



Alınış tarihi (Received): 07.07.2017
Kabul tarihi (Accepted): 12.04.2018

Baş editor/Editors-in-Chief: **Ebubekir ALTUNTAŞ**
Alan editörü/Area Editor: **Zafer DOĞAN /**
Bülent TURAN

Neurosky Biyosensör Kullanarak Beyin Dalgaları, Dikkat ve Meditasyon Değerlerinin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi

Büşra ÜLKER^a Mehmet Barış TABAKCIOĞLU^{b,*}

^aBursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 16310, Bursa -TÜRKİYE

^bBursa Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 16310, Bursa-Türkiye
Sorumlu yazar, e-posta: mehmet.tabakcioglu@btu.edu.tr

ÖZET: Beyin bilgisayar arayüz sistemleri her geçen gün önem kazanmaktadır. Bu çalışmada öğrenciler ders çalışırken EEG sinyallerini ölçen ve bluetooth ile bilgisayara gönderen Neurosky Biosensör kullanılmıştır. Öğrencilerin cihaz takılı iken Fizik 1 dersi konuları çalışmaları ve bu sürede beyin dalgalarının ölçülüp bilgisayara aktarılması sağlanmıştır. Cihaz gelen beyin dalgalarını kullanarak ders çalışma süresince dikkat ve meditasyon ortalamalarını vermektedir. Bu ortalamalara bakılarak öğrencinin derse olan ilgisi saptanabilmekte ve verimi artırmak için gerekli planlamalar yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler – *Beyin Bilgisayar Arayüzü, EEG, Beyin Dalgaları, Neurosky Biosensör, Dikkat, Meditasyon*

Measurement and Evaluation of Brainwaves, Attention and Meditation Values via Neurosky Biosensor

ABSTRACT: Brain computer interface systems have gain importance day by day. In this work, Neurosky Biosensor is used in order to measure EEG signals and send to computer via Bluetooth while the student is studying. It is provided that the students have to study Physics 1 course subject while wearing the equipment and brainwave are sent to computer. The equipment uses the brainwaves and gives the meditation and attention average during studying. According to these average, interest of the students to course could be detect and some plans can be made in order to increase the efficiency.

Keywords – *Brain Computer Interface, EEG, Brainwaves, Neurosky Biosensor, Attention, Meditation*

1. Giriş

Beyni temel alan teknolojiler son zamanlarda büyük ölçüde artmıştır (NeuroSky, 2009). Zihindeki aktivitelerin mimarı olan nöronlar, elektriksel sinyallerin oluşumu ve iletiminde büyük rol üstlenmektedirler. Bu sinyaller sinirsel faaliyetlerin temelidir. Sinirsel faaliyetin gerçekleşmesinde nöronlar tarafından oluşturulan potansiyel alanlar vardır. Beynin korteks tabakasının neredeyse tamamında yer alan nöronlar analitik düşünme, zekâ gibi olguların yaratıcısıdır (Çakmak, 2011).

Beyindeki aktivitelerin tanımlanması ve gruplandırılması geçmiş yıllarda oldukça zordu. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda 1800’li yılların sonlarında Hans Berger tarafından “Elektroensefalogram” keşfi gerçekleşmiştir. Günümüzde modern EEG’nin kurucusu olarak kabul edilen Berger’in o yıllardaki çalışması da dikkat çekmektedir. Berger, kafasına delik açılmış beyindeki tümör bulunan genç yaştaki hastası için farklı tanı yollarına

başvurmuştur. Çalışmaları sonucunda invaziv olmayan, kafa derisine taktığı elektrotlardan kaydettiği sinyaller doğrultusunda başarıya ulaşmıştır (Neurosky.com, n.d.).

Elektroensefalogram; EEG, nöronların elektriksel uyarılarının ölçümüdür. Bundan dolayı insanın bilişsel aktivitelerinin incelenmesine yol açar (Wai Chong Chia, Lim Chee-Keong Alfred, 2015). EEG sinyallerinin toplanması ve sinyal işleme tekniklerinin kullanılarak işlenip yorumlanması algoritmalar sayesinde olmaktadır. En yaygın olarak kullanılan metot Fast Fourier Transform (FFT)'dur. FFT, bir sinyali zamansal nicelikten, frekans niceliğine dönüştürdüğünden, beyin frekans dağılımları incelenebilmektedir (J. Katona, I. Farkas, T. Ujbanyi, P. Dukan, 2014). EEG tabanlı teknoloji klinik nörolojide, diğer radyolojik görüntüleme metodlarına göre daha çok tercih edilmektedir (Libenson, 2009). EEG tabanlı teknoloji yalnızca medikal açıdan sınırlı kalmayıp, beyin dalgalarının analizi ve yorumlanmasına bağlı olarak birçok araştırma yapılmıştır (Scott Makeig, Christian Kothe, Tim Mullen & Zhilin Zhang, 2012).

