

## Çoklu Gösterimlerle Desteklenmiş Öğretimin Üniversite Öğrencilerinin Bazı Duyuşsal Değişkenleri Üzerine Etkisi\*

### The Effect of Instruction Supported by Multiple Representations on Some Affective Variables of University Students

Nalan Uslu<sup>1</sup>, Aysel Kocakulah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sorumlu Yazar, Doktora Öğrencisi, Balıkesir Üniversitesi, [nalannef.uslu\\_hotmail.com](mailto:nalannef.uslu_hotmail.com), (<https://orcid.org/0000-0002-8617-548X>)

<sup>2</sup>Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, [ayselko@balikesir.edu.tr](mailto:ayselko@balikesir.edu.tr), (<https://orcid.org/0000-0002-3472-4707>)

**Geliş Tarihi:** 14.02.2024

**Kabul Tarihi:** 26.04.2024

#### ÖZ

Fen öğretiminde; kavramları ezberlemeden problem çözme ve düşünme becerisini geliştirip araştıran, sorgulayan, birer birey olması amaçlanmaktadır. Bunun için değişik metot ve teknikler kullanılmaktadır. Ayrıca öğretimde istenilen bireye ulaşmada ve istenmeyen durumları önleme açısından çoklu gösterimlerle karşılaşmaktadır. Birçok türü olan çoklu gösterimlerin, öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve öğretimde birer materyal olarak kabul edildiği için önem göstermektedir. Dolayısıyla bu çalışmada; çoklu gösterimler kullanılarak sorgulama temelli öğretimin üniversite öğrencilerinin tutum, motivasyon ve üstbilgi becerilerine olan etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışma, öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen olup örnekleme ise fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören 49 öğretmen adayından oluşmaktadır. Deney grubunda öğretim çoklu gösterimler içeren sorgulama yaklaşımı uygulanırken kontrol grubunda ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Tüm gruplarda dokuz ders saatlik manyetizma ünitesi işlenmiştir. Öğrencilere ölçekler hem öğretim öncesi hem de öğretim sonrası uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 22’de analiz sonucunda tutum, motivasyon ve üstbilginin arttığı aynı zamanda da varılan sonuçların deney grubunda anlamlı fark tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çoklu gösterimler, duyuşsal değişkenler, sorgulamaya dayalı öğretim.

#### ABSTRACT

In science teaching; it is aimed to develop problem solving and thinking skills without memorizing concepts and to be individuals who research and question. Different methods and techniques are used for this purpose. In addition, multiple representations are encountered in terms of reaching the desired

\*Bu makale, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda yapılan Nalan Uslu’nun “Çoklu Gösterimlerle Desteklenmiş Sorgulamaya Dayalı Öğretimin Üniversite Öğrencilerinin Manyetizma Kavramlarını Anlamalarına ve Bazı Duyuşsal Özelliklerine Etkisi” isimli doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

individual and preventing unwanted situations in teaching. Multiple representations, which have many types, are important because they facilitate learning and are accepted as a material in teaching. Therefore, this study aimed to examine the effect of inquiry-based instruction using multiple representations on

university students' attitudes, motivation and metacognitive skills. The study was a quasi-experimental design with pretest-posttest control group and the sample consisted of 49 pre-service teachers studying in the first year of science teaching. In the experimental group, inquiry approach with multiple demonstrations was applied while traditional teaching was applied in the control group. In all groups, the magnetism unit was taught for nine lesson hours. The scales were applied to the students both before and after the instruction. The data obtained were analyzed in SPSS 22. As a result of the analysis, it was seen that attitude, motivation and metacognition increased and at the same time there was a significant difference in favor of the experimental group.

