

Sınıf dışı eğitimin bilişsel yüke etkisinin mobile EEG cihazı ile ölçülmesi¹

Selvihan Sarı Öz², Erdem Kaya³

² Giresun Üniversitesi, Giresun, Türkiye;

³ Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Ünye Meslek Yüksekokulu, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye.

ÖZET

Bu çalışmada 8. sınıf Basit Makineler ünitesi, sınıf dışı eğitim etkinlikleri kullanılarak tasarlanmış ve bu uygulamanın 8. sınıf öğrencilerinin bilişsel yüklerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın örneklemini Giresun il merkezinde bir devlet okulunda öğrenim gören 19 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, araştırmacı tarafından hazırlanan ve geçerlik güvenilirlik analizi yapılan Basit Makineler Başarı Testi (BMBT), Paas ve van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilen, Türkçe'ye uyarlaması Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından yapılan Bilişsel Yük Ölçeği (BYÖ) ve Mobile EEG cihazı kullanılarak elde edilmiştir. BYÖ ile elde edilen veriler Excel programına girilmiş ve sonrasında SPSS programına aktararak Mann-Whitney U Testine tabii tutulmuştur. Mobile EEG cihazıyla elde edilen veriler için Emotiv PRO yazılımı temin edilmiş ve veri girişi EEGLAB üzerinden sağlanmıştır. Sistemsel olarak kaydedilen verilerden bilişsel yükün hesaplanması sırasında MATLAB programı kullanılmıştır. Elde edilen bilişsel yüklerin ortalaması alınarak Mann-Whitney U Testi yapılmıştır. Araştırma sonucunda sınıf dışı eğitim etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programıyla derslerin yürütüldüğü kontrol grubu öğrencileri arasında bilişsel yüklenme açısından BYÖ verilerine göre anlamlı bir fark tespit edilirken Mobile EEG cihazı verilerine göre anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu çalışma, bilişsel yük ölçümünde nesnel ölçümlerin öznel ölçümlere göre daha kesin ve doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Bilişsel yük, mobile EEG, sınıf dışı eğitim.

Measuring the effect of outdoor education on cognitive load with a mobile EEG device

ABSTRACT

In this study, the 8th-grade Simple Machines unit was designed using out-of-class educational activities, and the effect of this application on the cognitive load of 8th-grade students was examined. The study sample consists of 19 8th-grade students studying at a public school in Giresun city center. Post-test control group design, one of the quantitative research methods, was used in the research. The data of the study were the Simple Machines Achievement Test (BMBT) prepared by the researcher and whose validity and reliability analysis was performed, the Cognitive Load Scale (BYÖ) developed by Paas and van Merriënboer (1993) and adapted into Turkish by Kılıç and Karadeniz (2004) and Mobile EEG. was obtained using the device. The data obtained by ACO was entered into the Excel program and then transferred to the SPSS program and subjected to the Mann-Whitney U Test. Emotiv PRO software was provided for the data obtained with the Mobile EEG device and data entry was provided through EEGLAB. MATLAB program was used to calculate cognitive load from systematically recorded data. Mann-Whitney U Test took the average of the obtained cognitive loads. As a result of the research, a significant

¹ "Fen Eğitiminde Sınıf Dışı Eğitim (Outdoor Education) Etkinliklerinin Akademik Başarı ve Bilişsel Yüke Etkisi: 8. Sınıf Basit Makineler Örneği" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

difference was detected in terms of cognitive load between the students of the experimental group, where out-of-class educational activities were applied, and the students of the control group, where lessons were carried out with the current curriculum, according to the ACO data, while no significant difference was observed according to the Mobile EEG device data. This study showed that objective measurements provide more precise and accurate results than subjective measurements in measuring cognitive load.

KEYWORDS

Cognitive load, mobile EEG, outdoor education.

Giriş

Deneylerin, deneyimlerin ve gözlemlerin etkili olduğu, süreçte aktif rol oynamayı gerektiren fen, eğitimde öğrenilmesi karmaşık bir konu olarak ele alınır. Fen bilimleri dersi öğrenciler tarafından özellikle fizik konularına bakıldığında zorlanan bir derstir (Chittleborough vd., 2002). Soyut ifadeler içermesi ve kavram öğretiminin zor olması derse olan ilgi ve tutumu, devamında başarıyı azaltmaktadır (Sertkaya, 2018). Günlük hayatta çok fazla karşılaşılmasına ve eğitim ortamlarının yaparak yaşayarak hazırlanılmasına özen gösterilmesine rağmen istenilen düzeye hali hazırda ulaşılmadığı görülmektedir (Takaç, 2019). Fen derslerindeki kavramlar yaşamın içinde var olan gerçek hayatın kendisidir. Bu kavramlar günlük hayattaki örneklerle pekiştirilmediğinden öğrenciler için süreç verimli geçmemektedir (Çelik Özgür, 2015). Sınıf içinde öğretmen anlatımıyla ve birkaç örnekle geçirilen konular öğrenciler açısından kalıcı öğrenmelere imkan tanımamaktadır. Farklı bilişsel düzeyi ve zeka çeşidine sahip olan öğrenciler için birden çok duyuya hitap eden eğitim öğretim ortamları kullanılmalıdır (Çelik Özgür, 2015; Yiğit vd., 2002). Okulda sınıf içinde verilen eğitimin yanı sıra farklı ortamlarda da fenle karşılaşıldığı yadsınamaz bir gerçektir. Bir fasulyenin yetiştirme şartlarını ya da gemilerin suda batmadan nasıl gittiğini öğrenirken karşımıza fennin çıktığını söylemek mümkündür. Bu nedenle fenni bir sınıfa sığdırmak imkansızdır. Eğitimde sınıfın yetersiz kaldığı durumlarda farklı yöntemler ortaya çıkmaktadır. Sınıf dışı eğitim (outdoor education) bu yöntemlerden biridir. Sınıf dışında gerçekleştirilen etkinliklere direkt katılımın sağlandığı, gerçek nesnelere yorumlanarak olaylarla ilişkilerin kurulup tanımlandığı, birden çok duyu organına hitap eden, etkinlikleri ilgi çekici hale getirerek katılımcıda merak ve heyecan uyandıran bir süreçtir (Cirit Gül vd., 2018). Bireylere; karar verme, grup çalışmasına katılma, etkili iletişim kurma ve problem çözme becerilerinin gerekli olduğu ortamı sunduğu için öğrencilerin etkinliklere katılımı konusunda güdülenme sağlamaktadır (Kırkoğlu, 2004). Beş duyu organının aktif olarak kullanıldığı sınıf dışı eğitimde tüm duyu organları öğrenim süresince kullanılır (Okur Berberoğlu ve Uygun, 2013). Öğrenciler bu ortamlarda yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı bulur (Çelik Özgür, 2015; Yiğit vd., , 2002). Aynı zamanda bilişsel alanda bilgileri hatırlama, analiz ve sentezleme; duyuşsal alanda sorumluluk, heyecan, tutum, değer; devinişsel alanda ise öğrencilerin var olan yeteneklerinin farkına varabilmelerine olanak sağlar (Braund ve Reiss, 2004: akt: Karakaya Akçadağ ve Çobanoğlu, 2018). Bu şekilde yürütülen derslerde başarının arttığı ve bilişsel yüklenmenin azaldığı görülmektedir (Çelik Özgür, 2015; Yiğit vd., , 2002).

Konuların somutlaştırılmadan, plansız, karmaşık bir şekilde verilmesi öğrencilerin bilişsel yüklenmelerini de etkiler. Bilişsel yük, öğrencinin bilgiyi işleme ve depolama esnasında ne derece zorlandığı ve bilişsel yapısındaki yüklenmeyi ifade eden bir kavramdır. Başka bir deyişle insan beyninin çalışan bellek dahilinde olan; asıl, konu dışı ve etkili yük öğelerini içeren, çoğu öğretim yöntemi ve tekniğiyle denetlenebilen birden fazla boyutlu yapıdır (Sweller vd., , 1998). Başka bir deyişle insan beyninin çalışan bellek dahilinde olan; asıl, konu dışı ve etkili yük öğelerini içeren, çoğu öğretim yöntemi ve tekniğiyle denetlenebilen birden fazla boyutlu yapıdır (Sweller vd., , 1998).

Bilişsel yük kuramına göre; insandaki bilişsel yapıyı oluşturan bellek çeşitlerinden çalışan belleğin bilgiyi depolama ve kullanma açısından sınırlı bir kapasiteye, uzun süreli belleğin ise sınırsız bir kapasiteye sahip olduğu bilinmektedir. Çalışan belleğin aşırı yüklenmesi durumunda

öğrenmenin eksik veya olumsuz olacağı öngörülmektedir. Bilginin işlendiği bu süreçte çalışan belleğin kapasitesinin aşılması bilişsel yüklenme oluşturur (Sweller vd., , 1998). Paas vd., , (2003)'e göre bu kuram sınırlı olan kapasitenin etkili kullanılması için etkili öğretim yöntemlerinin geliştirilmesiyle ilgilenmektedir. Eğitim ve öğretimin temel amacı, uzun süreli bellekte depo edilen şema kapsamındaki bilginin artmasını sağlamak olsa da yeni öğrenilen bilgiler ilk önce çalışan bellekte işlenir. Yeni bilgilerin işlenme sürecinde çalışan belleğin kapasitesi ve bilgiyi depolama süresi sınırlıdır (Kaya, 2015). Bu bilgilerden hareketle kuramın asıl bahsettiği ve önemsendiği konu, çalışan bellek ile uzun süreli bellek arasındaki bağlantı ve öğretim materyallerinin bu şema ile ilişkisidir (Takır, 2011).