Beyin bilgisayar arayüzü harici cihazları kontrol etmek/çalıştırmak için insan beyni ve dijital ortam arasında bir etkileşim kurmak amacıyla geliştirilen iletişim kanallarından biridir. Bu arayüz tasarlanırken yine tıbbi çıkarlar göz önüne alınıp engelli ve yaşlı insanların yaşam standartlarını yükseltmek amaçlanmıştır. Sistem zihindeki beyin dalga frekanslarını yorumlayarak cihazların kontrol edilmesini hedeflemiştir. Buna yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (S. D. Shelke, Ghodake, 2016).

Hans Berger tarafından ilk olarak gözlenen 8-12 Hz aralığındaki alfa dalgalarıdır (Lavelle Christine, Sarah Roy, James Roy, 2007). Berger; bu frekans aralığında sabit dalgaların belirlediğini ancak açılan gözlerle kaybolduğunu ifade etmiştir. Alfa ritminin oluşumu incelendiğinde ise oksipital lobdan alınan kayıtlarda belirgin bir şekilde gözlemlendiği ispatlanmıştır.

Alfa aktivitesinin elde edilebilmesi için kişinin gözleri kapalı, durgun bir fizyolojide olması gereklidir. Bu dalgaları belirleyebilmek için ham EEG orijinal spektrumuna frekans analizi yapılmıştır (Ishikawa Yu, Takata Masami, 2012). Uyanık durumda alfa genliğinin artması için beyaz gürültü ve müzik kombinasyonunun gerekli olduğu belirtilmiştir. Kişiye hoş olmayan akustik dinletildiğinde dış gıcırdatma vb. alfa ritminin ciddi bir biçimde azaldığı görülmüştür (Seiji Nishifuji, Masahiro Sato, 2010).

Beta ritmi, beyindeki 12-38 Hz frekans aralığına sahip aktivitedir. Kişinin uyanık ve zinde olduğu anlarda beyin beta salınımı gerçekleştirilmektedir. Genliği genellikle $30\mu V$ 'nin altındadır. Mantıklı düşünülen, somut problemlerin çözülmeye çalışıldığı kısaca kişinin günlük yaşantısında büyük ölçüde yer tutan beyin dalgasıdır. Odaklanma anında, heyecanlanma durumunda da yine beta dalgasının frekansı yükselmektedir. Ancak beyin sürekli ve yüksek dozda beta dalgaları salınımı yaptığında davranış bozuklukları, bağımlılıklar, sinir, nevroz duyguları yaşanır (Jeffrey Cheng, Griffin Mabasa, 2014).

Delta aktivitesi beyin salgıladığı en yavaş frekans aralığına sahip elektriksel aktivitedir. Frekans aralığı 0.5-3 Hz'dir. Delta dalgası derin meditasyon ya da düşsüz uyku hali olarak bazı çalışmalarda ifade edilmektedir (Behnam Molae-Ardekani, Lotfi Senhadji, Mohammad-Bagher Shamsollahi, Eric Wodey, 2007).

Teta dalgaları, 5-8 Hz frekansına sahip düşük salımlı dalgalardır. Kişinin uykuya daldıktan hemen önceki halidir. Bu frekans uzun süre önce unutulmuş bilgileri anımsamada rol oynamaktadır (Panicha Liwluck, 2017).

Gama dalgaları 30 Hz'den daha büyük frekansa sahiptirler. Gama dalgaları dış dünyanın sinirsel yapıya nasıl etkisi olduğunu tespit etmede rol oynar. Bu ritim depresyon halinin yayılmasında hatta erişkin birinin olası nöbetler geçirmesi anında belirginleşmektedir (Neuro-Programmer, 2017).