**Keywords:** Multiple representations, affective variables, inquiry-based teaching.

## GİRİŞ

Fen öğretiminin en temel amaçlarından birisi öğrencilerin fen kavramlarını ezberletmeden, problem çözebilme ve düşünebilme becerilerini geliştirip bu yeteneklerini öne çıkartarak, sorgulayan, analiz edebilen, sentezleyen ve araştırabilen birey profiline ulaşmaktır (Lind, 2005). İstenilen bu duruma ulaşmanın çözüm yollarından biri de öğretim sürecinde farklı metotlardan yararlanmaktır. Son zamanlarda değişen teknolojiyle birlikte farklı öğrenme ve öğretme durumlarını (eğitici oyun, animasyon, simülasyon, gerçek laboratuvar, model, video) içermektedir. Bu süreç esnasında bahsedilen durumların birlikte uygulamasına imkan veren, hedeflenen bireye erişebilmek için karşımıza çoklu gösterimler (multiple representations) çıkmaktadır. Richard Lesh (1987); “Lesh Multiple Reprerentations Translations Model” (LMRTM) şeklinde çoklu gösterim yaklaşımını alan yazına kazandırmıştır. Çoklu gösterim alan yazında benzer tanımlarla açıklanmıştır. En genel tanımıyla çoklu gösterimler; bir süreç veya konunun en az iki gösterim içermesi şartıyla sunulup ifade edilmesidir (Ainsworth, 2006). Çoklu gösterim Goldin ve Shteingold (2001)’a göre bir bilgiyi en az iki farklı matematiksel biçimde vermektir. Öğrenmeyi kolaylaştıran bunun sonucunda birliktelik oluşturan matematisel ifadeler (Lemke, 1998), semboller, formüller, günlük yaşam, şekiller ve sözlü biçimlerin ilişkili olduğu materyaller birer çoklu gösterimdir (Çelik ve Sağlam Arslan, 2012). Dolayısıyla çoklu gösterimler öğrencilerin konuya veya bir kavrama matematiksel olarak bağlantı kurmalarını, ele alınan durumun tamamını görmelerini böylece bir problemin çözümünde birden fazla yolun olduğunu fark etmelerini sağlar (Cleaves, 2008). Gösterimlerin; resimler, semboller (Eroğlu & Tanışlı, 2021; Dündar & Yılmaz, 2015), modeller (Fatmaryanti & Kurniawan, 2018), şekiller (Fatmaryanti & Nugraha, 2019; Kohl, Rosengrant & Finkelstein, 2007), grafikler (Fatmaryanti, 2017; Cock, 2012; Dufresne, Gerace, & Leonard, 1997), tablolar (Kurnaz, Ezberci & Bayri, 2016; Tataroğlu Taşdan & Çelik, 2015) gerçek yaşam (Akarsu Yakar & Yılmaz, 2017; Alkhateeb, 2019; İncikabı & Biber 2017; Uslima, Ertikanto & Rosidin, 2018) gibi birçok türü vardır. Wu ve Puntambekar (2012); çoklu gösterimleri kendi içerisinde dört gruba ayırmıştır. Bu gösterimler; sözel-metinsel, sembolik-matematiksel, görsel-grafik ve hareketli-işlemsel şeklindedir. Tsui (2003)’de çoklu gösterimleri Tablo 1’deki gibi sınıflandırmıştır.

**Tablo 1**

*Çoklu Gösterimlerin Sınıflandırılması*

Gösterim adı	Gösterim türleri	
Sözel-Metinsel	➤ Sözlü ifade	➤ Analoji
	➤ Okuma parçası	➤ Sözlü ve yazılı soru
	➤ Yazma çalışması	➤ Projeksiyon metinleri
Matematiksel	➤ Matematiksel eşitlik	➤ Sembol
Görsel- Grafiksel	➤ Grafik	➤ Süreç -Yapı Diyagramı
	➤ Resim	➤ Simülasyon-Animasyon
	➤ Simge	➤ Tablo
Eylemsel-İşlemsel	➤ Fiziksel model	➤ Deneyler

Öğretimde kullanılan gösterimler denilince ilk akla gelen yazılı metinler ve bu metinleri açıklamak için başvuru resim ve görsel kısımlarıdır. Birçok öğrenme materyali çoklu gösterimleri içerisinde barındırmaktadır. Örneğin, ders kitaplarında yer alan metinleri açıklamak amacıyla kullanılırken, örneklemek için de resimler/görseller kullanılabilir diğer taraftan modern eğitimle birlikte bilgisayar tabanlı öğrenme ortamları artmış, video, animasyon, simülasyon, grafik, tablo gibi farklı temsil çeşitlerinden yararlanma imkânı doğurabilir (Ercan, 2014).

