



Hjorth Tanımlayıcılar Kullanılarak Duygusal Değerlendirme Üzerinde Lüminans Etkisinin Araştırılması

Investigation of Luminance Effect on the Emotional Assessment Using Hjorth Descriptors

Kübra Eroğlu¹, Pınar Kurt², Temel Kayıkçıoğlu³, Onur Osman¹

¹Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, ²Psikoloji Bölümü, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
{kubraeroglu, onurosman, pinarkurt}@arel.edu.tr

³Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye
tkayikci@ktu.edu.tr

Özetçe— Yapılan çalışmanın amacı lüminans düzeyinin duygusal değerlendirme üzerindeki etkisinin elektroensefalografi (EEG) kayıtları üzerinde incelenmesidir. Çalışmada 31 sağlıklı katılımcıya ait EEG kaydı kullanılmıştır. Bu kayıtlardan kısa zamanlı fourier dönüşümü (KZFD) ve Hjorth tanımlayıcıları kullanılarak öz nitelikler elde edilmiştir. Elde edilen öz niteliklerin incelenmesi sonucunda bulunan ‘doğruluk yüzdesi’ performans değerlendirme sonuçlarına göre katılımcıların % 70.97’ sinin ORJİNAL negatif görsel uyaranlar kullanılarak elde edilen EEG kayıtlarına ait öz nitelik değerlerinin, PARLAK negatif görsel uyaranlar kullanılarak elde edilen EEG kayıtlarına ait öz nitelik değerlerinden büyük olduğu görülmüştür. Bu gözlem uzamsal olarak O2 elektrot bölgesinde, frekans olarak delta frekansında gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma konuyla ilgili başlangıç araştırması olup elde edilen sonuçlarının konuyla ilgili araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler — EEG; lüminans; Hjorth tanımlayıcılar; duygusal değerlendirme.

Abstract— The aim of this study is to investigate the impact of luminance level on the emotional evaluation from electroencephalography (EEG) records. EEG recordings obtained from 31 healthy participants were used in this study. Features were obtained from EEG recordings using short time fourier transform (STFT) and Hjorth descriptors. According to the performance evaluation results (accuracy percentage), the value of the attributes of 70.97% of participants obtained from EEG recordings using the ORIGINAL negative visual stimule to be greater than the values of the attributes obtained from EEG recordings using the BRIGHT negative visual stimule were found. This observation was observed in the O2 electrode spatially region and delta frequency. This study is the beginning research on this subject and it is considered the results of this study will shed light on the issue.

Keywords — EEG; luminance; Hjorth descriptors; emotional evaluation.

I. GİRİŞ

Günlük yaşamımızda etrafımızda bulunan görsel uyaranlara karşı olumlu/olumsuz ya da nötr değerlendirmeler yaparız. Bu değerlendirmeleri yaparken bu uyaranların sahip oldukları içerik ve fiziksel özelliklerden (renk, doygunluk, ton vb.) etkileniriz. Yapılan çalışmada amaçlanan şey görsel uyaranların algısal özelliği olan lüminans düzeyinin duygusal değerlendirme (pozitif, negatif, nötr) üzerindeki etkisinin EEG kayıtları üzerinde incelenmesidir. Lüminans, verili bir alan ve yöndeki aydınlama yoğunluğu olarak tanımlanır. Görsel uyaranlar ve duygusal değerlendirme ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunluğunda Uluslararası Duygusal Resim Sistemi (UDRS) veri tabanından elde edilen görüntüler kullanılmaktadır [1, 2, 3]. Yapılan çalışmalar incelendiğinde UDRS veri tabanından elde edilen görüntülerin lüminans düzeyinin duygusal değerlendirme üzerindeki etkisinin daha önce incelenmemiş olduğu görülmüştür. Yani görüntülerin lüminans düzeyindeki farklılıkların duygusal değerlendirmeyi ne düzeyde etkilediği bilinmemektedir. Çalışmamızda bu etkinin uzamsal, zamansal ve frekans olarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Kavramsal bir işleme süreci olan duygusal değerlendirme sırasında kafatası üzerinden elde edilen EEG kayıtlarında uyaran sonrası görülen erken ve geç bileşenler gözlemlenmektedir. Bu bileşenlerin konum, genlik ve süre gibi ölçülebilir özellikleri EEG kayıtları kullanılarak yapılan çalışmalarda önemli bilgiler sağlamaktadır [4, 5]. Lüminans düzeyindeki değişikliğin EEG işaretlerinde gözlemlenen erken ve geç bileşenlere etki ettiği ve bu etkinin EEG işaretlerinden elde edilen öz niteliklere yansıdığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmaya ait sonuçlar da bu düşünceleri desteklemektedir.