EEG ölçümü yapılabilmesi için kabul edilen standart 10-20'lik elektrot sistemini kullanmak yerine Şekil 1'de gösterilen tek kanallı Neurosky EEG biyosensör kullanımı çok daha kolaydır.



Şekil 1. Neurosky MindFlex EEG Biyosensör (Neurosky.com, n.d.)

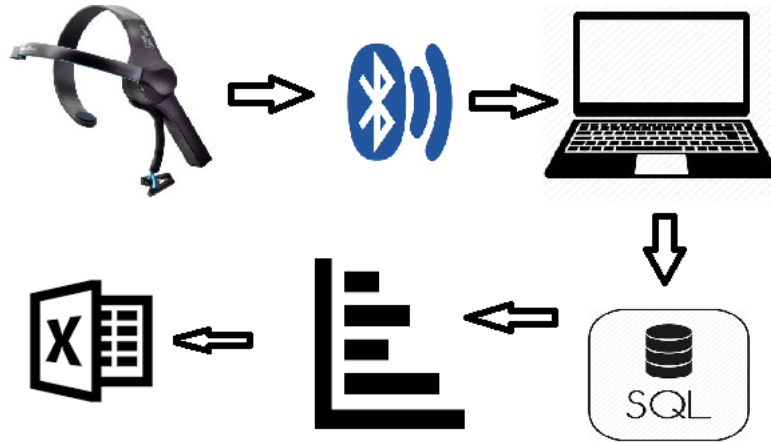
Figure 1. Neurosky MindFlex EEG Biosensor

Neurosky MindFlex EEG Biosensor, kullanıcının zihinsel yorgunluklarını, beyin dalgalarını, göz kırpmalarını belirleyebilir (Parkbhum Reanaree, Polachet Tananchana, Worapong Narongwongwathana, 2016). Bu ürün kullanıcının beyni ve robot sistemleri arasındaki arayüzü sağlayan bir ThinkGear çipi içermektedir. Bu çip cihazın beyin dalgaları ile etkileşime girmesini sağlayan her Neurosky ürünü içindeki bir teknolojidir. Alın ve kulakta bulunan kontak ve referans noktalarına dokunan sensör, tüm ölçülen verileri işler ve bu verileri dijital formdaki yazılım ve uygulamalara sunar. Ham beyin dalgaları işlenerek bilişsel aktivite olan dikkat ve meditasyon değerleri ThinkGear çipi üzerinde hesaplanır (Kiran R. Trivedi, 2016).

Gelen verileri bir bilgisayarda işlemek için, 3.3 V seri port sinyalinin bilgisini bir girdi oluşturacak dönüştürücü gereklidir. Sensör, 10 metre algılama mesafesine sahip olup TGAM1 Bluetooth v2.1 Class 2 modülü kullanır. Kullanılan frekans 12 MHz'dir. Gerekli güç 9-12V'dir. LPC2148 işlemci formu bu tip cihazları kontrol etmek için kullanılır (Gül, 2016).

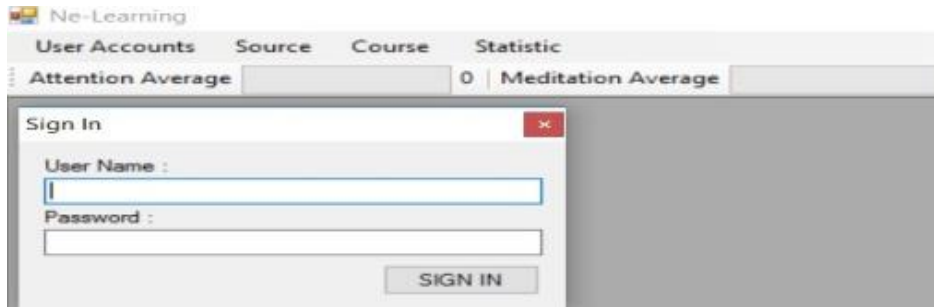
2. Materyal ve Yöntem

Neurosky Mind Flex kulaklık seti Bluetooth bağlantılı olduğu arayüzle senkronize bir şekilde çalışmaktadır. Bu arayüz C# ortamında geliştirilmiştir. Program öğrencinin dikkat ortalaması, meditasyon ortalaması ve beyin dalgaları bilgilerini COM seri porttan alıp, SQL sunucuya kaydetmekte ve ekranda çubuk grafiği ile göstermektedir (Tabakcioglu, Cizmeci, Ayberkin, 2016). Daha sonra veriler Şekil 2'deki akış diyagramında gösterildiği gibi MS-Excell ortamına taşınmıştır.