### 1.1 Çalışmanın Önemi ve Amacı

Fizik en genel şekliyle varlığı esas alan, deneysel gözlem ve ölçümlerle evrendeki olan durumları yorumlayan bir bilim dalı (Serway & Beichner, 2000) olduğu için çoklu gösterimlerle birlikte sorgulamanın yapılması son derece önemlidir. Alanyazında fizik dersine yönelik çoklu gösterimlerin pek fazla olmadığı, ayrıca var olan çalışmaların da duyuşsal değişkenler açısından ele alındığı görülmektedir. Örneğin; Kurnaz, Ezberci Çevik ve Bayri (2016) orta öğretimin tüm kademelerindeki fen ve teknoloji kitaplarında yer alan gösterim türleri ve bu türlerin birbiriyle ilişkisinin nasıl olduğunu araştırmayı amaçlamışlardır. Ataman Mortaş (2011), maddenin tanecikli yapısını ve çoklu gösterim öğretimiyle bilimde modellerin rolünü incelemek amacıyla 75'i deney (çoklu gösterim temelli öğretim) 34'ü kontrol (geleneksel öğretim) grubu olmak üzere toplamda 109 öğrenciden oluşan bir araştırma yapmıştır. Rosengrant, Etkina ve Heuvelen (2007) çalışmalarında çoklu gösterimlerin kullanım ile öğrenci başarısı arasında bir ilişkinin olup olmadığını araştırmışlardır. Widiastari ile Redhana (2021) ise çalışmalarında deney grubunda çoklu gösterimlere dayalı kimya ders kitaplarının kullanıldığı öğretim yaparken, geleneksel kimya ders kitaplarına dayalı öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin arasındaki başarıyı karşılaştırmışlardır.

Alan yazında da yer aldığı üzere öğretim sürecinde çoklu gösterimlerin kullanılmasının sebepleri oldukça fazladır. Farklı gösterimler; farklı şekilde anlayan, kavrayan ve öğrenen öğrenciler için yeni öğrenme fırsatları sunabilir ayrıca tutumlarını, motivasyonlarını ve üstbilgi stratejilerini de etkileyip değiştirebilir. Tutum genel ifadeyle; bireyin davranışlarının doğrultusunda gözlenebilen, geçici olmayan, uzun süreli olarak gerçekleşen, tutarlı ve değişime de dirençli oluşumlardır (Gökgül, 2013; Tanır, 2014). Tutum tüm derslerde olduğu gibi fizik dersinde de önemli bir etkidir. Çünkü öğrencilerin fizik dersine karşı olumlu bir etki olması için ve öğretmenlerinde sınıf ortamında başarıyı sağlayabilmesi için tutumların pozitif yönde olması gerekmektedir (Pehlivan, 2019). Benzer şekilde bireylerin öğrenmesi, dikkatini yönlendirmesi, davranış için gerekli olan bilgiyi edinmesi ve bunu sergilemesini sağlayan diğer bir etken de motivasyondur (Bandura, 1997; Pintrich & Schunk, 2002). Motivasyon genel anlamda; belirli bir göreve girişme veya bir işi tamamlama isteğidir (Garris, Ahlers & Driskell, 2002). Eğer bir öğrenci fiziğe karşı olumsuz tutum içerisine girerse sonucunda da derse yönelik motivasyonlarını kaybeder ve fiziği sevmemeye başlar (Guido, 2018; Tanrıverdi & Demirbaş, 2012). Bu nedenle de öğrencilerin fizik dersine karşı motivasyonlarını sağlayacak birtakım yollar bulmak gerekir (Hadzigeorgiou & Schulz, 2017). Ayrıca öğrencilerin tüm bu süreçte kendi bilişsel yapılarının farkında olması da gerekmektedir. Bu durumda da karşımıza üstbilgi kavramı çıkmaktadır. Üstbilgi John Flavell (1979) tarafından; kişinin düşünme süreçlerinin farkında olması, bu bilginin bilişsel süreçlerini denetlemesi, değerlendirmesi ve izlemesi (Shimamura, 2000) şeklinde tanımlanmıştır. Dolayısıyla çoklu gösterimlerle desteklenen araştırma sorgulama yaklaşım temelli fizik dersi öğretiminin; öğrencilerin, konu içerisinde yer alan kavramların anlaşılması ve öğrenmesi aynı zamanda belirtilen duyuşsal değişkenlerinin (tutum, motivasyon ve üstbilgi) olumlu şekilde değişmesi açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Çünkü derslerde yapılan uygulama çalışmalarının (deneyler vb.) öğrenmeyi