II. YÖNTEM

A. Deneysel Veri Kümesi

Yapılan çalışmada kullanılan EEG kayıtları İstanbul Arel Üniversitesi Psikofizyoloji Laboratuvarı'nda elde edilmiştir. Çalışmaya 31 sağlıklı gönüllü katılmış olup her bir katılımcının 14 farklı elektrot bölgesinden ($F_3, F_2, F_4, C_3, C_2, C_4, TP_7, TP_8, P_3, P_2, P_4, O_1, O_2$ ve O_2) EEG kaydı alınmıştır. Kayıtlar uluslararası 10-20 sistemine göre kafatası üzerine yerleştirilmiş elektrotlar aracılığıyla elde edilmiş olup 512 Hertz (Hz) örnekleme frekansı ile örneklendirilmiştir. Çalışmaya katılan katılımcı grubu; sinir sistemini etkileyen ilaç kullanmayan, psikolojik ya da nörolojik sağlık sorunu bulunmayan ve Beck Depresyon Ölçeği'nde skoru 17 altında olan kişilerden oluşturulmuştur.

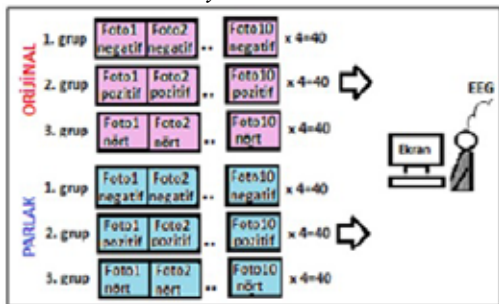
B. Deneysel Araç ve Gereçler

Deneysel sırasında görsel uyaran olarak Uluslararası Duyusal Resim Sistemi (UDRS) veri tabanından elde edilen 30 adet görüntü kullanılmıştır. Bu görüntüler 10 adet negatif (kesilmiş uzuv, vahşi hayvanlar vb.), 10 adet pozitif (sevimli hayvanlar, bebek görüntüleri vb.) ve 10 adet nötr (ev eşyaları, insan yüzü vb.) içerikli görüntülerden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan görüntülerin lüminans değerleri 'Delta OHM HD 2302.0 Lüminans Ölçer' cihazıyla ölçülerek elde edilen değerler tablo 1'in ikinci sütununda ifade edilmiştir. Deneysel prosedür gereği ORJİNAL görüntü grubundaki görüntülerin parlaklık dereceleri Photoshop CC programı aracılığıyla %100-%110 oranında artırılarak parlaklığı artırılmış PARLAK görüntülerin lüminans değerleri ise tablo 1'in üçüncü sütununda verilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm programlar MATLAB ile oluşturulmuştur

İçerik	'ORJİNAL' Görüntülerin Lüminans Değerleri (Ort±SS) cd/m ²	'PARLAK' Görüntülerin Lüminans Değerleri (Arttırılmış Lüminans) (Ort±SS) cd/m ²	Lüminans Artış Yüzdesi % (Ort±SS)
Pozitif	32.5±11.2	66.7±22.8	105.5±2.6
Nötr	32.4±13.25	67.65±28.01	108±9.7
Negatif	32.4±10.58	66.07±21.61	103.6±2.21

Tablo 1. Farklı içeriklere sahip (pozitif/nötr/negative) görüntülerin lüminans değerleri ile artırılmış lüminans değerleri.

C. Deneysel Prosedür



Şekil 2. Deneysel Prosedür.

