

Olay İliintili Potansiyeller Üzerinden Dikkatin Hu Momentleri Yardımıyla Tespiti

¹Turgay Batbat, ^{*1}Ayşegül Güven and ²Nazan Dolu
^{*1}Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü Erciyes Üniversitesi, Türkiye
²Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı Başkent Üniversitesi, Türkiye

Abstract

The difference in attention according to the type of stimulus occupies a major place in education, augmented reality, etc. Experiments were applied to 26 participants with visual and auditory stimuli. The resulting EEG signals were recorded from the Fz, Cz, Pz and Oz channels. Hu moments are new and popular features for images. The usability of Hu moments on physiological signals was examined with this study. For this purpose, trials were arranged and converted to gray-level images. Seven Hu moments were calculated from the obtained images. Paired samples t-test was applied based stimulus types. In standard stimuli, Fz: 1, 2, 7; Cz: 3, 4, 7, Pz: 1, 2, Oz: 7 and in target stimuli, Cz: 3, 4, 6, 7; Pz: 3, 4, 6, 7; Oz: all moments have significant difference. Considering the results, these features can be used successfully for signals with the mentioned approach.

Özet

Uyaran tipine göre dikkatin farklılık göstermesi eğitim ve artırılmış gerçeklik gibi birçok konuda önemli bir yer tutmaktadır. Oluşan farklılıkların tespiti için 26 kişilik katılımcı grubuna, görsel ve işitsel uyaranlarla oluşturulan iki deney uygulanmıştır. Elde edilen EEG sinyaller Fz, Cz, Pz ve Oz kanallarından kaydedilmiştir. Hu momentleri literatürde görüntüler üzerinde kullanılan yeni ve popüler özelliklerdir. Bu özelliklerin fizyolojik sinyallerde kullanılabilirliği bu çalışma ile incelenmiştir. Bu amaçla 15'er uyaran cevabı alt alta dizilmiş ve gri seviyeli resme dönüştürülmüştür. Elde edilen görüntülerden yedi Hu momenti hesaplanmıştır. Paired sample t testi ile uyaran tipi üzerinden karşılaştırılmışlardır. Standart uyaranlarda Fz kanalında 1, 2, 7; Cz kanalında 3,4 ve 7; Pz kanalında 1, 2; Oz kanalında 7 ve hedef uyaranlarda Cz kanallarında 3,4,5,7; Pz kanalında 3, 4, 6, 7; Oz kanalında tüm momentlerde anlamlı bir fark görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ışığında hu momentlerinin belirtilen yaklaşımla sinyallerde başarılı bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür.

Key words: Event related potentials, attention, hu moments, signal processing

1. Giriş (Introduction)

Dikkat, uyaranlar gibi çevresel ve duygu, düşünce, hafıza gibi iç dinamikler sebebiyle oluşan tüm veriler içinden bir kısmının bilinçli veya bilinçsiz olarak seçilmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Tüm bilişsel işlemler temelde bir dikkat noktası ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle dikkat durumlarında geçişler ilgili işlemin tanımlanmasında önemli bir yer tutmaktadır. Dikkat durumlarındaki geçişler klasik olarak işaretleme testleri gibi belirlenmiş düzenekler ve fizyolojik sinyallerle tespit edilmektedir. Son dönemde daha derinlemesine bilgiler veren fizyolojik sinyaller dikkat durumunun değerlendirilmesinde standartlaşmıştır. Bu fizyolojik sinyallerden doğrudan

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Biomedical Engineering Erciyes University, 38039, Kayseri TURKEY. E-mail address: turgaybatbat@erciyes.edu.tr, Phone: +903522076666

beyin tarafından oluşturulan elektriksel sinyaller olan elektroansefalografi (EEG) sinyalleri odak noktası olarak belirlenmiştir [1,2].

Dikkat durum geçişleri gibi bilişsel fonksiyonlar süregelen beyin sinyallerinden çeşitli uyaranlar içeren deneylerle ayrılır. Uyarın sonucu sinyallerde oluşan değişimler belirlenen zaman aralıklarında kaydedilmektedir. Bu durum olay ilintili potansiyeller (ERP) olarak adlandırılmaktadır. Çeşitli paradigma modelleri ile kurgulanan bu deneylerde alınan kayıtlarda benzer uyaran tipleri birlikte değerlendirilmektedir. Uyarın tipine göre oluşan cevaplar farklılıkların ortaya çıkarılmasında temel yaklaşımdır. Literatürde çalışmalar belirlenen hedef durum doğrultusunda çeşitlenmektedir. Çeşitli hastalıklar ve temel farklılıkların sinyalde neden olduğu değişimler üzerine çeşitli yayınlar görölmektedir. Psikiyatrik problemler, Alzheimer, hypoxic ischemic ensefalografi, inme, dikkat eksikliği ve hiperaktivite gibi rahatsızlık etkileri kontrol grupları ile çeşitli özellikler üzerinden karşılaştırılmaktadır [3–8]. Bunun yanı sıra cinsiyet, eğitim durumu, müzik eğitimi gibi bireysel farklılıklar ayrı bir çalışma türü olarak kendine yer bulmuştur [9–12].