kolaylaştırdığı, derse karşı olan ilgi ve motivasyonu olumlu yönde geliştirdiği bilinmektedir (Palmer, 2009). Dolayısıyla da tutum ve üstbilişte de olumlu değişimlerin olacağı düşünülmektedir. Eğitim öğretimde fazlaca yer alan sorgulamaya dayalı yöntemle birlikte çoklu gösterimlerin derslerde kullanarak öğrencilerin öğrenme durumlarında ve tutum, motivasyon ve üstbilgi gibi duyuşsal özelliklerde ne gibi değişikliklerin olduğunu tespit edilmelidir. Bütün bahsedilen bu durumlar göz önünde bulundurularak çalışmada; çoklu gösterimler ile desteklenen sorgulamaya dayalı öğretimin öğretmen adaylarının *fizik öğrenmeye yönelik bazı duyuşsal değişkenlerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır*.

Tüm hedeflenen durumlar için aşağıda belirtilen araştırma sorularına yanıt aranmıştır. Bunlar sırasıyla;

- ✓ Deney ve kontrol gruplarının tutum ölçeğinden aldıkları ön test–son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- ✓ Deney ve kontrol gruplarının motivasyon ölçeğinden aldıkları ön test–son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- ✓ Deney ve kontrol gruplarının üstbilgi ölçeğinden aldıkları ön test–son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? şeklindedir.

## YÖNTEM

### 2.1 Araştırmanın Deseni

Çoklu gösterimler ile desteklenmiş sorgulama temelli manyetizma öğretimin öğretmen adaylarının fiziğe yönelik tutum, motivasyon ve üstbilişe olan etkisi incelendiğinden ön test-son test kontrol grubu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada gerçekleştirilen deneysel işlemlerde deney grubuna etkisi araştırılan yöntem çoklu gösterimlerle desteklenmiş araştırma sorgulama temelli fizik öğretimidir. Bu yöntemin etkililiğini tespiti için kontrol grubuna da geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır.

### 2.2 Araştırma Grubu

Araştırma grubu Marmara bölgesindeki bir eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği bölümü birinci sınıfında 2021-2022 eğitim öğretim yılı bahar döneminde öğrenim gören 49 öğretmen adayından meydana gelmektedir. Adaylar 2021-2022 güz dönemi dönem sonu Fizik I dersi notlarına göre deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Bu süreçte öğrencilerin denkleğini belirlemek için Fizik I dersi güz dönemi yılsonu ortalama puanları incelenmiştir. Grupların Fizik I dersi notlarının karşılaştırılması ilişkisiz örneklem t-testi kullanılarak yapılmış ve bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2**

*Grupların Fizik I Ders Notlarına Ait t-Testi Sonuçları*

Puan	Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Fizik I Dersi Yılsonu Ortalama Puanları	Deney	26	50.29	12.94	47	.271	.325*
	Kontrol	23	49.39	9.96			

Tablo 2’ye göre grupların Fizik I ders notlarına ait ortalama puanları anlamlı fark göstermemiştir [ $t=.271$ ,  $p>.05$ ]. Bu sonuca göre grupların Fizik I dersi başarı düzeylerinin benzerlik gösterdiği ve denk gruplar olduğu söylenebilir.