Yapılan çalışmada amaçlanan lüminans düzeyinin duygusal değerlendirme üzerindeki etkisinin EEG kayıtları üzerinde incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda Şekil 2 ile ifade edilen deneysel düzenek laboratuvar ortamında oluşturulmuştur. Bu düzeneğe göre deney sırasında her bir katılımcı 19 inç büyüklüğündeki bir ekrana 1 metre uzaklık mesafesinde oturmuş ardından yukarıda bahsi geçen UDRS veri tabanından elde edilen 40 (10x4) pozitif, 40 (10x4) nötr, 40 (10x4) negatif görüntü 1000 mili saniye (ms) süreyle ve 3-7 s uyaran aralıklarıyla ard arda katılımcılara gösterilmiştir. Bu işlem tablo 1 ile ifade edilen ORJİNAL ve PARLAK resim grupları için ayrı ayrı tekrar edilmiştir. Bahsedilen bu işlemler sırasında her bir katılımcının yukarıda belirtilen 14 farklı elektrot bölgesinden EEG kayıtları alınmıştır. Kayıtlama işlemlerinin ardından her bir katılımcıya duygusal değerlendirme ve uyarılmışlık düzeylerini belirlemek amacıyla 'Mankin Kendini Değerlendirme Ölçeği' uygulanarak sonuçlar kaydedilmiştir.

D. Ön İşleme

Deneysel prosedür sonrası elde edilen EEG kayıtlarında gözlemlenen gürültülerin temizlenmesi için 'Brain Vision Analyzer' kullanılmıştır. Gürültü temizleme işleminin ardından her bir katılımcıya ait EEG kayıtları deney sırasında kullanılan görüntülerin lüminans düzeyine göre; orijinal resim kullanılarak elde edilen kayıtlar 'ORJİNAL' ve lüminansı artırılmış parlak resim kullanılarak elde edilen kayıtlar 'PARLAK' olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bu iki grupta kendi içerisinde kullanılan görsel uyaranların içeriğine göre; ORJİNAL-negatif, ORJİNAL-nötr, ORJİNAL-pozitif ve PARLAK-negatif, PARLAK-nötr, PARLAK-pozitif olmak üzere alt gruplara ayrılmıştır. Bahsedilen her bir alt veri tabanında 31 farklı kişiye ait 14 kanallı EEG kayıtları bulunmaktadır. Veri tabanlarındaki her bir kişiye ait tüm EEG kayıtları uyaran geldikten önceki 500 ms ve uyaran geldikten sonraki 1000 ms olmak üzere toplam 1500 ms uzunluğundaki zaman dilimlerine (epok) ayrıştırıldı. Bu ayrıştırma işleminde amaçlanan şey uyaran öncesi ve uyaran sonrası EEG'de gözlemlenen dalga biçimlerinin ayrıntılı olarak incelenebilmesidir. Yapılan çalışma için elde edilen veri tabanlarında uzamsal anlamda en ideal elektrot bölgelerini belirlemek amacıyla tüm veri tabanlarına ait ortalama epok güç grafikleri elde edildi. Bu grafikler incelendiğinde *parietal* ve *oksipital* bölgeler uzamsal anlamda ideal bölgeler olarak belirlendi (P_3, P_2, P_4, O_1, O_2 ve O_2). Çalışmanın bu aşamasından sonra 14 elektrot bölgesi yerine belirtilen 6 elektrot bölgesine ait veri tabanı kullanıldı.

E. Öz Nitelik Çıkarma

Uzamsal analiz sonrası 31 katılımcının her birine ait 6 farklı kanalın her biri için tüm epokların ortalamaları ayrı ayrı elde edildi. Bir sonraki aşamada frekans ve zaman ekseninde aynı anda analiz yapılabilmesi için ortalama epok değerlerinden oluşan yeni veri tabanlarındaki EEG

