Retinoschisis'in farklı kalıtsal formları vardır. En iç retina tabakalarında defekt veya ayrılma görülür. En sık görülen formu juvenil Retinoschisis'dir X'e bağlı geçiş gösterir. Basil ve koni ERG'lerinde a dalgasında artma gözlenir ve göreceli olarak b dalgasında düşme gözükür.
- Vasküler hastalıklar: Oftalmik arter, santral retinal arter veya santral retinal ven tıkanıklıkları ERG üzerinde büyük bir etki yapar. Oftalmik arter tıkanıklığı ERG yanıtını yok eder. Santral retinal arter tıkanıklığı, b dalgasını yok eder ve a dalga cevabını düşürür. Santral retinal ven tıkanıklığı bunların arasında en sık görülenidir. Genlikleri düşürür koni basil b dalgalarının latanslarında uzamaya neden olur, a dalgası üzerinde daha az etkiye sahiptir. Diabetik nöropatide ERG'nin erken bulgusu skotopik b dalgasının yükselen fazında osilasyonların kaybıyla gözlenir. Bu muhtemelen iç nükleer tabakanın anormal metabolik durumunu yansıtmaktadır.
- Göz içi yabancı cisimler: Göz içi yabancı cisimler özellikle madeni olanlar fotoreseptörleri yok ederek yavaşça gözü körlüğe götürür.
- Retinal dekolmanı: ERG, retina dekolmanında şiddetli şekilde deprese olur ve cerrahi tedaviden sonra ERG'de yavaşça düzelme görülür (40).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Denek Grubu

Çalışmaya yaşları 20 ile 49 arasında değişen 101 gönüllü denek katıldı. Yaş ortalamaları 34.19 ± 9.16 idi. Deneklerin 46'sı erkek 55'i kadındı. Cinsiyetlere göre yaş ortalamaları sırasıyla 35.67 ± 9.77 ve 34.20 ± 8.32 idi. Denekler: 20–29, 30–39 ve 40–49 yaş olarak 3 yaş grubuna ayrıldı. Gruplar içerisindeki kadın ve erkek sayısının eşit olmasına ve grup içerisindeki deneklerin her yaş için orantılı olarak dağılmasına dikkat edildi.

Deneklerin 85'inin normal, 16'sının düzeltilmiş normal görme fonksiyonu vardı. Deneklerin görme keskinlikleri Snellen Levhası ile değerlendirildi. Çalışmaya katılan deneklerin tümünün görme keskinliği 0.9 ve üstüydü. Alınan anamnezlerinde görme ile ilgili bir şikayet veya hastalıklarının olmadığı belirlendi.

GUP ve ERG kayıtları, Anabilim Dalımız, Beyin Dinamiği Araştırma Laboratuvarında (BEDAL) faraday kafesi ve ses yalıtımı olan 2.5 x 3 x 3 m boyutlarında izole bir odada alındı.

3.2. Ölçüm Dizgesi

GUP kaydı için aktif elektrod uluslararası 10/20 sistemine göre Oz (orta hat oksipital) bölgesine; ERG kaydı içinse aktif elektrod Tepas ve Armington'un (56) uygulaması doğrultusunda kayıt alınan taraftaki burun köküne yerleştirildi. Referans elektrod ipsilateral, toprak elektrod ise kontralateral kulak memesine yerleştirildi.

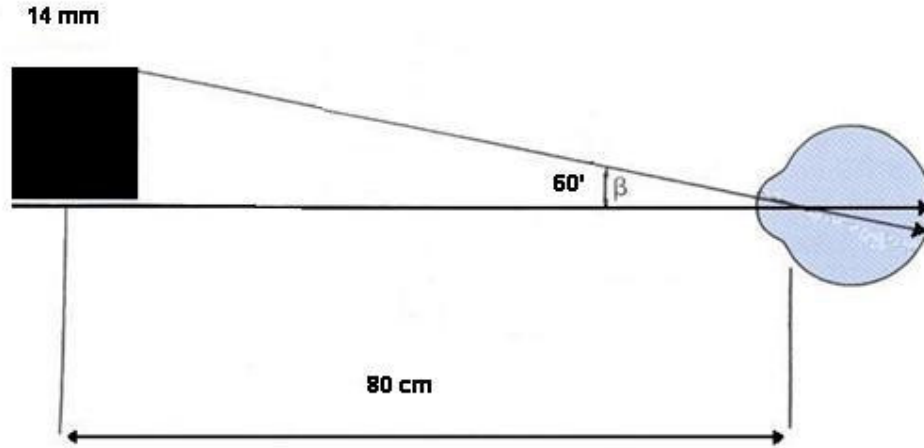
Elektrodlar yerleştirilmeden önce aktif elektrod bölgeleri ve kulaklar alkollü pamuk ile temizlendi. Kayıt için Ag/AgCl disk elektrodlar kullanıldı. EEG pastası ile bölgelerine tutturulan elektrodlar, 1 M KCl ile ıslatılarak iletkenliğin artırılması sağlandı. Kayıt öncesinde tüm elektrod dirençlerinin 10 KOhm'un altında olmasına dikkat edildi. GUP ve ERG kayıtların alındığı iki kanal bilgisayar ekranına monitörize edildi.

3.3. Uyarın Paradigması

GUP ve ERG iki ayrı görsel uyarın ile kaydedildi:

1. Patern uyarın: Dama tahtası şeklindeki siyah ve beyaz karelerden oluşan ve siyah ile beyaz karelerin saniyede 2 kez sıklıkla yer değiştirdiği görsel uyarınlar kullanıldı. Göze 30 ve 60 dakikalık açıyla ulaşın iki farklı ebatta patern uyarın kullanıldı. Patern uyarınlar 15 inçlik bir monitor aracılığıyla deneklere gösterildi. 30 dakikalık patern uyarınlarda her bir karenin kenarı 7mm, 60 dakikalık olanlarda ise 14 mm idi. Denekler, gözleri ile monitör arasındaki mesafe 80 cm olacak şekilde izole oda içerisindeki rahat bir koltuğa oturtuldular (Şekil 3.1). Patern uyarınlar arası süre 500 ms idi ve her bir kayıt dönemi 100 uyarından oluşmaktaydı.

2. Flaş uyarın: Flaş uyarın olarak LED tabanlı bir fotostimülatör kullanıldı. Bilgisayar programı aracılığıyla tetiklenen her bir flaş uyarının süresi 30 ms idi. Flaş uyarınlar arası süre 1100 ms idi ve her bir kayıt dönemi 100 uyarından oluşmaktaydı. Kayıt sırasında denekler flaş uyarından 60 cm uzağa oturtuldular.



Şekil 3.1. Patern uyarınların göze ulaşın açılarının şematik gösterimi. Siyah ve beyaz karelerin birbirleriyle sürekli yer değiştirmesi ile oluşan görsel uyarın, bilgisayar ekranında bir kenarı 14 mm olan karelerden 80 cm uzakta oturan denegin gözüne 60°'lık açı ile ulaşmaktaydı.

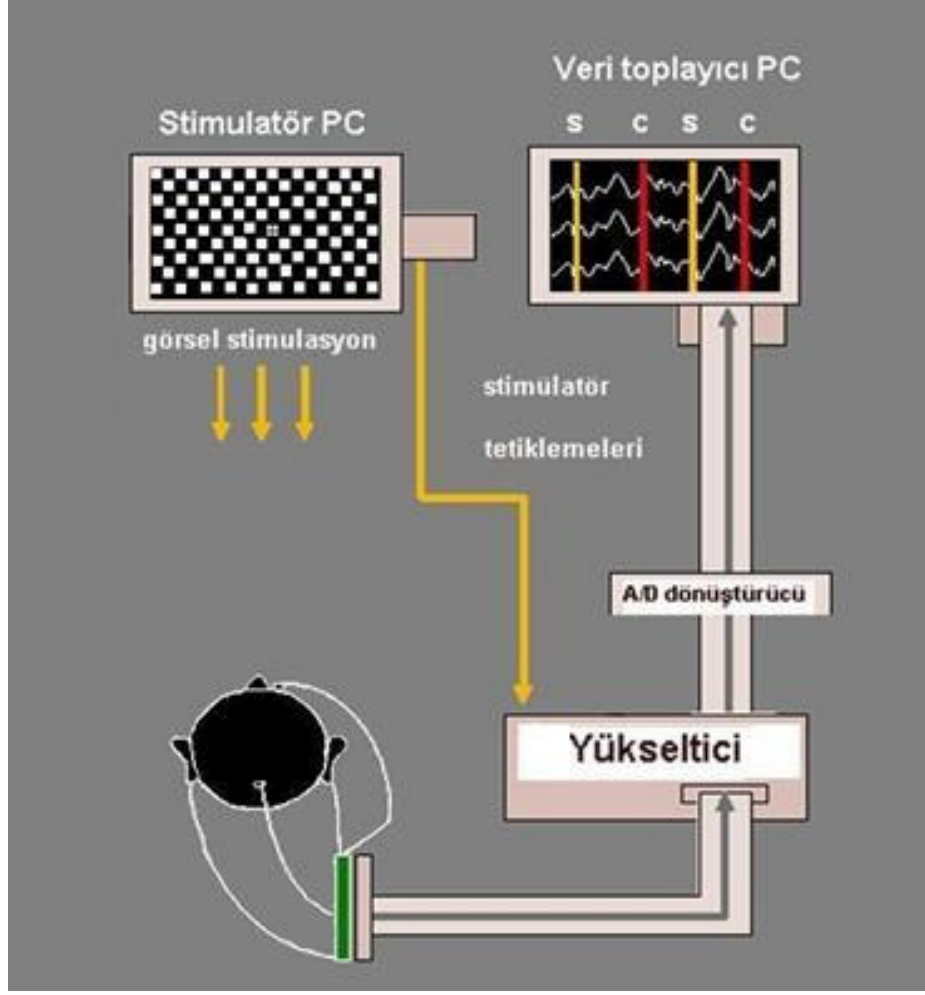
3.4. Kayıt Sistemi

Çalışmamızda kullandığımız TAM EEG/ERP Kayıt ve Analiz Sistemi (13) biri kaydedici (recorder) diğeri uyaranları üreten ve sunan (stimülatör) olmak üzere iki bilgisayardan oluşmaktaydı. EEG kayıtları La Mont Medical Inc. şirketinin 32 kanallı EEG yükselticisi ile sürekli ve dijital olarak alındı. 0.1 Hz yüksek geçiren ve 70 Hz alçak geçiren filtre uygulanarak 256 nokta/saniye örnekleme hızıyla kaydedici bilgisayarın hard diskine off-line analiz için aktarıldı.

Denekler GUP ve ERG kayıtları sırasında izole oda içerisinde başlarını yaslayabilecekleri rahat bir koltukta oturtuldular ve kayıt süresince deneklerden sakin bir şekilde oturmaları, uyanık olmaları ve olabildiğince az göz kırpmaları istendi (Şekil 3.2). Çalışmaya katılan her bir denekten sağ ve sol gözden ayrı ayrı olmak üzere patern GUP ve patern ERG kaydı ile flaş GUP ve flaş ERG kayıtları alındı. Kayıt alınmayan göz, siyah bir göz bandıyla ışık almayacak şekilde kapatıldı. Patern uyaranla alınan kayıtların toplam kayıt süresi 50 sn iken, flaş uyaranla alınan kayıtlar 110 sn sürüyordu. Çalışmamızda kullanılan kayıt düzeneği Şekil 3.3'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Sol gözden GUP ve ERG kaydedilen kadın bir denek.



Şekil 3.3. Çalışmamızda kullanılan Patern GUP ve ERG kayıt düzeneğinin şematik gösterimi.

3.5. Verilerin İşlenmesi

EEG yükselticisi ile kaydedilen verilerin işlenmesinde TAM EEG/ERP Kayıt ve Analiz Sistemi (13) kullanıldı. Öncelikle, $\pm 50 \mu V$ 'dan büyük voltaj değişimlerinin ve eğimi $20000 \mu V/sn$ 'den daha fazla olan pik (spike) voltajların otomatik olarak belirlendiği artefakt eliminasyonu yapıldı. Ardından kayıtlar uyarın öncesi 100 ms ve uyarın sonrası 400 ms olmak üzere EEG dilimlerine ayrıldı ve bu dilimlerin ortalamaları alındı. Deneklerden elde edilen GUP ve ERG kayıtlarındaki potansiyel dalgaların genlik ve latans değerleri ölçüldü. Çalışmaya katılan tüm deneklerden elde edilen kayıtların büyük ortalamaları alınarak deneklerden elde edilen ortalama GUP ve

ERG dalgalarının ölçümleri yapıldı. Yine cinsiyetlere ve yaş gruplarına göre de kayıtların büyük ortalamaları alınarak kayıtlar latans ve genlik değerleri yönünden değerlendirildi.

3.6. İstatistiksel Analiz

GUP ve ERG yanıtlarındaki potansiyel dalgalarının ölçülen genlik ve latans değerleri “ortalama \pm standart sapma” olarak ifade edildi. Ölçülen verilere ait %95’lik güvenilirlik aralıkları tespit edildi. Erkek, kadın ve tüm gruptaki deneklerden elde edilen görsel potansiyellerin genlik ve latans değerlerinin %95’lik referans aralıkları MedCalc programı ile hesaplandı (64). GUP ve ERG dalgalarının cinsiyet ve yaş grupları arasındaki değişimi 2 faktörlü faktöriyel varyans analizi ile incelendi bu test Statistica programı aracılığıyla uygulandı (65). Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluk kontrolü One-Sample Kolmogorov Simirnov testi ile yapıldı. Normal dağılım gösteren yaş gruplarında verilerin cinsiyete göre karşılaştırılmasında Independent-t testi, normal dağılmayanlarda ise Mann-Whitney U testi kullanıldı bu üç test de SPSS programı aracılığıyla uygulandı (66).

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan 101 denekten sağ ve sol gözlerinden ayrı ayrı olmak üzere patern GUP ve patern ERG kaydı ile flaş GUP ve flaş ERG kayıtları alındı. Flaş ve patern uyaranlarla alınan kayıtlarda deneklere toplam 100 uyaran uygulandı. Kayıtların analizinde, öncelikle artefakt eliminasyonu yapıldı. Tüm deneklerden alınan kayıtlarda ortalama artefaktsız EEG dilim sayısı 83.63 idi. Cinsiyete ve alınan kayıtlara göre elde edilen artefaktsız EEG dilim sayıları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Artefakt eliminasyonunun ardından ortalamaları alınan görsel yanıtların (GUP ve ERG) genlik ve latans değerleri ölçüldü. Sonrasında cinsiyet ve yaş gruplarına göre GUP ve ERG yanıtlarının büyük ortalamaları alındı ve bu gruplara ait latans ve genlik değerleri ölçülerek analiz edildi.

Çizelge 4.1. Çalışmaya katılan 101 denekten elde edilen artefaktsız EEG dilim sayıları.

	Sol göz 30’ Patern	Sol göz 60’ Patern	Sol göz flaş	Sağ göz 30’ Patern	Sağ göz 60’ Patern	Sağ göz flaş
Erkek	84.34±8.31	84.26±12.40	79.58±18.28	82.25±12.01	82.91±11.76	80.15±14.00
Kadın	83.07±10.82	85.00±11.39	84.20±10.58	85.78±9.27	85.81±9.07	84.88±10.26
Toplam	83.65±9.73	84.66±11.81	82.08±14.73	84.21±10.67	84.49±10.43	82.71±12.29

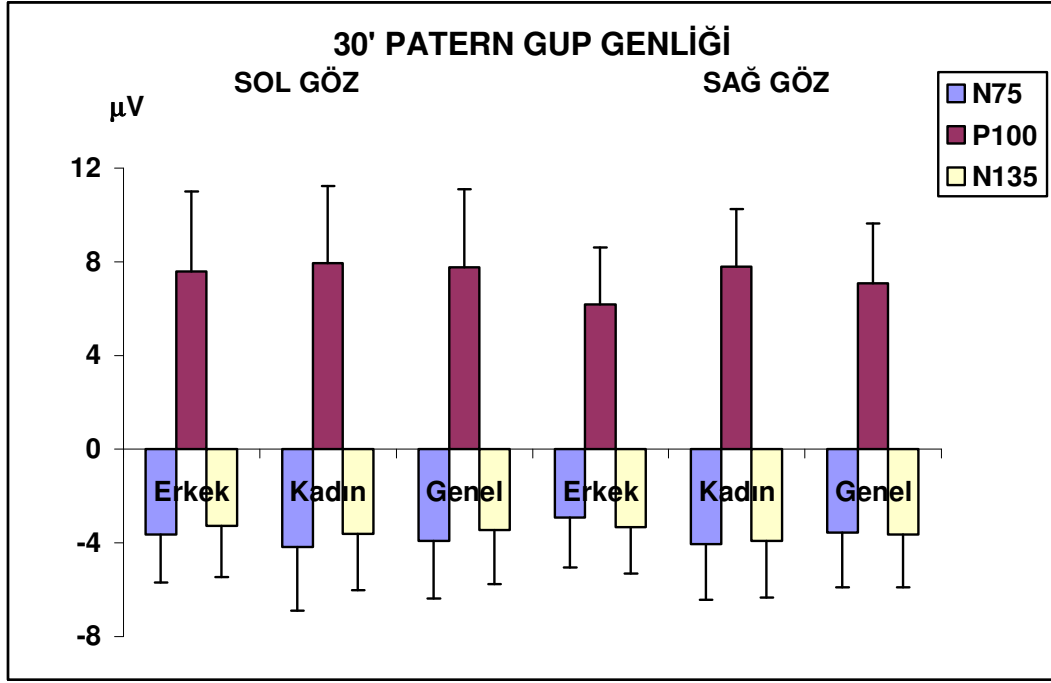
Çalışmaya katılan erkek (n=46), kadın (n=55) ve tüm denek grubunun (n=101) GUP ve ERG yanıtlarında ölçülen potansiyel dalgaların genlik ve latans değerleri Çizelge 4.2 ve 4.3’de ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Bu değerlere ait grafiksel gösterimler ise Şekil 4.1–4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. GUP ve ERG dalga genlikleri. Erkek, kadın ve tüm deneklerden ölçülen dalga genlik değerleri ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir (P100 (N75 ile P100 arasında), P2 (N2 ile P2 arasında), P50 (N35 ile P50 arasında), N95 (P50 ile N95 arasında) ve b (a ile b arasında) dalga genlikleri tepeden tepeye (peak to peak) ölçülmüştür).

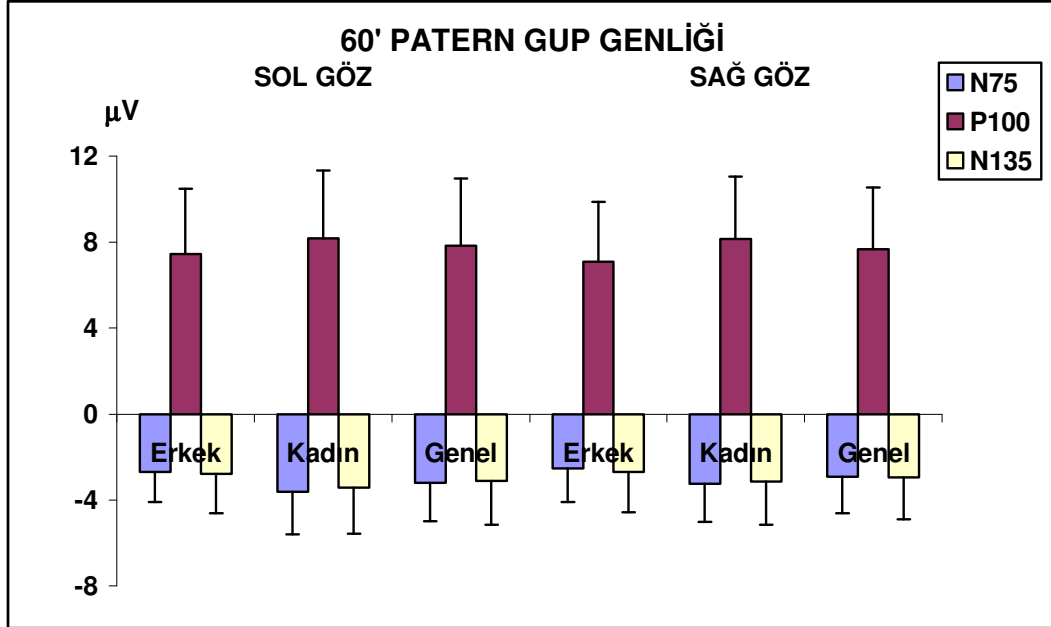
			Erkek (n=46)	Kadın (n=55)	Genel (n=101)
30' Patern GUP	Sol Göz	N75	-3.65 \pm 2.05	-4.17 \pm 2.72	-3.93 \pm 2.44
		P100	7.58 \pm 3.42	7.94 \pm 3.28	7.78 \pm 3.33
		N135	-3.29 \pm 2.17	-3.60 \pm 2.42	-3.46 \pm 2.30
	Sağ Göz	N75	-2.93 \pm 2.12	-4.06 \pm 2.39	-3.56 \pm 2.33
		P100	6.17 \pm 2.45	7.79 \pm 2.46	7.07 \pm 2.57
		N135	-3.32 \pm 1.97	-3.91 \pm 2.42	-3.65 \pm 2.24
60' Patern GUP	Sol Göz	N75	-2.69 \pm 1.41	-3.62 \pm 1.99	-3.19 \pm 1.80
		P100	7.44 \pm 3.06	8.18 \pm 3.15	7.84 \pm 3.12
		N135	-2.79 \pm 1.84	-3.41 \pm 2.16	-3.12 \pm 2.04
	Sağ Göz	N75	-2.52 \pm 1.57	-3.24 \pm 1.77	-2.91 \pm 1.71
		P100	7.07 \pm 2.80	8.16 \pm 2.89	7.66 \pm 2.89
		N135	-2.69 \pm 1.87	-3.15 \pm 2.00	-2.94 \pm 1.95
Flaş GUP	Sol Göz	N2	-2.39 \pm 1.45	-3.03 \pm 1.65	-2.74 \pm 1.59
		P2	8.65 \pm 2.93	10.32 \pm 3.15	9.55 \pm 3.15
		N3	-0.91 \pm 2.21	-0.38 \pm 2.27	-0.62 \pm 2.25
	Sağ Göz	N2	-2.64 \pm 1.78	-3.23 \pm 1.75	-2.96 \pm 1.78
		P2	8.61 \pm 2.88	9.81 \pm 3.52	9.26 \pm 3.28
		N3	-0.24 \pm 1.96	0.04 \pm 2.07	-0.09 \pm 2.01
30' Patern ERG	Sol Göz	N35	-0.42 \pm 0.48	-0.49 \pm 0.55	-0.46 \pm 0.52
		P50	1.46 \pm 0.61	1.66 \pm 0.56	1.57 \pm 0.59
		N95	-2.29 \pm 0.85	-2.77 \pm 0.85	-2.55 \pm 0.88
	Sağ Göz	N35	-0.30 \pm 0.53	-0.38 \pm 0.53	-0.34 \pm 0.53
		P50	1.40 \pm 0.60	1.67 \pm 0.62	1.55 \pm 0.62
		N95	-2.05 \pm 0.89	-2.63 \pm 0.75	-2.37 \pm 0.86
60' Patern ERG	Sol Göz	N35	-0.49 \pm 0.54	-0.47 \pm 0.51	-0.48 \pm 0.52
		P50	1.85 \pm 0.83	1.99 \pm 0.95	1.92 \pm 0.90
		N95	-2.61 \pm 0.98	-2.98 \pm 1.02	-2.81 \pm 1.02
	Sağ Göz	N35	-0.32 \pm 0.48	-0.36 \pm 0.55	-0.34 \pm 0.52
		P50	1.77 \pm 0.86	2.07 \pm 0.73	1.93 \pm 0.80
		N95	-2.27 \pm 0.70	-2.87 \pm 0.92	-2.60 \pm 0.88
Flaş ERG	Sol Göz	a	-1.33 \pm 0.79	-1.14 \pm 0.76	-1.23 \pm 0.78
		b	11.54 \pm 3.58	12.64 \pm 4.25	12.13 \pm 3.98
	Sağ Göz	a	-1.31 \pm 0.87	-1.15 \pm 0.75	-1.22 \pm 0.80
		b	11.89 \pm 3.43	12.98 \pm 3.87	12.48 \pm 3.70

Çizelge 4.3. GUP ve ERG dalga latansları. Erkek, kadın ve tüm deneklerden ölçülen dalga latans değerleri ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir.