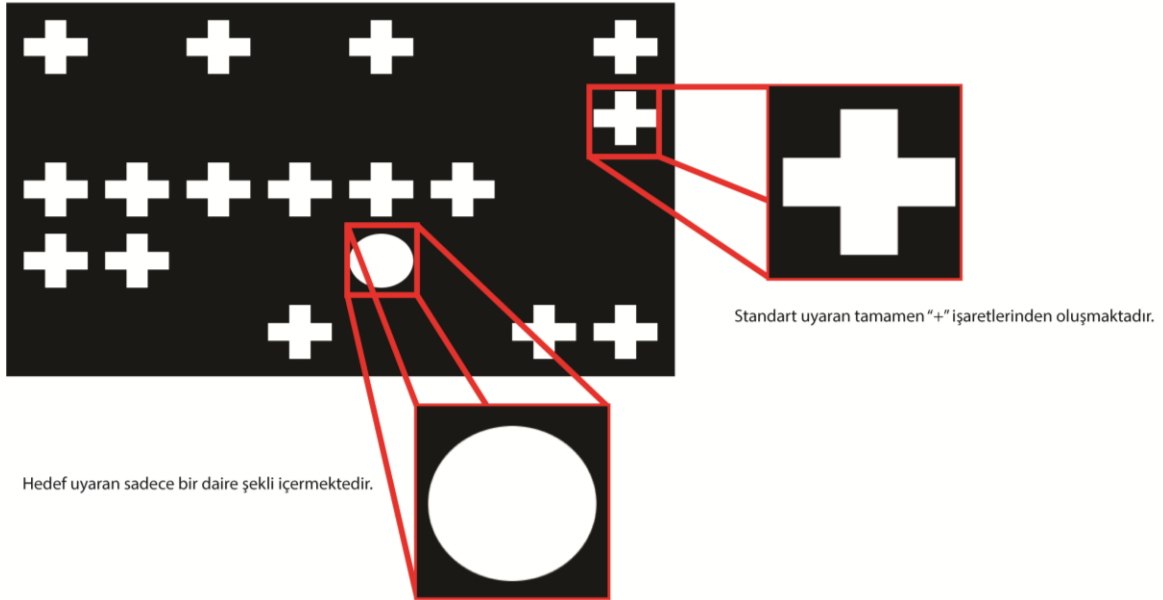
Çalışmamızda olduğu gibi aynı grup üzerinde uyaranların etkisinin incelendiği çalışmalar eğitim, sağlık, oyun ve pazarlama gibi birçok alanda temel sorulara yanıt vermesi ve dikkat sürecinin alt yapısının çözömlenmesi açısından önem kazanmaktadır. Farklı uyaran tiplerinin ve deney düzeneklerinin sınındığı yayınlar özellikle görsel, işitsel ve somatasensör uyaranlar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu uyaran yöntemlerinin çeşitlendirilmesi ve etkinliklerinin tartışılması yanı sıra yeni uyaran türlerinin kullanıldığı yayınlara da rastlanmaktadır. Literatürde, görsel uyaranlarda kompleksliğin etkisi, farklı işitsel uyaranların aynı anda verilen görsel uyaranlar ile oluşan sinyallere etkileri, arkadaşlık ve aşk bağlantılı kelimelerin işitsel uyarımda oluşturdukları farklılıklar, görsel uyaranlarda çağrışım ve renklerin sinyaller üzerinde yaptıkları etki çalışılmıştır [13–15]. Elde edilen sinyallerin değerlendirilmesinde öznitelikler çok büyük bir öneme sahiptir. Değinilen çalışmalarda sık kullanılan öznitelikler üzerinden bilgi elde edilmeye çalışılmıştır. Farklı bir odak noktası olarak değerlendirmede başarılı olabilecek özniteliklerin ele alınması kaçınılmazdır. İçkin kip fonksiyonları, uyum analizleri, sinyallerde sık kullanılan entropi, güç gibi öznitelikler ve daha yeni yaklaşımlar olarak Hjorth parametreleri gibi öznitelikler veriyi anlamlandırma açısından tartışılmıştır [4–8,16].