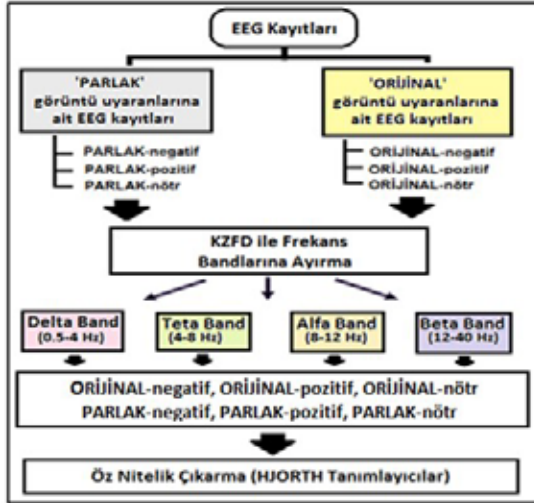
Sinyal İşleme 5

3. Gün / 29 Ekim 2016, Cumartesi

sinyallerine KZFD uygulanmıştır. Bu işlem sırasında 256 örnek uzunluğunda 'hanning' pencere kullanılmıştır. Dönüşüm sonrası elde edilen spektrum frekans ekseninde dört farklı frekans bandına (delta=0.5-4Hz, teta=4-8Hz, alfa=8-12Hz, beta=12-40Hz), zaman ekseninde ise her frekans bandı için T= 0-400 ms zaman aralığına ayrıştırılmıştır. T zaman aralığı uyararı geldikten sonraki zaman dilimi olup bu aralığın seçilme sebebi uyararı sonrası EEG de gözlemlenen karakteristik erken ve geç bileşenlerin ortaya çıktığı zaman dilimi olmasıdır. Böylece duygusal değerlendirme sırasında lüminans düzeyinin EEG' de gözlemlenen erken ve geç bileşenler üzerindeki etkisi incelenebilecektir. Dört farklı frekans bandı için T zaman dilimine ait genlik spektrumları her bir duygusal durum için ayrı ayrı elde edildi (Tablo 2). Bu kısma kadar gerçekleştirilen tüm işlemler deneysel akış diyagramında özetlenmiştir (Şekil 3).

Delta, Teta, Alfa, Beta	
ORJİNAL	PARLAK
T = 0 - 400ms	T = 0 - 400ms
ORJİNAL-pozitif	PARLAK-pozitif
ORJİNAL-negatif	PARLAK-negatif
ORJİNAL-nötr	PARLAK-nötr

Tablo 2. KZFD sonrası her bir frekans bandı için ayrı ayrı elde edilen veri kümeleri.



Şekil 3. Deneysel akış diyagramı.

Çalışmada öz nitelik elde etmek için Hjorth tanımlayıcılarından yararlanılmıştır. Hjorth tanımlayıcıları üç parametreden oluşmaktadır. Bu parametreler; hareketlilik (M-mobility), etkinlik (A-activity) ve karmaşıklık (C-complexity)' tir. Hareketlilik, bir sinyalin birinci türevinin standart sapmasının sinyalin standart sapmasına oranıdır (1), etkinlik, sinyalin varyansdır ve enerjiyi temsil eder (2). Karmaşıklık ise işaretin band genişliğinin kestirimi olarak tanımlanabilir (3).

$$M = \frac{\sigma_{x'}}{\sigma_x} \quad (1)$$

$$A = \sigma_x^2 \quad (2)$$

$$C = \frac{(\sigma_{x''})}{(\sigma_{x'})} \quad (3)$$

Tablo 2 ile ifade edilen her bir veri kümesi için yukarıda tanımlanan Hjorth tanımlayıcıları (M,A ve C) kullanılarak öz nitelikler elde edildi (Tablo 3). Yapılan çalışmadaki amaç lüminans düzeyinin duygusal değerlendirme üzerindeki etkisini araştırmak olduğu için Tablo 3' de ifade edilen ORJİNAL ve PARLAK gruba ait öz nitelikler kendi aralarında karşılaştırıldı. Karşılaştırma sonucunda ORJİNAL gruptaki değer PARLAK gruptaki değerden büyük ise o öz nitelik değeri '1' olarak, aksi durumda ise '0' olacak şekilde etiketlendirildi.

Delta, Teta, Alfa, Beta		
Hjorth Tanımlayıcılar	ORJİNAL	PARLAK
M (Hareketlilik)	M_ORJİNAL-pozitif M_ORJİNAL-negatif M_ORJİNAL_nötr	M_PARLAK-pozitif M_PARLAK-negatif M_PARLAK_nötr
A (Etkinlik)	A_ORJİNAL-pozitif A_ORJİNAL-negatif A_ORJİNAL_nötr	A_PARLAK-pozitif A_PARLAK-negatif A_PARLAK_nötr
C (Karmaşıklık)	C_ORJİNAL-pozitif C_ORJİNAL-negatif C_ORJİNAL_nötr	C_PARLAK-pozitif C_PARLAK-negatif C_PARLAK_nötr

Tablo 3. Hjorth tanımlayıcıları kullanılarak elde edilen öz nitelikler.