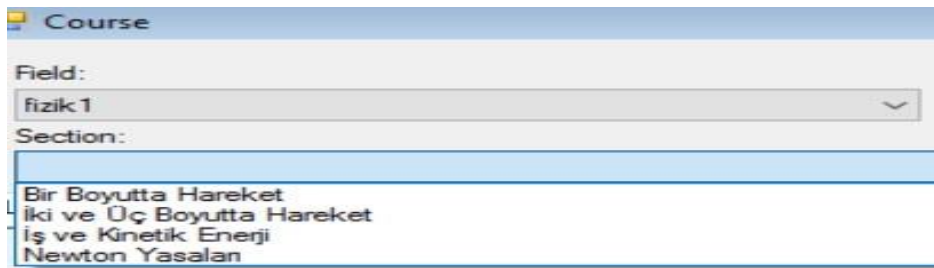
Şekil 2. Programın akış diyagramı
Figure 2. Flowchart of program

Fizik 1 dersinin önceden belirlenmiş olan üç konusuna, uygun koşullar sağlanıp öğrencinin cihaz takılıyken çalışması sağlanmıştır. Ders çalışmanın bitiminde öğrenciye çalıştığı konu ile ilgili sınav yapılmıştır. Öğrenci kendi kullanıcı adı ve şifresiyle programa Şekil 3'te gösterildiği gibi giriş yapmaktadır.



Şekil 3. Sisteme kayıt
Figure 3. Sign up to the System

Öğrencinin ders ve konusunu seçebileceği Şekil 4'te gösterildiği gibi bir combo box açılmakta ve öğrenciye istediği konu ve dersi seçme imkânı vermektedir.



Şekil 4. Konu seçimi
Figure 4. Choise of subject

Öğrenci tek başına konuya çalışmaya başladığı anda beyin dalgalarına bağlı olarak dikkat ve meditasyon ortalamaları Şekil 5'te gösterildiği gibi sürekli değişmektedir.



Şekil 5. Dikkat ve meditasyon ortalamaları

Figure 5. Attention and meditation averages

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada öğrencilere, gürültüsüz ve ışıklı ortamda Fizik 1 dersinden “Tek boyutta hareket”, “İki ve üç boyutta hareket” ve “kuvvet” isimli üç konu çalıştırıldı. İlk olarak, 15 öğrenci “Tek Boyutta Hareket” konusuna tabi tutuldu. Bu öğrenciler için bazı veriler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Tek boyutta hareket konusu için öğrencinin verileri

Table 1. Data of students for motion in one dimension subject

ÖĞRENCİ	DIKKAT ORT.	MEDITASYON ORT.	NE ZAMAN	DOĞRU/ TOPLAM	SIRALAMA
1	57	46	1 dönem	0,75	63000
2	58	53	1 dönem	0,625	63000
3	43	44	1 dönem	0,75	76000
4	55	55	1 dönem	0,875	66000
5	57	59	1 dönem	0,625	65000
6	47	47	ilk kez	0,5	170000
7	40	53	1 dönem	0,75	63000
8	42	43	1 dönem	0,625	66000
9	43	49	1 dönem	0,625	58000
10	24	34	1 dönem	0,75	76000
11	29	41	1 dönem	0,625	90000
12	51	59	4 yıl	0,75	
13	46	43	4 yıl	0,875	
14	41	51	1 dönem	0,875	58000
15	35	39	1 dönem	0,875	68000

Çizelge 1’de soldan sağa sırasıyla öğrencilerin dikkat ve meditasyon ortalamaları, konuyu en son ne zaman gördükleri, çalışma sonucunda sınavda başarısı ve Türkiye sıralamaları verilmiştir. Genellikle ÖSYM tarafından yapılan LYS sınavındaki Türkiye sıralaması yüksek olan öğrencilerin dikkat oranları daha fazladır. Konu düzeyinin zor olmamasından

dolayı genellikle öğrencilerde meditasyon oranları, dikkat oranlarına göre daha yüksektir. Çizelge 2’de Çizelge 1 de verilen aynı öğrencilerin, dikkat ve meditasyon ortalaması, öğrencilerin alfa1, alfa2, beta1 ve beta2 değerleri verilmiştir.