Hu değişmez momentleri (HMI), basit resim sınıflandırma, jest ve mimik sınıflandırma, biyometrik sitemler ve galaksi sınıflandırma gibi birçok uç konuda başarısını ispat etmiş güçlü bir görüntüden öznitelik çıkarma yöntemidir [17–20]. Görüntü işleme ve sinyal işleme arasında birçok yöntem başarılı bir şekilde geçiş sağlamıştır. Kullanılan yöntemin görüntü işleme yöntemi olması nedeniyle eldeki verinin uygun bir giriş verisine dönüştürülmesi gerekmektedir. Çalışmamızda farklı uyaran tiplerine karşı oluşan cevaplar görüntüye benzer bir şekilde düzenlenerek HMI'lar hesaplanmıştır. Bu sayede HMI'ların benzer problemlerde kullanılabilirliği irdelenmiştir.

2. Materyal ve Metot (Material and Method)

Çalışmamızda, Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 2014/198 numaralı kararla onaylanan deney sistematığı ile Erciyes Üniversitesi Beyin Dinamikleri Laboratuvarında kayıtlar alınmış ve daha sonra tarafımızca işlenmiştir. Uluslararası 10/20

sistemine göre Fz (frontal), Pz (parietal), Oz (oksipital) ve Cz (santral) bölgelerden Ag/AgCl elektrotlar ile kayıt işlemi yürütülmüştür. Kayıt alımı sırasında Biopac MP150 sistemi kullanılmıştır. Katılımcılar 18-25 yaş arası üniversite öğrencilerinden oluşan 26 kişidir. Tamamı sağlıklı bu kişilerden kayıtlar görsel ve işitsel oddball paradigmasına göre alınmıştır. Oddball paradigması, hedef olarak belirlenen farklı uyarıların aynı türden standart olarak belirtilen uyarıların arasına rastgele dağıtılmasını ve hedef uyarılarda katılımcının bir görev gerçekleştirilmesinin istendiği deney türüdür. Şekil 1’de görüldüğü gibi görsel paradigma, tamamı “+” işaretinden oluşan standart uyarıların arasına tek “o” işareti barındıran hedef uyarıların yerleştirilmesi ile elde edilmiştir. İşitsel sistemde ise 1000Hz ile oluşturulmuş “bip” sesleri arasına 2000Hz’lik ses yerleştirilmiştir. Bu hedef uyarılara denk geldiğinde katılımcının bir düğmeye basması istenmiştir. Kayıtlar her uyarı arası 1500ms olacak şekilde uyarı gelişinden itibaren 1000ms süreyle alınmıştır. Örneklem frekansı olarak 2500Hz seçilmiştir.



Şekil 1. Görsel uyarı modeli örneği

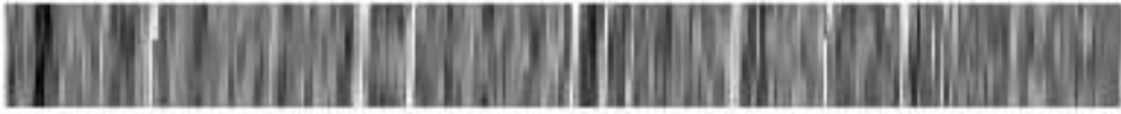
2.1. Teori/Hesaplamalar

Dikkat durumu çevresel ve içsel birçok etmenden etkilenmektedir. Literatürde hastalıklar, cinsiyet, eğitim durumu benzeri farklı kriterlerle sıklıkla değerlendirilmiştir. Son dönemde uyarıların tiplerinin ve oluşma şekillerinin sinyallerde yaptığı değişimlerin incelendiği çalışmalar ile dikkat uyarı ilişkileri çalışılmaya başlanmıştır. Çalışmamızda işitsel ve görsel uyarıların birbirinden ayrılması konusu üzerinde durulmuştur. Bu nedenle mümkün olan en homojen katılımcı grubu belirlenmeye çalışılmıştır. Herhangi bir hastalığı bulunmayan üniversite öğrencilerinden oluşturulmuş 18-25 yaş arası 26 katılımcı üzerinden çalışma yürütülmüştür. Oddball paradigması bilişsel fonksiyonların incelenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Çalışmada tarafımızca

literatüre bağılı kalınarak tasarlanan standart uyarılar arasına rastgele dağıtılmış hedef uyarılarla karşılaştığında katılımcıların ellerinde bulunan butona basmaları istenmiştir [21].

