**Beyin Dalgalarının Analizinde NeuroSky MindWave Aracının Kullanılabilirlik Özelliklerinin İncelenmesi**

Fatih Balaman1, 0000-0003-2175-0778, fatihbalaman2010@gmail.com   
Şenol Saygıner2, 0000-0002-5280-3847, senolsayginer@gmail.com

Sevil Hanbay Tiryaki3, 0000-0003-4780-9715, sevilhanbay90@@gmail.com

1 Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, 2 Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,

3 Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

İnsan beyni milyarlarca nöronun birbirine bağlanmasıyla oluşmuştur. Nöronlar arasında kurulan her etkileşim beyinde çok sayıda ve çeşitlilikte elektriksel aktivite meydana getirmektedir. Bu aktiviteler yapılan eyleme veya uyanıklık - uyku durumlarına göre farklı frekanslarda sinyallere dönüşmektedir. Beyin dalgaları farklılaşan bu frekanslar kullanılarak ayırt edilebilmektedir. Alanyazında böyle bir işlemi gerçekleştirebilmek için Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), Elektrokortikogram (ECoG), Elektromiyografik (EMG) ve Elektroensefalogram (EEG) gibi çeşitli sistemlere başvurulmaktadır. Bu sistemler içinde EEG diğerlerine kıyasla ulaşılabilirlik, taşınabilirlik, maliyet ve pratik kullanım açısından öne çıkmaktadır. EEG sisteminde elektriksel aktivite kafatasına yerleştirilen alıcılar tarafından anlık olarak kaydedilmektedir. Böylece, kişinin gerek tıbbi durumuyla ilgili tanı koyma sürecinde gerekse öğrencilerin dikkat, odaklanma ve bilişsel yük gibi doğrudan öğrenme süreçlerini etkileyen faktörleri belirlemede kullanılabilmektedir. Burada önemli olan nokta yapılacak göreve en uygun niteliğe sahip EEG aracını seçmek ve kullanmaktır. Doğru aracı seçmek ve kullanmak özellikle sağlık alanından olmayan araştırmacılar için beraberinde çeşitli zorluklar getirmektedir. Beynin hangi bölgesine yönelik veri toplanacaksa o bölgeye yönelik ölçüm özellikleri sunan aracı bilme ve kullanma; farklılaşan dalga türlerini ve bu dalgaları işlemek üzere kullanılabilecek yazılımları ayırt edebilme gibi durumlar belirtilen zorluklar arasında gösterilebilir. Yapılan araştırmada bu zorlukları azaltmak amacıyla eğitim araştırmalarında kullanılabilecek bir araç olan NeuroSky MindWave sisteminin detaylı bir incelemesi sunulmuştur. Bu kapsamda sırasıyla “eğitim amaçlı kullanılabilecek EEG araçlarının teknik özelliklerine göre karşılaştırmalı incelemesi, NeuroSky MindWave aracının kullanıldığı eğitimsel sinirbilim araştırmalarının karşılaştırmalı incelemesi, NeuroSky MindWave aracının teknik bileşenleri, NeuroSky MindWave aracıyla veri toplama ve toplanan verilerin analiz süreçleri” ortaya konulmuştur.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler betimsel analize bağlı kalınarak incelenmiştir. Bu kapsamda EEG araçlarının karşılaştırmalı analizi ile Neurosky MindWave aracının eğitim bağlamında kullanıldığı bilimsel çalışmaların analizi araştırmacılar tarafından önceden belirlenen temalara göre yapılmıştır. Veri toplama süreci araştırmacılar tarafından geliştirilen “EEG araçları karşılaştırmalı inceleme formu” ve “Eğitimsel sinirbilim araştırmaları inceleme formu” kullanarak yapılmıştır. Verilerin analizini üç araştırmacı ayrı ayrı yapmıştır. Her bir araştırmacının inceleme formlarına yazmış olduğu ifadeler diğer araştırmacılar tarafından kontrol edilmiş ve olası belirsizlikler tartışılarak karara bağlanmıştır. Eğitimsel sinirbilim alanında yapılan çalışmalar ise Web of Science (WOS) veritabanında “NeuroSky MindWave, education, educational neuroscience” anahtar kelimeleriyle yapılan tarama sonucu belirlenmiştir. Yapılan tarama sonucu çalışmanın amacına uygun olan 13 makale incelenmek üzere seçilmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde elde edilen veriler tablo ve grafiklere aktarılarak sunulmuştur.