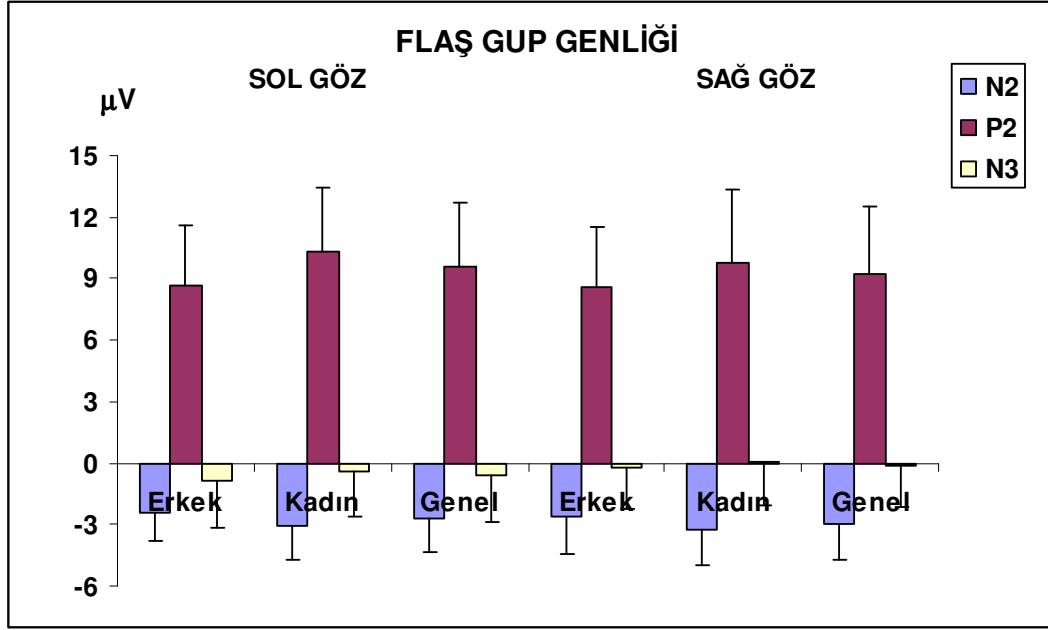
			Erkek (n=46)	Kadın (n=55)	Genel (n=101)
30' Patern GUP	Sol Göz	N75	79.65 \pm 4.90	77.60 \pm 4.46	78.53 \pm 4.76
		P100	105.39 \pm 6.54	102.55 \pm 5.62	103.84 \pm 6.19
		N135	141.22 \pm 7.90	137.78 \pm 10.02	139.35 \pm 9.24
	Sağ Göz	N75	82.09 \pm 5.07	78.69 \pm 4.75	80.20 \pm 5.15
		P100	107.18 \pm 5.95	103.05 \pm 4.74	104.89 \pm 5.67
		N135	142.18 \pm 7.64	143.27 \pm 8.33	142.79 \pm 8.01
60' Patern GUP	Sol Göz	N75	77.13 \pm 4.89	75.78 \pm 4.58	76.40 \pm 4.75
		P100	104.52 \pm 4.82	103.42 \pm 4.03	103.92 \pm 4.42
		N135	142.96 \pm 12.46	139.78 \pm 10.05	141.23 \pm 11.27
	Sağ Göz	N75	77.91 \pm 5.38	75.71 \pm 3.99	76.71 \pm 4.78
		P100	106.70 \pm 4.99	105.02 \pm 4.16	105.78 \pm 4.61
		N135	143.04 \pm 6.81	142.62 \pm 6.26	142.81 \pm 6.49
Flaş GUP	Sol Göz	N2	69.91 \pm 11.46	67.56 \pm 8.88	68.64 \pm 10.17
		P2	121.39 \pm 9.77	118.59 \pm 10.60	119.88 \pm 10.27
		N3	171.83 \pm 12.13	169.04 \pm 13.12	170.32 \pm 12.69
	Sağ Göz	N2	70.61 \pm 10.87	67.56 \pm 7.83	68.96 \pm 9.43
		P2	123.13 \pm 8.26	123.52 \pm 9.81	123.34 \pm 9.08
		N3	170.61 \pm 13.37	166.00 \pm 13.61	168.12 \pm 13.63
30' Patern ERG	Sol Göz	N35	28.35 \pm 7.90	29.38 \pm 8.65	28.91 \pm 8.29
		P50	58.26 \pm 5.76	59.93 \pm 8.66	59.17 \pm 7.49
		N95	103.22 \pm 5.88	102.89 \pm 6.69	103.04 \pm 6.30
	Sağ Göz	N35	30.00 \pm 7.98	30.55 \pm 8.30	30.30 \pm 8.12
		P50	56.27 \pm 6.70	57.38 \pm 6.81	56.89 \pm 6.75
		N95	100.82 \pm 9.86	104.00 \pm 6.06	102.59 \pm 8.09
60' Patern ERG	Sol Göz	N35	29.83 \pm 8.46	29.45 \pm 7.67	29.62 \pm 8.00
		P50	59.57 \pm 7.41	57.38 \pm 7.97	58.38 \pm 7.76
		N95	102.78 \pm 9.31	100.73 \pm 6.21	101.66 \pm 7.80
	Sağ Göz	N35	30.35 \pm 8.66	30.98 \pm 8.75	30.69 \pm 8.67
		P50	57.65 \pm 6.23	58.47 \pm 8.16	58.10 \pm 7.32
		N95	103.39 \pm 6.25	102.69 \pm 5.71	103.01 \pm 5.94
Flaş ERG	Sol Göz	a	14.65 \pm 4.81	13.37 \pm 4.19	13.96 \pm 4.51
		b	57.17 \pm 5.84	57.89 \pm 3.94	57.56 \pm 4.89
	Sağ Göz	a	14.65 \pm 5.50	13.15 \pm 5.44	13.84 \pm 5.49
		b	56.22 \pm 4.59	57.74 \pm 4.33	57.04 \pm 4.49



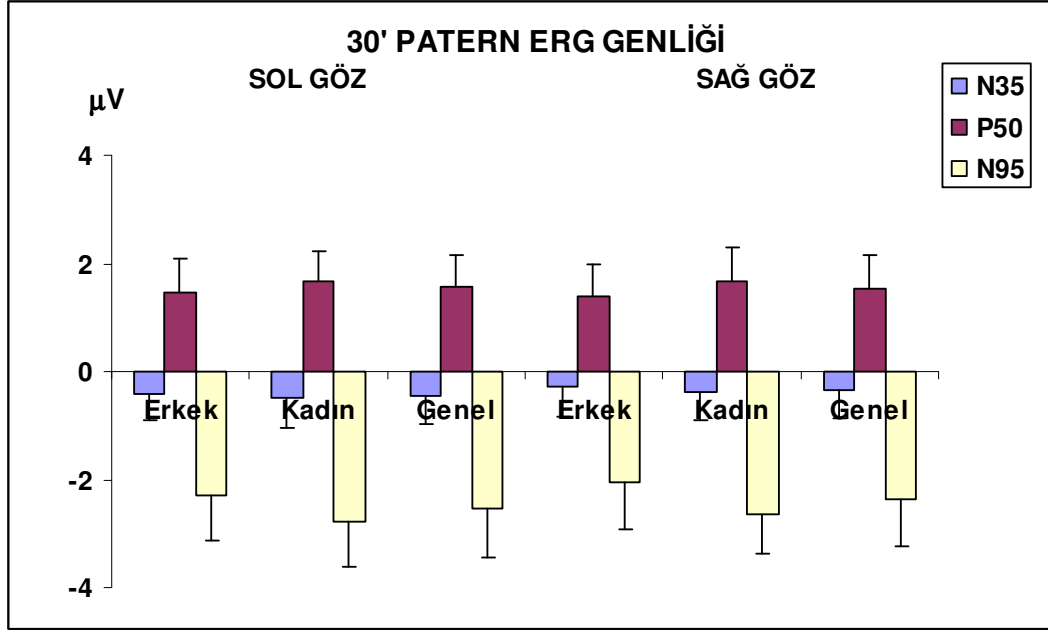
Şekil 4.1. 30' Patern GUP Genliği. Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga genliklerinin ortalama değeri ve standart sapmaları görülmektedir.



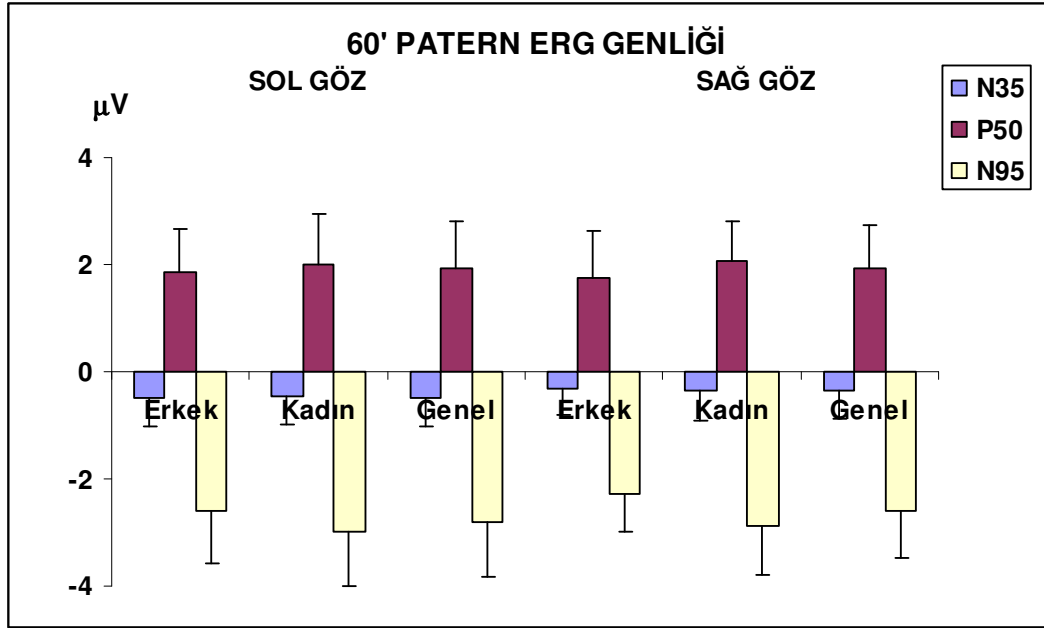
Şekil 4.2. 60' Patern GUP Genliği. Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga genliklerinin ortalama değeri ve standart sapmaları görülmektedir.



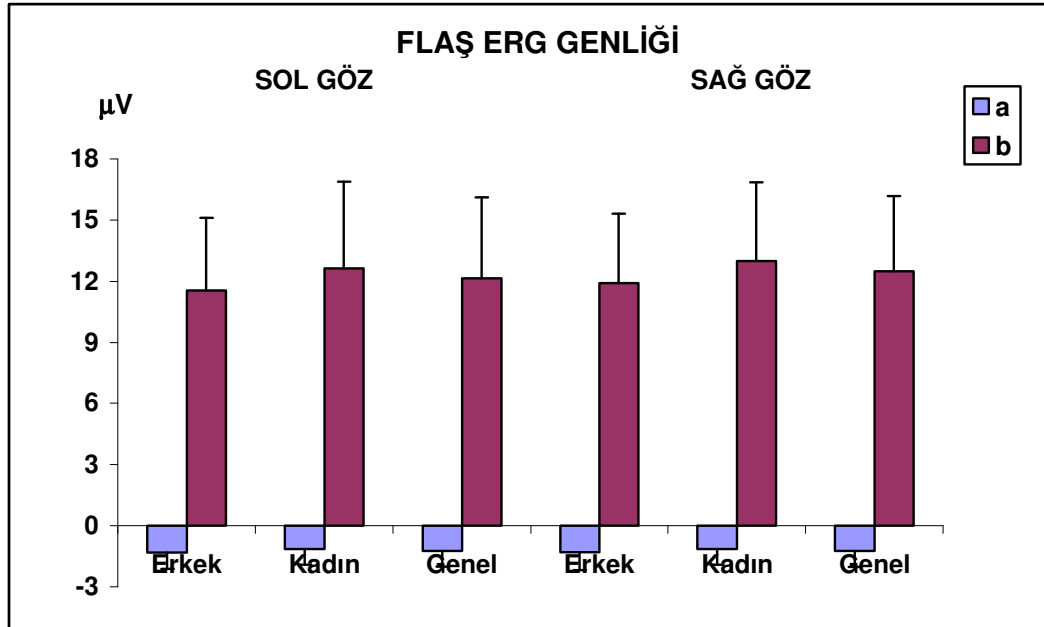
Şekil 4.3. Flaş GUP Genliği. Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga genliklerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



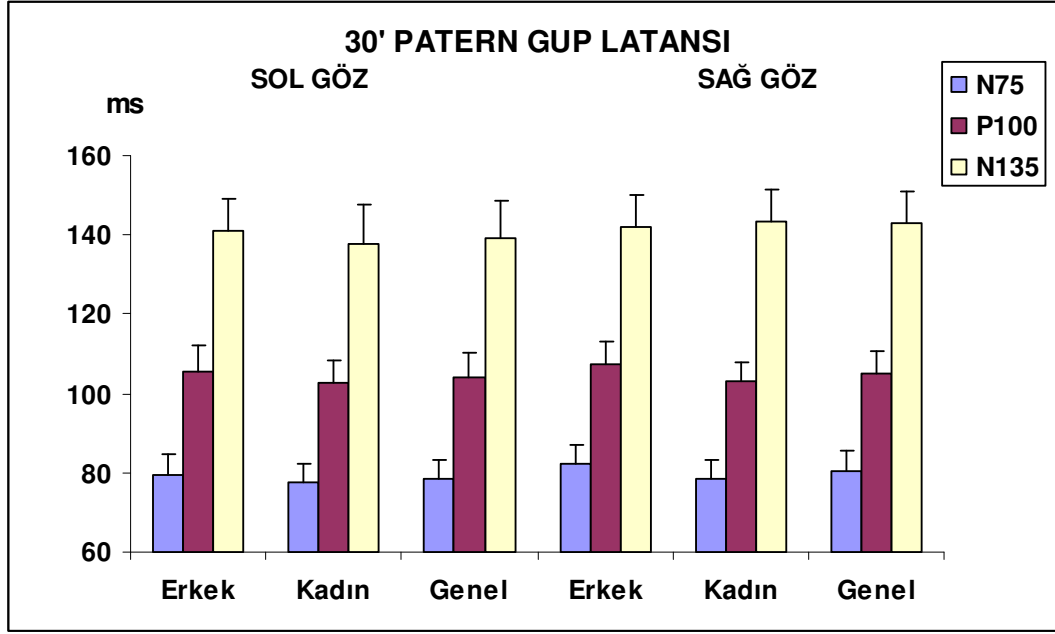
Şekil 4.4. 30' Patern ERG Genliği. Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga genliklerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



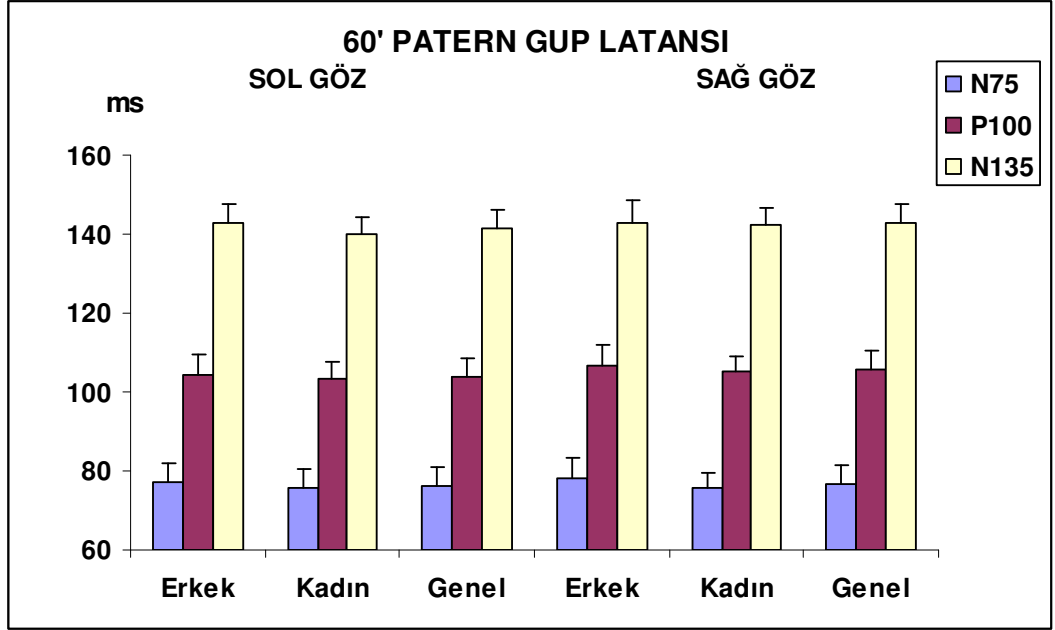
Şekil 4.5. 60' Patern ERG Genliği. Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga genliklerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



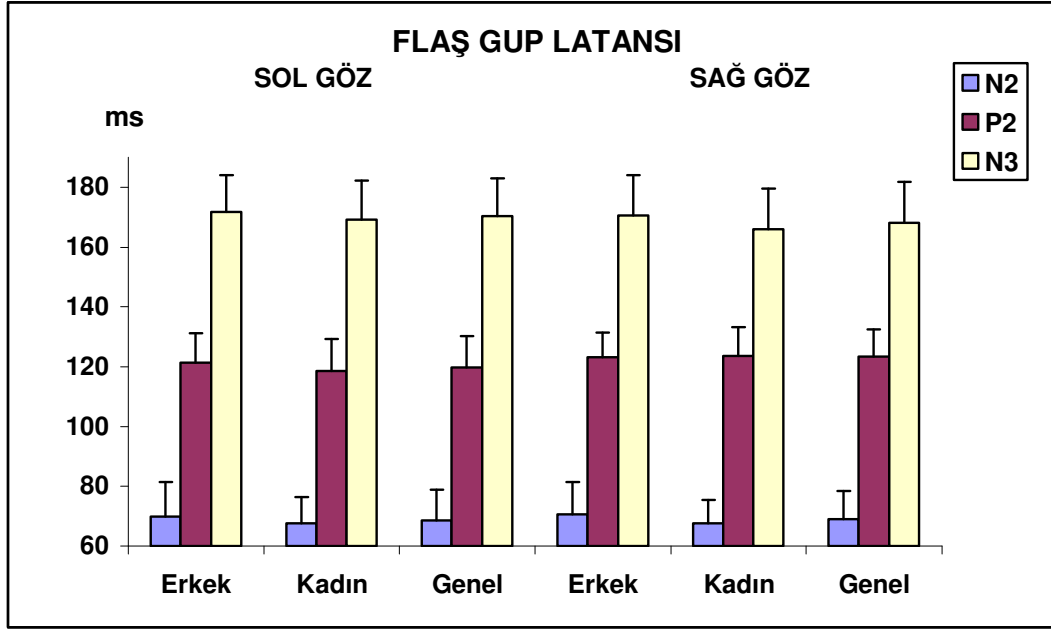
Şekil 4.6. Flaş ERG Genliği. Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga genliklerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



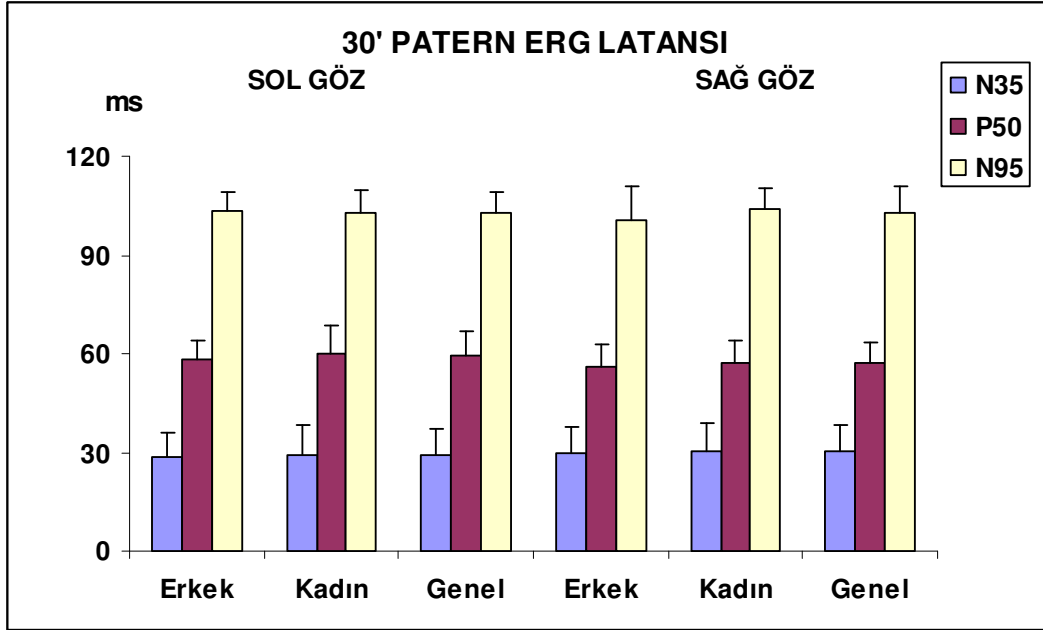
Şekil 4.7. 30' Patern GUP Latansı Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga latanslarının ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



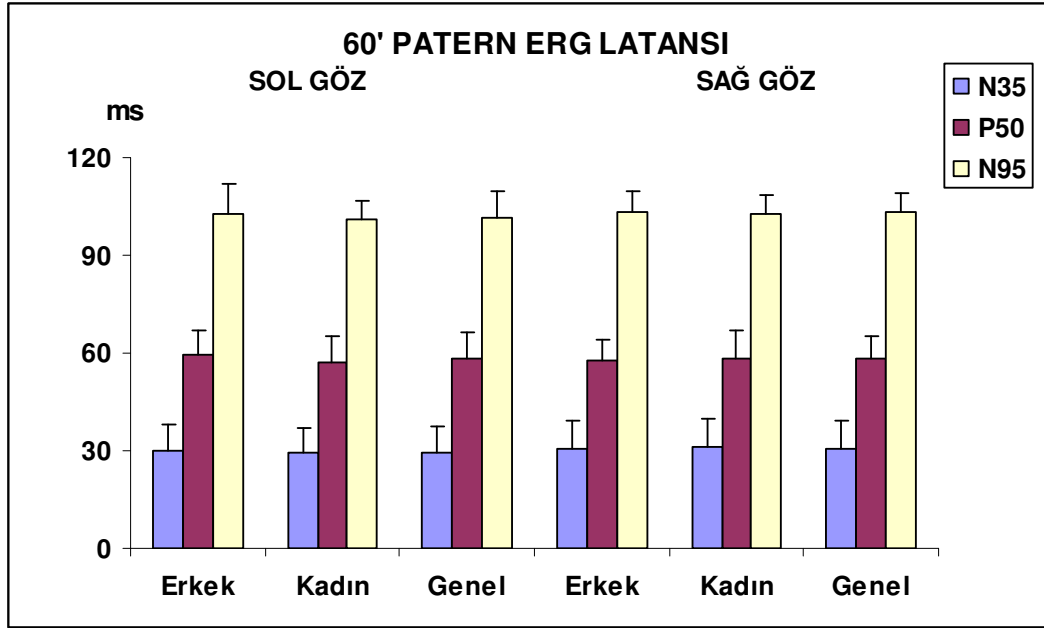
Şekil 4.8. 60' Patern GUP Latansı Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga latanslarının ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



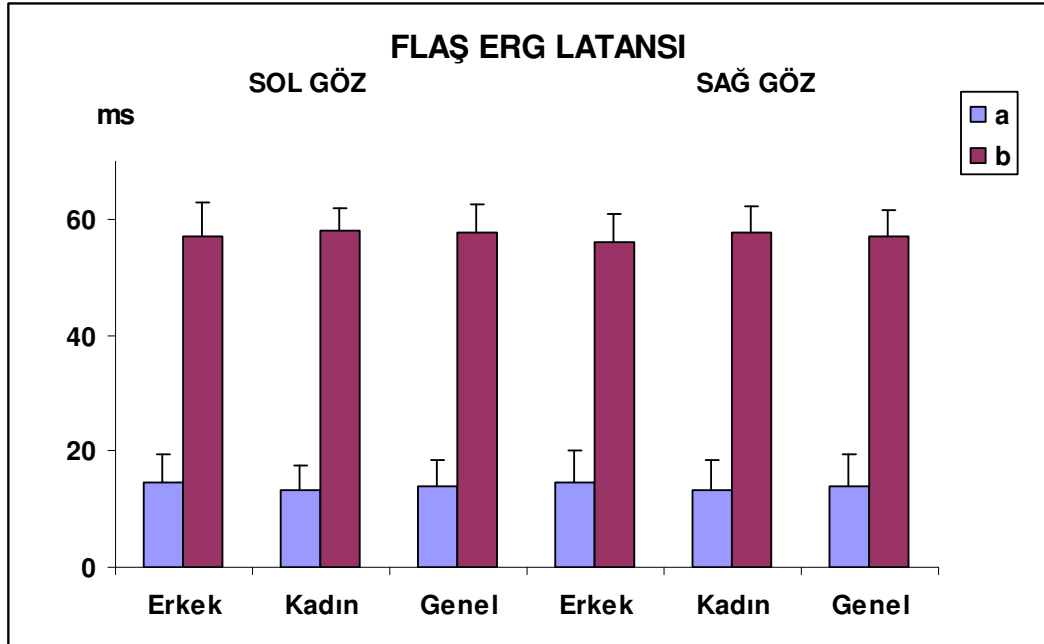
Şekil 4.9. Flaş GUP Latansı Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga latanslarının ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



Şekil 4.10. 30' Patern ERG Latansı Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga latanslarının ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.