## 2.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın konusu için uygun olabilecek ölçekler geniş bir alan yazın taraması sonucunda tespit edilmiştir. Bu doğrultuda aşağıda verilen araştırmacıların ölçekleri kendilerinden de gerekli izinler alınarak kullanılmıştır. Ayrıca bu araştırma Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan 28.02.2023 tarihli 2023/1 no'lu toplantıda alınan karar onayı ile yürütülmüştür.

### 2.3.1 Fizik Tutum Ölçeği

Araştırmada Aydın Gürler ve Baykara (2020)'nin geliştirmiş oldukları toplamda 460 lise öğrencisine uygulanan "Fizik Dersi Tutum Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek beşli likert tipinde olup toplam 21 maddeden oluşmaktadır. Ölçek; *motivasyon, fizikle ilgili kaygı, fizik derslerine ilgi, kendi kendine yeterlilik, öğrenci ilgisi* ve *matematiksel işlemlerle ilgili kaygı* olmak üzere altı faktörden oluşmaktadır. Güvenirlik katsayısı sırasıyla motivasyon 0.85, fizikle ilgili kaygı 0.86, fizik derslerine ilgi 0.82, kendi kendine yeterlilik 0.82, öğrenci ilgisi 0.84 ve matematiksel işlemlerle ilgili kaygı 0.71 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin KMO değeri ise 0.82'dir. Ayrıca çalışmanın pilot aşamasında iki farklı üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören toplamda 144 öğrenciye ölçek uygulanmış ve güvenirlik katsayısı 0.93 olarak hesaplanmıştır.

### 2.3.2 Fizik Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği

Araştırmada İnce, Çağap ve Deneri (2020)'in geliştirdiği "Fizik Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçek beşli likert tipinde olup toplam 22 maddeden oluşmaktadır. Ölçek; *özyeterlik, takdir-ödül* ve *fizik öğrenme değeri* olmak üzere üç faktörden oluşmaktadır. Bu faktörlerin güvenirlik katsayıları sırasıyla; özyeterlik 0.90, takdir-ödül 0.83, fizik öğrenme değeri 0.80 ve toplamda da 0.91 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin KMO değeri 0.97'tir. Bu değer faktör analizine uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda bu çalışma için yapılan pilot aşamasında iki farklı üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği ikinci sınıftaki toplamda 133 öğrencinin ölçek güvenirlik katsayısı 0.88 çıkmıştır.

### 2.3.3 Üstbilis Düşünme Becerileri Ölçeği

Tuncer ve Kaysi (2013)'nin geliştirmiş oldukları "Üstbilis Düşünme Becerileri Ölçeği" ile veriler toplanmıştır. Ölçeğin Cronbach's Alpha katsayısı 0.88, toplam varyans 56.58'i açıklanmaktadır. Ölçek dört faktörlü (*problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisi boyutu, düşünme becerisi boyutu, alternatif değerlendirme becerisi boyutu* ve *karar verme becerisi boyutu*) ve 18 maddeli bir yapıda olup, beşli likert tipindedir. Ölçeğin pilot uygulamasında iki farklı üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği ikinci sınıftaki toplamda 129 öğrencinin ölçek güvenirlik katsayısı 0.92 çıkmıştır.