Uygulanan etkinlikler ve öğretim materyalleri bilişsel yüklenme açısından önemlidir. Tüm materyaller bilişsel yüklenmeye sebep olur (Kaya, 2015). Önemli olan öğrencide oluşacak bilişsel yüklenmeyi en aza indirmek ve bu doğrultuda etkinlikler geliştirerek birden fazla duyuya hitap edebilmektir. Öğrencide oluşan bilişsel yükün ölçülmesinde bazı fizyolojik teknikler kullanılmaktadır. EEG bu tekniklerden biridir. Beynin elektriksel aktivitesini kafa çevresine yerleştirilen elektrotlar yardımıyla kaydeden EEG (Elektroensefalografi), geçmişten itibaren tercih edilmektedir (Kuduz, 2023). EEG, pozitif ve negatif duygu durumlarını gösteren, nöronların sürekli uyarılması ile oluşan elektriksel aktivitelerin beyin yüzeyi veya saç derisi üzerinden elektrotlar yardımıyla ölçen ve ölçümleri kaydeden sistemdir (Aydemir ve Kayıkçıoğlu, 2009; Çetin, 2020; Ural, 2019). İnsan saç derisinden beyin elektriksel aktivitesi ilk kez Hans Berger tarafından kaydedilmiştir (Carter vd., , 2013). EEG sinyali, sinir hücrelerinin karmaşık ağındaki aktivitelerin toplamı olduğu için değişkendir. Bu değişkenliğin sebepleri sinirsel hasarlar, uyanıklık durumu, frekans aralıkları, yaş, cinsiyet ve göz hareketleri olarak belirtilmiştir. EEG hafıza, bilişsel yük, tanımlama, ilgi, duygusal durum, heyecan gibi durumları ölçerek beyin dalgalarını ve karar mekanizmalarını kaydeder (Ural, 2019). Bu çalışmada beynin frontal lobuna odaklanılmıştır. Prefrontal korteksin ön kısmını oluşturduğu frontal lob en geniş yer tutanı ve en son evrimleşen bölümdür. Bu lob, davranış kontrolünü üstlenmiştir (Carter vd., , 2013). Frontal lob, akıl yürütme, motor becerileri, karar verme, bilişsel işlemler, konsantrasyon ve ifade dili ile ilişkili olan lob olarak bilinmektedir (Çetin, 2020). Yaratıcılık, problem çözme ve planlama gibi belirli amacı olan eylemleri içeren bir bölümdür (Jensen, 1998).

Acı ve ağrı vermemesinden dolayı tercih edilmesine rağmen (Aydemir ve Kayıkçıoğlu, 2009), EEG kullanılan elektrotlar saç derisi mesafesi sebebiyle uyarımları doğru bir şekilde tespit edememektedir. Sadece serebral kortekste bulunan aktif sinir hücreleri üzerindeki bölgesel akımların akışlarını tespit etmektedir. Ayrıca, ölçülmüş olan EEG sinyalleri, elektrotların hareketleri, göz kırpması ve kas hareketlerine bağlı olarak ortaya çıkan artefaktları içermektedir. Bu durum kullanım esnasında zorluk çıkarmaktadır (Hill vd., , 2006). Ancak ucuz ve taşınabilir formunun olması, düşük maliyeti, risk ve yan etki durumlarının olmaması sebebiyle araştırmalarda yaygın olarak kullanılan beyin görüntüleme tekniğidir (Baydemir, 2020; Hill vd., , 2006). EEG ölçümlerinde ölçüm yapılan kişi hiçbir acı ve ağrı hissetmediği için yeni doğan bebeklerde bile ölçüm yapılabilir (Yücel ve Çubuk, 2014). Bu çalışmada taşınabilir formunun olması ve bahsi geçen avantajları sebebiyle mobil eeg cihazı kullanılmıştır.

Alanyazın incelendiğinde fen eğitiminde yapılan çalışmalarda bilişsel yük ölçümünün subjektif testlerle, (Başoğlu, 2017; Kaya, 2015). Bilişsel yükün objektif ölçümünde EEG cihazının kullanıldığı bilinmektedir. EEG cihazının, bilişsel yük ölçmek amacıyla kullanılan ve en kullanışlı fizyolojik ölçüm tekniklerinden biri olduğu bilinmektedir (İkiz, 2021). Taşınabilir formunun olması tercih edilme sebepleri arasındadır. Ancak literatür incelendiğinde yapılan çalışmaların reklamcılık (Donmuş, 2018; Eyice Başev, 2015; Gez, 2017; Oyman, 2019; Yorgancılar, 2014), nöropazarlama (Karakış, 2019; Öztaş, 2019; Tunç, 2018; Ulusoy, 2018; Yılmaz, 2019), gastronomi (Şahin, 2019), turizm (Şahan, 2016), koku ve algılama (Uçar, 2013), tüketici ve marka (Darıcı, 2019; Şimşek, 2016), nörosinema (Abbasova, 2021), gibi birçok farklı alanda olduğu görülmektedir. Fen eğitiminde yapılan çalışmalarda mobile EEG cihazı kullanılarak bilişsel yük ölçümünün yapıldığı eğitim çalışmaları görülmemektedir.

Sınıf dışı eğitim ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde fen bilimleri dersinde yapılan çalışmaların “Kuvvet ve Hareket” (Bozdoğan ve Kavcı, 2016), “İnsan ve Çevre” (Cirit Gül vd., , 2018; Karakaya Akçadağ ve Çobanoğlu, 2018; Sağlamer Yazgan, 2013), “Güneş Sistemi ve Ötesi” (Bodur, 2015; Bodur ve Yıldırım, 2018), “Canlılar Dünyasını Gezelim, Tanıyalım” (Kulalığıl, 2016) ve “Enerji” (Ertaş vd., , 2011) ünitelerinin öğretiminde kullanıldığı fakat “Basit Makineler” ünitesinin öğretiminde kullanılmadığı görülmüştür. Yine sınıf dışı eğitimin öğrencilerdeki bilişsel yüklenmeye etkisinin incelendiği çalışmalara rastlanmamıştır.

Basit makineler konusu sınıf dışı etkinliklerin uygulanabileceği konulardan biridir. Basit makineler konusuyla ilgili literatür incelendiğinde; film ve çizgi film yöntemiyle öğrenme (Çelik Özgür, 2015), algodoo yazılımı ile desteklenmiş 5E öğrenme döngüsü modeli ile öğrenme (Sertkaya, 2018) düşünce deneyi etkinlikleriyle öğrenme (Çetinkaya, 2019), scamper tekniği ile öğrenme (Altıparmak, 2019), tasarım temelli STEM etkinlikleriyle öğrenme (Özlen, 2019) ve farklı yazma aktiviteleriyle öğrenme (Takaç, 2019), laboratuvar yöntemiyle öğretim (Telli vd., , 2004), yaratıcı drama etkinlikleri (Tezel vd., , 2020) gibi yöntem ve tekniklerin kullanıldığı görülmektedir. Basit makineler konusu literatürde oldukça çalışılmasına rağmen konunun sınıf dışı eğitime öğretimine rastlanmamıştır.

Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı, 8. sınıf fen bilimleri dersinde yer alan “Basit Makineler” ünitesinin işlenmesi sürecinde kullanılan sınıf dışı eğitim etkinliklerinin öğrencilerde oluşan bilişsel yüklenmelerine etkisinin incelenmesi olarak belirlenmiştir. Çalışmanın diğer bir amacı sınıf dışı eğitimin bilişsel yüke etkisini incelemek ve bilişsel yük ölçümünde objektif ve subjektif testlerin sonuçlarını karşılaştırmaktır. İki yöntemin bir arada kullanıldığı çalışmaya literatürde rastlanmamış olması da bu çalışmanın literatüre katkı sağlamak açısından önemli olacağını göstermektedir.

Araştırmanın Problemleri

1. 8. sınıf fen bilimleri dersinde uygulanan sınıf dışı eğitim etkinliklerinin öğrencilerin Basit Makineler ünitesindeki bilişsel yüklenmelerine etkisi nedir?

Araştırmanın Alt Problemleri

1. Mevcut öğretimlerine devam eden kontrol grubu öğrencileri ile sınıf dışı eğitim etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin bilişsel yük ölçüğü puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Mevcut öğretimlerine devam eden kontrol grubu öğrencileri ile sınıf dışı eğitim etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin mobil EEG cihazıyla yapılan bilişsel yükleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden biri olan ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desen özellikle eğitim araştırmalarında değişkenlerin tamamının kontrol edilmesinin mümkün olmadığı durumlarda kullanılan desendir (Büyüköztürk vd., 2011; Cohen, Monion ve Marrison, 2007). Deneysel işlem ve etkinlikler sadece deney gruplarına uygulanır (Boyraz, 2015). Deney grubunda dersler okul bahçesinde yürütülürken kontrol grubunda sınıf içinde yürütülmüştür. Deney grubunda dersler sınıf dışı eğitim etkinlikleri ile okul bahçesinde, kontrol grubunda ise mevcut program kapsamında sınıf içinde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan etkinlikler araştırmacı tarafından hazırlanmış olup alanında uzman öğretim üyelerinden uzman görüşü alınmıştır. Uygulamalar haftada dört saat olacak şekilde 8 hafta sürmüştür. 8 hafta içerisinde bütün uygulamalar tamamlanmıştır. Bu doğrultuda “Basit Makineler” ünitesi deney grubuna araştırmacı tarafından geliştirilen sınıf dışı eğitim etkinlikleri ile uygulanırken kontrol grubuna mevcut öğretim programı kapsamında uygulanmış ve herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan “Basit Makineler

Başarı Testi” deney ve kontrol grubuna uygulama öncesinde ön test uygulama sonrasında ise son test olarak uygulanmıştır. Yine deney ve kontrol grubuna uygulama sonrasında bilişsel yüklenmeyi tespit edebilmek amacıyla bilişsel yük ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin gerçekte oluşan bilişsel yüklenmelerini öğrenmek için mobil EEG cihazı kullanılmıştır. Veli izni doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğrencilerine son test uygulanırken mobile EEG cihazı takılarak veri alınmıştır. Veli izni olmayan diğer öğrenciler sürece cihaz kullanmadan devam etmiştir. 10 ders saati olarak belirlenen “Basit Makineler” ünitesi sınıf dışında işlenip son testler uygulanmıştır.