Şekil 4.11. 60' Patern ERG Latansı Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga latanslarının ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.

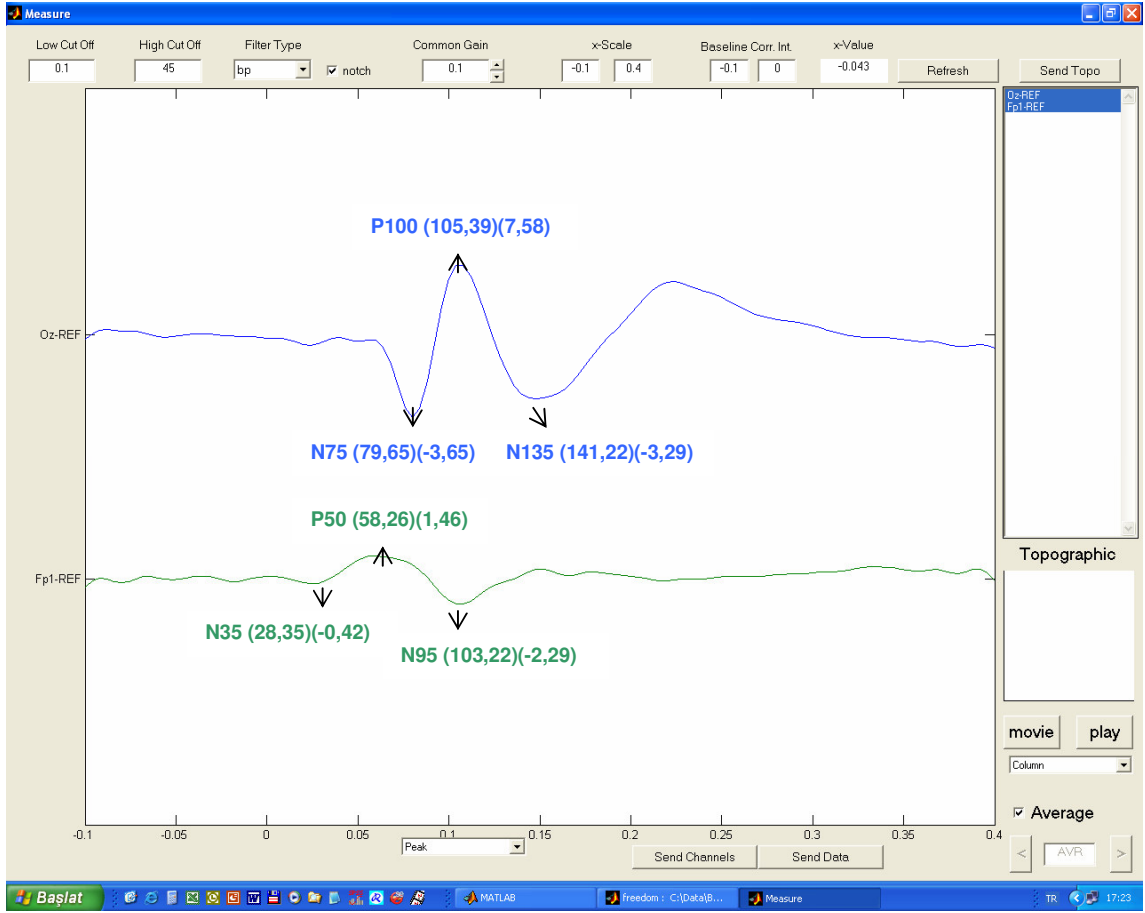


Şekil 4.12. Flaş ERG Latansı Erkek, kadın ve tüm deneklerden sol ve sağ gözden ölçülen dalga latanslarının ortalama değerleri ve standart sapmaları görülmektedir.

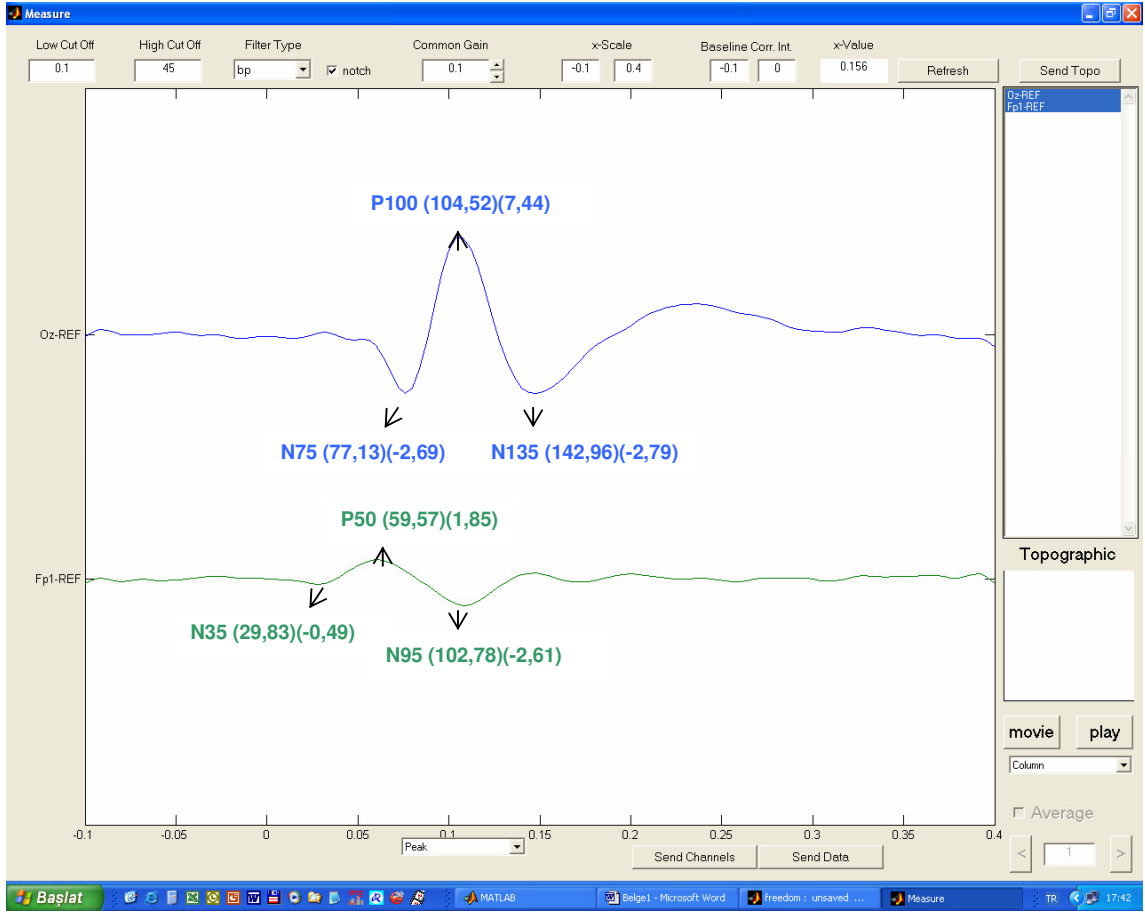
30' ve 60' patern GUP ile 30' ve 60' patern ERG ve flaş uyararla elde edilen flaş GUP ve flaş ERG kayıtlarındaki potansiyel dalga bileşenlerinin; erkek (n=46), (Şekil 4.13–4.18), kadın (n=55), (Şekil 4.19–4.24) ve tüm denek grubundaki (n=101), (4.25–4.30) büyük ortalamaları alındı. Ardından elde edilen bu ortalamalardan genlik ve latans değerleri ölçüldü. Ölçülen değerlerin normal dağılıma uygunluk kontrolü One-Sample Kolmogorov Simirnov testi ile yapıldı. Normal dağılım gösteren yaş gruplarında verilerin cinsiyete göre karşılaştırılmasında Independent-t testi, normal dağılmayanlarda ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Her üç test de SPSS programı aracılığıyla uygulandı (66). MedCalc programı ile erkek, kadın ve tüm gruptaki deneklerden elde edilen görsel potansiyellerin genlik ve latans değerlerinin %95'lik referans aralıkları hesaplandı (64), (Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5). Elde ettiğimiz verilere ait güvenilirlik aralıkları da tespit edildi. Çizelge 4.6'da genlik ve Çizelge 4.7'de latans değerlerine ait %95'lik güvenilirlik aralıkları görülmektedir.

Çalışmamıza katılan ve yaşları 20 ile 49 arasında değişen erkek ve kadın denekler 20–29, 30–39, 40–49 olmak üzere 3 yaş grubuna ayrıldılar. Görsel potansiyel dalgalarının bu yaş gruplarında ölçülen genlik ve latans değerleri ortalama \pm standart sapma şeklinde Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da verilmiştir.

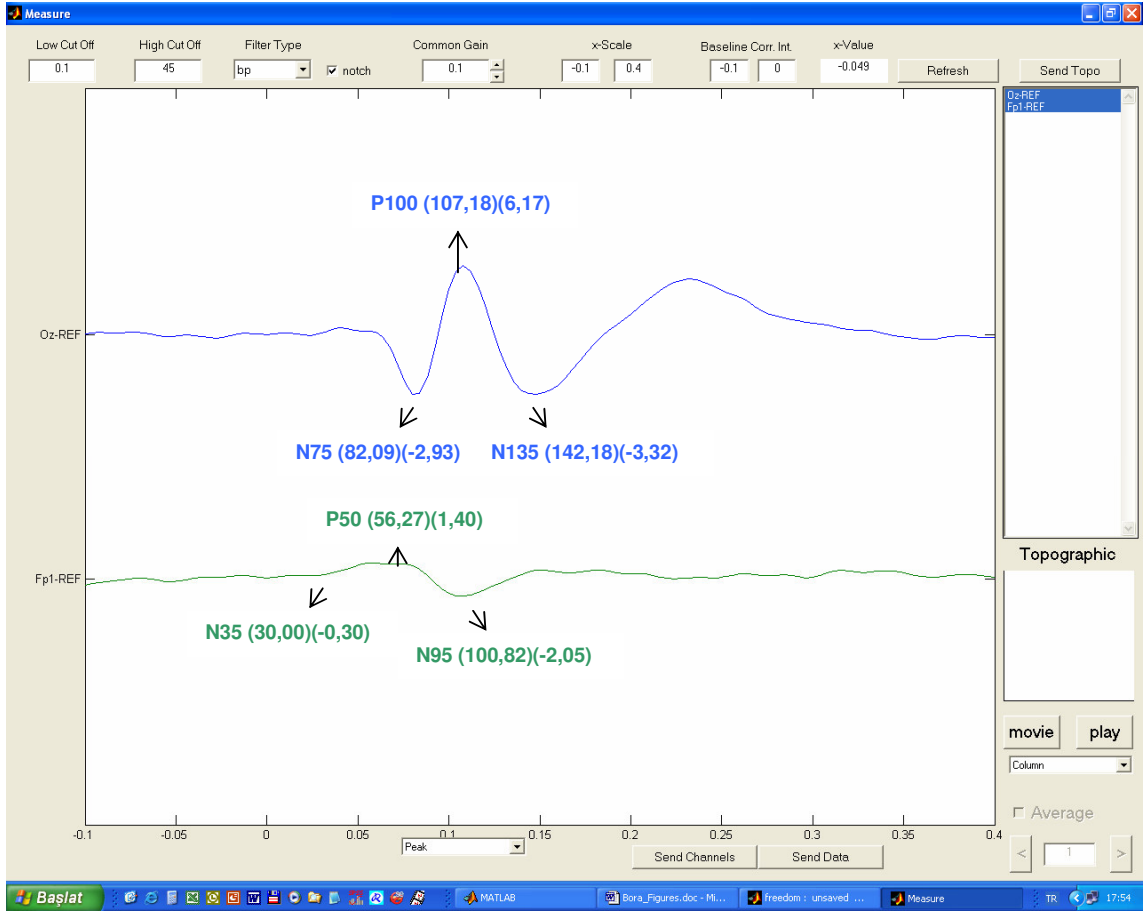
GUP ve ERG dalgalarının cinsiyet ve yaş grupları arasındaki değişimi, 2 faktörlü faktöriyel varyans analizi ile incelendi. Bu test Statistica programı aracılığıyla uygulandı (65).



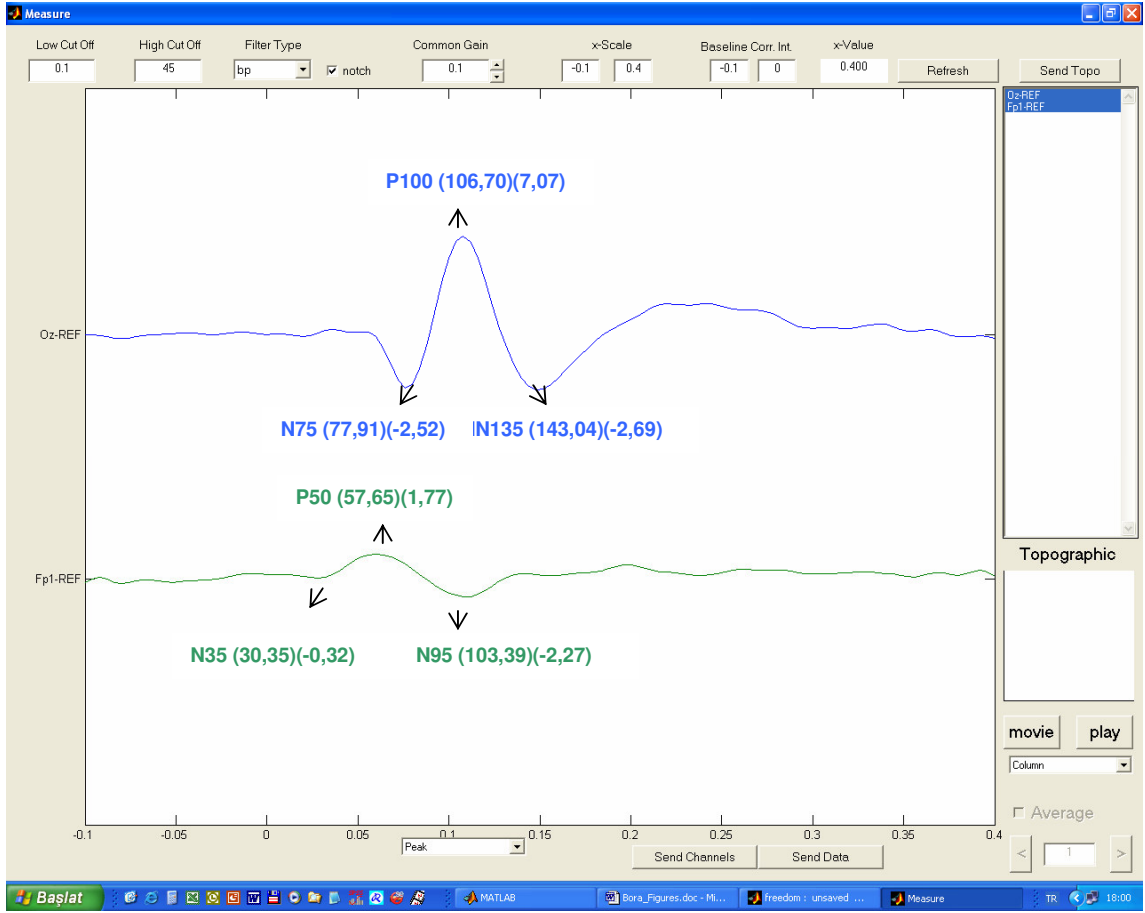
Şekil 4.13. Erkeklerden Sol Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



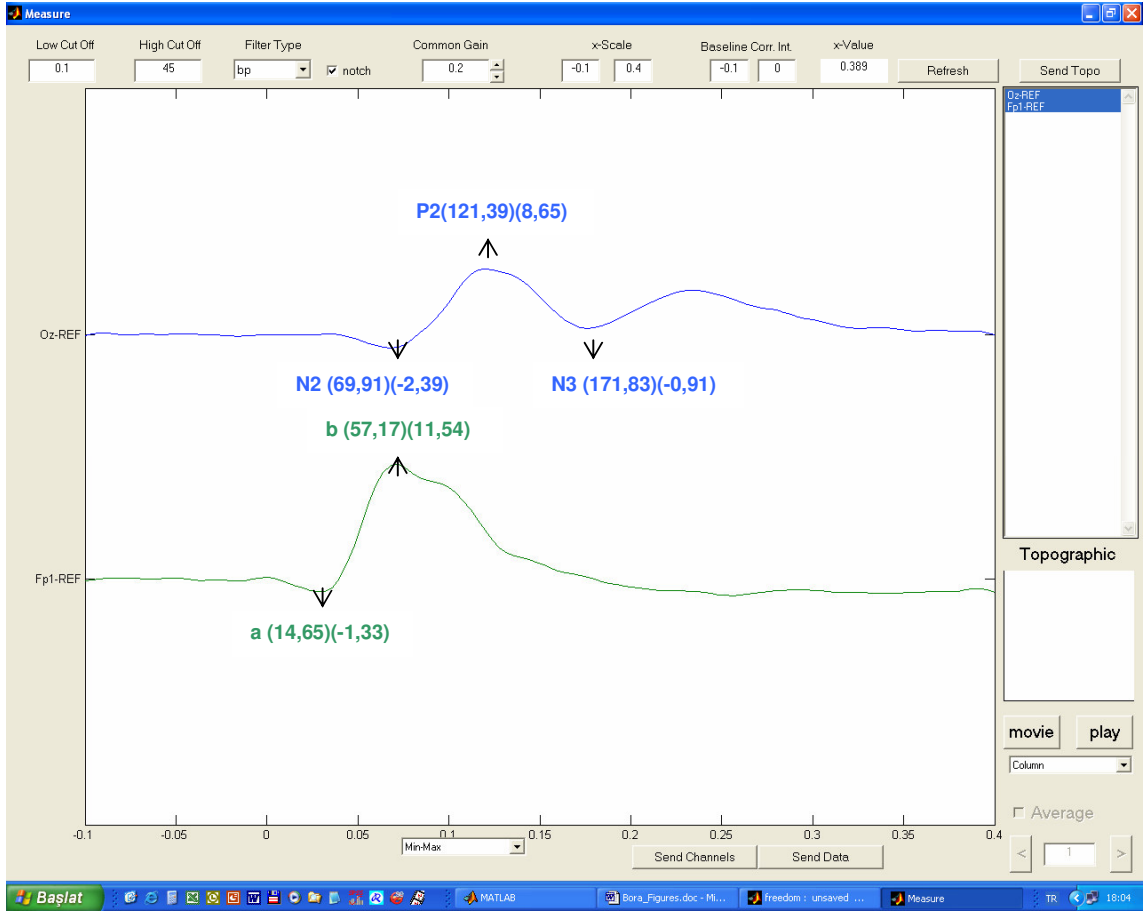
Şekil 4.14. Erkeklerden Sol Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



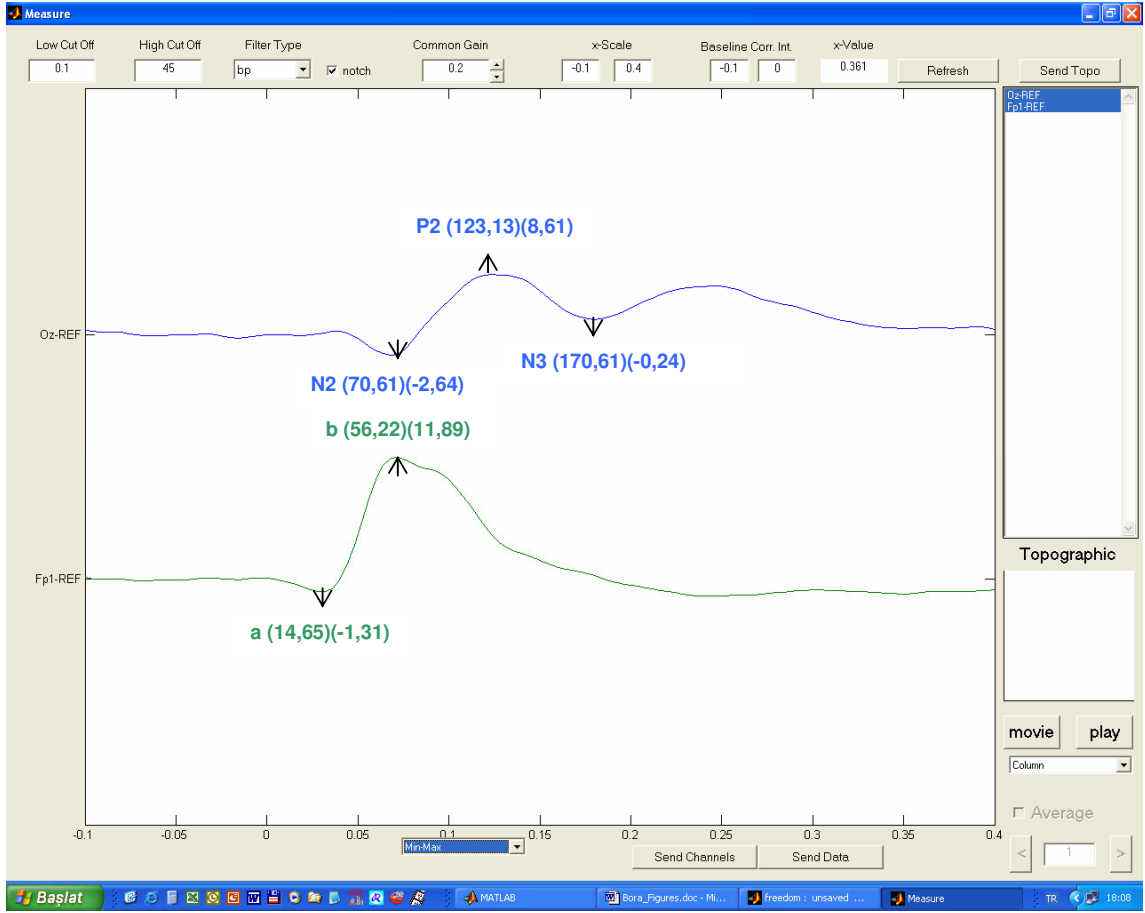
Şekil 4.15. Erkeklerden Sağ Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