Katılımcılardan görsel ve işitsel uyarılar için ayrı ayrı dört kanaldan alınan kayıtlar bilişsel etkinin görüldüğü uyarı sonrası 1000ms ile sınırlandırılmıştır. Bilişsel fonksiyonların görüldüğü aralık daha düşük olduğu için elde edilen veriler hesaplama rahatlığı açısından 250Hz'e örneklenmiştir. 32 hedef ve 128 standart uyarıdan elde edilen veriler kendi arasında öğrenme etkisini minimize etmek için ilk 15 uyarıya karşı oluşan cevapları içeren veri setine dönüştürülmüştür. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde öznitelikler önem arz etmektedir. Aşağıda hesaplama yöntemine değinilen HMI'lar oryantasyondan etkilenmeyen bilgileri resimlerden elde eden önemli bir özniteliktir. Bu yöntemin ERP sinyalleri üzerinde kullanılabilmesi için verinin resme dönüştürülmesi gerekmektedir. Çalışmamızda elde edilen 15'er uyarıya cevapları alt alta dizilerek, elde edilen veri matrisi gri seviyeli resme çevrilmiştir. Şekil 2'de görülen örnek resimde bir uyarıya cevapları elde edilen dönüşüm sonucu verilmiştir. Elde edilen değerler tüm katılımcılar için moment bazlı 0 ile 1 arasında normalize edilerek farklı genlikli momentler için benzer bir şema oluşturulmuştur.

Elde edilen veriler aynı kişilere ait farklı uyarıya tabanlı verilerdir. Bu verilerin ilerleyen aşamalarda kullanılabilirliğinin testi için, her bir moment, uyarıya göre eşlenerek t testine tabi tutulmuştur. Test sonucu çıkan anlamlı değerler sonuçlar bölümünde ayrıca ele alınacaktır.



Şekil 2. Örnek ERP resim dönüşümü

2.1.1. Hu değişmez momentleri

HMI, resimleri tanımlamada sıklıkla başvurulan iki boyut temelli ve rotasyondan bağımsız özniteliklerdir. Matematiksel olarak tanımlanmış bu momentler aynı resmin farklı yerleşimlerinde aynı sonuçları vermesi nedeniyle fark tespitinde önem kazanan yaklaşımlardır. Temel moment hesaplamalarını bilgi olarak kullanan yüksek seviyeli yeni moment hesapları, işlem yükünü düşürmekte ve bilgisayar ortamında uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktadır. İki boyutlu ortamdaki bir S şeklinin (p+q)'uncu dereceden momenti matematiksel olarak (1)'de belirtildiği gibi hesaplanmaktadır. 2'den az dereceli momentler elde edilen şeklin alan, sentroid gibi temel özelliklerini vermektedir. Matematiksel yöntemlerle daha az maliyetli yöntemleri bulunan düşük dereceli momentler kullanılarak elde edilen yüksek dereceli momentler HMI olarak tanımlanmıştır [20].

$$m_{pq}(S) = \int \int_S x^p y^q dx dy \quad (1)$$

$$\mu_{pq} = \int \int_S \left(x - \frac{m_{10}(S)}{m_{00}(S)}\right)^p \left(y - \frac{m_{01}(S)}{m_{00}(S)}\right)^q dx dy \quad (2)$$

İlgili formülde merkezi moment elde etmek için sentroidler kullanılarak (2)'deki gibi merkezi

momentler elde edilmiştir. Literatürde sıklıkla ikinci ve üçüncü dereceden momentler kullanılmaktadır. Bu momentlere göre yedi değişmez (3)'deki gibi tanımlanır [22].

$$\varphi_1 = \mu_{20} + \mu_{02}$$

$$\varphi_2 = (\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4 \times \mu_{11}$$

$$\varphi_3 = (\mu_{30} - 3 \times \mu_{12})^2 + (3 \times \mu_{21} - \mu_{03})^2$$

$$\varphi_4 = (\mu_{30} - \mu_{12})^2 + (\mu_{03} - \mu_{21})^2$$

$$\varphi_5 = (\mu_{30} - 3 \times \mu_{12})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} - \mu_{03})^2] + (3 \times \mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{21} - \mu_{03})[3 \times (\mu_{30} - \mu_{12})^2 - (\mu_{21} - \mu_{03})^2]$$