Çalışma Grubu

Sınıf dışı eğitim etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin bilişsel yüklenmelerine etkisinin incelendiği bu araştırmanın çalışma grubunu 2021-2022 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Giresun il merkezinde MEB’e bağlı bir devlet okulunda öğrenim gören 51 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerin deneme sınavı ortalamalarına göre başarı açısından birbirine denk olan 2 şube seçilmiştir. Şube seçilirken fen bilimleri dersine aynı öğretmenin girmesine dikkat edilmiştir. Buradaki amaç öğretmen farklılığından ortaya çıkacak durumları önlemektir. Seçilen şubelerden rastgele biri deney grubu diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubunda 26 (15 kız 11 erkek), kontrol grubunda ise 25 (12 kız ve 13 erkek) öğrenci bulunmaktadır. Seçilen sınıflara BMBT ön test olarak uygulanmış ve uygulama öncesinde grupların birbirine denk olduğu görülmüştür. Bilişsel yük ölçümünde Mobil EEG cihazının kullanılacak olması sebebiyle veli iznine ihtiyaç duyulmuştur. Bazı velilerin uygulamaya katılma iznini vermemiş olmasından dolayı deney grubunda 11 kontrol grubunda 8 öğrenci olmak üzere 19 öğrenci uygulamaya katılmıştır. Çalışma kapsamında 51 öğrenci olmasına rağmen çalışmaya 19 öğrencinin katılma sebebi uygulama öncesinde yaşanan olumsuzluklar başlığı altında detaylı olarak açıklanmıştır. Nöro araştırmalarda kullanılacak örneklem sayısı hakkında farklı görüşler bulunmasına rağmen katılımcı sayısı hakkında kesin bir sınır belirtilmemiştir. Mobil EEG ve göz izleme (eye tracking) gibi cihazlarla veri toplamak zaman alıcı, maddi açıdan külfetli ve veli izni noktasında zor olduğu için geniş örneklerle çalışmak da zordur. Bununla birlikte bu tarz cihazlarla yapılan ölçüm sonuçları büyük örneklerle yapılan sonuçlarla benzerlik gösterdiği için 15-30 arası katılımcıyla çalışmak yeterli görülmektedir (Şahin, 2019). İnsanların beyin yapı ve mekanizmaları benzerlik gösterdiği için sonuçlar genellenebilir (Bercea, 2012). Ön görülen aralığın 15-30 arası olmasına rağmen literatürde 10 katılımcıyla (Vijayalakshmi vd., 2010) ve 4 katılımcıyla (İkiz, 2021) çalışmalar yürütülmüş ve sonuçlar genellenmiştir. Bu sebeple çalışmada Mobile EEG ölçüm sürecine katılan öğrenci sayısı yeterli görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin grup ve cinsiyete göre dağılımı çizelgede verilmiştir.

Tablo 1 Deney ve kontrol grubu öğrenci dağılımları

		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		Frekans (f)	Yüzde (%)	Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kız	6	54,54	2	25,00
	Erkek	5	45,45	6	75,00
	Toplam	11	100	8	100

Çalışmada Kullanılan Fiziksel Modeller

Çalışmada kullanılacak olan fiziksel modeller ve materyaller Fen Bilimleri Dersi Öğretim Planı incelenerek araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Alanında uzman öğretim üyelerinden uzman görüşü alınarak fiziksel modellerle dersler yürütülmüştür. Bu doğrultuda Basit Makineler ünitesinin öğretimi için bazı modeller ve materyaller hazırlanmıştır. Modeller hazırlanırken ünite kazanımları dikkate alınmış ve okul bahçesinde uygulanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Kullanılan modellerin kazanımlara göre hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

1. Makaralar

1.1 Sabit Makara: Okul bahçesinde uygun bir alan belirlenerek düzeneğin nereye kurulacağına karar verildi. 1 adet makara ve halat yardımıyla öncelikle bir sabit makara düzeneği hazırlandı. Düzenek hazırlanırken ip yüksek bir yere bağlanarak makara sabitlendi. Düzenek önce makarasız sonra makaralı bir şekilde hazırlanarak öğrencilerin aradaki farkı anlayabilmeleri sağlandı. Bu modelin tasarlanmasının amacı; sabit makaralarda kuvvetten ve yoldan kayıp ya da kazanç olmadığı, yükün yukarı çıkabilmesi için kendi ağırlığı kadar bir kuvvet uygulanması gerektiği ve sabit makaranın yalnızca iş kolaylığı sağlayarak kuvvetin yönünü değiştirdiği bilgilerini öğrencilere kazandırmaktır. Sabit makaraların özellikleri bu düzenek üzerinden açıklanmıştır. Hazırlanan sabit makara düzeneği Görsel 1’de verilmiştir.



Görsel 1 Sabit Makara



Görsel 2 Hareketli Makara



Görsel 3 Palanga

1.2 Hareketli Makara: Okul bahçesinde uygun bir alan belirlenerek düzeneğin nereye kurulacağına karar verildi. 1 adet makara ve halat yardımıyla hareketli makara düzeneği hazırlandı. Hareketli makaranın bağlı olduğu ip sabitlenerek makaranın hareket etmesi sağlandı. Bu modelin tasarlanmasının amacı; hareketli makaralarda, kuvvetten ne kadar kazanç varsa yoldan da o kadar kayıp olduğu, bu kaybın sebebinin yükün ağırlığının iki ipe dağılması olduğu, hareketli makaralarda kuvvet yönünün değişmediği, kuvvetin değerinin yükün yarısı kadar olduğu, iş ve enerjiden kazanç olmadığı yalnızca iş kolaylığı sağladığı bilgilerini öğrencilere kazandırmaktadır. Hareketli makaraların özellikleri bu düzenek üzerinden açıklanmıştır. Hazırlanan hareketli makara düzeneği Görsel 2’de verilmiştir.

1.3 Palanga: Okul bahçesinde uygun bir alan belirlenerek düzeneğin nereye kurulacağına karar verildi. 2 adet makara ve halat yardımıyla palanga düzeneği hazırlandı. Makaranın biri sabitlenirken diğeri hareketli bırakıldı. Bu modelin tasarlanmasının amacı; Palangaların sabit ve hareketli makaralardan oluştuğu, tek bir ip kullanıldığı, makara ağırlıklarının önemsenmediği durumlarda kuvvetten kazanç sağlandığı, hareketli makaraların olması sebebiyle yoldan kayıp olduğu, düzenekte var olan hareketli makara sayısının ve ipin çekilme yönünün kuvvet kazancını etkilediği bilgilerini öğrencilere kazandırmaktır. Palanganın özellikleri bu düzenek üzerinden açıklanmıştır. Hazırlanan palanga Görsel 3’te verilmiştir.

2. Kaldıraçlar

2.1 Tahterevalli: Okul bahçesinde uygun bir alan belirlenerek düzeneğin nereye kurulacağına karar verildi. Uzun bir tahta ve tahtanın altına yerleştirmek üzere temin edilen bir destek noktası kullanılarak tahterevalli düzeneği hazırlandı. Bu modelin tasarlanmasının amacı; destek noktası ortada olan kaldıraçlardan biri olan tahterevalli üzerinden yük, yük kolu, kuvvet, kuvvet kolu ve destek kavramlarının öğretilmesidir. Yine diğeri bir amacı; desteğin ortada olduğu kaldıraçlarda yükün destek noktasına yaklaştırılmasının ya da kuvvetin uygulandığı noktanın destekten uzaklaştırılmasının uygulanacak kuvvetin büyüklüğünü azaltacağını gösterilmesidir. Bununla birlikte kuvvetin desteğe yükten daha uzak olması durumunda kuvvet kolunun daha uzun olması sebebiyle kuvvetten kazanç sağlandığı, yükün, desteğe kuvvetten daha uzak olduğunda kuvvet kolu daha kısa olduğu için yoldan kazanç olduğu bilgilerini öğrencilere kazandırmaktır.

Kaldıraçların özellikleri bu düzenek üzerinden açıklanmıştır. Hazırlanan tahterevalli Görsel 4'te verilmiştir.



Görsel 4 Tahterevalli



Görsel 5 El arabası



Görsel 6 Kriko

2.2 El arabası: Okul bahçesine bir el arabası getirildi. El arabasında taşınmak üzere öğrencilerin çantaları ve öğrenciler kullanıldı. El arabasının getirilmesinin amacı; desteğin sonda, yükün ortada ve kuvvetin başta olduğu kaldıraç örneği olmasıdır. El arabasında kuvvetten kazanç yoldan kayıp vardır. Öğrencilere destek sonda olduğunda desteğe yakın yerleştirilen yükün taşınırken daha kolay taşındığı ve bunun da bir avantaj olduğu örnek üzerinden açıklanmıştır. Bahçeye getirilen el arabası ve öğrencinin taşındığı örnek Görsel 5'te verilmiştir.

2.3 Kriko: Okul bahçesine bir kriko ve araba getirildi. Arabanın kriko yardımıyla kaldırılması gösterildi. Burada kaldıraç konusunun pekiştirilmesi sağlandı. Okul bahçesine getirilen araç ve öğrencinin krikoyla araç kaldırdığı örnek aşağıda verilmiştir;

2.4 Kürek: Okul bahçesine kürek getirildi. Bu küreğin getirilme amacı desteğin başta, kuvvetin ortada ve yükün sonda olduğu kaldıraçlara örnek olmasıdır. Öğrencilere kürek üzerinden konu açıklanmıştır. Kürekle toprak atan öğrenci aşağıda verilmiştir;



Görsel 7 Kürek



Görsel 8 Tornavida ve vida



Görsel 9 Tahta ile eğik düzlem

3. Eğik Düzlem ve Çıkık

3.1 Tornavida ve vida: Tornavida ve vida ile eğik düzlem konusuna giriş yapılarak öğrencilere tornavidanın ucunda eğik düzlem olduğu ve iş kolaylığı sağladığı örnek üzerinden açıklanmıştır. Bu etkinliğin tasarlanmasının amacı konuya giriş yapmaktır. Aşağıda vida çıkarma örneği verilmiştir;

3.2 Tahta ile Eğik Düzlem: Uzun bir tahta yardımıyla eğik düzlem oluşturuldu. Konuya giriş yapıldıktan sonra bu etkinlik ana etkinlik olarak tasarlanmıştır. Tasarlanma amacı; eğik düzlemin yükleri yükseğe daha az kuvvetle çıkarmak için kullanıldığı, yoldan kayıp varken kuvvetten kazanç sağladığı, yüksekliğin sabit kalması durumunda uzunluk artarsa kuvvet kazancının arttığı ve aynı şekilde uzunluğun azalması durumunda ise kuvvet kazancının azaldığı bilgilerinin öğrencilere kazandırılmasıdır. Konu düzenek üzerinden açıklanmıştır. Düzenek örneği aşağıda verilmiştir;

3.3 Bisiklet ve araba direksiyonu: Okul bahçesine bisiklet ve araba getirildi. Bisiklet ve araba direksiyonu üzerinden çıkırcık konusuna giriş yapıldı. Bu araçların getirilmesinin ve bu etkinliğin belirlenmesinin amacı; kuvvet kolu yarıçapı ne kadar artarsa kuvvet kazancının da o kadar arttığı aynı şekilde yarıçap ne kadar azaltılırsa kuvvet kazancının da o kadar azaldığı bilgilerinin öğrencilere kazandırılmasıdır. Bununla birlikte yine bisiklet üzerinden dişli çarklar konusu hakkında da bilgi verilmesi de hedeflenmiştir. Aşağıda bisiklet ve araba direksiyonu aşağıda verilmiştir;



Görsel 10 Bisiklet



Görsel 11 Araba Direksiyonu

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri araştırmacı tarafından geliştirilerek geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılan ve uzman görüşü alınarak son hali verilen Basit Makineler Başarı Testi (BMBT), son test uygulanırken öğrencilerde oluşan bilişsel yükün ölçülmesi için Mobile EEG cihazı ve Bilişsel Yük Ölçeği (BYÖ) kullanılmıştır. Veri toplama araçları detaylı olarak aşağıda verilmiştir.