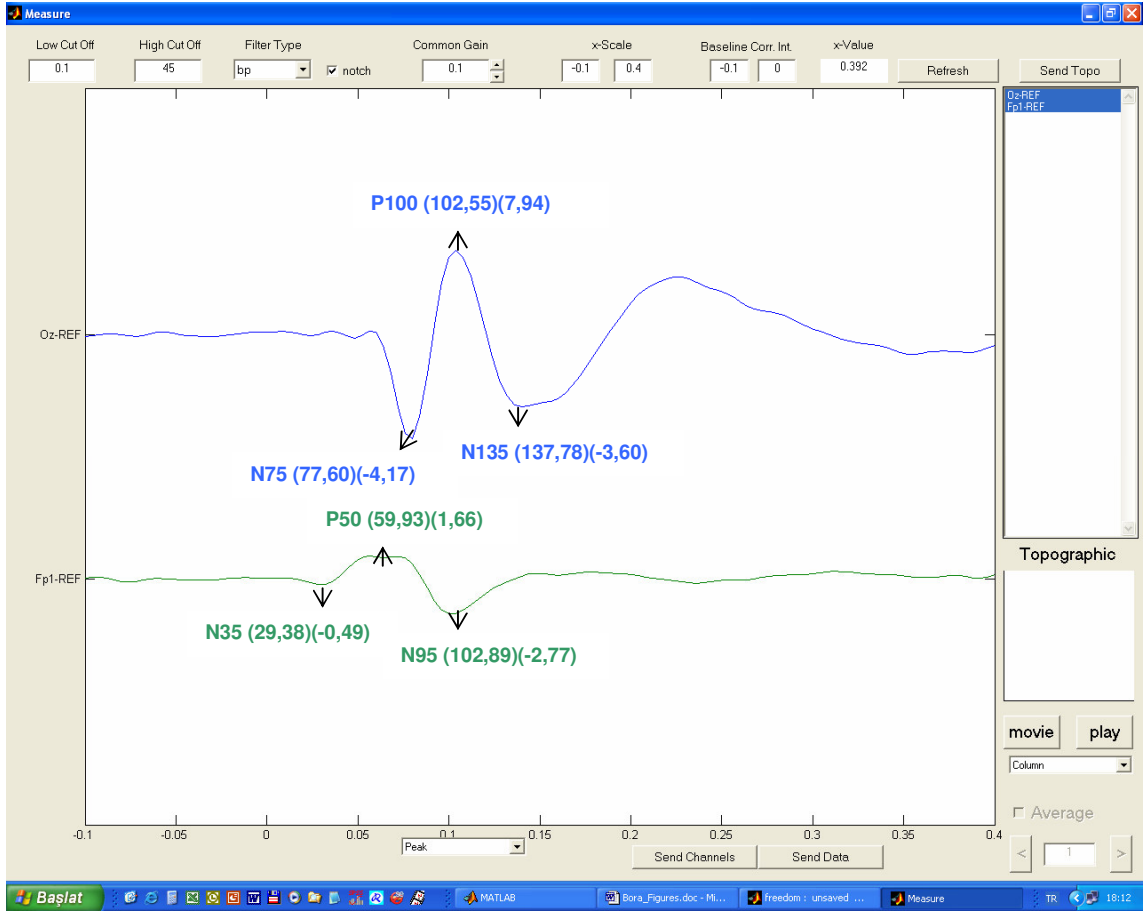
Şekil 4.16. Erkeklerden Sağ Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



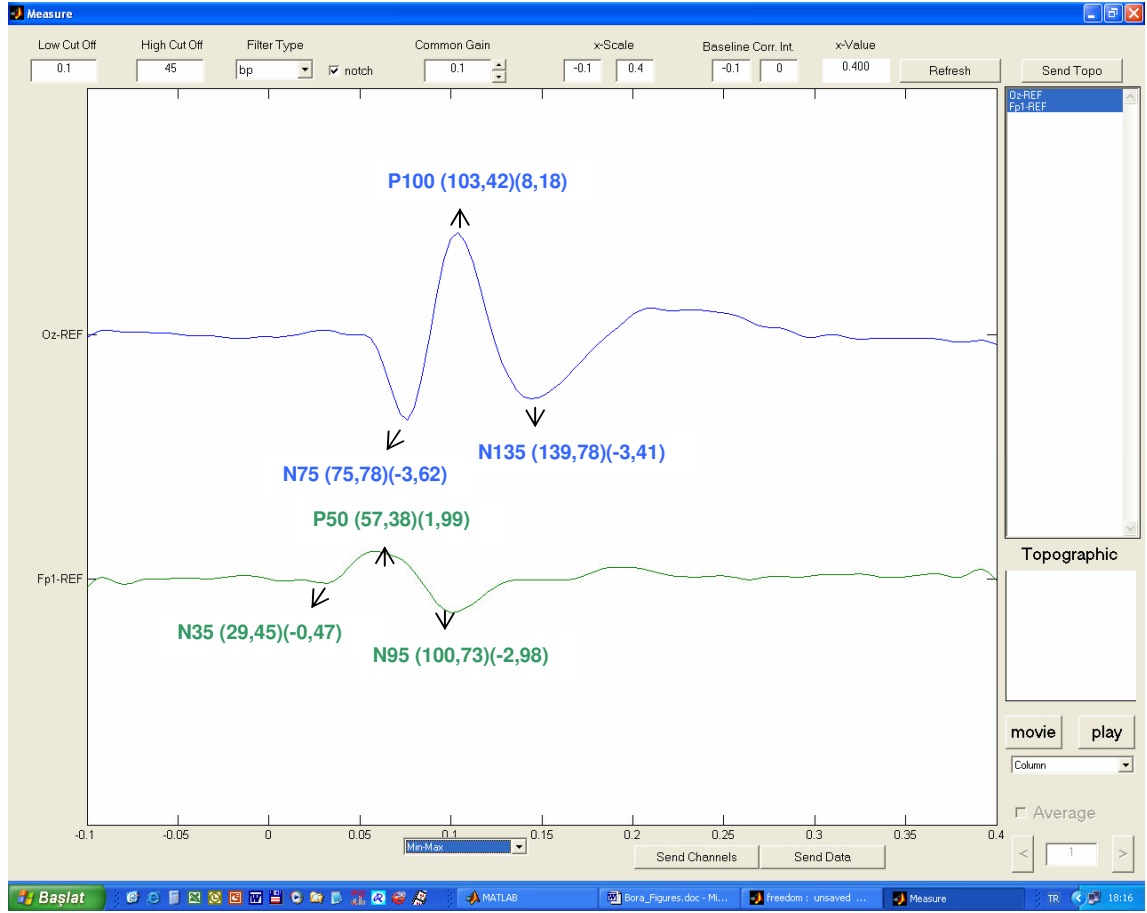
Şekil 4.17. Erkeklerden Sol Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



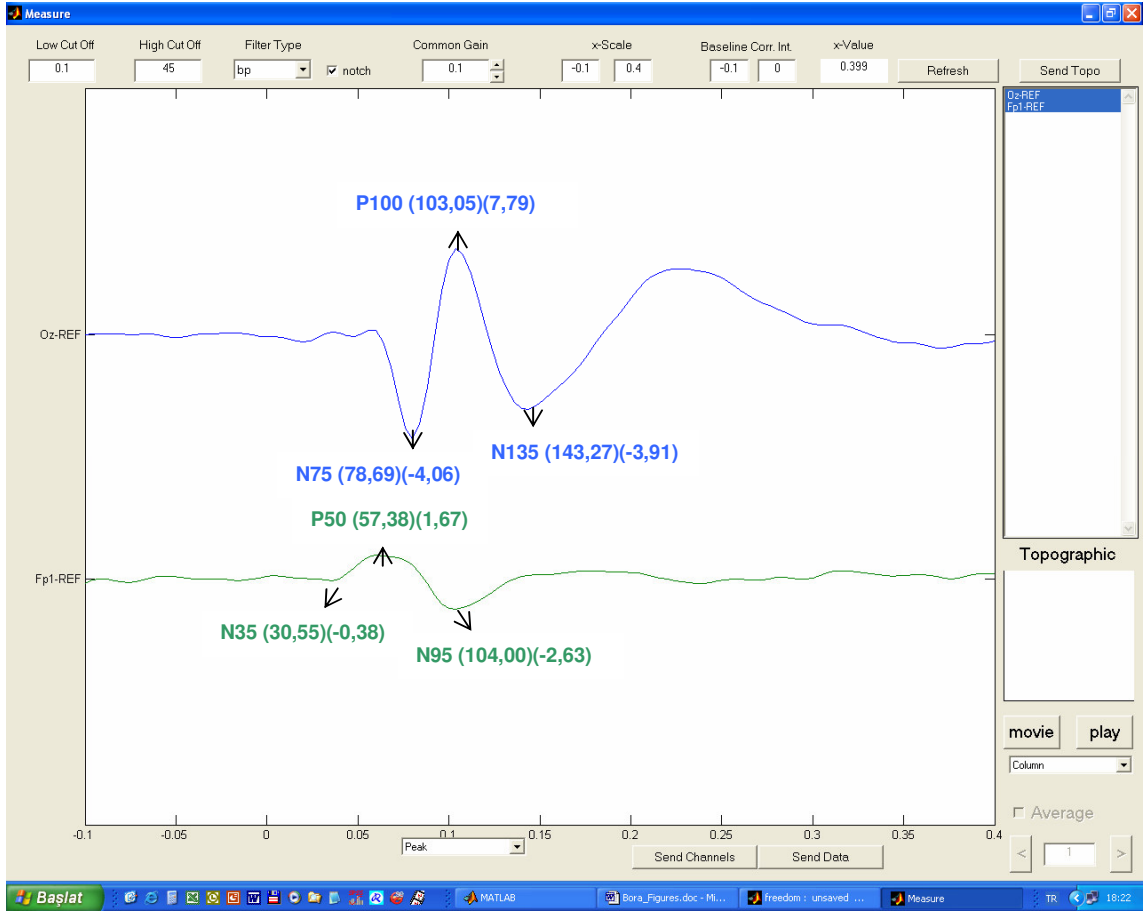
Şekil 4.18. Erkeklerden Sağ Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



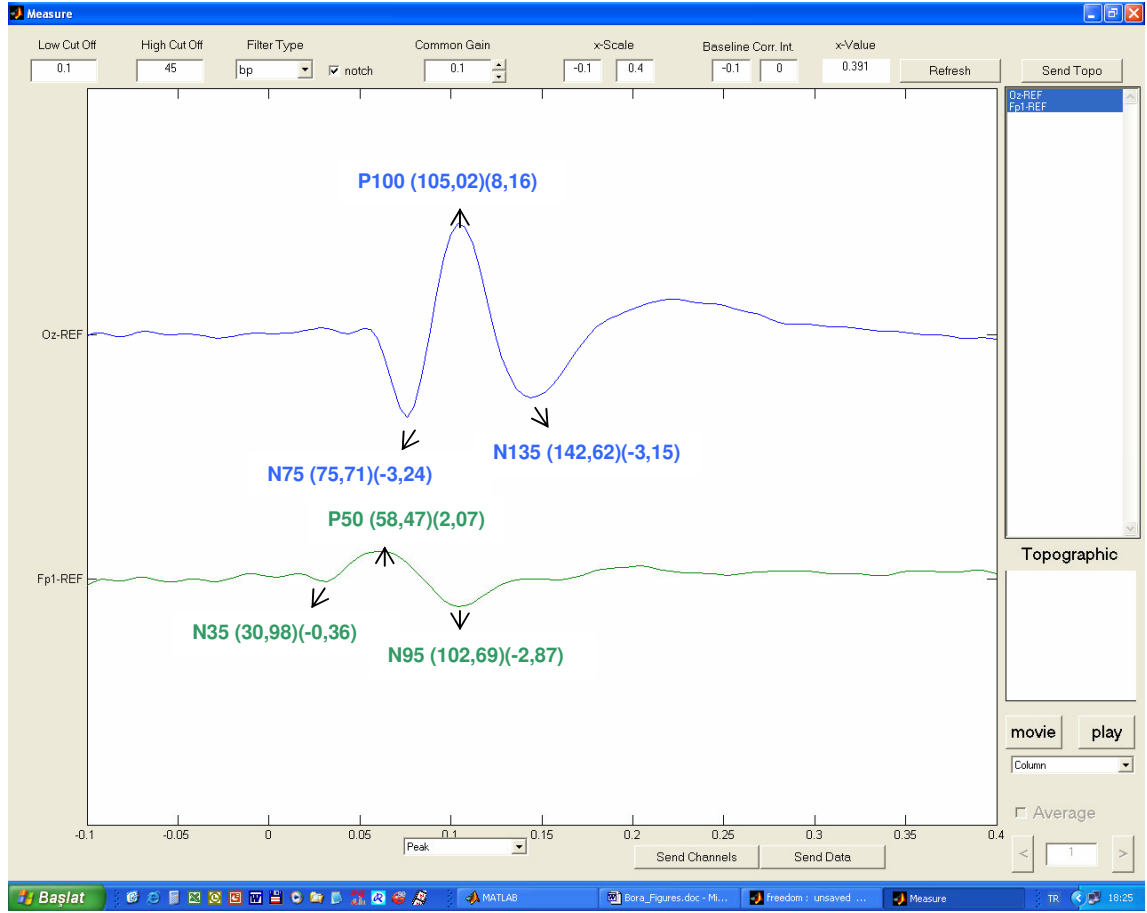
Şekil 4.19. Kadınlardan Sol Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



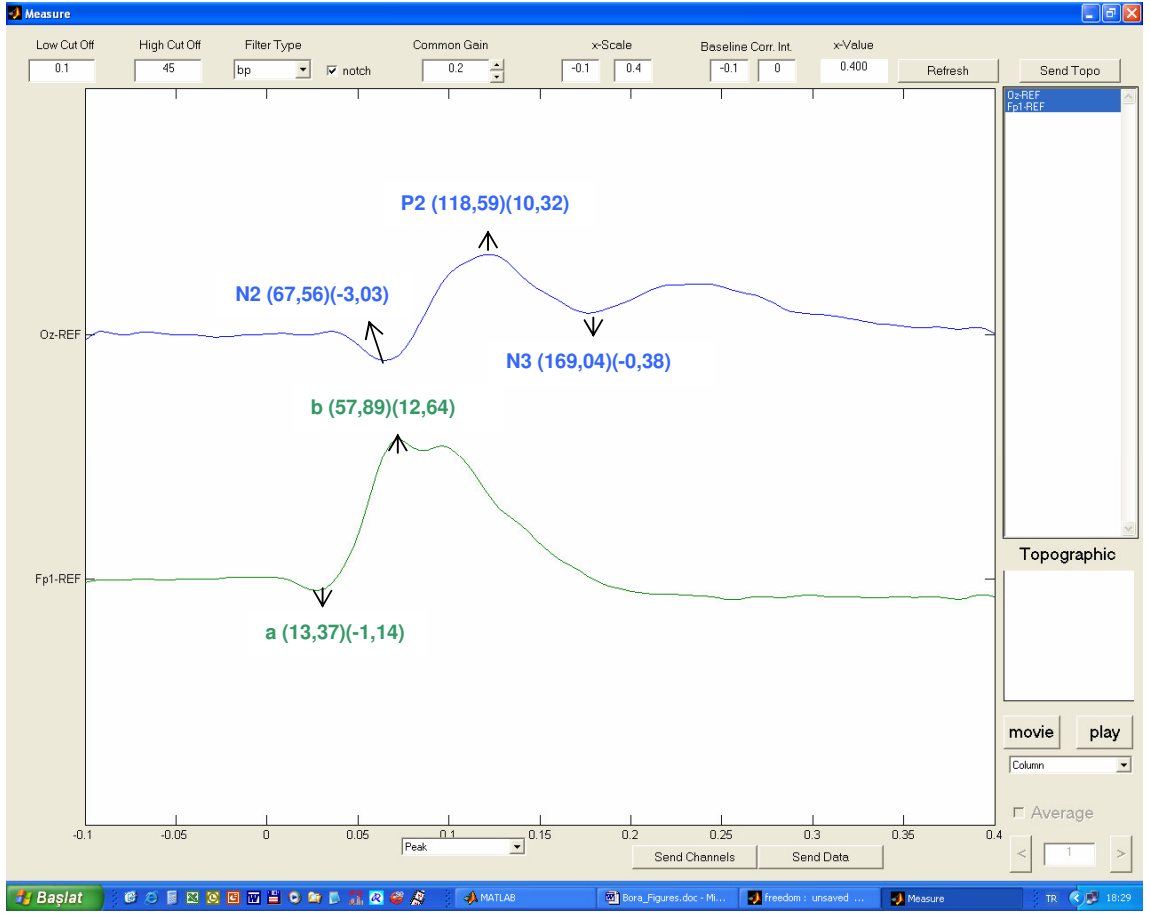
Şekil 4.20. Kadınlardan Sol Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



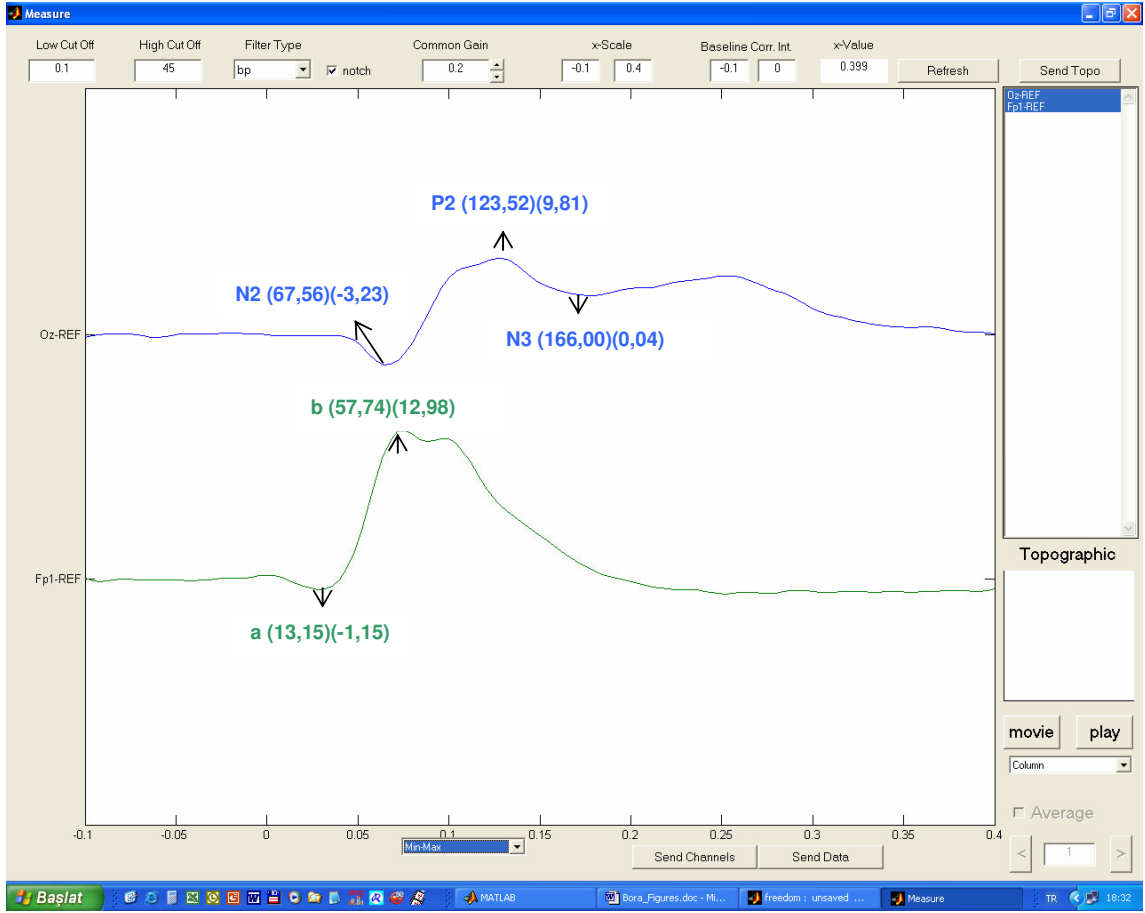
Şekil 4.21. Kadınlardan Sağ Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



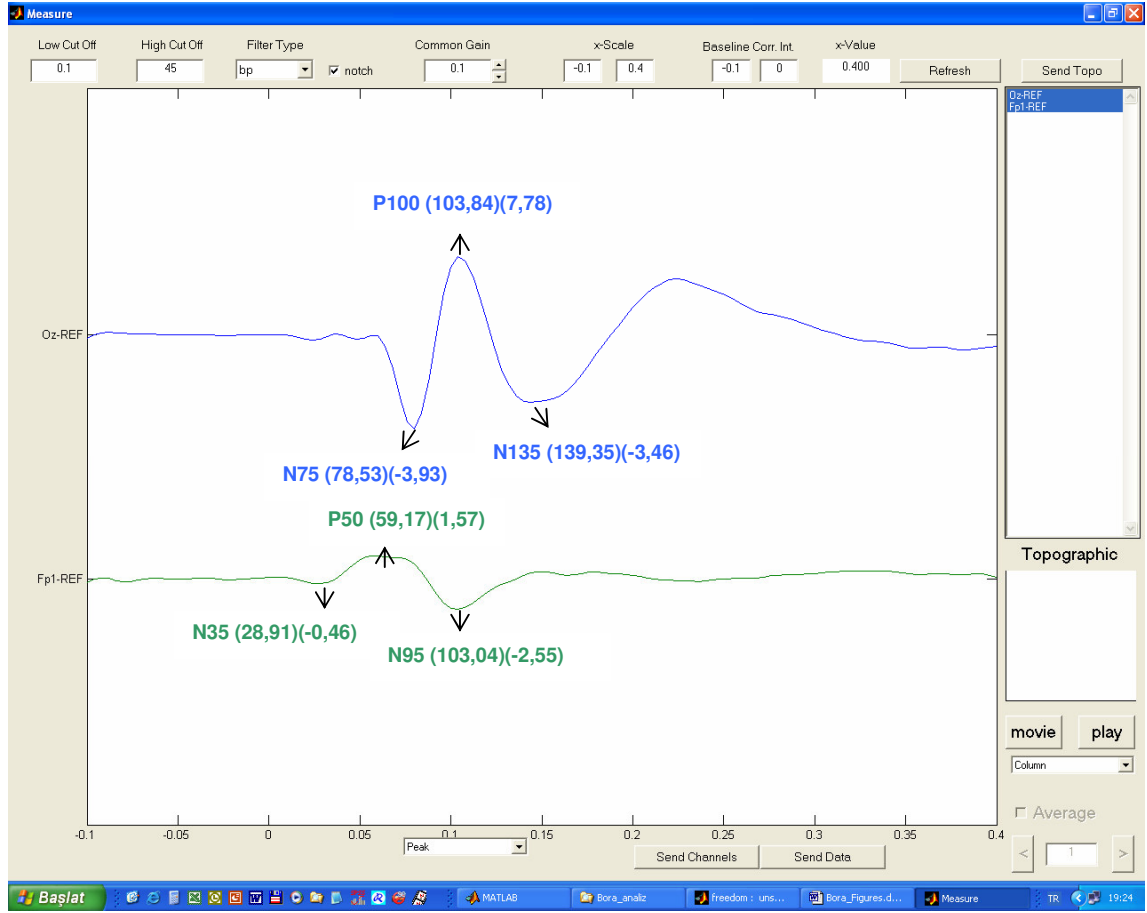
Şekil 4.22. Kadınlardan Sağ Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