Çizelge 2. Öğrencilerin beyin dalgaları ve dikkat ve meditasyon ortalaması verileri
Table 2. Brainwaves and attention and meditation averages of students

ÖĞRENCİ	DIKKAT ORT.	MEDITASYON ORT.	ALPHA1	ALPHA2	BETA1	BETA2
1	57	46	-6771	-12279	-13023	-19802
2	58	53	-5407	-12935	-14742	14927
3	43	44	19658	15918	14036	6631
4	55	55	20490	15313	12485	9511
5	57	59	-22155	21175	-11571	22504
6	47	47	-22926	-9805	-19283	-24980
7	40	53	17426	14406	13834	13054
8	42	43	19087	15958	12819	9370
9	43	49	-23393	-26597	31089	24840
10	24	34	66775	72523	67316	65890
11	29	41	1659	-2515	2171	5668
12	51	59	16895	12021	12948	7785
13	46	43	38471	39611	50472	38246
14	41	51	21733	19640	20238	17422
15	35	39	23595	20299	18929	22672

Çizelge 2’de öğrencilerin sırasıyla dikkat ve meditasyon ortalamaları, alfa1, alfa2, beta1 ve beta2 verileri verilmiştir. Alfa1 ve alfa2 verileri meditasyon, beta1 ve beta2 verileri ise dikkat oranı ile bağlantılıdır. İkinci olarak, 15 öğrenci “İki ve Üç Boyutta Hareket” konusuna tabi tutuldu. Bu öğrenciler için bazı veriler Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. İki ve üç boyutta hareket konusu için öğrencinin verileri
Table 3. Data of students for motion in two and three dimension subject

ÖĞRENCİ	DIKKAT ORT.	MEDITASYON ORT.	NE ZAMAN	DOĞRU/ TOPLAM	SIRALAMA
1	34	52	1 dönem	0,25	64000
2	55	63	1 dönem	0,75	90000
3	62	57	1 dönem	1	60000
4	49	60	1 dönem	0,5	65000
5	43	41	4 yıl	0,875	
6	55	54	1 yıl	0,875	56000
7	59	41	1 yıl	0,25	90000
8	68	33	1 yıl	0,25	74000
9	55	59	4 yıl	0,875	
10	57	56	4 yıl	0,375	
11	51	54	1 dönem	0,875	63000
12	55	59	1 dönem	0,875	59400
13	53	51	1 yıl	0,875	56000
14	45	63	1 dönem	0,625	76000
15	45	59	4 yıl	0,875	

Çizelge 3'te soldan sağa sırasıyla öğrencilerin dikkat ve meditasyon ortalamaları, konuyu en son ne zaman gördükleri, çalışma sonucunda sınavda başarısı ve Türkiye sıralamaları verilmiştir. Konu düzeyi zorlaşınca öğrencinin dikkat ve meditasyon ortalamaları artmıştır. Türkiye sıralaması ve dikkat ortalaması yüksek olan öğrencilerin büyük çoğunluğu sorulara daha fazla doğru cevap vermiştir. Mezun öğrencilerin sıralaması dikkate alınmamıştır. Çizelge 4'te Çizelge 3'de verilen aynı öğrencilerin, dikkat ve meditasyon ortalaması, öğrencilerin alfa1, alfa2, beta1 ve beta2 değerleri verilmiştir.

Çizelge 4. Öğrencilerin beyin dalgaları ve dikkat ve meditasyon ortalaması verileri
Table 4. Brainwaves and attention and meditation averages of students

ÖĞRENCİ	DIKKAT ORT.	MEDITASYON ORT.	ALPHA1	ALPHA2	BETA1	BETA2
1	34	52	21664	18148	16911	14592
2	55	63	24585	19109	15032	11429
3	62	57	26825	18771	11563	9963
4	49	60	17734	15913	13178	19946
5	43	41	11684	4653	6885	2588
6	55	54	-7160	-9472	12546	16814
7	59	41	2770	11011	20628	3504
8	68	33	48852	93108	41735	35660
9	55	59	-9041	-7948	-8452	-7482
10	57	56	12993	10999	10591	8872
11	51	54	-18435	16861	15457	19117
12	55	59	28173	27315	24304	17336
13	53	51	36813	-47282	28765	33211
14	45	63	18062	16715	13575	12637
15	45	59	21119	18308	16763	24625