Basit Makineler Başarı Testi (BMBT)

Çalışmada verileri toplanırken, araştırmacı tarafından geliştirilen Basit Makineler Başarı Testi (BMBT) kullanılmıştır. BMBT 8. Sınıf "Basit Makineler" ünitesinin kazanımları kapsamında hazırlanmış olup 25 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan bir testtir. Testteki doğru yanıtlar "1" yanlış ve boş yanıtlar ise "0" olarak puanlanmıştır. Test sorularının konu bazlı dağılımı; makaralar ile ilgili 7 soru (%28), kaldıraçlar ile ilgili 6 soru (%24), eğik düzlem ile ilgili 3 soru (%12), çıkırcık ile ilgili 3 soru (%12), dişliler, çark ve ksnak ile ilgili 1 soru (%4), basit makineler ve özellikleri ile ilgili 5 soru (%20) şeklindedir. Testteki sorular hazırlanırken öncelikle kazanımlar belirlenmiş, literatür taraması yapılmış sonrasında 50 adet çoktan seçmeli soru hazırlanmıştır. Hazırlanan test 8.sınıfta öğrenim gören 256 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulama sonucunda güvenilirlik katsayısı (Cronbach Alpha) 0.95 olarak hesaplanmıştır. Tavşancıl (2006)'ya göre bu değerin $0.90 \leq \alpha \leq 1.00$ arasında olması testin yüksek derecede güvenilir olduğunu gösterir. BMBT'deki maddelerin ayırt edicilik ve güçlük değerleri hesaplanmış ve ayırt edicilik değeri 0.30 ve altında olan sorularla güçlük değeri 0.39' un altında olan sorular ve aynı kazanımı ölçen sorulardan bazıları testten çıkarılarak teste nihai hali verilmiştir. Aynı kazanımla ilgili birden fazla soru hazırlandığı için testten soru çıkarıldığında kapsam geçerliği etkilenmemiştir. Böylece başarı testi ayırt ediciliği yüksek, orta ve kolay güçlükteki sorulardan oluşturulmuştur. BMBT sınıf dışı eğitim etkinliklerinden önce ön test ve etkinliklerden sonra son test olarak BMBT kontrol ve deney gruplarına uygulanmıştır.

Bilişsel Yük Ölçeği (BYÖ)

Araştırmada, öğrencilerde uygulamalar ve testteki soruları sonucunda oluşan bilişsel yüklenmeyi ölçebilmek için Paas ve van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilmiş olan ve Türkçe'ye uyarlaması Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından gerçekleştirilen Bilişsel Yük Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin bu yolla hesaplanan Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı .90 olarak ölçülmüştür (Kılıç ve Karadeniz, 2004). Ölçek tek maddeden oluşan 9'lu bir derecelendirme ölçeğidir. Ölçek her bir soru için oluşturulmuş ve "çok çok az", "çok az", "az", "kısmen az", "ne az ne fazla", "kısmen fazla", "fazla", "çok fazla" ve "çok çok fazla" şeklinde derecelendirilmiştir. BMBT

son test olarak uygulanırken öğrencilere 25 maddeden oluşan bir BYÖ dağıtılmıştır. BMBT'deki her bir soruyu çözerken ne kadar çaba sarfettiklerini BYÖ'de ilgili alana işaretlemeleri istenmiştir. Şekil 1'de genel hali verilen ölçek her soru için tek tek uygulanmıştır.

Emotiv Epoc+ Mobil EEG Cihazı

Bilişsel yükün objektif ölçülebilmesi için taşınabilir, elektrotları kolay ve rahat bir şekilde yerleştirilebilen, yüksek çözünürlüğe sahip, günlük hayatta kullanılabilecek formda geliştirilen 14 kanaldan oluşan EmotivEpoc+ Mobil EEG cihazı kullanılmıştır. Uygulamada kullanılan Mobil EEG cihazının görüntüsü Görsel 2'de verilmiştir.



Görsel 12 Emotiv Epoc+ Mobil EEG cihazı

Mobil EEG Cihazıyla Veri Toplama Süreci

Son testin uygulanması sırasında velisi tarafından izin verilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine mobil EEG cihazı kullanılarak bilişsel yük ölçümü yapılmıştır. Cihaz kullanımından önce okul müdürü ve müdür yardımcısıyla, uygulama yapılacak sınıfların sınıf öğretmenleriyle ve fen bilgisi öğretmeniyle görüşülerek cihaz hakkında bilgi verilmiştir. Ölçüm işlemleri esnasında diğer ortamlara nispeten daha sessiz bir alana gereksinim duyulduğu, internet bağlantısının gerektiği ve öğrencilerin sabit bir ekrana bakabilmesinin sağlanacağı bir odanın tahsis edilmesi konusunda okul müdürüyle görüşmeler sağlanmıştır. Görüşmeler neticesinde kaynaştırma öğrencilerine ek derslerin anlatıldığı bir odaya düzen kurularak çalışmanın orada yürütülmesine karar verilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilere rehberlik derslerinde mobil EEG cihazı gösterilerek çalışmanın nasıl yürütüleceği hakkında bilgi verilerek cihaz tanıtılmıştır. Cihazın bluetooth bağlantısıyla çalıştığı, bilişsel aktivite haricinde herhangi bir ölçüm yapılmayacağı, sağlık açısından hiçbir zararının olmadığı anlatılmıştır. Aynı şekilde velilere gönderilen onay formlarında çalışmanın tüm detayları açıklanmıştır.

Uygulamaya katılacak öğrenciler için belirlenen kriterler şu şekilde açıklanmıştır;

- 8. sınıf öğrencisi olmak,
- Basit makineler ünitesi kapsamındaki derslere katılmış olmak,
- Sağ elini kullanıyor olmak,
- Uygulamadan önce ilaç, alkol vb. kullanmamış olmak.
- Nörolojik, kardiyovasküler ve psikiyatrik bir problemi olmamak.

Uygulamalar

Deney Grubunda Sınıf Dışı Eğitimin Uygulanması

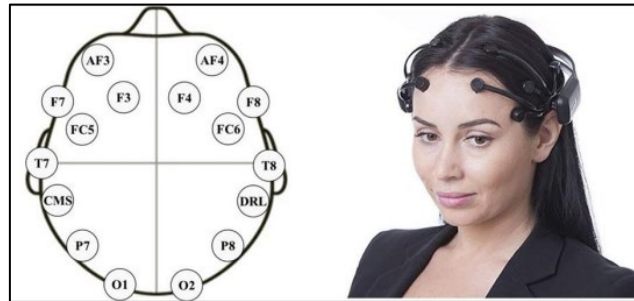
BMBT deney grubuna ön test olarak uygulandıktan sonra dersin öğretmeni tarafından sınıf dışı etkinlikler öncesinde basit makineler konusuna giriş yapılmış ve sınıf dışında derslerin nasıl yürütüleceği açıklanmıştır. Ünite boyunca dersler okul bahçesinde işlenmiştir. Deney grubundaki etkinlikler ve derslerin işlenişi ders planı şeklinde verilmiştir. Ders planları 5E öğrenme döngüsüne göre hazırlanmış olup deney grubunda yürütülen sınıf dışı etkinliklere yönelik örnek ders planı Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 Deney grubunda uygulanan örnek ders planı

2021-2022 Eğitim-Öğretim Yılı 8. Sınıf Fen Bilimleri Ders Planı	
Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	8. Sınıf
Ünite No- Ünite Adı	5.Ünite- Basit Makineler
Konu	Basit Makineler
Önerilen Ders Saati	1 ders saati (40 dakika)
Öğrenci Kazanımları	8.5.1.1.Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar.
Konu/Kavramlar	Sabit makara, hareketli makara, palanga, kaldıraç, eğik düzlem, çukruk, basit makinelerin kullanım alanları.
Açıklamalar	a. Basit makinelerden, sabit makara, hareketli makara, palanga, kaldıraç, eğik düzlem ve çukruk üzerinde durulur. b. Dişli çarklar, vida ve kasnakların da birer basit makine olduğu görsellerle belirtilir, ayrıntıya girilmez. c. Basit makinelerde işten kazanç olmadığı vurgulanır. ç. Matematiksel bağıntılara girilmez.
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler	Sınıf dışı eğitim, soru-cevap, tartışma,
Giriş	Öğrenciler okul bahçesine çıkarılır. Öğrencilere makaralar konusunda ilgili ilgi çekecek ve merak uyandıracak sorularla derse başlanır.
Keşfetme	Sabit makara, hareketli makara ve palanga düzenekleri hazırlanır ve bu düzenekler üzerinden ön bilgiler yoklanarak makaraların özelliklerine ilişkin sorular yöneltilerek öğrencilerin deneme yapmaları sağlanır.
Açıklama	Konu dersin öğretmeni tarafından düzenek üzerinden detaylarıyla anlatılır.
Derinleştirme	Öğrenciler bayrak direğinin yanına götürülür ve bilgilerin pekişmesi sağlanır. Bununla birlikte yine günlük hayattan örnekler vermeleri istenir.
Değerlendirme	Öğrencilere düzenekler üzerinden sorular sorularak ders tamamlanır. Daha sonra öğrenciler kazanım testleri ve konuyla ilgili benzeri kaynaklardan sorular çözer. Öğrencilerden makaralar konusunda ilgili bir basit makine tasarımları istenir.