Araştırmada elde edilen veriler incelendiğinde NeuroSky MindWave aracının benzerlerine kıyasla verileri kayıt hızı, uygulama alanı genişliği, mobil kullanıma izin vermesi, işletim sistemi desteği, enerji gereksinimi ve fiyatı gibi özellikleriyle kullanıcılara önemli avantajlar sağladığı görülmüştür. Bunun yanında bu araç ile yalnızca tek kanaldan veri çekebilmesi ve bu aracın performans metriklerinin dikkat ve meditasyon değişkenleriyle sınırlı olması bir dezavantaj olarak belirtilebilir. Diğer taraftan NeuroSky MindWave aracının kullanıldığı eğitimsel sinirbilim araştırmalarında son yıllarda artış yaşandığı ve bu araştırmalarda çoğunlukla dikkat ve meditasyon değişkenlerine odaklanıldığı görülmüştür. NeuroSky MindWave aracının kullanım özellikleri ise dört başlık altında ele alınmış ve kullanımı sırasında nelere dikkat edilmesi gerektiği ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

Yapılan incelemeler neticesinde, NeuroSky MindWave aracının eğitim bağlamındaki deneysel çalışmalar için kullanılabilir özellikler sunduğu ve kullanılması halinde yapılacak araştırmayı güçlü kılacağı önerisinde bulunulabilir. Bunun yanında, araştırmadan elde edilecek bilgilerin EEG sistemlerinin kullanımı konusunda araştırmacılara bilgi ve motivasyon sağlayacağı ön görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Elektroensefalogram, beyin-bilgisayar arayüzü, NeuroSky MindWave.*

**Investigation of Usability Features of NeuroSky MindWave Tool in Analysis of Brain Waves**

Fatih Balaman1, 0000-0003-2175-0778, fatihbalaman2010@gmail.com   
Şenol Saygıner2, 0000-0002-5280-3847, senolsayginer@gmail.com

Sevil Hanbay Tiryaki3, 0000-0003-4780-9715, sevilhanbay90@@gmail.com

1 Hatay Mustafa Kemal University, 2 Hatay Mustafa Kemal University,

3 Hatay Mustafa Kemal University

The human brain is formed by the interconnection of billions of neurons. The interaction between neurons creates a large number and variety of electrical activity in the brain. These activities turn into signals at different frequencies according to the action or waking-sleep states. Brain waves can be distinguished using these varying frequencies. Various systems such as Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI), Electrocorticography (ECoG), Electromyography (EMG), and Electroencephalography (EEG) are used to perform such an analysis in the literature. EEG stands out among these systems in terms of accessibility, portability, cost, and practical use compared to others. In the EEG system, electrical activity can be recorded instantly using sensors placed on the skull. In this manner, it can be used both in the process of diagnosing a person's medical condition and in determining the conditions of students that directly affect their learning processes such as attention, focus, and cognitive load. The important point here is to choose and use the most suitable EEG tool for the task to be performed. Choosing and using the right tool brings with it various challenges, especially for non-health researchers. For example, it is necessary to know and use the tool that provides measurement features for which region of the brain to collect data. In addition, it is necessary to know and be able to use the different types of waves and the software that can be used to process these waves. In the study, the usability features of the NeuroSky MindWave system, which is a tool that can be used in educational research, are explained to reduce these difficulties. In other words, in this study, which was prepared based on the document review approach, it was planned to present comparatively explanations such as which variables can be collected with the NeuroSky MindWave tool, how to use the tool in educational research, how to analyze the data to be obtained, how to interpret it, and how this tool differs from other EEG tools. In this study, a detailed examination of the NeuroSky MindWave system, which is a tool that can be used in educational research, was made to reduce this difficulty. In this context, "comparative analysis of EEG tools that can be used for educational purposes according to their technical features, comparative review of educational neuroscience research using NeuroSky MindWave tool, technical components of NeuroSky MindWave tool, data collection with NeuroSky MindWave tool and analysis processes of collected data" is presented.

The data obtained within the scope of the research were analyzed according to descriptive analysis. In this context, the comparative analysis of EEG tools and the analysis of scientific studies in which the Neurosky MindWave tool was used in the context of education were made according to the themes previously determined by the researchers. The data collection process was carried out using the "EEG tools comparative review form" and the "Educational neuroscience research review form" developed by the researchers. Data analysis was done by three researchers separately. The statements written by each researcher on the review forms were checked by other researchers and possible uncertainties were discussed and resolved. Studies in the field of educational neuroscience were determined by searching the Web of Science database with the keywords "NeuroSky MindWave, education, educational neuroscience". Afterward, 13 articles suitable for the study were selected for review. The data obtained as a result of the examinations were presented by transferring them to tables and graphics.

When the data is examined, it has been seen that the NeuroSky MindWave tool provides significant advantages to users in terms of data recording speed, application area, allowing mobile use, operating system support, energy requirement, and price compared to its counterparts. In addition, it can be stated as a disadvantage that this tool can only extract data from a single channel and the performance metrics of this tool are limited to attention and meditation variables. On the other hand, it has been observed that there has been an increase in educational neuroscience studies in which the NeuroSky MindWave tool is used in recent years, and these studies mostly focus on attention and meditation variables. The features of the NeuroSky MindWave tool are discussed under four headings. In addition, it is explained in detail what should be considered during its use.

As a result of the examinations, it can be suggested that the NeuroSky MindWave tool offers usable features for experimental studies in the context of education and will strengthen the research to be done if used. In addition, it can be stated that the explanations to be made will provide information and motivation to researchers about the use of EEG systems for educational purposes.

**Keywords:** *Electroencephalography, brain-computer interface, NeuroSky MindWave.*