Etiketleme işlemi ardından her bir duygusal duruma ait (negatif, pozitif, nötr) üç öz nitelikten (M, A, C) tek bir öz nitelik değeri elde etmek için bir kriter belirlendi. Bu kriter göre; en az iki öz niteliğe ait etiket birbiriyle aynı ise veri o etiket ile etiketlenilecektir. Bahsedilen kriter Tablo 4 ile özetlenmiştir. Kriter işlemi sonrasında elde edilen yeni öz nitelik kümesi 'Negatif', 'Pozitif' ve 'Nötr' olarak isimlendirildi (Tablo 5).

M (Hareketlilik)	A (Etkinlik)	C (Karmaşıklık)	Yeni öz nitelik etiketi
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Tablo 4. Öz nitelik etiketi belirleme kriteri.

(P ₃ , P ₂ , P ₄ , O ₁ , O ₂ , O ₂)		
Negatif	Pozitif	Nötr
(31x1)	(31x1)	(31x1)

Tablo 5. Yeni öz nitelik kümesi veri uzunlukları.

III. BULGULAR

Yapılan çalışmada deneysel prosedür sonrası 31 katılımcıya ait EEG kayıtları alınıp bu kayıtlardan öz nitelikler çıkarılmıştır. Elde edilen öz nitelikler tablo 3 ve tablo 5' de verilmiştir. Tablo 5 ile belirtilen öz nitelikler '1' ve '0' etiketlerinden oluşmaktadır. '1' etiketi, etiketin ait olduğu veri kümesi için (Negatif, Pozitif, Nötr)



Sinyal İşleme 5

3. Gün / 29 Ekim 2016, Cumartesi

ORİJİNAL gruba ait öz nitelik değerinin PARLAK gruba ait öz nitelik değerinden büyük olduğunu ifade etmektedir. Bu bilgi ışığında dört farklı frekans bandına ve her band için altı farklı elektrot bölgesine ait performans sonuçları tablo 6-9' da verilmiştir. Tablolarda performans değerlendirme ölçütü olarak 'doğruluk oranı' ($\frac{\text{hipotezi sağlayan kişi sayısı}}{\text{toplam kişi sayısı}}$) ve bu orana karşılık gelen 'doğruluk yüzdesi' ($\frac{\text{hipotezi sağlayan kişi sayısı}}{\text{toplam kişi sayısı}} \times 100$) değerleri kullanılmıştır. Bu ifadelerde belirtilen 'hipotezi sağlayan kişi sayısı' olarak '1' etiketine sahip kişi sayısı kullanılmıştır.

Duygusal Durum →	Negatif		Pozitif		Nötr		
	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	
KANAL	P3	13/31	%41.94	16/31	%51.61	11/31	%35.48
	Pz	16/31	%51.61	15/31	%48.39	15/31	%48.39
	P4	17/31	%54.84	13/31	%41.94	14/31	%45.16
	O1	15/31	%48.39	15/31	%48.39	17/31	%54.84
	Oz	20/31	%64.52	15/31	%48.39	15/31	%48.39
	O2	22/31	%70.97	16/31	%51.61	16/31	%51.61

Tablo 6. Delta bandına ait performans sonuçları.

Duygusal Durum →	Negatif		Pozitif		Nötr		
	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	
KANAL	P3	19/31	%61.29	10/31	%32.26	18/31	%58.06
	Pz	13/31	%41.94	14/31	%45.16	19/31	%61.29
	P4	17/31	%54.84	15/31	%48.39	18/31	%58.06
	O1	17/31	%54.84	14/31	%45.16	15/31	%48.39
	Oz	14/31	%45.16	17/31	%54.84	15/31	%48.39
	O2	20/31	%64.52	15/31	%48.39	16/31	%51.61

Tablo 7. Teta bandına ait performans sonuçları.

Duygusal Durum →	Negatif		Pozitif		Nötr		
	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	
KANAL	P3	19/31	%61.29	18/31	%58.06	12/31	%38.71
	Pz	17/31	%54.84	15/31	%48.39	13/31	%41.94
	P4	19/31	%61.29	14/31	%45.16	12/31	%38.71
	O1	14/31	%45.16	19/31	%61.29	16/31	%51.61
	Oz	13/31	%41.94	15/31	%48.39	16/31	%51.61
	O2	19/31	%61.29	14/31	%45.16	14/31	%45.16

Tablo 8. Alfa bandına ait performans sonuçları.