Mobil EEG ve Bilişsel Yük Ölçeğinin Uygulanması

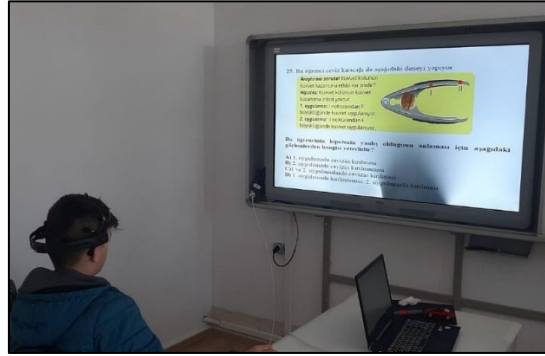
Uygulamaya katılan öğrencilerin BMBT'deki soruları çözerken oluşan bilişsel yüklerinin beyin sinyalleri verilerinin toplanması amacıyla kafalarına EEG cihazı montajı gerçekleştirilmiştir. Bu işlem yaklaşık olarak 5 ile 10 dakika arasında değişmektedir. Çalışma Emotiv firmasının ürettiği ve bluetooth bağlantısı ile uzaktan erişim sağlanabilen EPOC+ modeli ile yürütülmüştür. EPOC+EEG cihazı 14 kanaldan oluşan (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4) ve CMS/DRL (P3, P4) mastoid referans alan bir cihazdır. 128 ya da 256 Hz örnekleme frekansı alternatifleriyle kullanılabilir. Cihazın kafaya yerleştirilmesi sırasında kafa deri iletkenliğini artırmak için BioTrue solüsyon (lens suyu) kullanılmıştır. Görsel 3'te cihazın yerleşimine ilişkin bir örnek verilmiştir.



Görsel 13 EPOC+ EEG cihazı kanal yerleşimi ve montajı (<https://www.amazon.de/-/en/Emotiv-EPOC-Mobile-Channel-Headset/dp/B07SRYY8ZX> 26.01.2024).

Gerekli veli izinleri alındıktan sonra öğrenciler belli bir sıra gözetilmeden müdür izniyle dersten alınmış ve uygulamaya başlanmıştır. Aşağıda uygulamanın basamakları sırasıyla verilmiştir;

1. Öğrenciler uygulama için hazırlanmış odaya getirildi. Aç olup olmadıkları soruldu. Aç olan öğrencilere bir şeyler yedirildi.
2. Rahat bir şekilde sandalyeye oturtuldu.
3. Uygulamanın yapıldığı odada manyetik etkiye sebep olabilecek (telefon, tablet gibi) ve öğrencilerin dikkatlerini dağıtabilecek her şey ortadan kaldırıldı.
4. Ekranı uzaklıkları soruları rahat okuyabilecekleri şekilde ayarlandı.
5. Mobile EEG cihazı öğrencilerin başına yerleştirildi.
6. Cihaz başa yerleştikten sonra uygulama esnasında problemlerin keşçeleri kuruduğu için bir enjektör yardımıyla lens suyu kullanılarak ıslatılacağı öğrencilere söylendi.
7. Uygulama esnasında konuşmamaları, ağız kıpırdatma, göz kısma fazla hareket etme gibi durumların cihazdaki sinyal seviyesini etkilemesi sebebiyle çalışmayı aksatacağı konusunda bilgi verildi.
8. Ellerin altına bir buton konularak cevap vermeden önce ona basmaları söylendi.
9. Her bir öğrenciyle asıl sorulara geçmeden önce farklı bir soru yöneltilerek deneme yapıldı.
10. Öğrenciler siyah bir ekrana 10 saniye baktıktan sonra 1. soru ekrana yansıtıldı.
11. Cevap vermek isteyen öğrenci butona bastı ve kayıt durdurulduktan sonra cevabını sesli söyledi.
12. Ardından öğrencilere her bir sorunun ardından 1'den 9'a kadar değer içeren bilişsel yük ölççeği uygulanarak soruda ne kadar zorlandıklarını işaretlemeleri istenmiştir.



Görsel 14 Bir öğrencinin uygulama anındaki görüntüsü
Uygulama öncesinde yaşanan olumsuzluklar

Velilerin kendilerine gönderilen veli kabul formunu imzalamamaları sonucunda süreç planlanan tarihte tamamlanamamıştır. 2 hafta gecikmeyle yapılan ölçümler öncesinde yaşanan bir takım olumsuzluklar aşağıda verilmiştir.

1. Velilerin onay formlarını imzalama konusunda kararsız olmaları
2. Mobile EEG cihazı ile öğrencilerin beyinlerine elektrik vereceğini düşünmeleri
3. Cihazın bilişsel aktiviteyi değil öğrencilerin yalan söyleyip söylemediğini ölçeceğini düşünmeleri
4. Öğrencilerin derslerden geri kalacaklarını düşünmeleri
5. Uygulama sonrasında öğrencilerde bazı rahatsızlıklar ortaya çıkacağını düşünmeleri
6. Çalışmanın herhangi bir anlamının olmadığını düşünmeleri
7. Herhangi bir not ve puan verilmediğinden dolayı bu sürecin gereksiz olduğunu dile getirmeleri

Her bir veliyle tek tek görüşülerek, gerekirse ve istedikleri zaman okula gelip uygulamayı izleyebilecekleri söylenerek sürece kendilerinin de katılabilecekleri açıklanmıştır. Çocuklarının isterlerse çalışma tamamlanmadan çıkabilecekleri, devam etmek istemediklerinde ya da sıkıldıklarında bırakabilecekleri, sağlık açısından hiçbir olumsuz durum teşkil etmeyeceği söylenmesine rağmen çalışmaya belirlenen kriterler doğrultusunda yalnızca 20 öğrencinin katılmasına izin verilmiştir. Ölçüm sırasında 1 öğrencinin, fazla heyecanlandığını belirterek süreci sonlandırmak istemesiyle bu sayı 19'a düşmüştür. Çalışma 11 deney grubu ve 8 kontrol grubu olmak üzere 19 öğrenciyle tamamlanmıştır.

Uygulama Sırasında Yaşanılan Olumsuzluklar

Uygulama sırasında bazı teknik ve öğrencilerden kaynaklanan olumsuzluklar yaşanmıştır. Cihazın işleyişiyle ilgili bir sorun olduğunda ilgili firmayla iletişime geçilerek süreç hakkında bilgilendirme yapılarak sorun giderilmiştir.

1. Öğrencilerin aşırı heyecanlanmaları sonucunda veri sinyalinin kesilmesi
2. Zil sesiyle öğrencinin dikkatinin dağılması
3. Sorunun ortasında öğrencinin konuşmaya başlaması
4. Hareket sebebiyle cihazın kafalarından kayması
5. Sürenin uzunluğuna bağlı olarak problemlerin keçelerinin sık sık kuruması ve sinyalin kesilmesi
6. Cihazın standart bir cihaz olup her öğrencinin kafa yapısına uyum sağlayamaması sonucu sürecin uzaması
7. Cihaz hakkındaki ön yargıların öğrencileri endişeye düşürmesi
8. Soruya doğru cevap verememe korkusunun veri sinyallerine yansması
9. Sinyal seviyesinin odaklanamamaya bağlı olarak sürekli düşmesi
10. 8. sınıf oldukları için ders öğretmenlerinin öğrencilerin dersten geri kalmamaları adına uygulamaya göndermek istememeleri
11. Sık sık lise gezileri ve spor faaliyetlerine katılan öğrencilere ulaşmaktaki zorluk
12. Kız öğrenciler ve bazı saç uzun erkek öğrencilerin saç diplerine cihazın problemlerini yerleştirmekte sorun yaşanması
13. Öğrencilerin saçlarına saç kremi vb. ürünler sürmesi sebebiyle cihazın başlarından kayması

Bilişsel Yük Ölçeği Uygulaması

Son testin uygulaması sırasında deney ve kontrol grubu öğrencilerine bilişsel yük ölçeği verilerek kendilerinde oluşan bilişsel yükleri derecelendirmeleri istenmiştir. Bu doğrultuda tüm sorular için bu işlem uygulanmış ve test bitiminde verilen puanlar toplanarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

Verilerin Analizi

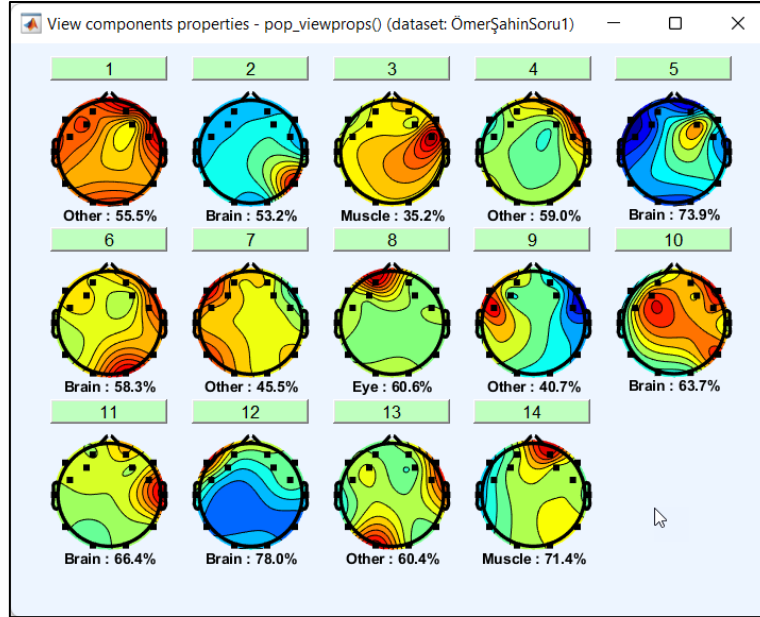
BYÖ Verilerinin Analizi

BYÖ'nün analizinde her bir öğrencinin ölçekte her bir soruya verdiği puanlar Microsoft Office Excell programına kaydedilmiştir. Daha sonra bu puanlar toplanarak toplam bir puan elde edilmiştir. Toplanan puanlar SPSS 21 paket programına aktarılmıştır. Veriler arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığına bakmak amacıyla non-parametrik testlerden biri olan Mann-Whitney U Testi yapılmıştır.