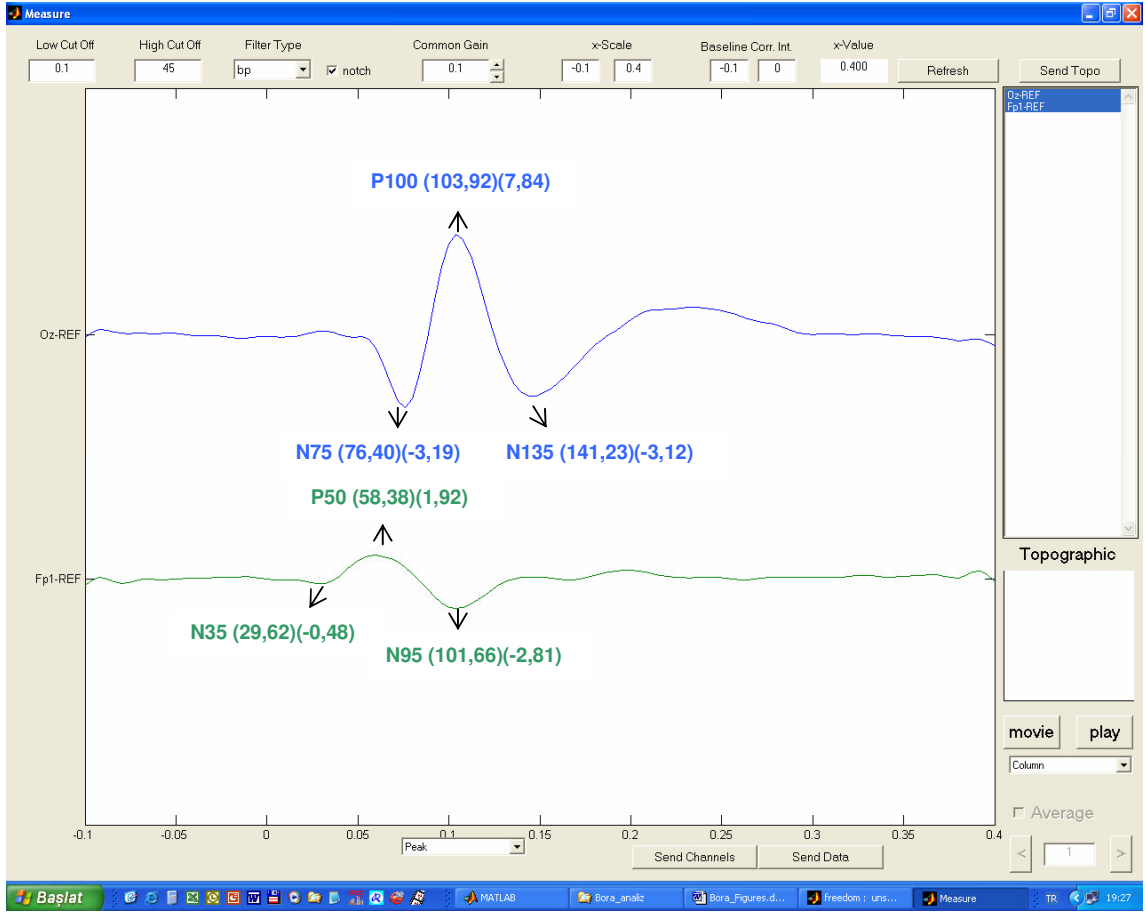
Şekil 4.23. Kadınlardan Sol Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



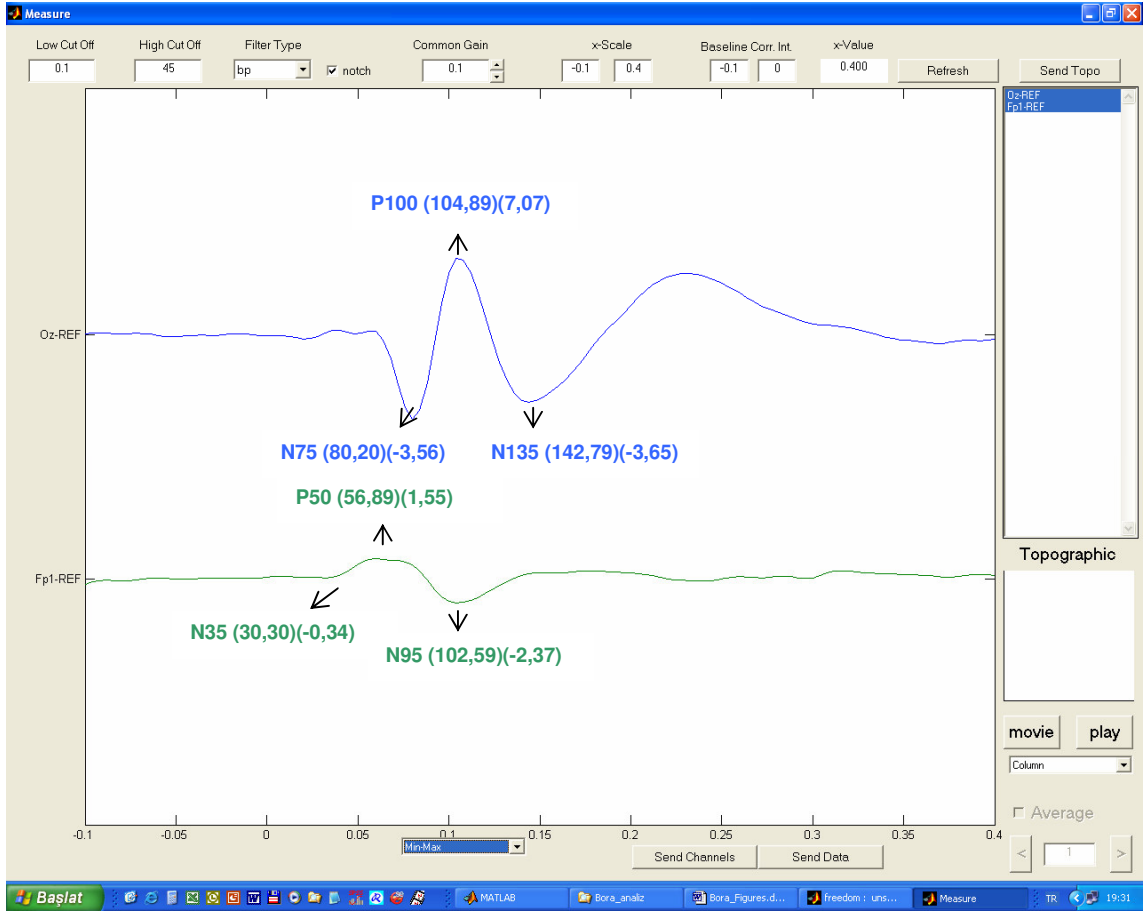
Şekil 4.24. Kadınlardan Sağ Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



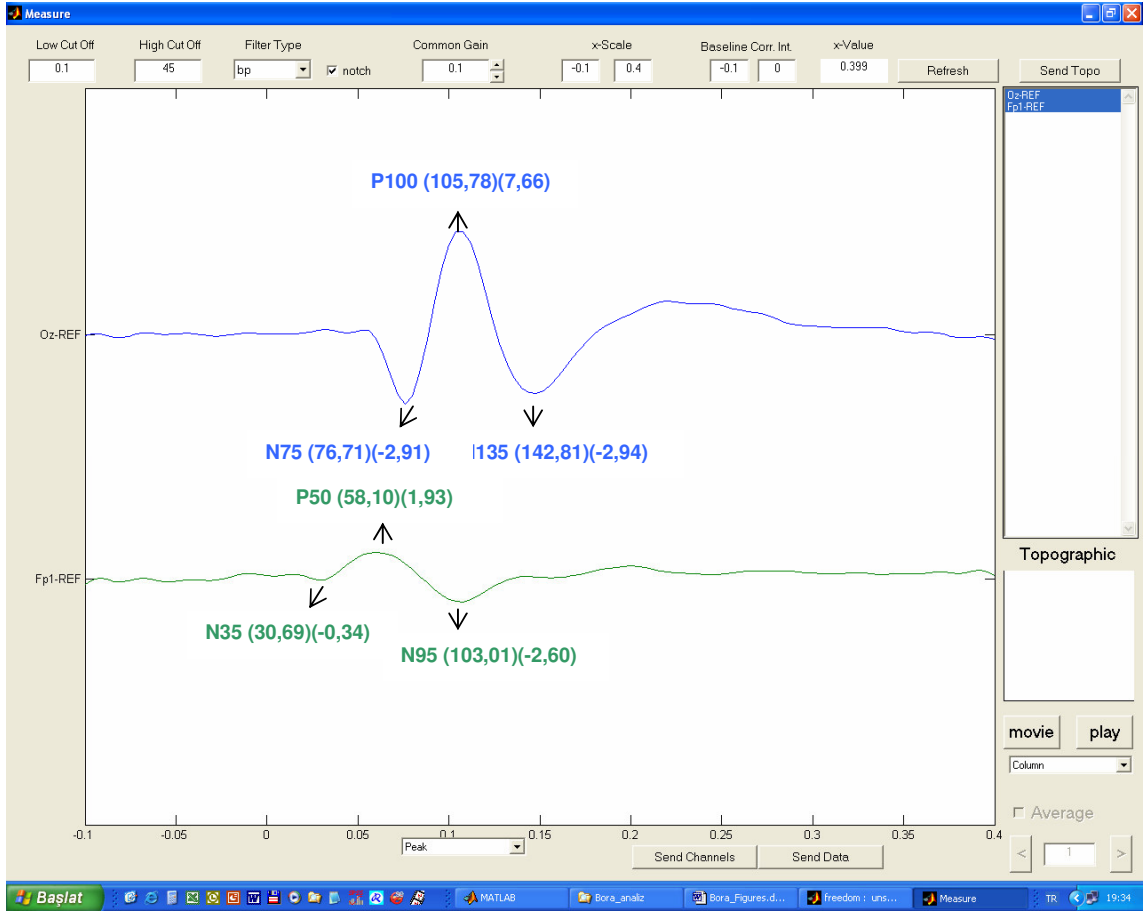
Şekil 4.25. Tüm Deneklerden Sol Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



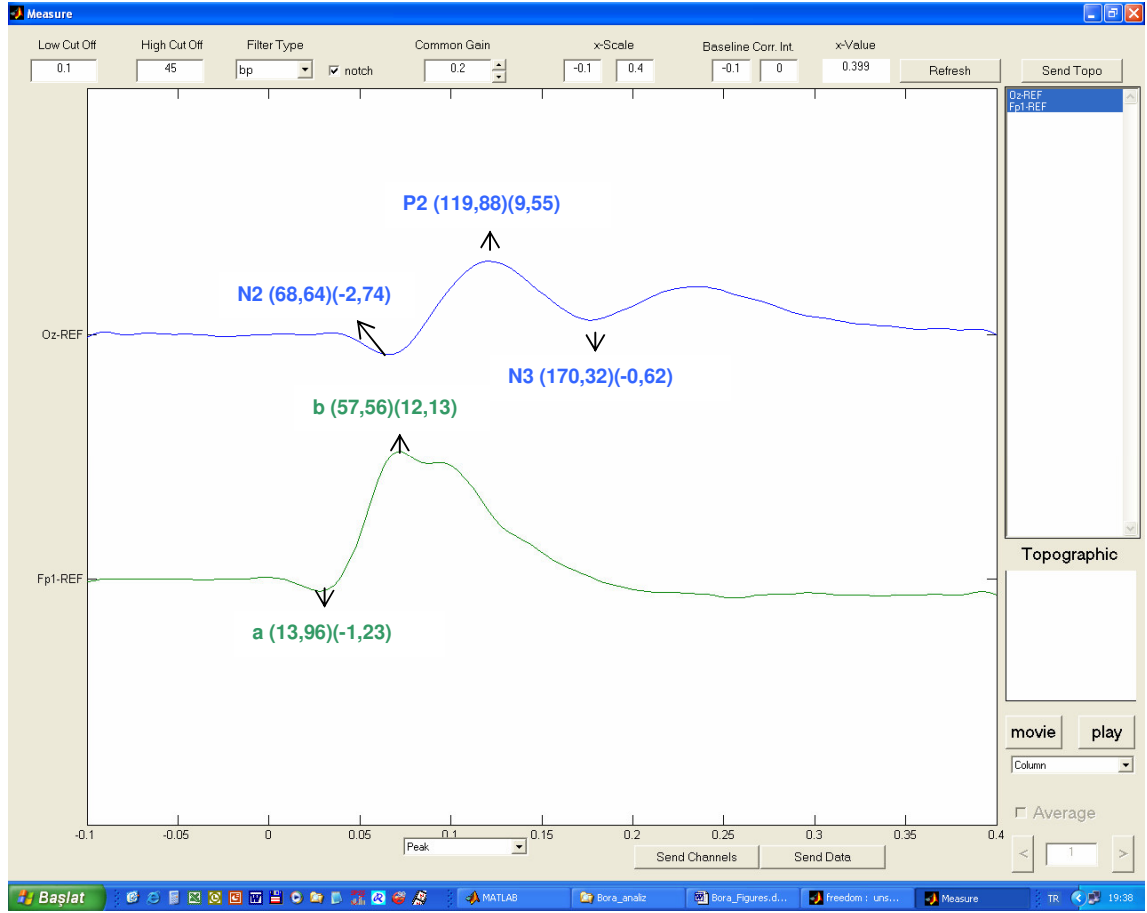
Şekil 4.26. Tüm Deneklerden Sol Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



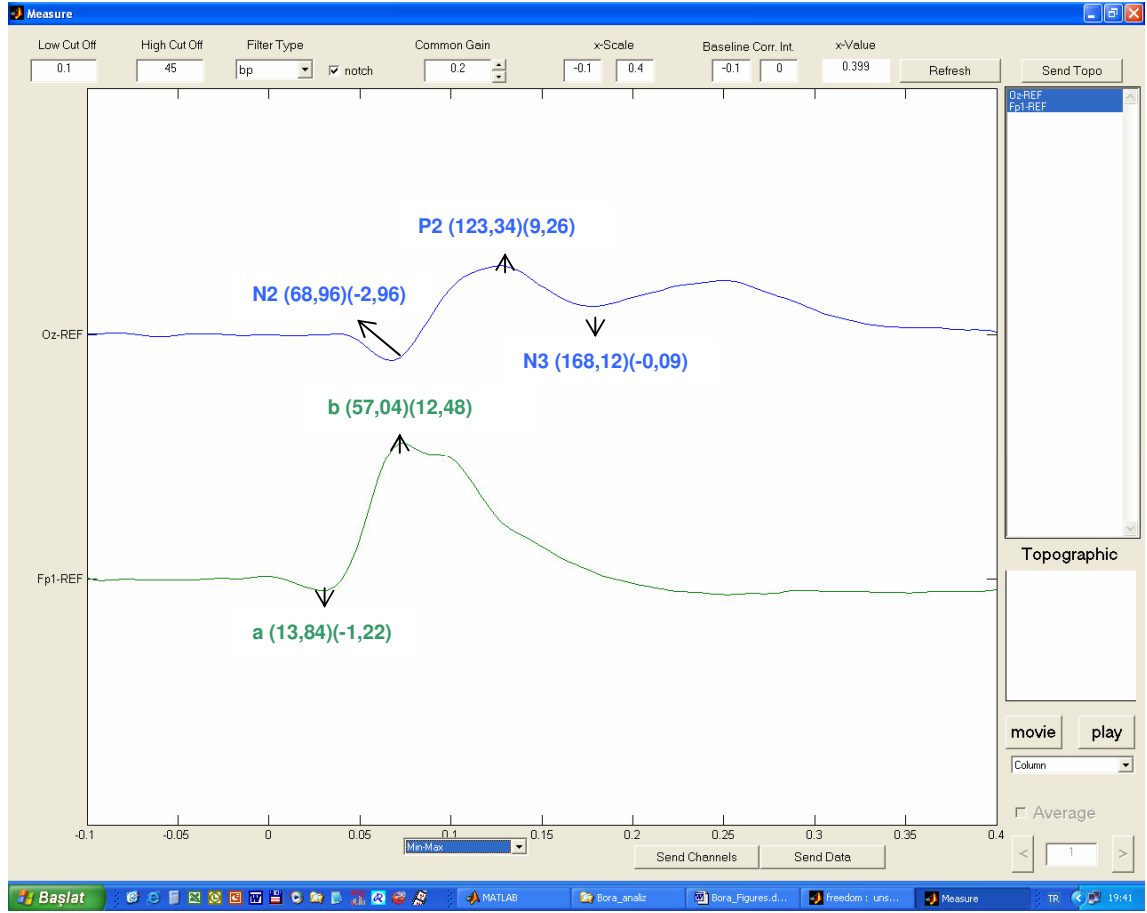
Şekil 4.27. Tüm Deneklerden Sağ Gözden Kaydedilen 30' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



Şekil 4.28. Tüm Deneklerden Sağ Gözden Kaydedilen 60' Patern GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



Şekil 4.29. Tüm Deneklerden Sol Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.



Şekil 4.30. Tüm Deneklerden Sağ Gözden Kaydedilen Flaş GUP ve ERG Dalgalarının Büyük Ortalamaları. Şekilde ölçümü yapılan görsel potansiyel dalgaları ok ile işaretlenmiş olup genlik (μV cinsinden) ve latans (ms cinsinden) değerleri parantez içinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Genlik Değerlerine Ait %95'lik Referans Aralıkları. Erkek, kadın ve tüm deneklerde genlik değerlerinin (μV cinsinden) %95'lik referans aralıkları (P100 (N75 ile P100 arasında), P2 (N2 ile P2 arasında), P50 (N35 ile P50 arasında), N95 (P50 ile N95 arasında) ve b (a ile b arasında) dalga genlikleri tepeden tepeye (peak to peak) ölçülmüştür).

			Erkek (n=46)	Kadın (n=55)	Genel (n=101)
30' Patern GUP	Sol Göz	N75	-7.67 / 0.37	-9.51 / 1.16	-8.72 / 0.85
		P100	0.87 / 14.29	1.52 / 14.37	1.25 / 14.31
		N135	-7.54 / 0.96	-8.35 / 1.15	-7.98 / 1.06
	Sağ Göz	N75	-8.26 / 0.20	-8.74 / 0.62	-8.72 / -0.24
		P100	3.30 / 11.94	2.96 / 12.61	2.02 / 12.11
		N135	-7.19 / 0.54	-8.65 / 0.82	-8.04 / 0.74
60' Patern GUP	Sol Göz	N75	-5.45 / 0.08	-7.52 / 0.28	-6.85 / -0.47
		P100	1.44 / 13.44	2.00 / 14.35	1.73 / 13.95
		N135	-6.39 / 0.82	-7.65 / 0.84	-7.62 / -0.38
	Sağ Göz	N75	-5.59 / 0.55	-6.71 / 0.23	-6.28 / -0.40
		P100	1.57 / 12.57	2.50 / 13.81	2.01 / 13.32
		N135	-6.37 / 0.98	-7.08 / 0.77	-6.76 / 0.88
Flaş GUP	Sol Göz	N2	-5.23 / 0.45	-6.26 / 0.20	-5.84 / 0.37
		P2	2.91 / 14.40	4.15 / 16.49	3.39 / 15.72
		N3	-5.24 / 3.43	-4.83 / 4.06	-5.76 / 2.91
	Sağ Göz	N2	-6.13 / 0.84	-6.66 / 0.20	-6.44 / 0.52
		P2	2.96 / 14.26	2.91 / 16.72	2.82 / 15.70
		N3	-4.09 / 3.61	-4.01 / 4.08	-4.04 / 3.85
30' Patern ERG	Sol Göz	N35	-1.83 / 0.34	-1.57 / 0.59	-1.62 / 0.36
		P50	0.27 / 2.66	0.56 / 2.76	0.41 / 2.73
		N95	-0.62 / -3.97	-1.10 / -4.43	-0.83 / -4.28
	Sağ Göz	N35	-1.54 / 0.74	-1.43 / 0.67	-1.38 / 0.70
		P50	0.22 / 2.58	0.45 / 2.88	0.32 / 2.77
		N95	-0.31 / -3.79	-1.16 / -4.10	-0.69 / -4.06
60' Patern ERG	Sol Göz	N35	-1.55 / 0.58	-1.48 / 0.53	-1.71 / 0.46
		P50	0.71 / 4.26	0.57 / 4.47	0.60 / 4.34
		N95	-0.69 / -4.54	-1.50 / -5.21	-1.32 / -4.99
	Sağ Göz	N35	-1.26 / 0.63	-1.45 / 0.72	-1.36 / 0.68
		P50	0.08 / 3.46	0.63 / 3.50	0.36 / 3.51
		N95	-0.89 / -3.65	-1.24 / -4.86	-1.06 / -4.50
Flaş ERG	Sol Göz	a	-2.88 / 0.22	-2.64 / 0.36	-2.75 / 0.30
		b	4.52 / 18.56	5.66 / 20.67	5.67 / 19.22
	Sağ Göz	a	-3.00 / 0.39	-2.62 / 0.31	-3.20 / 0.13
		b	5.16 / 18.63	5.39 / 20.57	5.23 / 19.73

Çizelge 4.5. Latans Değerlerine Ait %95'lik Referans Aralıkları. Erkek, kadın ve tüm deneklerde latans değerlerinin (ms cinsinden) %95'lik referans aralıkları.