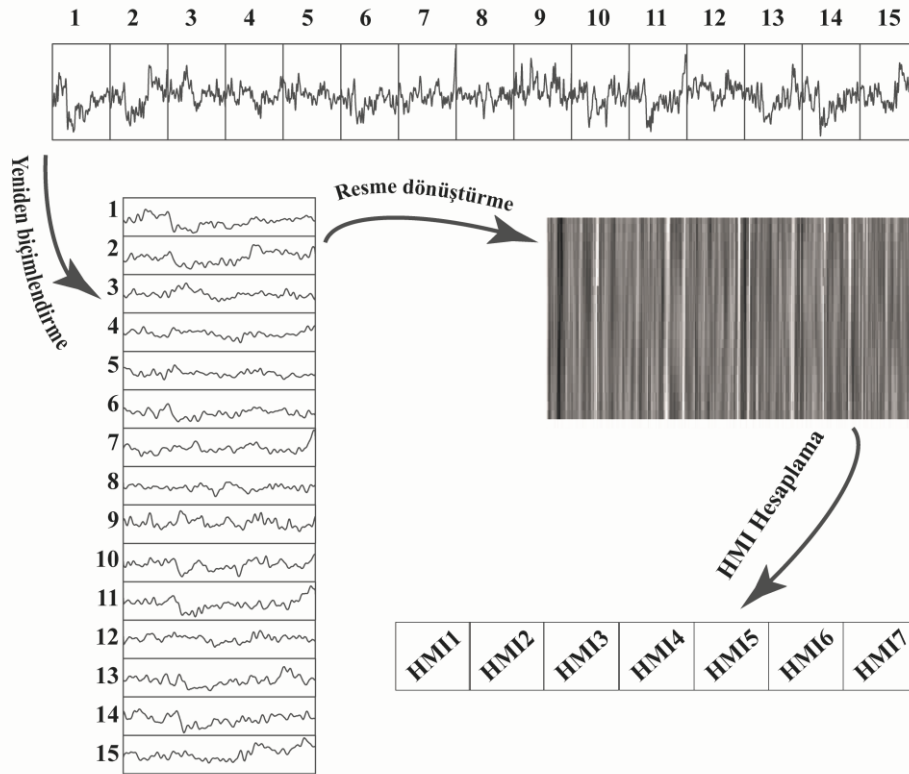
$$\varphi_6 = (\mu_{20} - \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] + 4 \times \mu_{11}(\mu_{30} + \mu_{12})(\mu_{21} - \mu_{03})$$

$$\varphi_7 = (3 \times \mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3 \times (\mu_{21} + \mu_{03})^2] - (\mu_{30} - 3 \times \mu_{12})(\mu_{03} + \mu_{12})[3 \times (\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2]$$

(3)

3. Deneysel Sonuçlar (Results)

Alınan kayıtlardan 26 kişi için hedef ve standart uyaranlara denk gelen 15 cevap alıştırma ve öğrenmenin etkisini en aza indirmek için başlangıç kısımlarından alınmıştır. Cevaplar, 1000ms süreli ve uyaranla başlayan kayıtlardır. Alınan 15'er parça alt alta dizilerek gri seviyeli resme dönüştürülmüştür. Sabit boyutlu bu resimler her kişi için standart ve hedef uyaranlarda Fz, Cz, Pz ve Oz kanallarından dörder resim elde edilmiştir. Elde edilen resimler için yedi Hu değişmez momenti ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yapılan işlemlerin görsel bir özeti Şekil 3'te görülmektedir. Elde edilen veriler her kişi için bir satır olarak girilmiştir. Bir katılımcı için örnek veriler Tablo 1'de görülmektedir. Aynı kanala ait aynı moment sadece uyaran tipine göre birbiri ile ikili gruplar halinde ele alınmıştır. Momentler kendi içinde normalize edilmiştir. Bu eşleşmiş gruplar t testi ile irdelenerek anlamlı fark olup olmadığına bakılmıştır.