Duygusal Durum →	Negatif		Pozitif		Nötr		
	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	doğruluk oranı	doğruluk yüzdesi (%)	
KANAL	P3	14/31	%45.16	10/31	%32.26	14/31	%45.16
	Pz	15/31	%48.39	14/31	%45.16	10/31	%32.26
	P4	19/31	%61.29	12/31	%38.71	18/31	%58.06
	O1	15/31	%48.39	12/31	%38.71	9/31	%29.03
	Oz	13/31	%41.94	14/31	%45.16	12/31	%38.71
	O2	11/31	%35.48	14/31	%45.16	13/31	%41.94

Tablo 9. Beta bandına ait performans sonuçları.

IV. DENEYSSEL SONUÇLAR VE YORUM

Tablo 6-9 ayrıntılı olarak incelendiğinde dört farklı frekans bandı için Negatif veri gruplarına ait performans değerlendirme sonuçlarının diğer veri gruplarından yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Uzamsal anlamda delta ve teta bandı için O2, alfa bandı için P3, P4, O2, beta bandı için ise P4 bölgesinde en yüksek performans sonuçları elde edilmiştir. Bununla birlikte tüm tablolar

karşılaştırıldığında en yüksek doğruluk yüzdesinin delta frekans bandı için O2 elektrot bölgesinde % 70.97 olduğu görülmektedir. Yani delta frekans bandı ve O2 elektrot bölgesi için katılımcı grubun anlamlı çoğunluğunda (% 70.97) ORİJİNAL negatif görsel uyaranlar kullanılarak elde edilen EEG kayıtlarına ait öz nitelik değerleri, PARLAK negatif görsel uyaranlar kullanılarak elde edilen EEG kayıtlarına ait öz nitelik değerlerinden daha büyük çıkmıştır. Bunun anlamı negatif görsel uyaranlardaki lüminans düzeyinin değişiminin EEG kayıtlarına yansımakta olduğu ve bu etkinin O2 elektrot bölgesinde ve delta frekansında daha iyi gözlemlenebildiğidir. Ayrıca tablo 9 incelendiğinde Nötr veri grubunun O1 elektrot bölgesine ait performans değerlendirme sonucunun düşük bir değer aldığı görülmektedir (%29.03). Bunun anlamı ise beta frekans bandı ve O1 elektrot bölgesi için katılımcı grubun anlamlı çoğunluğunda (% (100-29.03)) PARLAK nötr görsel uyaranlar kullanılarak elde edilen EEG kayıtlarına ait öz nitelik değerlerinin, ORİJİNAL nötr görsel uyaranlar kullanılarak elde edilen EEG kayıtlarına ait öz nitelik değerlerinden daha büyük olduğudur. Yani nötr görsel uyaranlardaki lüminans düzeyinin değişimi de EEG kayıtlarına yansımakta olup bu etki O1 elektrot bölgesinde ve beta frekansında daha iyi gözlemlenebilmektedir. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde lüminans düzeyindeki değişimin duygusal değerlendirme sırasında EEG aktivitesine yansıdığı ve bu etkinin uzamsal olarak oksipital ve parietal bölgelerde frekans olarak ise delta ve beta frekansında daha iyi gözlemlendiği görülmüştür. Yapmış olduğumuz çalışma lüminansın duygusal değerlendirme üzerindeki etkilerinin ortaya konulabilmesi için bir araştırma niteliğinde olup çalışma sonuçlarının literature katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Cano, M. E., Class, Q. A. And Polich, J., "Affective valance, stimulus attributes, and P300: Color vs. black/White and normal vs. scrambled images", *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 71, 2009, 17-24.
- [2] Rozenkrants, B. and Polich, J., "Affective ERP processing in a visual oddball task: Arousal, valance, and gender", *Clinical Neurophysiology*, Vol. 119, 2008, 2260-2265.
- [3] Rozenkrants, B., Olofsson, J., K. and Polich, J., "Affective visual event-related potentials: Arousal, valance, and repetition effects for normal and distorted pictures", *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 67, 2008, 114-123.
- [4] Conroy, M. A., and Polich, J., "Affective valence and P300 when stimulus arousal level is controlled", *Cognition and emotion*, Vol. 21, 2007, 891-901.
- [5] Carretié, L., Hinojosa, J. A., Martín-Loeches, M., Mercado, F., and Tapia, M., "Automatic attention to emotional stimuli: neural correlates", *Human brain mapping*, Vol. 22, 2004, 290-299.