			Erkek (n=46)	Kadın (n=55)	Genel (n=101)
30' Patern GUP	Sol Göz	N75	70.04 / 89.26	68.85 / 86.35	69.21 / 87.86
		P100	84.00 / 112.00	84.00 / 108.00	84.00 / 112.00
		N135	122.60 / 148.00	111.00 / 148.00	112.20 / 148.00
	Sağ Göz	N75	72.16 / 92.02	69.38 / 88.00	70.10 / 90.31
		P100	90.40 / 112.00	88.00 / 108.00	88.00 / 112.00
		N135	118.40 / 148.00	126.95 / 159.60	123.90 / 152.00
60' Patern GUP	Sol Göz	N75	67.54 / 86.72	68.00 / 85.00	68.00 / 87.90
		P100	90.60 / 108.00	95.52 / 111.32	96.00 / 108.00
		N135	105.00 / 152.00	108.00 / 148.00	108.10 / 152.00
	Sağ Göz	N75	67.36 / 88.46	68.00 / 85.00	68.00 / 91.80
		P100	96.91 / 116.48	96.86 / 113.17	96.74 / 114.82
		N135	122.60 / 148.00	128.00 / 148.00	128.00 / 148.00
Flaş GUP	Sol Göz	N2	56.00 / 96.00	56.00 / 86.40	56.00 / 96.00
		P2	102.24 / 140.54	97.81 / 139.37	100.00 / 132.00
		N3	148.05 / 195.60	143.32 / 194.76	148.00 / 184.00
	Sağ Göz	N2	56.00 / 97.40	60.00 / 85.20	56.00 / 96.00
		P2	106.94 / 139.32	104.00 / 134.30	104.00 / 132.00
		N3	138.40 / 184.00	139.33 / 192.67	144.00 / 184.00
30' Patern ERG	Sol Göz	N35	12.86 / 43.84	20.00 / 52.50	20.00 / 48.00
		P50	46.97 / 69.55	35.50 / 68.00	40.10 / 68.00
		N95	89.20 / 108.00	89.79 / 115.99	92.00 / 112.00
	Sağ Göz	N35	14.37 / 45.63	14.27 / 46.82	14.38 / 46.22
		P50	43.13 / 69.41	40.00 / 64.00	40.00 / 64.00
		N95	72.80 / 108.00	92.12 / 115.88	76.00 / 112.00
60' Patern ERG	Sol Göz	N35	20.00 / 50.80	14.41 / 44.49	20.00 / 48.00
		P50	45.04 / 74.09	31.00 / 64.00	40.10 / 68.00
		N95	77.20 / 112.00	88.55 / 112.90	80.10 / 112.00
	Sağ Göz	N35	13.37 / 47.33	20.00 / 53.50	20.00 / 52.00
		P50	42.60 / 64.00	42.47 / 74.48	40.10 / 68.00
		N95	86.60 / 108.00	92.00 / 108.00	92.00 / 108.00
Flaş ERG	Sol Göz	a	5.22 / 24.09	5.17 / 21.57	5.12 / 22.80
		b	45.73 / 68.62	48.40 / 61.00	47.97 / 67.15
	Sağ Göz	a	3.87 / 25.44	2.49 / 23.80	3.08 / 24.60
		b	47.22 / 65.21	48.40 / 61.00	49.00 / 61.00

Çizelge 4.6. Genlik Değerlerine Ait %95'lik Güvenilirlik Aralıkları. Erkek, kadın ve tüm deneklerde genlik değerlerinin (μV cinsinden) %95'lik güvenilirlik aralıkları (P100 (N75 ile P100 arasında), P2 (N2 ile P2 arasında), P50 (N35 ile P50 arasında), N95 (P50 ile N95 arasında) ve b (a ile b arasında) dalga genlikleri tepeden tepeye (peak to peak) ölçülmüştür).

			Erkek	Kadın	Genel
30' Patern GUP	Sol Göz	N75	-4.11 / -2.92	-4.98 / -3.46	-4.39 / -3.41
		P100	6.36 / 8.40	6.99 / 8.80	6.99 / 8.33
		N135	-3.90 / -2.59	-4.34 / -2.99	-3.94 / -3.01
	Sağ Göz	N75	-3.57 / -2.28	-4.71 / -3.40	-4.01 / -3.08
		P100	5.42 / 6.91	7.17 / 8.53	6.56 / 7.61
		N135	-3.92 / -2.72	-4.57 / -3.22	-4.09 / -3.18
60' Patern GUP	Sol Göz	N75	-2.99 / -2.19	-4.26 / -3.19	-3.57 / -2.86
		P100	6.34 / 8.15	7.33 / 9.06	7.14 / 8.39
		N135	-3.34 / -2.21	-4.06 / -2.86	-3.56 / -2.73
	Sağ Göz	N75	-2.94 / -1.98	-3.75 / -2.78	-3.24 / -2.55
		P100	6.05 / 7.70	7.30 / 8.88	6.97 / 8.11
		N135	-3.28 / -2.15	-3.71 / -2.59	-3.35 / -2.56
Flaş GUP	Sol Göz	N2	-2.81 / -1.92	-3.50 / -2.58	-3.06 / -2.41
		P2	7.69 / 9.51	9.48 / 11.23	8.91 / 10.20
		N3	-1.58 / -0.22	-1.03 / 0.22	-1.08 / -0.17
	Sağ Göz	N2	-3.17 / -2.11	-3.68 / -2.71	-3.30 / -2.59
		P2	7.75 / 9.52	8.76 / 10.69	8.57 / 9.89
		N3	-0.78 / 0.41	-0.45 / 0.66	-0.42 / 0.37
30' Patern ERG	Sol Göz	N35	-0.57 / -0.27	-0.64 / -0.33	-0.56 / -0.35
		P50	1.26 / 1.64	1.48 / 1.80	1.43 / 1.67
		N95	-2.00 / -2.52	-2.55 / -3.02	-2.37 / -2.73
	Sağ Göz	N35	-0.45 / -0.13	-0.52 / -0.22	-0.44 / -0.22
		P50	1.21 / 1.58	1.48 / 1.83	1.41 / 1.66
		N95	-1.78 / -2.32	-2.41 / -2.83	-2.19 / -2.53
60' Patern ERG	Sol Göz	N35	-0.63 / -0.32	-0.56 / -0.30	-0.55 / -0.35
		P50	1.58 / 2.10	1.72 / 2.25	1.74 / 2.10
		N95	-2.27 / -2.86	-2.65 / -3.22	-2.56 / -2.97
	Sağ Göz	N35	-0.46 / -0.16	-0.52 / -0.23	-0.45 / -0.24
		P50	1.51 / 2.04	1.85 / 2.26	1.76 / 2.09
		N95	-2.03 / -2.46	-2.58 / -3.08	-2.39 / -2.74
Flaş ERG	Sol Göz	a	-1.57 / -1.08	-1.35 / -0.92	-1.38 / -1.06
		b	10.43 / 12.65	11.57 / 13.90	11.39 / 13.00
	Sağ Göz	a	-1.58 / -1.05	-1.36 / -0.95	-1.39 / -1.07
		b	10.69 / 12.78	12.06 / 14.15	11.74 / 13.23

Çizelge 4.7. Latans Değerlerine Ait %95'lik Güvenilirlik Aralıkları. Erkek, kadın ve tüm deneklerde latans değerlerinin (ms cinsinden) %95'lik güvenilirlik aralıkları.

			Erkek	Kadın	Genel
30' Patern GUP	Sol Göz	N75	78.44 / 81.38	76.34 / 78.83	77.67 / 79.60
		P100	103.42 / 107.49	100.93 / 104.05	102.57 / 105.10
		N135	138.65 / 143.53	135.12 / 140.73	137.48 / 141.24
	Sağ Göz	N75	80.55 / 83.63	77.31 / 79.97	80.21 / 79.16
		P100	105.37 / 108.99	101.69 / 104.35	103.75 / 106.06
		N135	139.86 / 144.50	140.78 / 145.41	141.06 / 144.30
60' Patern GUP	Sol Göz	N75	75.77 / 78.77	74.67 / 77.18	75.58 / 77.49
		P100	103.15 / 106.12	102.45 / 104.64	103.15 / 104.93
		N135	139.13 / 146.87	136.98 / 142.56	138.93 / 143.54
	Sağ Göz	N75	76.44 / 79.74	74.77 / 76.93	75.90 / 77.83
		P100	105.18 / 108.27	103.89 / 106.22	104.87 / 106.76
		N135	141.01 / 145.17	140.74 / 144.24	141.44 / 144.08
Flaş GUP	Sol Göz	N2	66.37 / 73.45	65.08 / 70.02	66.55 / 70.69
		P2	118.28 / 124.26	115.55 / 121.43	117.67 / 121.84
		N3	168.01 / 175.44	165.33 / 172.63	167.65 / 172.81
	Sağ Göz	N2	67.69 / 74.31	65.54 / 69.86	67.29 / 71.10
		P2	120.37 / 125.44	120.86 / 126.31	121.43 / 125.13
		N3	166.31 / 174.60	162.25 / 169.82	165.26 / 170.82
30' Patern ERG	Sol Göz	N35	26.12 / 30.97	27.36 / 32.11	27.52 / 30.87
		P50	57.23 / 60.40	57.69 / 62.46	58.04 / 60.97
		N95	101.66 / 105.24	101.14 / 104.86	101.93 / 104.48
	Sağ Göz	N35	27.57 / 32.43	28.42 / 33.01	28.75 / 32.03
		P50	54.23 / 58.31	55.47 / 59.24	55.50 / 58.23
		N95	97.82 / 103.82	102.46 / 105.84	100.99 / 104.28
60' Patern ERG	Sol Göz	N35	27.19 / 32.45	27.14 / 31.42	27.89 / 31.16
		P50	57.94 / 62.25	55.14 / 59.57	57.05 / 60.15
		N95	100.07 / 105.75	98.81 / 102.25	100.03 / 103.19
	Sağ Göz	N35	27.76 / 33.14	28.49 / 33.40	28.94 / 32.50
		P50	55.61 / 59.48	55.99 / 60.54	56.44 / 59.43
		N95	101.77 / 105.51	101.21 / 104.38	101.98 / 104.37
Flaş ERG	Sol Göz	a	13.06 / 16.03	12.15 / 14.46	12.95 / 14.78
		b	55.37 / 59.00	56.74 / 58.92	56.54 / 58.53
	Sağ Göz	a	12.84 / 16.25	11.57 / 14.58	12.62 / 14.86
		b	54.85 / 57.69	56.75 / 59.06	56.26 / 58.07

Çizelge 48. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Genlik Değerleri. 20-29, 30-39, 40-49 yaş gruplarındaki erkek ve kadın deneklerden ölçülen dalga genlik değerleri ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (P100 (N75 ile P100 arasında), P2 (N2 ile P2 arasında), P50 (N35 ile P50 arasında), N95 (P50 ile N95 arasında) ve b (a ile b arasında) dalga genlikleri tepeden tepeye (peak to peak) ölçülmüştür).

30' Patern GUP	20-29 yaş Erkek (n=15)	30-39 yaş Erkek (n=13)	40-49 yaş Erkek (n=18)	20-29 yaş Kadın (n=18)	30-39 yaş Kadın (n=20)	40-49 yaş Kadın (n=17)
P100	8.00±2.79	6.55±2.88	6.50±2.38	7.63±2.53	7.82±2.82	8.18±2.66
N135	-3.33±1.83	-3.66±1.72	-3.07±1.96	-3.45±2.26	-3.98±2.09	-3.83±2.55
N75	-3.25±1.33	-2.49±1.43	-2.15±1.08	-3.81±1.57	-3.11±1.88	-3.40±1.68
P100	8.32±2.88	7.10±2.69	6.48±2.32	7.92±2.76	7.87±2.79	8.78±2.95
N135	-2.94±1.83	-2.46±1.16	-2.78±2.03	-3.39±1.96	-3.30±2.03	-3.14±1.64
N2	-3.40±1.24	-2.14±1.31	-2.05±1.47	-3.15±1.41	-3.16±1.81	-3.09±1.52
P2	9.45±2.44	8.96±3.26	7.71±2.00	10.80±2.79	8.98±2.94	10.63±2.49
N3	-0.56±1.45	-1.29±2.46	-0.07±1.51	-0.05±1.78	-0.29±1.86	-0.24±1.97
N35	-0.21±0.25	-0.49±0.52	-0.38±0.40	-0.41±0.39	-0.33±0.44	-0.59±0.36
P50	1.40±0.36	1.57±0.48	1.37±0.49	1.60±0.44	1.77±0.54	1.61±0.45
N95	2.26±0.60	2.38±0.55	2.00±0.71	2.64±0.70	2.60±0.50	2.88±0.60
N35	-0.41±0.36	-0.35±0.39	-0.44±0.33	-0.40±0.31	-0.41±0.45	-0.45±0.38
P50	1.89±0.56	1.73±0.70	1.80±0.79	2.16±0.58	1.89±0.50	2.04±0.91
N95	2.54±0.86	2.49±0.80	2.33±0.58	2.90±0.71	2.74±0.65	3.15±1.03
a	-1.70±0.59	-1.13±0.79	-1.13±0.47	-1.22±0.66	-1.09±0.47	-1.11±0.54
b	13.08±2.83	11.54±3.18	10.71±2.78	13.50±2.48	12.10±3.76	12.54±4.64

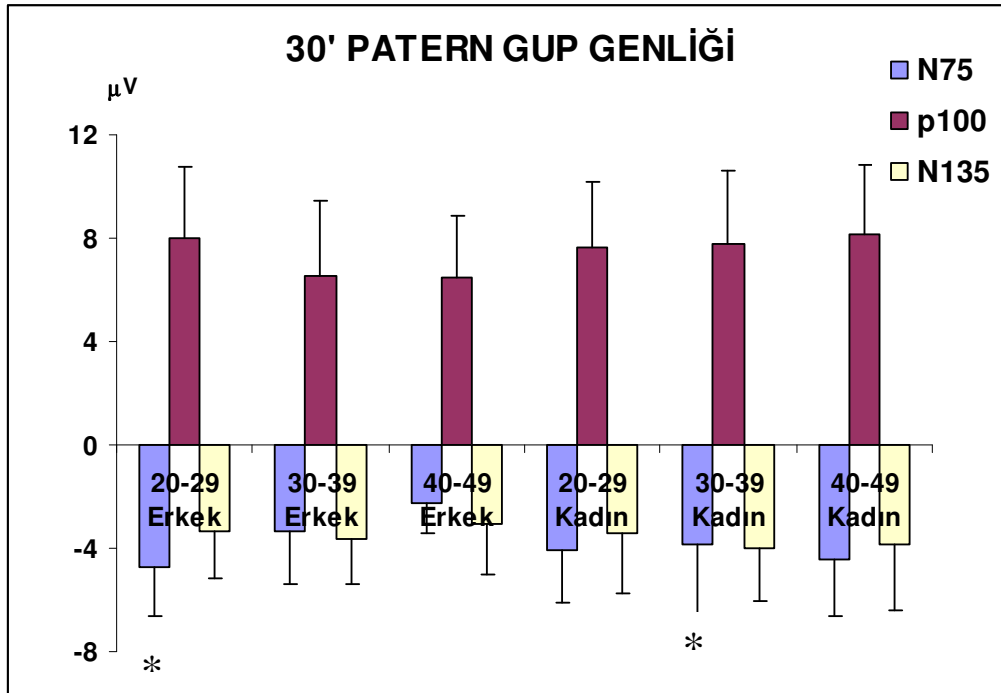
Çizelge 4.9. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Latans Değerleri. 20–29, 30–39, 40–49 yaş gruplarındaki erkek ve kadın deneklerden ölçülen dalga latans değerleri ortalaması ± standart sapma olarak verilmiştir.

		20-29 yaş	30-39 yaş	40-49 yaş	20-29 yaş	30-39 yaş	40-49 yaş
		Erkek (n=15)	Erkek (n=13)	Erkek (n=18)	Kadın (n=18)	Kadın (n=20)	Kadın (n=17)
30' Patern GUP	N75	79.87±3.50	81.08±3.97	81.11±5.37	77.00±3.16	78.10±3.86	79.41±4.99
	P100	106.27±4.46	107.85±3.69	105.00±7.10	101.78±4.94	102.70±4.17	104.00±5.10
	N135	144.27±4.89	142.31±5.65	139.22±6.73	143.44±7.58	139.90±7.44	138.18±4.42
60' Patern GUP	N75	76.67±3.18	78.46±5.30	77.56±4.68	75.78±5.69	75.40±2.84	76.12±2.50
	P100	104.80±3.19	106.77±3.70	105.44±4.98	104.44±3.73	103.60±3.41	104.71±3.60
	N135	145.47±8.23	143.08±8.23	140.89±7.00	141.44±7.76	142.80±6.00	139.06±5.88
Flaş GUP	N2	69.07±4.89	69.85±8.18	71.56±13.31	69.56±6.60	67.20±5.60	65.65±7.29
	P2	120.80±8.06	122.31±7.02	123.44±6.01	119.89±10.12	120.85±6.72	122.59±6.70
	N3	172.53±11.94	169.23±7.64	171.56±8.56	167.33±12.23	165.00±10.57	170.71±12.75
30' Patern ERG	N35	30.00±6.55	29.54±6.33	27.89±5.16	29.00±6.76	28.50±4.94	32.71±7.28
	P50	55.87±5.21	56.77±4.36	58.22±4.39	56.00±6.36	59.40±5.15	60.59±3.99
	N95	102.27±5.50	103.08±7.33	100.89±5.79	103.33±4.95	102.78±5.04	104.35±3.95
60' Patern ERG	N35	29.87±4.50	33.08±7.24	28.11±5.06	28.11±3.91	30.40±5.30	32.24±8.57
	P50	56.40±5.14	60.00±4.62	59.44±4.33	58.00±4.55	55.80±7.25	60.35±4.43
	N95	102.13±6.74	102.62±8.62	104.22±5.22	101.89±5.42	101.60±4.84	101.65±4.49
Flaş ERG	a	15.93±3.10	14.38±4.19	13.78±4.24	13.61±3.09	12.80±3.11	13.65±4.29
	b	55.53±3.96	56.54±3.57	57.78±5.54	57.11±3.60	59.00±3.24	57.00±4.80

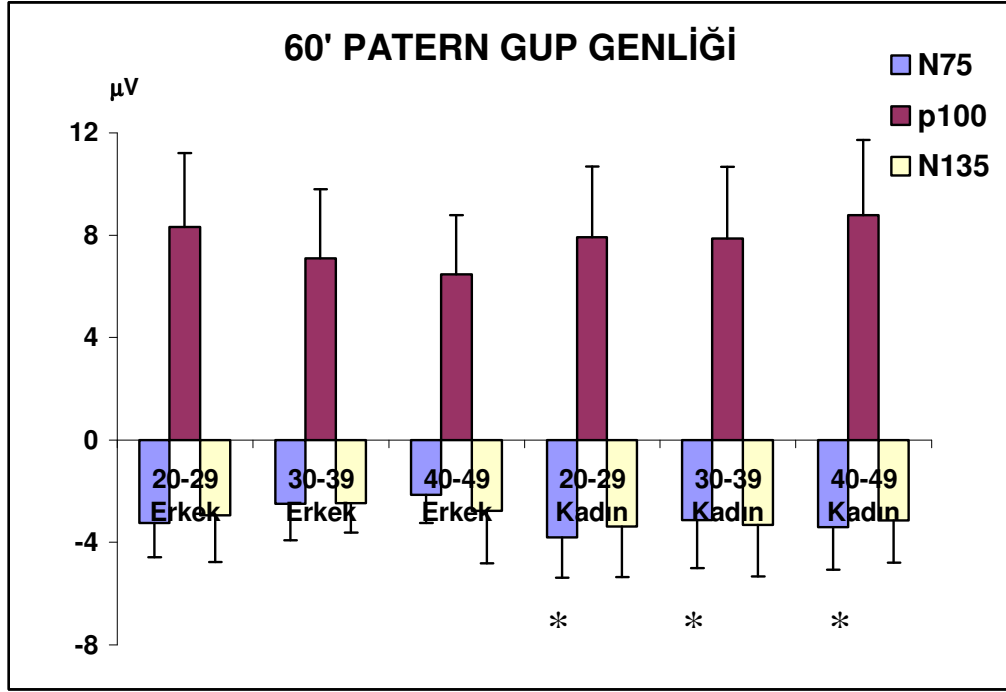
4.1. Görsel Potansiyel Dalga Genlikleri

4.1.1. GUP Dalga Genlikleri

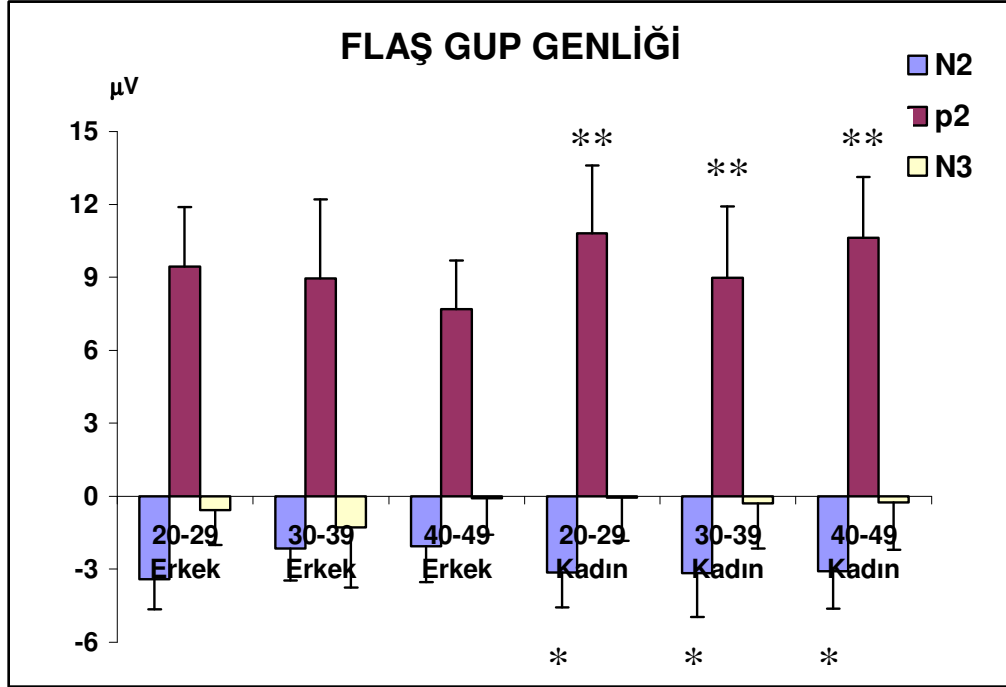
30' Patern GUP kaydında N75 dalga genliği cinsiyete göre değişim göstermezken, 20–29 yaş grubundaki erkeklerde 40–49 yaşlardaki erkeklere oranla daha büyüktü ($p=0,02$). Yine 30–39 yaş grubundaki kadınların N75 dalga genliklerinin de 40–49 yaş grubundaki erkeklere anlamlı olarak daha büyük olduğu gözlemlendi ($p=0,02$), (Şekil 4.31). 60' patern GUP kaydında kadınlarda N75 dalga genliği erkeklere oranla daha büyüktü ($p=0,01$), (Şekil 4.32). Flaş GUP'taki N2 ve P2 dalga genliklerinin de kadınlarda erkeklere oranla daha büyük olduğu gözlemlendi (sırasıyla $p=0,04$, $p=0,08$), (Şekil 4.33). 60' patern GUP ve flaş GUP'taki potansiyel dalgalarının genlikleri yaş ile değişim göstermiyordu.



Şekil 4.31. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern GUP Genliği. *: $p=0,02$ (40-49 yaş grubundaki erkeklere göre).



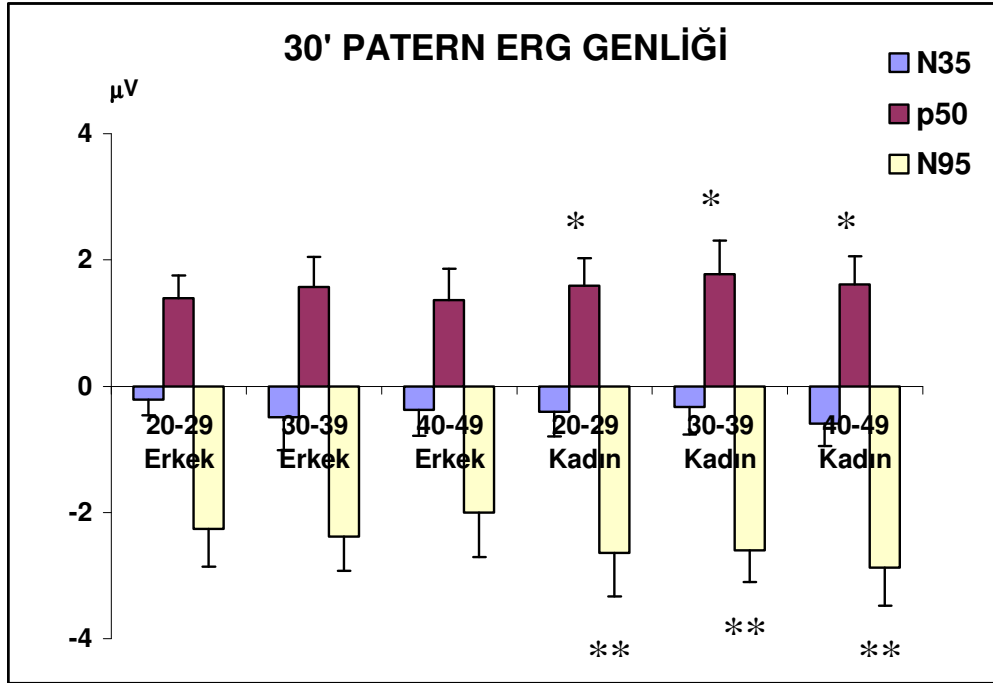
Şekil 4.32. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern GUP Genliği. *: p=0.01 (erkeklerle göre).