Şekil 3. ERP sinyalinde HMI elde edilmesi

Tablo 1. Bir katılımcı için Hu değişmez momentleri

		Hu 1	Hu 2	Hu 3	Hu 4	Hu 5	Hu 6	Hu 7	
Görsel	Hedef	Fz	2,791E+00	7,676E+00	5,137E-02	5,139E-02	2,641E-03	1,427E-01	2,359E-05
		Cz	2,692E+00	7,144E+00	2,120E-02	2,118E-02	4,489E-04	5,666E-02	9,530E-07
		Pz	3,233E+00	1,031E+01	2,927E-02	2,922E-02	8,545E-04	9,346E-02	-1,489E-05
		Oz	3,282E+00	1,062E+01	4,561E-03	4,514E-03	2,048E-05	1,443E-02	-1,836E-06
	Standart	Fz	2,897E+00	8,265E+00	2,551E-04	2,628E-04	6,803E-08	7,428E-04	-4,941E-09
		Cz	2,966E+00	8,667E+00	2,634E-03	2,630E-03	6,921E-06	7,547E-03	-7,556E-07
		Pz	3,000E+00	8,869E+00	1,696E-02	1,706E-02	2,902E-04	5,047E-02	-9,025E-06
		Oz	3,352E+00	1,107E+01	3,855E-03	3,953E-03	1,543E-05	1,318E-02	1,054E-07
İşitsel	Hedef	Fz	2,435E+00	5,842E+00	3,780E-02	3,769E-02	1,422E-03	9,101E-02	-5,177E-06
		Cz	2,403E+00	5,689E+00	1,415E-02	1,410E-02	1,993E-04	3,368E-02	7,134E-07
		Pz	2,436E+00	5,848E+00	3,669E-03	3,646E-03	1,334E-05	8,783E-03	-1,943E-07
		Oz	2,434E+00	5,834E+00	1,926E-04	1,889E-04	3,603E-08	4,306E-04	-7,057E-09
	Standart	Fz	3,036E+00	9,086E+00	2,762E-02	2,773E-02	7,672E-04	8,266E-02	-3,738E-05
		Cz	2,791E+00	7,679E+00	1,233E-03	1,241E-03	1,535E-06	3,209E-03	-3,990E-07
		Pz	2,572E+00	6,522E+00	1,509E-03	1,472E-03	2,194E-06	3,878E-03	2,715E-07
		Oz	2,637E+00	6,861E+00	4,616E-03	4,587E-03	2,110E-05	1,213E-02	8,340E-07

Tablo 2’de tüm veriler için t testi sonucu anlamlı fark görülenler verilmiştir. Tabloda Std – standart, Hdf – hedef, Isi – işitsel uyarın, Gor – görsel uyarın için isimlendirmelerde kullanılmıştır. Daha sonra kanal ve kaçınıcı HMI olduğunu gösteren sayı eklenmiştir. Elde edilen sonuçlarda anlamlı farklılık görülen özellikler standart uyarın için Fz kanalında 1,2 ve 7. momentler, Cz kanalında 3,4 ve 7. moment, Pz kanalında 1 ve 2. momentler, Oz kanalında ise 7. momentte anlamlı bir fark bulunmuştur. Hedef uyarınlar için yapılan değerlendirmede Cz kanalı için 3,4,6 ve 7, Pz kanalı için 3, 4, 6 ve 7, Oz kanalı için tüm momentlerde anlamlı bir farklılık görülmüştür.

Tablo 2. Eşlenmiş örneklem t testi sonuçları

	t	Sig. (2-tailed)
StdGorFz1 - StdIsiFz1	-2,694	,012
StdGorFz2 - StdIsiFz2	-2,743	,011
StdGorFz7 - StdIsiFz7	-6,729	,000
StdGorCz3 - StdIsiCz3	2,168	,040
StdGorCz4 - StdIsiCz4	2,160	,041
StdGorCz7 - StdIsiCz7	-8,697	,000
StdGorPz1 - StdIsiPz1	-2,439	,022
StdGorPz2 - StdIsiPz2	-2,623	,015
StdGorOz7 - StdIsiOz7	4,013	,000
HdfGorCz3 - HdfIsiCz3	2,696	,012
HdfGorCz4 - HdfIsiCz4	2,693	,012
HdfGorCz6 - HdfIsiCz6	2,528	,018
HdfGorCz7 - HdfIsiCz7	-3,457	,002
HdfGorPz3 - HdfIsiPz3	2,732	,011
HdfGorPz4 - HdfIsiPz4	2,725	,012
HdfGorPz6 - HdfIsiPz6	2,732	,011
HdfGorPz7 - HdfIsiPz7	-15,443	,000
HdfGorOz1 - HdfIsiOz1	3,102	,005
HdfGorOz2 - HdfIsiOz2	3,201	,004
HdfGorOz3 - HdfIsiOz3	3,528	,002
HdfGorOz4 - HdfIsiOz4	3,533	,002
HdfGorOz5 - HdfIsiOz5	2,521	,018
HdfGorOz6 - HdfIsiOz6	3,405	,002
HdfGorOz7 - HdfIsiOz7	3,999	,000

4. Tartışma (Discussion)

Literatürde HMI’lar, galaksi sınıflandırmadan biyometrik sistemlere görüntünün olduğu tüm alanlarda başarı ile kullanılmaktadır. Çalışmamızda sinyallerde bu başarılı özelliklerin kullanılması ile ilgili bir değerlendirme yapılmıştır. Mümkün olan en homojen katılımcı grubuyla uyarın

türlerinin dikkate etkisini fizyolojik sinyaller üzerinden belirlemeye çalıştığımız veri setimizde hassas farkların ilgili özelliklerle tespit edilebileceği düşünülmüştür. Elde edilen istatistiksel sonuçlar HMI'ların literatürde değinildiği gibi başarımın zor olduğu homojen grup içeren fizyolojik sinyallerde de başarı ile kullanılabilmesini göstermiştir.