Mobile EEG Verilerinin Analizi

EEG verilerinin analizi yapılırken beynin alfa ve beta dalgaları kullanılmıştır. Mobile EEG cihazıyla elde edilen veriler Emotiv PRO yazılımı temin edilmiş ve veri girişi bu programla yapılmıştır. Öğrencilerin BMBT son test esnasında soruyu görüp cevap verene kadar geçen süre kaydedilmiştir. Bu işlem her öğrencinin her sorusu için tekrarlanmıştır. Kaydedilen veriler MATLAB programına yüklenmiştir. Program üzerinde verilerin üzerindeki artefaktlar temizlenerek filtreleme işlemi yapılmıştır. Bilişsel yük ölçümü EEG verilerinin analizinin veri toplama, ön işleme, yeniden referans verme, ICA, PSA ve istatistiksel analiz şeklinde ilerlemektedir (Kumar ve Kumar, 2015). Aşağıda bir öğrencinin 1. sorusunun analizi için yapılan işlemlerin adımları verilmiştir.

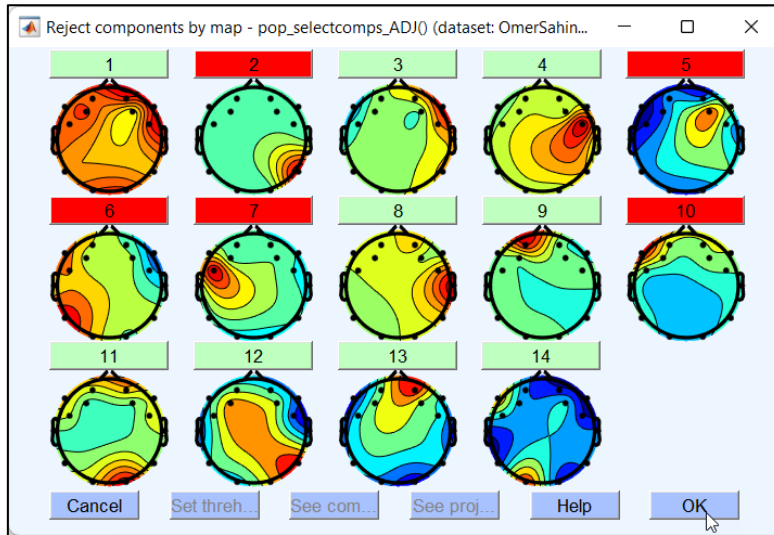
1. EEG kullanılarak veri toplandıktan sonra edf uzantılı dosyanın EEGLAB üzerine yüklenmesi.
2. Yüklenen dosya üzerinde işleme tabi tutulacak kanalların seçimi (14 kanal).
3. Seçilen kanalların lokasyon olarak adreslerinin yüklenmesi işlemi.
4. 0.5- 50 Hz band geçiren filtre uygulanarak sinyallerin 0.5 Hz altındaki ve 50 Hz üstündeki kanal gürültüsünden arındırılması
5. DCOFF işlemi uygulanarak beyin dalgaları üzerine binmiş olan DC yükten sinyalin arındırılması.
6. Bağımsız bileşen analizi (ICA-independent component analyses) işleminin gerçekleştirilmesi (Görsel 5).



Görsel 14 Bağımsız Bileşen Analizi (Independent Component Analysis)

Bu adımın amacı elektrot üzerindeki bileşenlerin oransal olarak görülmesidir. Başka bir ifadeyle beyin sinyalleri üzerinde toplanan sinyaller ve artefaktların (göz kırpması, göz bebeği hareketi, kas hareketleri terleme, kalp atışı, kanal gürültüsü vb.) (Motamedi-fakhr vd., Ieri, 2014) birbirlerinden ayrıştırılmasıdır (Pion-Tonachini vd., Ieri, 2019).

7. Bağımsız bileşenlerine ayrılmış olan sinyalin üzerindeki beyin sinyallerinin artefakt ve gürültülerden ayrışması için EEGLAB üzerinde eklenti olarak çalışan ADJUST eklentisi kullanılmıştır (Figen, 2022; Pion-Tonachini vd., Ieri, 2019; Smith vd., Ieri, 2017). Bu eklenti sonrasında hangi verilerin EEG verilerinden çıkarılacağı grafiksel olarak gösterilmektedir.



Görsel 15 İşlenmiş sinyal üzerindeki artefakt ve gürültülerin ayrıştırılması

8. EEG verilerinin bileşenlerden temizlendikten sonra öğrencide oluşan bilişsel yükün hesaplanması

Bulgular

Birbirinden bağımsız iki grubun olduğu, veri sayısının 30'dan az olduğu ve verilerin normal dağılım göstermediği durumlarda, iki bağımsız gruptan elde edilen puanların arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını görmek amacıyla non-parametrik testlerden Mann-Whitney U testi

kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2016). Deneysel uygulamalar sonra başarı testinin son test uygulaması sırasında deney ve kontrol grubu öğrencilerine BYÖ uygulanmıştır. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin bilişsel yük ölçeği test puanları Mann-Whitney U testi kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2 Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Bilişsel Yük Ölçeği Mann-Whitney U testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra ortalaması	U	z	p
Deney	26	14.54	27.000	-5.616	0.000
Kontrol	25	37.92			

Tablo 2’de verilen Mann-Whitney U testi sonuçlarına bakıldığında, z değerinin -5.616, anlamlılık değerinin (p) ise 0.000 çıktığı görülmektedir. Anlamlılık değeri ($p=0.000<0.05$) 0.05’ten küçüktür. Deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının 14.54 ve kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının 37.92 olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilişsel yük ölçeği puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuca sınıf dışı eğitim etkinliklerinin mevcut öğretime göre bilişsel yüklenmeyi azalttığı söylenebilir.

Mobile EEG cihazıyla elde edilen veriler MATLAB üzerinden işlenerek bilişsel yükler hesaplanmıştır. Hesaplanan veriler excell sayfasına girilip ortalamaları alındıktan sonra Mann-Whitney U Testine tabii tutulmuştur. Sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3 Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Mobile EEG Cihazı son test Mann-Whitney U testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra ortalaması	U	z	p
Deney	11	11.27	30	-1.156	0.248
Kontrol	8	8.25			

Tablo 3’te verilen Mann-Whitney U testi sonuçlarına bakıldığında, z değerinin -1.156, anlamlılık değerinin (p) ise 0.248 çıktığı görülmektedir. Anlamlılık değeri 05’ten büyüktür. Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında deney grubunun 11.27 ve kontrol grubunun 8.25 sıra ortalamasına sahip olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilişsel yüklenmeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Sonuç ve Öneriler

Sınıf dışında yürütülen etkinlikler sonrası başarı testi uygulanırken öğrencilere BYÖ dağıtılmış ve her soru için zorlanma seviyeleri sorularak bir dereceleme yapmaları istenmiştir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BYÖ puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu farklılığın sebebi sınıf dışı eğitimin bilişsel, duyuşsal ve devinişsel alanlara aynı anda hitap etmesi (Braund ve Reiss, 2004) olarak açıklanabilir. Sıradan ve alışlagelen sınıf düzenlerinin aksine, değişik ortamlarda derslerin yürütülmesi, öğrencilerin kendilerini keşfetmelerine yardımcı olur. Kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilmesi ve yeteneklerin ortaya çıkartılması noktasında önemli bir sistemdir (Çobanoğlu ve Cirit Gül, 2017).

Öğrenciler, etkinlikler sonrasında sınıf dışı eğitimin zihinde canlandırma yapabilmelerine ve deneyerek öğrenmelerine imkan sağladığını belirtmişlerdir. Zihinde canlandırabilmenin kolay hatırlamaya ve dolayısıyla da bilişsel yükün azalmasına yardımcı olduğu söylenebilir. Uygulamalar esnasında birden çok duyu organının işlevsel olması konuya odaklanmayı sağlamış ve konu dışı bilişsel yükün azalmasına yardımcı olmuştur. Konu dışı bilişsel yük azaldığında öğrenmeye ayrılan zaman ve çalışan bellek kapasitesi artacağından bilişsel yüklenme de azalır. Sınıf dışı eğitimde verimli bir öğretim sağlamak için, öğrencilerin derse katılmalarına, denemelerine, eğlenerek ve örneklerle anlayabilmelerine imkan sağlanmış olmasının bilişsel yükü azalttığı söylenebilir. Yine öğrenciler daha iyi konsantre oldukları için kolay öğrendiklerini belirtmişlerdir. Konsantrasyon ve konuya birden fazla duyu organı ve bakış açısıyla

katılabilmenin de bilişsel yüklenmeyi azalttığı söylenebilir. Kontrol grubunda dersler sınıf içinde ve düz anlatımla ilerlemiştir. Derslerin öğretmen anlatımıyla ilerlemesi ve öğrencilerin derse sadece dinleyerek katılmış olmaları bilişsel yüklenmelerini artırmış olabilir. Derste sıkılmaları, başka şeylerle ilgilenmeleri, konu dışı bilişsel yükü artırmış ve öğrenmeye ayrılan zamanı azaltmış olabilir.

EEG ile kaydedilen verilerin analizi yapılarak elde edilen bilişsel yük puanları incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilişsel yüklenmeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir. Öğrencilerin kendilerini rahat hissetmeleri için ortam her türlü dijital aygıttan ve insandan izole edilmiştir. Bu işlemdeki amaç beyin tepkilerinin daha net alınabilmesine kolaylık sağlamaktır.