Çizelge 4'de öğrencilerin sırasıyla dikkat ve meditasyon ortalamaları, alfa1, alfa2, beta1 ve beta2 verileri verilmiştir. Alfa1 ve alfa2 verileri meditasyon, beta1 ve beta2 verileri ise dikkat oranı ile bağlantılıdır. Beta değerlerinin yüksek çıkması dikkat ortalamasının yüksek çıkması sonucunu doğurmaktadır. Son olarak, 15 öğrenci "Kuvvet ve Hareket" konusuna tabi tutuldu. Bu öğrenciler için bazı veriler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Kuvvet ve hareket konusu için öğrencinin verileri
Table 5. Data of students for force and motion subject

ÖĞRENCİ	DIKKAT ORT.	MEDITASYON ORT.	NE ZAMAN	DOĞRU/ TOPLAM	SIRALAMA
1	59	53	1 dönem	0,8571	65000
2	45	54	1 dönem	0,8571	69500
3	49	46	1 dönem	0,8571	72000
4	40	59	1 dönem	0,8571	50000
5	38	38	1 dönem	0,5714	75000
6	52	51	1 yıl	0,7143	69000
7	46	55	1 yıl	0,7143	75000
8	45	55	1 yıl	0,8571	69000
9	53	68	1 yıl	0,8571	64000
10	46	49	1 dönem	0,7143	78000
11	53	58	1 dönem	0,7143	66000
12	54	50	1 dönem	0,8571	65000
13	47	61	4 yıl	0,8571	
14	61	50	1 dönem	1	59400
15	59	48	1 dönem	0,4286	63000

Çizelge 5'te soldan sağa sırasıyla öğrencilerin dikkat ve meditasyon ortalamaları, konuyu en son ne zaman gördükleri, çalışma sonucunda sınavda başarısı ve Türkiye sıralamaları verilmiştir. Konu düzeyi zorlaşınca dikkat oranı yüksek olan öğrenciler daha başarılıdır. Çizelge 6'da Çizelge 5'de verilen aynı öğrencilerin, dikkat ve meditasyon ortalaması, öğrencilerin alfa1, alfa2, beta1 ve beta2 değerleri verilmiştir.

Çizelge 6. Öğrencilerin beyin dalgaları ve dikkat ve meditasyon ortalaması verileri
Table 6. Brainwaves and attention and meditation averages of students

ÖĞRENCİ	DIKKAT ORT.	MEDITASYON ORT.	ALPHA1	ALPHA2	BETA1	BETA2
1	59	53	20978	15640	14052	13969
2	45	54	-23515	-18839	-10247	-14897
3	49	46	34348	31919	25066	24200
4	40	59	-22511	-19407	3776	27749
5	38	38	-20506	-36350	-30519	47434
6	52	51	25048	22622	29035	25713
7	46	55	24222	21578	19413	13064
8	45	55	18714	18009	18621	18356
9	53	68	25992	15401	16033	13026
10	46	49	23827	17164	12067	9045
11	53	58	18740	17175	14104	14275
12	54	50	-14409	-18199	18117	-18985
13	47	61	21895	19481	16996	13842
14	61	50	24201	19841	15703	10757
15	59	48	19139	18833	17160	15986

Çizelge 6'da öğrencilerin sırasıyla dikkat ve meditasyon ortalamaları, alfa1, alfa2, beta1 ve beta2 verileri verilmiştir. Alfa1 ve alfa2 verileri meditasyon, beta1 ve beta2 verileri ise dikkat oranı ile bağlantılıdır. Dikkat ve meditasyon oranları genelde artmıştır.