Neredeyse tüm kanallarda anlamlı fark bulunmasının yanı sıra literatürde özellikle görsel uyaranlara karşı oluşturulan cevaplarda ön plana çıkan oksipital lobda, hedef uyaranlar için tüm momentlerde anlamlı fark bulunması HMI'ların problem için güvenilirliğini de artırmaktadır. Paradigmada işlemin takibi açısından dikkat düzeyi yüksek olan katılımcılarda standart uyaranlara göre hedef uyaranlarda farkın daha net görüşmesi ise katılımcıların göreve odaklandıklarını göstermesi açısından önemlidir.

Görüntülerden doğrudan elde edilen bu özelliklerin sinyale uygulanabilmesi için bazı düzenlemelere ihtiyaç vardır. Yapılacak ön işlemler maliyeti artırarak bilgi kayıplarına neden olabilecektir. Bu nedenle ön işlemler doğrudan bir yöntem belirlenmesi çalışmanın başarılı noktalarından birisidir. Uygulamada gerekli uyum için HMI hesaplama yöntemlerinde yapılacak düzenleme farklı bir yaklaşım olabilir. Ancak bu durumda da HMI'ların kazandırdığı hatalı değişimlere direncin ortadan kalkması muhtemeldir. Bu nedenle çalışmada sadece ifade yöntemi değiştirilerek tüm avantajlar korunarak düşük maliyetle sonuç elde edilmiştir.

Sonuç (Conclusion)

Hu değişmez momentleri oryantasyon bağımsız karakteristiği gereği oluşabilecek sistemsel ve çevresel hatalara dirençli özneliklerdir. Bu avantaj özellikle fizyolojik sinyaller gibi, düşük genlikli ve elde edilmiş şartları nedeniyle, dış etkilere yatkın sinyallerde büyük bir avantaja dönüşebilir. Bu nedenle çalışmamızda sinyalin belirlenen kısımlarının alt alta belirli sayıda eklenmesi ile elde edilen görüntü benzeri yapı hem ek bir işlem gerektirmemesi hem de hesaplama yönteminin temellerine bağlı kalması açısından avantajlı olabilecektir [23]. Sinyal işlemede özellikle içinde çeşitli zorluklar taşıyan fizyolojik sinyal işlemede bu tip durum bağımsız ve dirençli özellikler gelecekte yapılacak çalışmalara fayda sağlayabilecektir. Elde ettiğimiz istatistiksel sonuçlarla farklı kanallarda Hu değişmez momentlerinin farklı uyaran tipleri ve dikkat durumlarındaki hassas farkları temsil edebildiği görülmüştür.

Bilgilendirme (Acknowledgements)

Bu çalışma 114E440 koduyla desteklenen TÜBİTAK projesinin bir parçası olarak gerçekleştirilmiştir.

Referanslar

- [1] R.J. Sternberg, K. Sternberg, Cognitive Psychology, 6th ed., Cengage Learning, 2011. doi:2010935207.
- [2] S.M.D. Brucki, R. Nitrini, Cancellation task in very low educated people, Arch. Clin. Neuropsychol. 23 (2008) 139–147. doi:10.1016/j.acn.2007.11.003.
- [3] M. Hansenne, Le potentiel évoqué cognitif P300 (I) : Aspects théorique et psychobiologique,