Öğrencilerin BYÖ ve mobile EEG cihazı ölçüm sonuçlarının farklı çıkması ifadeye dayalı verilerin zihinden bağımsız hareket ettiğini göstermektedir. Kişinin kendi zihnini kontrol edememesi sebebiyle objektif testlerin subjektif testlere göre daha güvenilir sonuçlar verdiği görülmektedir. Öznel derecelendirme ölçeklerinin, bilişsel yük ölçümünde devamlı bir ölçüm sağlayamamasından dolayı bilişsel yük ölçümünde fizyolojik yöntemler ön plana çıkmaktadır (Parasuraman vd., 2008). Öğrenciler sorulara doğru cevap verememe kaygısıyla testi çözdükleri için odaklanmalarında ve dikkatlerinde eksiklik yaşandığı söylenebilir. Bu çalışma, bilişsel yük ölçümünde nesnel ölçümlerin öznel ölçümlere göre daha kesin ve doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ayrıca her iki yöntemin bir arada kullanılmasının daha net ve daha tutarlı verilere ulaşılmasına imkan sağladığı ve bilişsel yük ölçümünün yalnızca anket ve testlerde yapılmasının yetersiz olduğunu gösterir niteliktedir. Yine sonuçlar, EEG yönteminin geleneksel ölçüm yöntemlerinin bir filtresi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. EEG verilerinin analizinde verilerin her türlü artefaktan temizlenmiş olması bulguları sadeleştirilmiş ve daha sağlam ve saf veriler elde edilmesini sağlamıştır. Öğrencilerin ifade etiketleriyle beyinde oluşan bilişsel yükün aynı olmadığı görülmektedir. Bu sonuç EEG yönteminin diğer subjektif testlerin tamamlayıcısı olduğunu ve daha güvenilir sonuçlar elde etme noktasında önemli bir yer tuttuğunu göstermiştir. Benzer şekilde Bayır (2016), marka kişiliği algısını ölçtüğü çalışmada anket ve EEG metodunu kullanmış ve sonuçların birbiriyle paralellik gösterdiğini fakat birebir aynı sonucu vermediğini görmüştür.

Literatürde sınıf dışı eğitimin bilişsel yüke etkisinin incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte geleneksel yöntemden farklı olarak kullanılan yöntemlerin bilişsel yüklenmeyi azalttığına ilişkin çalışmalar mevcuttur. Kaya (2015), bilişsel yük kuramı ilkelerine göre geliştirilen teknoloji destekli rehber materyaller ile yapılan öğretimin, Sinanoğlu (2017), kavram karikatürleri ve kavramsal değişim metinlerinin, Başıoğlu (2017), bilgisayar destekli tanılayıcı dallanmış ağaç diyagramlarının, Yeşiltaş (2019), sanal gerçeklik destekli fen bilimleri yazılımının, Yılmaz (2020), animasyonların anlatılması esnasında ipucu kullanmanın, Kelepçe (2021), zihin haritası tekniğinin, Kara (2022), bilişsel yük kuramına göre hazırlanmış başarı testinin öğrencilerde oluşan bilişsel yüke etkisini incelemiş ve bilişsel yüklenmeleri aza indirerek kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Öneriler

1. Mobile EEG ile bilişsel yük ölçümüne 19 öğrenci katılmıştır. Bu sayı nöro araştırmalar için yeterlidir. Daha fazla öğrenciyle çalışılarak karşılaştırmalar yapılabilir.
2. Bu çalışmada Mobile EEG ile bilişsel yük ölçümü yapılmıştır. Aynı cihazla motivasyon ve tutum gibi duyuşsal değişkenler üzerinde de çalışılabilir.
3. Mobile EEG ile ölçüm, zaman alıcı ve zor bir işlemdir. Çalışmada hazırlanan başarı testi 25 sorudan oluşmaktadır. 8. sınıf öğrencileri için bu soru sayısı yeterlidir. Fakat daha küçük sınıflarla çalışılmak istendiğinde soru sayısının azaltılması önerilmektedir.

Kaynakça

- Abbasova, N. (2021). *Sinemada yeni bir boyut: Nörosinema ve "Molly's Game" filminin analizi* (Yayın No. 682961) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Aydemir, Ö. & Kayıkçioğlu, T. (2009). EEG tabanlı beyin bilgisayar arayüzleri. *Akademik Bilişim*, 9, 11-13.
- Başoğlu, S. (2017). *Klasik ve teknoloji destekli tanılayıcı allanmış ağaç tekniğinin öğrencilerin akademik başarılarına, kavram yanlışlarına ve bilişsel yüklerine etkisi* (Yayın No. 494991) [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Bayır, T. (2016). *Marka kişiliği algısının ölçümünde anket ve nöropazarlama yöntemlerinin karşılaştırılması* (Yayın No. 438209) [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Bercea, M. D. (2012). Anatomy of methodologies for measuring consumer behavior in neuromarketing research. In Proceedings of the Lupcon Center for Business Research (LCBR) European Marketing Conference. Munich Germany.
- Braund, M. & Reiss, M. (2004). The nature of learning science outside the classroom. In M. London: Routledge Falmer, UK, 205pp.
- Boyraz, C. (2015). *Oyun ve fiziki etkinliklere dayalı fen eğitimi: disiplinler arası öğretim uygulaması* (Yayın No. 395179) [Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, ÖE., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2016). Bilimsel araştırma yöntemleri. Pegem Akademi Yayınları, Ankara, 350s.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, ÖE., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2016). Bilimsel araştırma yöntemleri. Pegem Akademi Yayınları, Ankara, 350s.
- Carter, R., Aldridge, S., Page, M. & Parker, S. (2013). *Beyin Kitabı*. Alfa Yayınları, İstanbul, 256 pp.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F. & Mocerino, M. (2002). Constraints to the development of first year university chemistry students' mental models of chemical phenomena. *Focusing on the student*, 43-50.
- Çetin, E. (2020). *Mobil eeg tabanlı açlık ve tokluk sınıflandırılması* (Yayın No. 621432) [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çobanoğlu, E. O., & Gül, A. C. (2017). İlkokul 4. sınıf müfredatında yer alan cümlelerin öğeleri konusunun sınıf dışı (outdoor) etkinliklerle desteklenerek öğretilmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2017(9), 521-531.
- Darıcı, S. (2019). *Tüketici marka tercihinin eşik altı görsel uyaranlar ile manipülasyonu* (Yayın No. 619286) [Doktora Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Donmuş, S. (2018). *Banka reklamlarındaki ünlülere tüketici tepkilerinin EEG ile ölçülmesi* (Yayın No. 534489) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Erdoğan, B. (2009). *Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ile eş zamanlı kaydedilen elektroensefalogram üzerinde oluşan artefaktların giderilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Eyice Başev, S. (2015). *TV reklamlarının, çocukların seçme, algı / tutum, beğeni ve tavsiye etme davranışlarına etkisi: Geleneksel ve yeni araştırma yöntemlerinin karşılaştırılması* (Yayın No. 408589) [Doktora Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Figen, A.G. (2022). *Kültürel öğeler içeren reklamların, nöropazarlama ile incelenmesi ve bir karar destek sistemi geliştirilmesi* (Yayın No. 760373) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Gez, K. (2017). *Mizahi televizyon reklamlarına yönelik dikkatin incelenmesinde nörobilimsel yöntemlerin kullanımı* (Yayın No. 486277) [Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Hill, N. J., Lal, T. N., Schröder, M., Hinterberger, T., Widman, G., Elger, C. E., ... & Birbaumer, N. (2006, September). Classifying event-related desynchronization in EEG, ECoG and MEG signals. In Joint Pattern Recognition Symposium (pp. 404-413). Springer, Berlin, Heidelberg.
- İkiz, Y., D. (2021). *Otomobil imalatında artırılmış gerçeklik gözlüğü kullanımının çalışan üzerindeki bilişsel yük etkisinin araştırılması* (Yayın No. 678773) [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Jensen, E. (1998). *Teaching with the Brain in Mind*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

- Karakış, Ş. (2019). *Ürün paketlerinin algılanmasına yönelik bir nöropazarlama araştırması: Göz izleme çalışması* (Yayın No. 556533) [Doktora Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kaya, E. (2015). *Güneş sistemi ve ötesi: Uzay Bilmecesi" ünitesi için bilişsel yük kuramı ilkelerine göre geliştirilen teknoloji destekli rehber materyallerin etkililiğinin belirlenmesi* (Yayın No. 407694) [Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Keleş, O. (2021). *Fen bilimleri dersinde zihin haritası kullanımının 4. sınıf öğrencilerinin başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilişsel yüklerine etkisi* (Yayın No. 657588) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi
- Kılıç, E. ve Karadeniz, Ş. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 40, 562-579.
- Kuduz, B. (2023). *Etkileşimli kitap okuma programının işitme yetersizliği olan 6 yaş grubu çocukların dikkat ve anlama seviyelerine etkisinin mobil eeg cihazı kullanılarak ölçülmesi* (Yayın No. 786194) [Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Motamedi-fakhr, S., Moshrefi-torbati, M., Hill, M., Hill, C. M., and White, P. R. (2014). 'Signal processing techniques applied to human sleep EEG signals - a review Biomedical Signal Processing and Control Signal processing techniques applied to human sleep EEG signals – A review', *Biomedical Signal Processing and Control*, 10(June), 21–33.
- Nunez, P. L., & Srinivasan, R. (2006). *Electric fields of the brain: the neurophysics of EEG*. Oxford University Press, USA. 611pp.
- Okur-Berberoğlu, E. O. B., & Uygun, S. (2013). Sınıf dışı eğitimin dünyadaki ve Türkiye'deki gelişim durumunun örgün ve yaygın eğitim kapsamında incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 32-42.
- Oyman, T. (2019). *Televizyon reklamlarının tüketicilerde oluşturduğu davranışsal tepkilerin elektroensefalografi (EEG) aracılığı ile belirlenmesine yönelik bir araştırma* (Yayın No. 560126) [Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Öztaş, D. (2019). *Reklam filmleri ve bireysel tercihler arasındaki ilişkinin nöropazarlama yöntemleri ile ölçülmesi üzerine deneysel bir çalışma* (Yayın No. 598488) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Paas, F., Renkl, A. ve Sweller, J. (2003) Cognitive load theory and instructional design: Recent developments, *Educational Psychologist*, 38, 1-4.
- Parasuraman, R., Sheridan, T. B., Wickens, C. D. 2008. Situation Awareness, Mental Workload, and Trust in Automation: Viable, Empirically Supported Cognitive Engineering Constructs. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 2(2): 140-160. <https://doi.org/10.1518/155534308X284417>.
- Pion-Tonachini, L., Kreutz-Delgado, K., & Makeig, S. (2019). The ICLabel dataset of electroencephalographic (EEG) independent component (IC) features. *Data in brief*, 25, 104101.
- Sazgar, M., Young, M. G., Sazgar, M., & Young, M. G. (2019). EEG artifacts. *Absolute Epilepsy and EEG Rotation Review: Essentials for Trainees*, 149-162.
- Sertkaya, Ö.F. (2018). *8.sınıf fen bilimleri dersi basit makineler ünitesinde algodoo yazılımı ile desteklenen 5e modelinin öğrenci başarı ve tutumuna etkisinin incelenmesi* (Yayın No. 503643) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Sinanoğlu, K. (2017). *Kavram karikatürleri ve kavramsal değişim metinlerinin 6. sınıf öğrencilerinin bilişsel yüküne, akademik başarısına ve kalıcılığına etkisi* (Yayın No. 478404) [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Smith, Ezra E., Reznik, Samantha J., Stewart, Jennifer L., Allen, John J.B., Assessing and Conceptualizing Frontal EEG Asymmetry: An Updated Primer on Recording, Processing, Analyzing, and Interpreting Frontal Alpha Asymmetry, *International Journal of Psychophysiology* (2016), doi:10.1016/j.ijpsycho.2016.11.005
- Sweller, J., van Merriënboer, J.&Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Şahan, Y. (2016). *Turizm pazarlamasında tüketicilerin turistik satın alma kararı üzerinde etkili olan web sitesi tasarım özelliklerinin nörogörüntüleme yöntemlerinden elektroensefalografi (EEG) ve göz izleme*