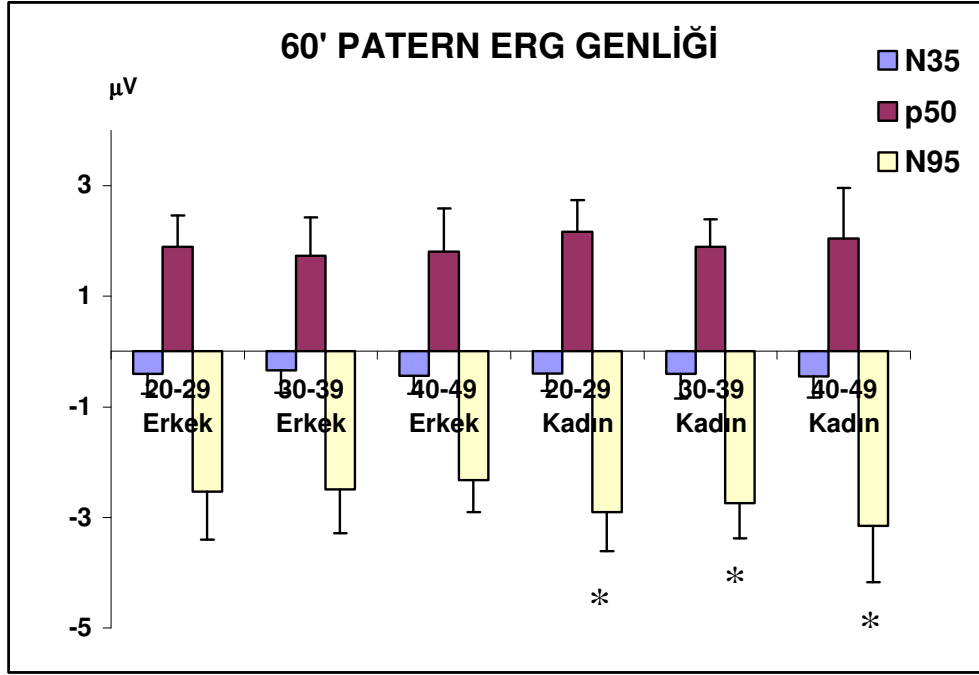
Şekil 4.33. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş GUP Genliği. *: p=0.04 (erkeklerle göre), **: p=0.008 (erkeklerle göre).

4.1.2. ERG Dalga Genlikleri

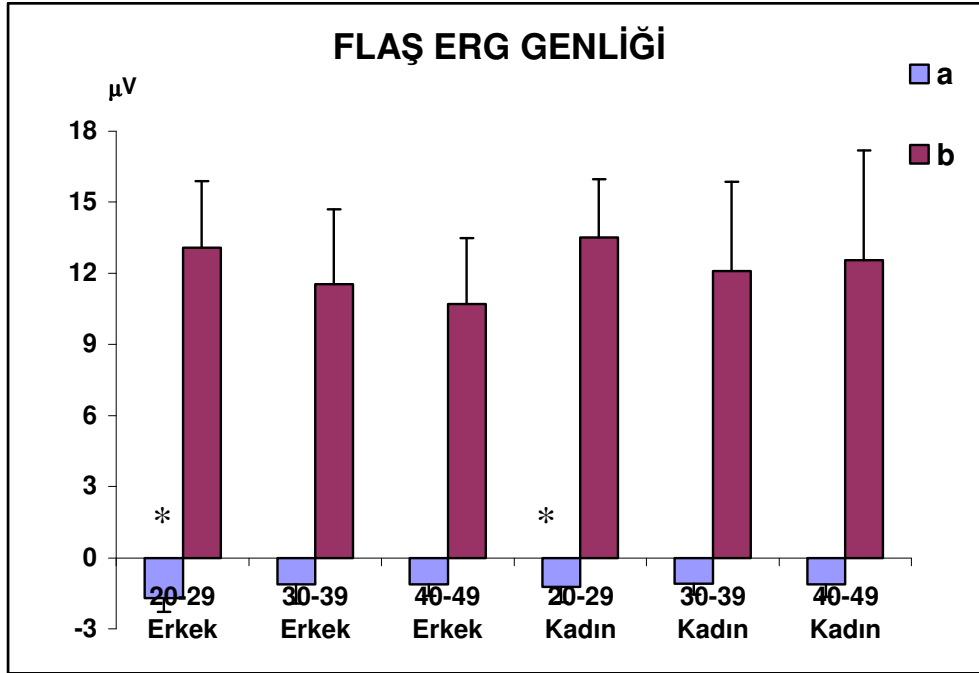
30' Patern ERG'de P50 ve N95 dalga genliklerinin kadınlarda erkeklere oranla daha büyük olduğu gözlemlendi (sırasıyla $p=0,02$, $p=0,001$), (Şekil 4.34). 60' patern ERG kaydında ise N95 dalga genliği erkeklerden farklı olarak büyüktü ($p=0,002$) (Şekil 4.35). 30' ve 60' Patern ERG dalgalarının yaşla birlikte anlamlı oranda değişim göstermediği gözlemlendi. Flaş ERG kayıtlarında ise genlik cinsiyete göre değişmiyordu. Buna karşılık flaş ERG'de a dalga genliğinin 20–29 yaş grubunda diğer yaş gruplarına oranla daha büyük olduğu gözlemlendi ($p=0,02$) (Şekil 4.36).



Şekil 4.34. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern ERG Genliği. *: $p=0,02$ (erkeklere göre), **: $p=0,001$ (erkeklere göre).



Şekil 4.35. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern ERG Genliği. *: p=0.002 (erkeklerle göre).

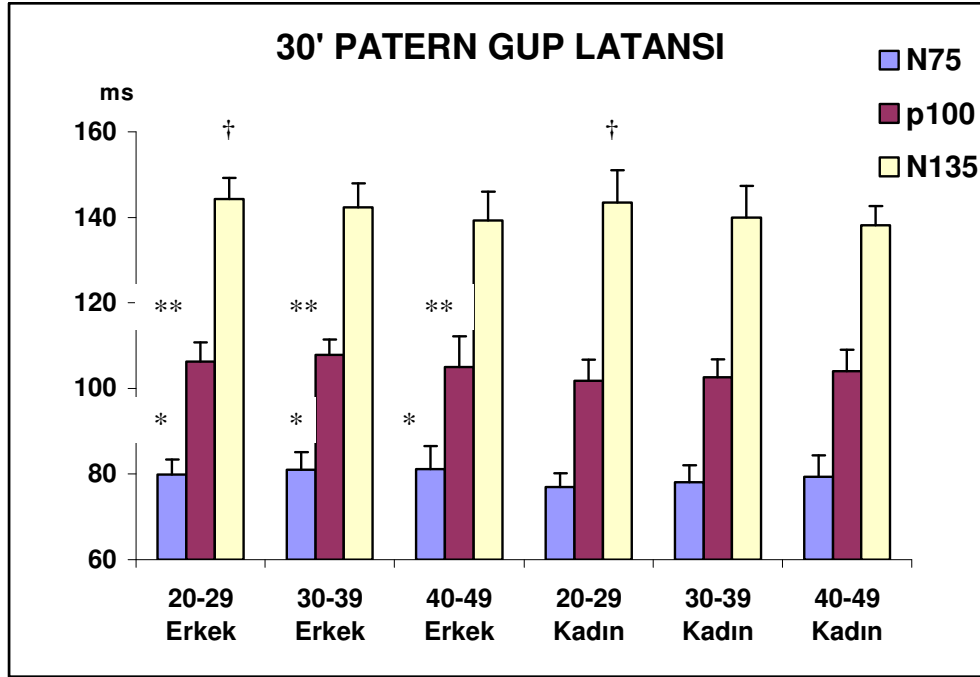


Şekil 4.36. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş ERG Genliği. *: p=0.02 (30-39 ve 40-49 yaş grubundaki kişilere göre).

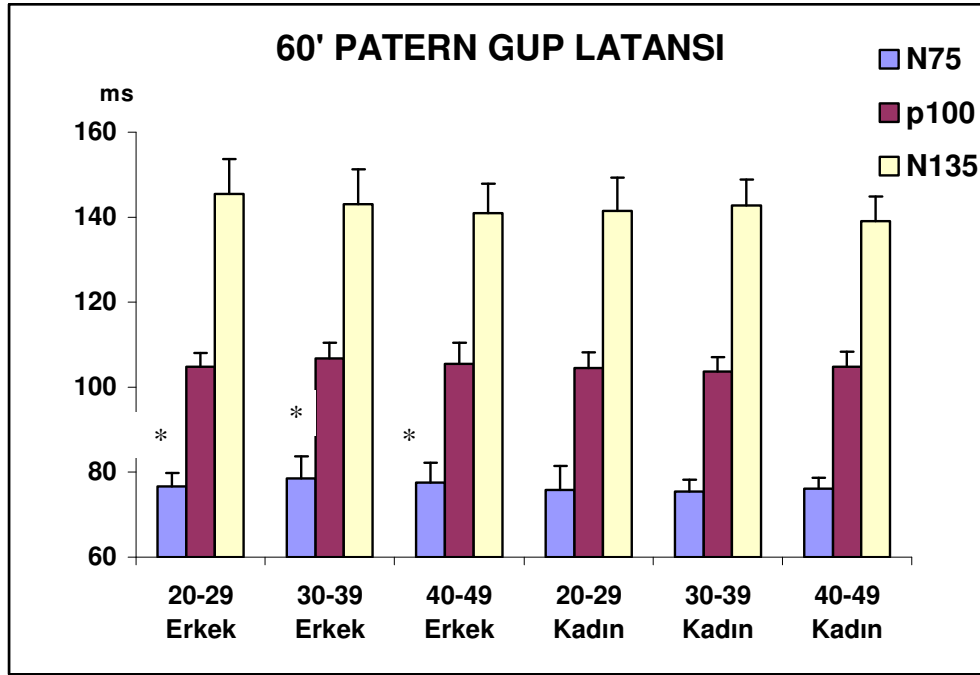
4.2 Görsel Potansiyel Dalga Latansları

4.2.1 GUP Latansları

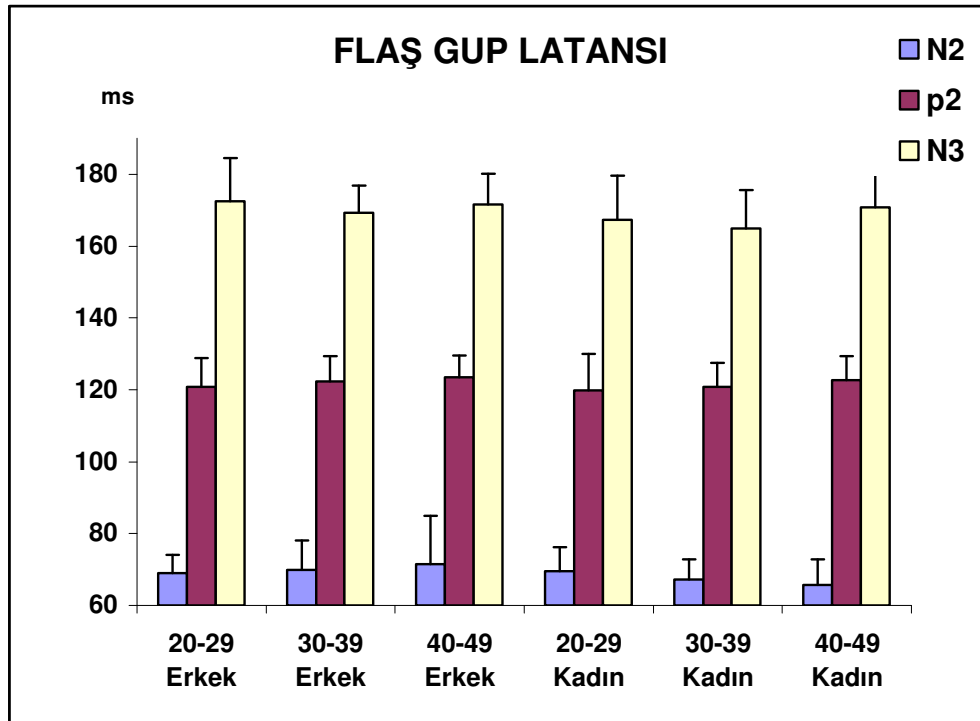
30'lık Patern uyarılara karşı elde edilen yanıtlardaki N75 latans değerleri erkeklerde kadınlara oranla daha uzundu (sırasıyla $p=0,003$, $p=0,001$). N135 bileşeninin latansı ise cinsiyete göre değişiklik göstermiyordu. 20–29 yaşlarındaki deneklerden elde edilen N135 dalga latansı 40–49 yaş grubundakilere oranla daha uzundu ($p=0,005$), (Şekil 4.37). 60' patern GUP'ta N75 dalga latansı yaş ile değişmezken, erkeklerde kadınlara oranla daha uzun bulundu ($p=0,03$), (Şekil 4.38). Flaş GUP'la elde edilen yanıtların ise cinsiyet ve yaş farkından etkilenmediği gözlemlendi ($p>0,05$), (Şekil 4.39).



Şekil 4.37. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern GUP Latansı. *: $p=0,003$ (kadınlara göre), **: $p=0,001$ (kadınlara göre), †: $p=0,005$ (40-49 yaş grubundaki kişilere göre).



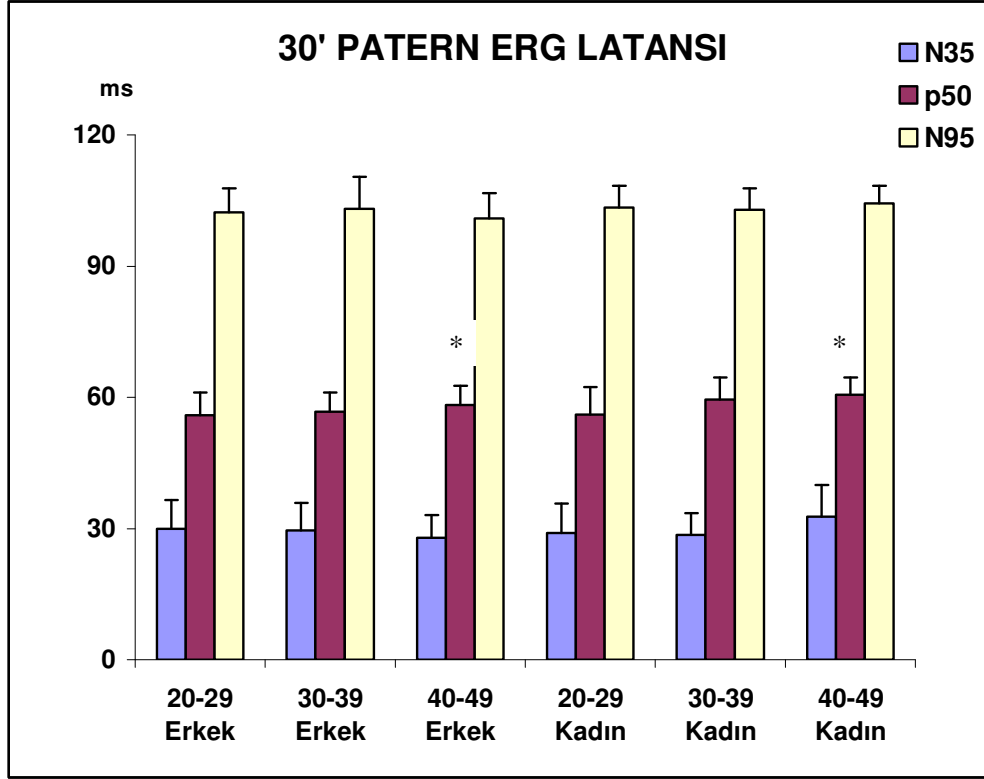
Şekil 4.38. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Patern GUP Latansı. *: p=0.03 (kadınlara göre).



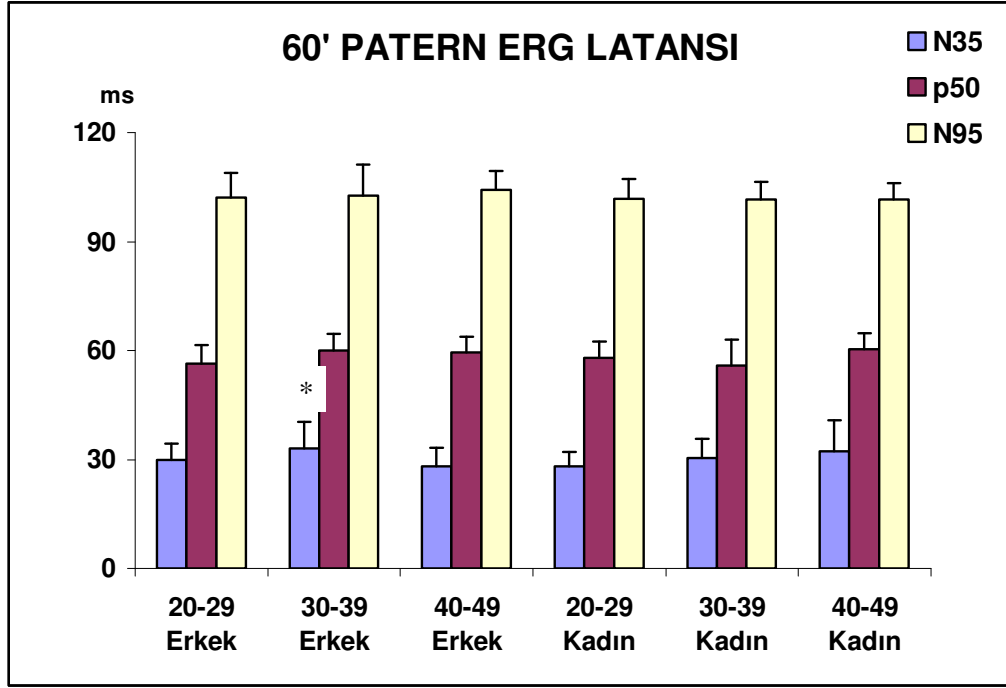
Şekil 4.39. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş GUP Latansı. Flaş GUP latansları cinsiyet ve yaş gruplarına göre farklılık göstermiyordu (p>0.05).

4.2.2 ERG Latansları

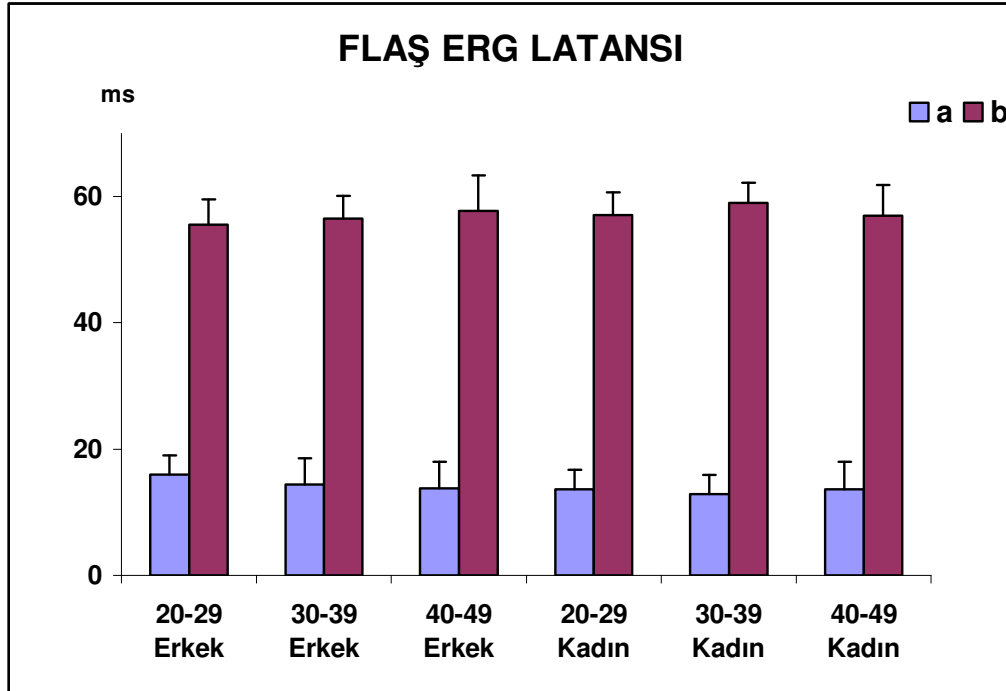
30' Patern ERG'de P50 dalga latansı, 40-49 yaş grubunda 20-29'lu yaşlardakilere oranla daha uzundu ($p=0,01$), (Şekil 4.40). Cinsiyet farkı ise P50 latansını etkilemiyordu ($p>0,05$). 60' Patern ERG'deki N35 dalga latansı cinsiyetle anlamlı bir değişim göstermezken, yaş gruplarına göre farklılık gösteriyordu. 30-39 yaş grubunda ölçülen N35 dalga latansı diğer iki yaş grubundakilere oranla daha uzundu ($p=0,04$), (Şekil 4.41). Flaş ERG'deki a ve b dalga latanslarının ise cinsiyet farkı ve yaş ile değişmediği gözlemlendi ($p>0,05$), (Şekil 4.42).



Şekil 4.40. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 30' Patern ERG Latansı. *: $p=0,01$ (20-29 yaş grubundaki kişilere göre).



Şekil 4.41. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre 60' Paterne ERG Latansı. *: $p=0.04$ (20-29 yaş grubundaki kadınlara ve 40-49 yaş grubundaki erkeklere göre).



Şekil 4.42. Yaş Grupları ve Cinsiyete Göre Flaş ERG Latansı. Flaş ERG latansları cinsiyet ve yaş gruplarına göre farklılık göstermiyordu ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

GUP ve ERG, görsel sistemin değerlendirilmesinde sık kullanılan elektrofizyolojik testlerdendir. Son 50 yıldır klinik uygulamalarda giderek artan sıklıkla kullanılmaktadır (50). Yüksek zaman çözünürlüğüne sahip olması ve retinadan başlayarak oksipital kortekse kadar tüm görsel sistem hakkında objektif bulgular vermesi bu testlerin önemini arttırmaktadır. Buna karşılık bu kayıtlar için kullanılan standart cihazların bulunmaması nedeniyle farklı laboratuarlarda kaydedilen görsel potansiyellerin karşılaştırılması büyük zorluklara yol açmakta ve hatalara neden olmaktadır. ISCEV 1989 yılında görsel elektrofizyolojik testler için temel protokoller oluşturmak suretiyle kayıt koşullarını standardize etmiştir (5, 11). Böylelikle görsel elektrofizyolojik testlerin kaydedilmesi ve değerlendirilmesinde uluslararası standartlar belirlenmiş ve farklı laboratuarlarda alınan kayıtların birbiriyle karşılaştırılması mümkün olmuştur. ISCEV'in getirdiği standardizasyon, başlıca kayıt koşullarının standart hale getirilmesini ve her laboratuvarın kendi kullandığı cihaza ait normal değerleri belirlemesi esasına dayanmaktadır (5, 12).