- Neurophysiol. Clin. 30 (2000) 191–210. doi:10.1016/s0987-7053(00)00223-9.
- [4] M.-C. Ho, T.-C. Chen, C.-F. Huang, C. Yu, J. Chen, R. Huang, H. Ho, C. Liu, Detect AD Patients by Using EEG Coherence Analysis, *J. Med. Eng.* 2014 (2014) 1–5. doi:10.1155/2014/236734.
- [5] J. Kortelainen, E. Väyrynen, U. Huuskonen, J. Laurila, Using Hilbert-Huang Transform to Assess EEG Slow Wave Activity During Anesthesia in Post-Cardiac Arrest Patients, (2016) 1850–1853.
- [6] R.J. Oweis, E.W. Abdulhay, Seizure classification in EEG signals utilizing Hilbert-Huang transform., *Biomed. Eng. Online.* 10 (2011) 38. doi:10.1186/1475-925X-10-38.
- [7] S. Mariani, A.F.T. Borges, T. Henriques, R.J. Thomas, S.J. Leistedt, J. Lanquart, A.L. Goldberger, M.D. Costa, Analysis of the Sleep EEG in the Complexity Domain, (2016) 6429–6432.
- [8] H.U. Amin, A.S. Malik, R.F. Ahmad, N. Badruddin, N. Kamel, M. Hussain, W.-T. Chooi, Feature extraction and classification for EEG signals using wavelet transform and machine learning techniques, *Australas. Phys. Eng. Sci. Med.* 38 (2015) 139–149. doi:10.1007/s13246-015-0333-x.
- [9] Ö.Ş. Şenel, A. Gölgeci, A. Küçük, C. Süer, Ç. Özesmi, İlköğretim Öğrencilerinde Elektrofizyolojik Ölçümler Ve Nöropsikolojik Testlerle Bellek / Öğrenme / Başarı İlişkisinin Araştırılması, *Heal. (San Fr.* 13 (2004) 39–45.
- [10] E. Genç, N. Yağışan, E. Apaydın Doğan, B. Oğuz Genç, Effect of musical training on auditory event related potentials N200 (mismatch negativity) and P300, *Turkiye Klin. J. Med. Sci.* 29 (2009) 104–109. doi:10.1016/S0165-0327(02)00016-2.
- [11] M. Japundza-Milisavljevic, D. Macesic-Petrovic, A. Djuric-Zdravkovic, Attention and social behavior of children with intellectual developmental disabilities, *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 5 (2010) 41–44. doi:10.1016/j.sbspro.2010.07.047.
- [12] G. Akhan, S. Çalışkan, H. Karaca, Sağlıklı kişilerde cinsiyetler arasında görsel uyarılmış potansiyellerin karşılaştırılması, (1995).
- [13] T. Wilaiprasitporn, T. Yagi, Motion-Modulated and Complexity-Modulated Attention Effects on Visual Evoked Potential P300: Applications for P300-Based Brain-Computer Interfaces, *IEEJ Trans. Electron. Inf. Syst.* 135 (2015) 826–831. doi:10.1541/ieejieiss.135.826.
- [14] M. Kuniecki, J. Pilarczyk, S. Wichary, J. Kuniecki Michałand Pilarczyk, S. Wichary, The color red attracts attention in an emotional context. An ERP study., *Front. Hum. Neurosci.* 9 (2015) 212. doi:10.3389/fnhum.2015.00212.
- [15] S.J.E.E. Langeslag, J.R. Olivier, M.E. Köhlen, I.M. Nijs, J.W. Van Strien, Increased attention and memory for beloved-related information during infatuation: behavioral and electrophysiological data., *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.* 10 (2015) 136–144. doi:10.1093/scan/nsu034.
- [16] T. Batbat, A. Güven, N. Dolu, Evaluation of the Effects of Stimulus Types over Attention Based on Hjorth Parameters with Electroencephalography, in: *Eur. Conf. Sci. ART Cult., Antalya*, 2018: p. 138.
- [17] P. Sharma, A. Baral, Galaxy Classification Using Neural Networks: A Review, *ICALIP 2018 - 6th Int. Conf. Audio, Lang. Image Process.* (2018) 179–183. doi:10.1109/ICALIP.2018.8455426.
- [18] M.J. Cheok, Z. Omar, M.H. Jaward, A review of hand gesture and sign language recognition

- techniques, *Int. J. Mach. Learn. Cybern.* 10 (2019) 131–153. doi:10.1007/s13042-017-0705-5.
- [19] M.M.H. Ali, V.H. Mahale, P.L. Yannawar, A.T. Gaikwad, A Review: Palmprint Recognition Process and Techniques, *Int. J. Appl. Eng. Res.* 13 (2018) 7499–7507. <http://www.ripublication.com>.
- [20] J. Žunić, P.L. Rosin, V. Ilić, Disconnectedness: A new moment invariant for multi-component shapes, *Pattern Recognit.* 78 (2018) 91–102. doi:10.1016/j.patcog.2018.01.010.
- [21] X. Hong, J. Sun, J.J. Bengson, G.R. Mangun, S. Tong, Normal aging selectively diminishes alpha lateralization in visual spatial attention, *Neuroimage.* 106 (2015) 353–363. doi:10.1016/j.neuroimage.2014.11.019.
- [22] M.-K.K. Hu, Visual Pattern Recognition by Moment Invariants, *IRE Trans. Inf. Theory.* 8 (1962) 179–187. doi:10.1109/TIT.1962.1057692.
- [23] M.K. Hu, Visual Pattern Recognition by Moment Invariants, *IRE Trans. Inf. Theory.* 8 (1962) 179–187. doi:10.1109/TIT.1962.1057692.