4. Sonuç

Neurosky MindFlex sensör ve geliştirilen program sayesinde öğrencilerin dikkat ve meditasyon oranları ölçülüp, SQL sunucuya aktarılıp, daha sonra da MS- Excell ortamına taşınmıştır. Cihaz sayesinde ham beyin dalgalarını saptayıp işleyip anlamlı veriler bulmak yerine, doğrudan işlenmiş bilgi kullanılmıştır. Fizik 1 dersinin Tek boyutta hareket, iki ve üç boyutta hareket ve kuvvet ve hareket konuları için deneyler yapılmıştır. Genel olarak öğrencinin dikkat ve meditasyon ortalamaları yüksek olduğu durumlarda öğrenci daha fazla soruya doğru cevap vermiştir. Türkiye LYS sıralaması yüksek olan öğrencilerin meditasyon ve dikkat ortalamaları genelde yüksek olup daha fazla soruya doğru yanıt vermişlerdir. Alfa1 ve alfa2 verileri meditasyonla, beta1 ve beta2 verileri dikkatle ilintilidir (Neurosky.com, n.d.). Konuların zorluk düzeyleri arttıkça öğrencilerin hem dikkat hem de meditasyon seviyelerinde artış gözlenmiştir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Bursa Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Birimi tarafından 2016-01-021 proje numarası altında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Çakmak, H. (2011). <http://okyanusum.com/hazirlaniyor/noronlar-nasil-calisir/>
- Technologies, N. B. C. İ. (2009). <http://www.frontiernerds.com/files/neurosky-vs-medical-eeg.pdf>
- Neurosky.com. (n.d.). Neurosky. <http://neurosky.com/biosensors/eeg-sensor/algorithms/>
- Chia, W.C., Alfred, L.C.K., Chin, S. W. 2015. A Mobile Driver Safety System Analysis of Single Channel EEG on Drowsiness Detection, IEEE International Conference on Computational Science and Technology, 1-5.
- Katona, J., Farkas, I., Ujbanyi, T., Dukan, P., Kovari, A., 2014. Evaluation Of The Neurosky Mind Flex EEG Headset Brain Waves Data. 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, 91–94.
- Libenson, M. H., 2009. Practical Approach to Electroencephalography, Saunders, Boston.
- Makeig, S., Kothe, C., Mullen, T., Bigdely-Shamlo, N., Zhang, Z., and Kreutz-Delgado, K., 2012. Evolving Signal Processing for Brain–Computer Interfaces, 1568–1584.
- Shelke, S.D., Ghodake, A. A., 2016. Brain Controlled Home Automation System, International Conference on Intelligent Systems and Control, 1–4.
- Christine, L., Roy, S. Roy, C. 2007. What are Brainwaves? <http://www.brainworksneurotherapy.com/what-are-brainwaves>
- Yu, I., Masami, T., Joe, K. 2012. Constitution and Phase Analysis of Alpha Waves. Biomedical Engineering International Conference, 1–5.
- Nishifuji, S., Sato, M., Maino, D., Tanaka, S., 2010. Effect of Acoustic Stimuli and Mental Task on Alpha, Beta and Gamma Rhythms in Brain Wave. SICE Annual Conference, 1–4.
- Cheng, J., Mabasa, G., Oppus, C., 2014. Prolonged DistractionTesting Game Implemented with Impact JS HTML5, Game pad and Neurosky. International Conference on Environment and Management, 1-6.
- Molae-Ardekani, B. Senhadji, L., Shamsollahi, M.B., Wodey, E., Vasoughi Vahdat, B., 2007. Delta waves differently modulate high frequency components of EEG oscillations in various unconsciousness levels, Proceedings of the 29th Annual International Conference of Engineering in Medicine and Biology Society, 1294–1297.
- Liwluck, P., Sittipraporn, P., 2017. Effect of Pulse Electromagnetic Field Therapy to Brainwave on the Quantum Resonance System. International Conference on DigitalArts, Media andTechnology, 1–4.
- Reanaree, P., Tananchana, P., Narongwongwathana, N., Pintavirooj, C., 2016. Stress and Office-Syndrome Detection using EEG, HRV and Hand Movement. BiomedicalEngineering International Conference, 1–4.
- Neuro-Programmer, 2017. <https://www.transparentcorp.com/products/np/>
- Trivedi, K.R., Thakker, R.A., 2016. Brainwave Enabled Multi-functional, Communication, Controlling and Speech Signal Generating System, International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques, 4889–4893.
- Gül, S., 2016. <http://www.robimek.com/neurosky-mindwave-mobile-beyin-dalga-sensuru-kullanimi/>
- Tabakcioglu, M.B., Cizmeci, H., Ayberkin, D. (2016). Neurosky EEG Biosensor Using in Education, International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers, vol. 4, 76-78.
- Ananthi, V.P. ve Balasubramaniam, P., 2016. A new image denoising method using interval-valued intuitionistic fuzzy sets for the removal of impulse noise, Signal Processing 121 (2016) 81–93