- yöntemleriyle belirlenmesine dair deneysel bir çalışma (Yayın No. 431424) [Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Şahin, E. (2019). *Menü dizaynı ve restoran ambiyansının menüden yemek seçimine etkisi* (Yayın No. 535262) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Şimşek, A. İ. (2016). *Tüketicilerin otomobil markaları üzerindeki algılarının nöropazarlama açısından ölçülmesi: Elazığ ilinde yapılan deneysel bir çalışma* (Yayın No. 435077) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Takaç, N.H. (2019). *Farklı yazma aktivitelerinin kullanımının 8. sınıf basit makineler konusunda öğrenci başarı ve tutumuna etkisinin belirlenmesi* (Yayın No. 577934) [Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Takır, A. (2011). *Bilişsel yük kuramı ilkelerine göre geliştirilmiş bir öğretimin 7. sınıf öğrencilerin cebir başarısına ve bilişsel yüklerine etkisi* (Yayın No. 300705) [Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tunç, F. (2018). *Reklamlarda kullanılan görsellerin farkındalık yaratma etkisinin nöropazarlama açısından incelenmesi* (Yayın No. 488561) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Uçar, Ö. (2013). *Ankara ili üniversite öğrencileri koku profilinin belirlenmesi* (Yayın No. 356670) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Ulusoy, G. (2018). *Gıda perakendeciliği sektöründe tüketicilerin yeniden satın alma kararları üzerinde mağaza atmosferi unsurlarının etki düzeyi farklılıklarının belirlenmesi: EEG ve göz izleme yöntemlerine dayalı deneysel bir araştırma* (Yayın No. 506661) [Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Ural, G. (2019). *Nöroelektriksel beyin görüntüleme teknikleri kullanılarak tüketicilerin bilinç dışı tepkilerinin ve elektrofizyolojik aktivitelerinin değerlendirilmesi* (Yayın No. 578532) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Vijayalakshmi, K., Sridhar, S., & Khanwani, P. (2010, May). Estimation of effects of alpha music on EEG components by time and frequency domain analysis. In International Conference on Computer and Communication Engineering (ICCCCE'10) (pp. 1-5). IEEE.
- Yeşiltaş, H.M. (2019). *Animasyon ve sanal gerçekliğe dayalı rehber materyallerin bazı öğrenme ürünlerine etkisi: Dolaşım sistemi örneği* (Yayın No. 616983) [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, A. (2019). *TV reklamlarına yönelik nörofizyolojik tepkiler üzerine bir araştırma* (Yayın No. 567731) [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yorgancılar, F. N. (2014). *Tüketici davranışı nörolojisi: Nöroekonomi-EEG yöntemi ile nöromarketing uygulaması* (Yayın No. 377793) [Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yücel, A., & Çubuk, F. (2014). Bir nöropazarlama araştırmasının deneysel yolculuğu ve araştırmanın ilk ipuçları. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 133-149.
- <https://www.amazon.de/-/en/Emotiv-EPOC-Mobile-Channel-Headset/dp/B07SRYY8ZX> 26.01.2024

Extended Abstract

Introduction

It is an undeniable fact that science is encountered in different environments as well as in the classroom. It is possible to say that we encounter science when learning about the growing conditions of a bean or how ships sail through water without sinking. Therefore, it is impossible to fit science into one classroom. Out-of-class education is all activities planned to be held outside the classroom environment to enrich the curriculum. In out-of-class education, where the five sense organs are actively used, all senses are used during education (Okur Berberoğlu & Uygun, 2013). Giving the subjects in an unplanned and complex manner, without concretization, also affects the students' cognitive load. Cognitive load is a concept that expresses the extent to which the student has difficulty in processing and storing information and the load on his/her cognitive structure. In other words, the human brain's working memory is a multidimensional structure that includes the elements of actual, extraneous, and effective load and can be controlled by most teaching methods and techniques (Sweller et al., 1998). The applied activities and teaching materials are important in terms of cognitive load. All materials cause cognitive load (Kaya, 2015). Physiological techniques are used to measure the cognitive load on the student. EEG is one of these techniques. EEG, which records the brain's electrical activity with the help of electrodes placed around the head, has been preferred in the past (Kuduz, 2023). EEG records brain waves and decision mechanisms by measuring states such as memory, cognitive load,

identification, interest, emotional state, and excitement (Ural, 2019). This study focused on the brain's frontal lobe (Carter et al., 2013). The frontal lobe is associated with reasoning, motor skills, cognitive processes, decision-making, concentration, and expression language (Çetin, 2020). Creativity includes actions with a specific purpose, such as problem-solving and planning (Jensen, 1998). It is a widely used brain imaging technique due to its cheap and portable form, low cost, and absence of risks and side effects (Baydemir, 2020). In studies, it is seen that cognitive load is measured mostly with subjective tests. Based on these data, the study aims to examine the effect of out-of-class education on cognitive load and to compare the results of objective and subjective tests in cognitive load measurement. The fact that no study in which the two methods are used together has been found in the literature shows that this study will be important in terms of contributing to the literature.

Pattern of the Research

This study used a quasi-experimental design with the post-test control group, one of the quantitative research methods. In the experimental group, lessons were carried out in the school garden with out-of-class educational activities, and in the control group, lessons were carried out in the classroom within the scope of the existing program. The applications lasted 8 weeks.

Working group

The study group of this research, which examines the effect of out-of-class educational activities on the cognitive load of 8th-grade students, consists of 51 8th-grade students studying at a public school in Giresun city center in the 2021-2022 academic year. Parental permission was obtained because an EEG device would be used to measure cognitive load. Since some parents did not permit to participate in the application, 19 students, 11 in the experimental group and 8 in the control group, participated in the application.

Data Collection Tools

In order to collect data in the study, BMBT, which was developed by the researcher and whose validity and reliability were ensured and supported by expert opinions, was used. EEG device and Cognitive Load Scale were used to measure the cognitive load on the students during the post-test.

Analysis of Data

In the analysis of BYÖ, the scores given by each student to each question on the scale were transferred to the SPSS 21 package program, and the Mann-Whitney U Test, one of the non-parametric tests, was performed. Emotiv PRO software was provided for the data obtained with the EEG device, and data entry was made with this program. The time until the students saw and answered the question during the BMBT post-test was recorded. The recorded data were loaded into the MATLAB program. The filtering process was performed by cleaning the artifacts on the data in the program. Cognitive load measurement includes data collection, pre-processing, re-referencing, ICA, PSA and statistical analysis of EEG data analysis (Kumar & Kumar, 2015).

Results

After the experimental applications, ADS was applied to the experimental and control group students during the post-test application of the achievement test. BYÖ test scores of the experimental and control group students were evaluated using the Mann-Whitney U test. A statistically significant difference was found between the cognitive load scale scores of the experimental and control group students in favor of the experimental group ($p < 0.05$). According to this result, it can be said that out-of-class educational activities reduce cognitive load compared to current teaching. Cognitive loads were calculated by processing the data obtained with EEG into MATLAB. After the calculated data were entered into Excel and their averages were taken, they were subjected to the Mann-Whitney U Test. No statistically significant difference was found between the cognitive load of the experimental and control group students ($p > 0.05$).

Conclusions

When the findings were evaluated, a significant difference was found between the ADS scores of the experimental and control group students in favor of the experimental group. This difference can be explained as outdoor education simultaneously addresses cognitive, affective, and psychomotor domains (Braund & Reiss, 2004). Unlike ordinary classroom settings, conducting lessons in different environments helps students discover themselves. Functionalizing multiple sensory organs during the applications enabled a focus on the subject and helped reduce extraneous cognitive load. In order to provide efficient teaching in out-of-class education, it can be said that allowing students to participate in the lesson, try it out, have fun, and understand it with examples reduces the cognitive load. Again, students stated that they learned easily because they concentrated better. It can be said that concentration and being able to participate in the subject from more than one sense organ and perspective reduces cognitive load. In the control group, the lessons proceeded in the classroom and with direct instruction. The fact that the lessons proceeded with the teacher's explanation and the students participated in the lesson only by listening may have increased their cognitive load. Being bored in class and being interested in other things may have increased off-topic cognitive load and reduced the time devoted to learning. When the cognitive load scores obtained by analyzing the data recorded with EEG are examined, it is seen that there is no statistically significant difference between the cognitive loads of the experimental and control group students. The fact that the students' EEG and EEG

measurement results differ shows that expression-based data acts independently of the mind. It is seen that objective tests give more reliable results than subjective tests because the person cannot control his mind. Since subjective rating scales cannot continuously measure cognitive load, physiological methods come to the fore in measuring cognitive load (Parasuraman et al., 2008). This study showed that objective measurements provide more precise and accurate results than subjective measurements in measuring cognitive load. In addition, it shows that using both methods together allows clearer and more consistent data to be obtained and that measuring cognitive load only in surveys and tests is insufficient. Again, the results show that the EEG method can be considered as a filter of traditional measurement methods. It is seen that students' expression ethics and the cognitive load on their brains are not the same. This result showed that the EEG method complements other subjective tests and has an important place in obtaining more reliable results. Similarly, Bayır (2016) used the survey and EEG method in his study measuring brand personality perception and found that the results were parallel to each other but did not give the same result.