Bu çalışmada, Anabilim Dalımız Beyin Dinamiği Araştırma Laboratuvarında TAM EEG/ERP Kayıt ve Analiz sistemi (13) ile alınan GUP ve ERG kayıtları için standart test koşulları oluşturulmuş ve 20–49 yaş grubundaki sağlıklı bireylere ait normal değerler tespit edilmiştir. Çalışmaya 46 erkek ve 55 kadın olmak üzere 101 sağlıklı birey gönüllü olarak katılmıştır. Bu bireylerden patern ve flaş uyarılar ile GUP ve ERG kaydı alınmıştır.

5.1. Patern GUP

İki negatif ve arada bir pozitif tepeden oluşan Patern GUP yanıtındaki ilk negatif bileşen olan N75 dalgasının görülmesi çoğu kez hastalarda ve bazen normal kişilerde zorluk gösterebilmektedir (67). İkinci negatif pik olan N135 dalgasının genlik ve latans değerleri çoğu zaman tutarsızlık gösterebilmekte ve bu nedenle klinik kullanım için pek tercih edilmemektedir. Buna karşılık patern GUP kaydındaki ilk pozitif dalga olan P100 tüm normal kişilerde gözlenmekte ve düşük oranda denek içi ve denekler arası farklılık

gösterdiği için klinik uygulamalarda güvenilir bir parametre olarak en büyük sıklıkla kullanılmaktadır (29).

Yaşın P100 dalga latansı üzerine olan etkisi hakkında literatürde farklı bulgular bulunmasına karşılık bunların pek çoğu birbiriyle tutarlılık göstermektedir. Asselman ve ark. (68), Hennerici ve ark. (69), ve Allison ve ark. (70) 5. dekata kadar p100 latansında bir değişiklik olmadığını ve 5. dekat sonrası her dekatta 2–5 ms uzama olduğunu bildirmişlerdir. Bunun tersine Celesia ve Daly (71) P100 latansında 2. dekattan sonra dekat başına 2 ms'lik uzama olduğunu ileri sürmüştür. Sokol ve ark. (72) patern GUP'taki P100 latansındaki değişikliklerin karelerin büyüklüğü ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bunun nedeninin de senil miyozis değil görsel sistemin farklı frekanslarda gelen bilgiyi işleme kapasitesi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Allison ve ark. (73, 74) 60 yaşından sonra uzama olduğunu göstermiştir.

Kadınlarda P100 latansı erkeklere oranla genellikle küçük bir miktar daha kısa olur. Stockard ve ark. (75) 13 ile 67 yaş arasındaki 100 normal denekte yaptığı çalışmada kadınlarda P100 latansını ortalama 2.7 ms'ye daha kısa bulmuştur. Denek grubundaki kadınların inion-nasion arası mesafelerinin erkeklerden ortalama 3.9 cm daha kısa olduğunu tespit etmiş ve latanstaki bu kısalığın kafatasının büyüklüğü ile ilişkili olabileceğini ileri sürmüştür.

Kadınlarda ortalama P100 genliği genellikle erkeklere oranla daha büyük bulunmuştur. Bunun nedeni açık olmamakla beraber Celesia ve ark. (76) hormonal faktörlerden kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür.

Çalışmamızda P100 dalga genliğinin çoğu literatürde olduğu gibi kadınlarda daha büyük olduğu gözlemlendi. Ancak gözlenen bu fark istatistiksel olarak anlamlılık göstermiyordu. P100 dalga latansı ise 30'lık patern GUP kayıtlarında kadınlarda anlamlı olarak daha kısa bulundu. 30' ve 60'lık patern GUP'taki N75 dalga latansları da kadınlarda daha kısaydı.

5.2. Flaş GUP

Flaş GUP'ta elde edilen potansiyel dalgaların (N2, P2, N3) genlik ve latans değerleri patern GUP'a oranla daha fazla değişkenlik gösterdiği için klinik uygulamalarda flaş GUP kaydı genellikle tercih edilmez. Ancak flaş GUP sıklıkla

patern uyarılara odaklanamayan küçük çocuklar ve koopere olamayan kişilerden kayıt almada kullanılır (5, 40).

Çalışmamızda kadınlarda N2 ve P2 dalga genliği erkeklere oranla daha büyük olarak elde edilmiştir. Yaşın ise Flaş GUP genliği üzerine anlamlı bir etkisi bulunmuyordu. Flaş GUP'ta ölçülen latans değerleri üzerine yaş ve cinsiyetin anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlendi.

5.3. Patern ERG

Patern ERG ön görme yolları, optik sinir ve makulanın değerlendirilmesinde giderek artan bir oranda kullanılmaktadır (4). Yapılan çalışmalar PERG yanıtlarının 5–6 ayda erişkin değerlerine ulaştığını göstermektedir (77). Yaşlı kişilerde PERG dalga genliklerinde gençlere oranla genel bir düşüklük olduğu görülür. PERG dalga latanslarının yaşla birlikte uzadığını söyleyen çok sayıda çalışma olduğu gibi değişmediğini söyleyen çalışmalarda bulunmaktadır (57). Celesia ve ark. (76) 15' ve 31''lık patern uyarılara karşı elde edilen P50 latansında yaşla birlikte ilerleyici bir uzama olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmamızda patern ERG kayıtlarında hem erkeklerde hemde kadınlarda P50 dalga latansında yaşla birlikte doğrusal bir uzama olduğu gözlemlendi. Ancak bu bulgu verilerin istatistiksel analizine tam olarak yansımıyordu. Çalışmamızda sadece 30' patern ERG'de 40–49 yaş grubundaki P50 dalga latansının 20–29 yaş grubuna göre anlamlı olarak uzun olduğu tespit edildi. 60''lık patern ERG'deki N35 dalga latansı ise erkeklerde daha uzundu. Aldığımız PERG kayıtlarının genliklerini incelediğimizde: 30' patern ERG'de P50 ve N95 genliği, 60' patern ERG'de N95 genliği kadınlarda daha büyük bulundu.

5.4. Flaş ERG

Yaş ve gözdeki kırma kusurları flaş ERG genliğinde ölçülebilir bir azalma oluştururlar. Yüksek oranda miyopisi (6 diyoptri veya daha fazlası) olan kişilerde b dalga genliğinde azalma olduğu gözlemlenmiştir (6). Peterson (61) her iki cinsiyette de b

dalga genliğinde 10 yaşından itibaren doğrusal bir azalma olduğunu bildirmiştir. Lehnert ve Wunsche (78) 3. dekata kadar b dalga genliğinde belirgin bir azalma olmadığını tespit etmişlerdir. Birch ve Anderson (79) 69–70 yaşındaki kişilerden elde edilen koni ve basil yanıtı genliklerinin 15–24 yaşları arasındaki gençlere oranla %50 daha düşük olduğunu bulmuştur. ERG'deki dalga genlikleri erkeklerde kadınlara oranla hafifçe daha düşüktür. Birçok araştırmacı bunun erkeklerde göz eksenin daha uzun olmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür (6). Weleber (80) 1981'de yaptığı çalışmada Ganzfeld ERG kayıtlarına dayanarak fotopik ve skotopik ERG latanslarında yaşla ilgili bir değişiklik olmadığını rapor etmiştir.

Çalışmamızdaki flaş ERG kayıtlarında hem a hem de b dalga genliği yaşla birlikte doğrusal olarak azalıyordu. Ancak yapılan istatistiksel analizde sadece 20–29 yaş grubundaki kişilerdeki a dalga genliğinin diğer yaş gruplarına göre anlamlı olarak daha büyük olduğu gözlemlendi. Flaş ERG latansının yaş ve cinsiyetle değişiminde ise istatistiksel bir farklılık olmadığı gözlemlendi. Bu bulgu, ERG latanslarının yaş ve cinsiyete göre değişkenliğinin daha az olduğu düşüncesini desteklemekteydi.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızdan elde edilen bulgulara göre şu sonuç ve öneriler çıkarılabilir:

1. Yaşları 20–49 arasında değişen 46'sı erkek 55'i kadın 101 sağlıklı gönüllüden kaydedilen flaş ve patern GUP ile flaş ve patern ERG'deki görsel potansiyel dalgalarının genlik ve latans ölçümlerine ait norm değerler cinsiyet ve yaş gruplarına göre de sınıflandırılarak ortalama±standart sapma olarak verildi. Bu değerlerin %95'lik güvenilirlik aralıkları ve %95'lik referans aralıkları hesaplandı.
2. Flaş ve patern GUP ile flaş ve patern ERG'deki görsel potansiyel dalga genlik ve latans değerlerinin cinsiyet ve yaş gruplarıyla ilişkisi incelendiğinde: 20–49 yaşları arasında, yaşın görsel potansiyel dalgaların genlik ve latansları üzerine olan etkisinin oldukça sınırlı olduğu ve bazı görsel potansiyel dalga genlik değerlerinin kadınlarda daha büyük olduğu tespit edildi.
3. Bu çalışmadan elde ettiğimiz norm değerler, ileriki dönemlerde aynı kayıt sistemi kullanılarak yapılacak olan araştırma ve/veya klinik amaçlı görsel elektrofizyolojik testlerin kaydedilmesi ve analizi için esas teşkil edecektir.

KAYNAKLAR

1. **Carpenter RHS.** *Neurophysiology*, 2nd Ed. London: Edward Arnold, **1990**: 49-86.
2. **Guyton AC, Hall JE.** *Tıbbi Fizyoloji*, Çeviri Ed. Çavuşoğlu H. 10. Baskı. İstanbul: Nobel tıp kitabevi&Yüce yayımları Aş, **2001**: 512-527, 578-590, 591-601, 622-677.
3. **Altenmüller EO, Gerloff C.** Psychophysiology and the EEG. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed., Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 637-655.
4. **Öner AÖ.** Oküler klinik elektrofizyoloji. *Erciyes Tıp Dergisi*, **2004**; 26(1): 33-38.
5. **Odom JV, Bach M, Barber C, Brigell M, Marmor MF, Tormene AP, Holder GE.** Visual evoked potentials standart (2004). *Documenta Ophthalmologica*, **2004**; 108: 115-123.
6. **Fishman GA.** The electroretinogram. In: Fishman GA, Birch DG, Holder GE, Brigell MG. Eds. *Electrophysiologic Testing in Disorders of the Retina, Optic Nerve and Visual Pathway*, 2nd Ed., Singapore: The Foundation of the American Academy of Ophthalmology, **2001**: 1-155.
7. **Brigell MG.** The visual evoked potential. In: Fishman GA, Birch DG, Holder GE, Brigell MG. Eds. *Electrophysiologic Testing in Disorders of the Retina, Optic Nerve and Visual Pathway*, 2nd Ed., Singapore: The Foundation of the American Academy of Ophthalmology, **2001**: 237-278.
8. **Zileli M.** *Nöroşirürjide Elektrofizyolojik Monitörleme Teknikleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, **1994**: 3-33.
9. **Emerson RG, Adams DC.** Intraoperative monitoring by evoked potential techniques. In: Aminoff MJ. Ed. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, 5th Ed., Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**: 627-647.
10. **Marmor MF, Arden GB, Nilsson SE, Zrenner E.** Standart for clinical electroretinography. *Arch Ophthalmol*, **1989**; 107: 816-819.
11. **Marmor MF, Zrenner E.** Standart for clinical electroretinography (1999 Uptade). *Doc Ophthalmol*, **1999**; 97: 143-156.
12. **Marmor MF, Holder GE, Seeliger MW, Yamamoto S.** Standart for clinical electroretinography (2004 uptade). *Documenta Ophthalmologica*, **2004**; 108: 107-114.
13. **Demiralp T, Bayraktaroğlu Z, Dilber B, Yıldırım O.** TAM EEG/ERP Kayıt ve Analiz Programı. Version 3.0, İstanbul: **2005**.
14. **Niedermeyer E.** Historical Aspect. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed. Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 1-14.
15. **Ganong WF.** *Tıbbi Fizyoloji*, Çeviri Ed. Türk Fizyolojik Bilimler Derneği. 20. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp kitabevi, **2002**: 49-61, 144-165, 187-196.
16. **Squire LR, Bloom FE, McConnell SK, Roberts JL, Spitzer NC, Zigmond MJ.** *Fundamental Neuroscience*, 2nd Ed. San Diego: Academic Press, **2003**: 3-45.
17. **Sayers BA, Beagley HA, Henshall WR.** Mechanism of auditory evoked responses. *Nature*, **1974**; 247: 481-483.

18. **Speckmann EJ, Elger CE.** Introduction to the neurophysiological basis of the EEG and DC potentials. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed., Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 15-27.
19. **Chang HT.** The evoked potentials. In: Field J. Eds. *Handbook of Physiology*, 1st Ed., Washington: American Physiological Society, **1959**: 120-128.
20. **Aminoff MJ.** Electroencephalography: General principles and clinical applications. In: Aminoff MJ. Ed. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, 5th Ed., Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**: 37-84.
21. **Lopes da Silva F, Rotterdam AV.** Biophysical aspect of EEG and magnetoencephalogram generation. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed. Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 93-109.
22. **Gevins AS.** Quantitative human neurophysiology. In: Hannay HJ. Eds. *Experimental techniques in human neurophysiology*, London: Oxford University Press, **1986**: 419-456.
23. **Regan D.** *Human Brain Electrophysiology: Evoked Potentials and Evoked Magnetic Fields in Science and Medicine*, Amsterdam: Elsevier, **1989**: 195-245.
24. **Lopes da Silva FH.** Dynamics of EEGs as signals of neuronal populations: Models and theoretical considerations. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed. Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 76-92.
25. **Lopez Da Silva F.** Event-related potentials: Methodology and quantification. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed. Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 947-967.
26. **Basar E.** *EEG-Brain dynamics*, Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, **1980**: 9-152.
27. **Dawson GD.** A summation technique for detecting small signals in a large irregular background. *J. Physiol.* **1951**; 115: 2-3.
28. **Glueck BC, Ford MR, Molyn MA.** Computer analysis of the electroencephalogram. *Psychiatric Annals*, **1988**; 18: 236-245.
29. **Celesia GG, Peachey NS.** Visual evoked potentials and electroretinograms. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed., Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 968-993.
30. **Celesia GG, Brigell MG.** Auditory Evoked Potentials. In: Niedermayer E, Lopes da Silva F. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 4th Ed., Baltimore: Williams&Wilkins, **1999**: 994-1013.
31. **Yücesir İ.** Sporcular ve antrenörlerin görsel dikkatlerinin nesnel değerlendirilmesinde olaya ilişkin beyin potansiyelleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **1999**.
32. **Goodin DS.** Event related potentials. In: Aminoff MJ. Ed. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, 5th Ed., Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**: 609-626.
33. **Galambos R, Hillyard SA.** Electrophysiological approaches to human cognitive processing. *Neurosciences Res Prog. Bull*, **1979**; 20(2): 140-265.

34. **Brandies D, Lehmann D.** Event-related potentials of the brain and cognitive processes: approaches and applications. *Neuropsychologia*, **1986**; 24(1): 151-168.
35. **Sutton S, Braren M.** Evoked Potential Correlates of Stimulus Uncertainty. *Science*, **1965**; 150: 1187-1188.
36. **Hillyard SA, Kutas M.** Electrophysiology of cognitive processing. *Annu. Rev. Psychol*, **1983**; 34: 33-61.
37. **Naatanen R.** The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behavioral and Brain Sciences*, **1990**; 13: 201-288.
38. **Ruchkin DS, Sutton S, Mahaffey D.** Functional differences between members of the P300 complex: P3e and P3b. *Psychophysiology*, **1987**; 24(1): 87-103.
39. **Ropper AH, Brown RF.** *Adams and Victor's principles of neurology*, 8th Ed., New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division, **2005**: 11-34.
40. **Celesia GG.** Visual evoked potentials in clinical neurology. In: Aminoff MJ. Ed. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, 5th Ed., Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**: 453-471.
41. **Taner D.** *Fonksiyonel nöroanatomi*, 3. Baskı. ODTÜ geliştirme vakfı yayıncılık ve iletişim Aş, **2002**: 206-217.
42. **Boyd JD, Gu Q, Matsubara JA.** Overview of the central visual pathways. In: Kaufman PL, Alm A. Eds. *Adler's Physiology of the Eye*. 10th Ed., St. Louis: Mosby, **2003**: 641-645.
43. **Casagrande VA, Ichida JM.** The lateral geniculate nucleus. In: Kaufman PL, Alm A. Eds. *Adler's Physiology of the Eye*. 10th Ed., St. Louis: Mosby, **2003**: 655-668.
44. **Casagrande VA, Ichida JM.** The primary visual cortex. In: Kaufman PL, Alm A. Eds. *Adler's Physiology of the Eye*. 10th Ed., St. Louis: Mosby, **2003**: 669-685.
45. **Boyd JD, Matsubara JA.** Extrastriate visual cortex. In: Kaufman PL, Alm A. Eds. *Adler's Physiology of the Eye*. 10th Ed., St. Louis: Mosby, **2003**: 686-696.
46. **DeVoe RC, Ripps H, Vaughan HG.** Cortical responses to stimulation of the human fovea. *Vis Res*, **1968**; 8: 135-147.
47. **Oken BS, Chiappa KH, Gill E.** Normal temporal variability of the P100. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1987**; 68: 153-156.
48. **Chatrian GE, Lettich E, Nelson PL, Colin-Miller R, Mckenzie RJ, Mills RP.** Computer assisted quantitative electroretinography. I.A standardized method. *Am J EEG technol*, **1980**; 20: 57-77.
49. **Chatrian GE, Nelson PL, Lettich E, Colin-Miller R, Mckenzie RJ, Mills RP.** Computer assisted quantitative electroretinography. II. Separation of rod and cone components of the electroretinogram in congenital achromatopsia and congenital nyctalopia. *Am J EEG technol*. 1980; 20: 79-88.
50. **Gouras P.** Electroretinography. In: Aminoff MJ. Ed. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*, 5th Ed., Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**: 427-452.
51. **Curcio CA, Sloan KR, Kalina RE, Hendrickson AE.** Human photoreceptor topography. *J Comp Neurol*, **1990**; 292: 497-523.

52. **Kraft TW, Makino CL, Mathies RA, Lugtenburg J, Schnapf JL, Baylor DA.** Cone excitations and color vision. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol.* **1990**; 55: 635-641.
53. **Missotten L.** Estimation of the ratio of cones to neurons in the fovea of the human retina. *Invest. Ophthalmol. Vis Sci,* **1974**; 13: 1045-1049.
54. **Frisen L, Frisen M.** A simple relationship between the probability distribution of acuity and the density of retinal output channels. *Acta Ophthalmol,* **1976**; 54: 437-444.
55. **Ikeda H, Wright MJ.** Receptive field organization of “sustained” and “transient” retinal ganglion cells which subserve different functional roles. *J Physiol,* **1972**; 222: 769-800.
56. **Tepas DI, Armington JC.** Electroretinograms from noncorneal electrodes. *Invest Ophthalmol.,* **1962**; 1: 784-786.
57. **Holder GE.** The Pattern electroretinogram. In: Fishman GA, Birch DG, Holder GE, Brigell MG. Eds. *Electrophysiologic Testing in Disorders of the Retina, Optic Nerve and Visual Pathway*, 2nd Ed., Singapore: The Foundation of the American Academy of Ophthalmology, **2001**: 197-235.
58. **Müller LW.** The influence of the duration of the light stimulus on the electroretinogram. *Arch Gesamte Physiol,* **1953**; 257: 35-47.
59. **Johnson E, Bartlett N.** Effects of stimulus duration on electrical responses of the human electroretinogram. *Br J Ophthalmol,* **1956**; 40: 439-443.
60. **Mactier H, Dexter JD, Hewett Je.** The electroretinogram in preterm infants. *J Pediatr,* **1988**; 113: 607-612.
61. **Peterson H.** The normal B-potential in the single-flash clinical electroretinogram: a computer technique study of the influence of sex and age. *Acta Ophthalmol,* **1968**; 99: 7-77.
62. **Iijima H.** Distribution of ERG amplitudes, latencies and implicit times. In: Heckenlively JR, Arden GB. Eds. *Principles and Practice of Clinical Electrophysiology of Vision*, St Louis: Mosby Year Book, **1991**: 289-290.
63. **Nozaki S, Wakakura M, Ishikawa S.** Circadian rhythm of human electroretinogram. *Jpn J Ophthalmol,* **1983**; 27: 346-352.
64. MedCalc Software Inc. Medcalc for Windows. Version 8.2.0.3 (Demo), Mariakerke/Belgium: **2006**.
65. StatSoft Inc. Statistica for Windows. Version 6.1.318.0, Tulsa: **2003**.
66. SPSS Inc. SPSS for Windows. Version 11.5.1, Chicago: **2002**.
67. **Chiappa KH.** Pattern-shift visual evoked potentials: methodology. In: Chiappa KH. Ed. *Evoked Potentials in Clinical Medicine*, 3rd Ed., Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, **1997**: 31-94.
68. **Asselman P, Chadwick DW, Marsden CD.** Visual evoked responses in the diagnosis and management of patients suspected of multiple sclerosis. *Brain,* **1975**; 98: 261–282.
69. **Hennerici M, Wenzel D, Freund HJ.** The comparison of small-size rectangle and checkerboard stimulation for the evaluation of delayed visual evoked responses in patients suspected of multiple sclerosis. *Brain,* **1977**; 100: 119–136.
70. **Allison T, Golf WR, Wood CC.** Auditory, somatosensory and visual evoked potentials in the diagnosis of neuropathology: Recording considerations and normative data. In: Lehman D,

Callaway E, Eds. *Human Evoked Potentials: Applications and Problems*, London: Plenum Pres, **1979**: 1–16.

71. **Celesia GG, Daly RF.** Visual electroencephalographic computer analysis (VECA). *Neurology*, **1977**; 27: 637–641.
72. **Sokol S, Moskowitz A, Towle WL.** Age related changes in the latency of the visual evoked potential: Influence of check size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1981**; 51: 559-562.
73. **Allison T, Wood CC, Golf WR.** Brain stem auditory, pattern reversal visual, and short latency somatosensory evoked potentials: Latencies in relation to age, sex and brain and body size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1983**; 55: 619–636.
74. **Allison T, Hume AL, Wood CC, Golf WR.** Developmental and aging changes in somatosensory, auditory and visual evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1984**; 58: 14–24.
75. **Stockard JJ, Hughes JF, Sharbrough FW.** Visually evoked potentials to electronic pattern reversal: Latency variations with gender, age and technical factors. *Am J EEG Technol*, **1979**; 19: 171–204.
76. **Celesia GC, Kaufman D, Cone S.** Effects of age and sex on pattern electroretinograms and visual evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1987**; 68: 161–171.
77. **Fiorentini A, Trimarchi C.** Development of temporal properties of pattern electroretinogram and visual evoked potentials in infants. *Vis Res*, **1992**; 32: 1609–1621.
78. **Lehnert W, Wunsche H.** The electroretinogram at different ages of life. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, **1966**; 170: 147-155.
79. **Birch DG, Anderson JL.** Standardized full-field electroretinography: normal values and their variation with age. *Arch Ophthalmol*, **1992**; 110: 1571-1576.
80. **Weleber RG.** The effect of age on human cone and rod ganzfeld electroretinograms. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, **1981**; 20: 392-399.

ÖZGEÇMİŞ

09 Eylül 1978 yılında Malatya'da doğdu. İlkokulu Mersin Aliye Pozcu İlkokulu'nda, ortaokul ve lise eğitimini Mersin Dumlupınar Lisesi'nde tamamladı. 1996-2002 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Biyolojik Bilimler Bölümü'nde Lisans eğitimini tamamladı. 2002 yılında Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı.

Halen Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.