## 2.4 Verilerin Analizi

Araştırmada yer alan tutum, motivasyon ve üstbilis ölçekleri beşli likert tipindedir. Ölçekteki cevaplar öğrencilerin seçtikleri seçeneklere göre uygun biçimde puanlanarak istatistik paket programına girilmiştir. *Kesinlikle katılıyorum seçeneği "5", katılıyorum seçeneği "4", kararsızım seçeneği "3", katılmıyorum seçeneği "2" ve kesinlikle katılmıyorum seçeneği "1"* puan olarak, olumsuz maddeler içinse tam tersi olacak şekilde puanlama yapılarak SPSS 22 paket programında kodlanmıştır. Öncelikle ölçekten alınan toplam puanların dağılımlarının normal olup olmadıklarına bakılmak için grup büyüklükleri 50'den küçük olduğundan Shapiro-Willks testi uygulanmıştır. Tüm ölçümlere ilişkin elde edilen normallik testi sonuçları sırasıyla tutum, motivasyon ve üstbilis ölçekleri için Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3***Ölçeklerin Normallik Analizi*

Ölçekler	Grup	Ölçüm	N	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk(p)	$\bar{X}$
<i>Tutum</i>	Deney	Ön	22	0.219	-0.116	0.808	66.45
		Son	22	-0.034	-1.498	0.351	71.14
	Kontrol	Ön	22	-0.314	-0.618	0.157	72.55
		Son	22	0.727	-0.559	0.346	74.68
<i>Motivasyon</i>	Deney	Ön	24	-0.014	-0.750	0.970	77.25
		Son	24	-0.246	-0.730	0.959	97.37
	Kontrol	Ön	23	0.004	-0.342	0.966	78.13
		Son	23	0.168	-1.298	0.937	82.86
<i>Üstbiliş</i>	Deney	Ön	24	-0.655	-0.908	0.891	63.50
		Son	24	1,166	1.435	0.906	80.79
	Kontrol	Ön	23	.348	-0.837	0.955	64.75
		Son	23	0.382	-0.087	0.926	68.20

Normallik analizleri sonucunda Shapiro-Wilk testlerindeki anlamlılık değeri 0.05'ten büyükse dağılımın normal olduğunu, 0.05'ten küçükse dağılımın normal olmadığını göstermektedir (Kilmen, 2015). Tablo 3'e bakıldığında deney -kontrol grubunun ön test ve son test verilerinin (p) değeri 0.05'ten büyük olduğu için her bir ölçeğin dağılımının normal olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırmadaki deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin tutum, motivasyon ve üstbiliş ölçeklerinden aldıkları öntest puanları arasında istatistiksel anlamda fark gösterip göstermediği t testi kullanılarak analizi gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 4***Ölçeklerin Ön Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Sonuçlar*

Ölçekler	Grup	Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	t	p
<i>Tutum</i>	Deney	Ön test	22	66.45	10.29	-1.921	.907*
	Kontrol		22	72.55	10.73		
<i>Motivasyon</i>	Deney		24	77.25	12.22	0.635	.067*
	Kontrol		23	78.13	5.55		
<i>Üstbiliş</i>	Deney	24	63.50	9.84	0.498	.163*	
	Kontrol	23	64.75	7.36			

p>0.05\*

Tablo 4'te bakıldığında deney ve kontrol grubunun; tutum, motivasyon ve üstbiliş ölçeği öntest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır (p>0.05). Bu bulgudan yola çıkarak grupların uygulama öncesindeki tutum, motivasyon ve üstbiliş değişkenleri açısından birbirine benzer olduğu söylenebilir.

Araştırmanın problemi için deney ve kontrol grubunun tutum, motivasyon ve üstbiliş ölçeklerinden almış oldukları ön test ile son test puanlarının normal dağılım gösterdiğinden aynı zamanda ölçeklerinden aldıkları öntest puanları arasında da istatistiksel anlamda fark olmadığından tekrarlı ölçümler için iki faktörlü ANOVA uygulanmıştır.

## 2.5 Öğretim sürecinde yapılan işlemler

Öğretim başlamadan önce fizik tutum ölçeği, fizik öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği ve üstbilgi düşünme becerileri ölçeği birinci sınıf fen bilgisi öğretmenliği adaylarına ön test olarak uygulanmıştır. Ardından öğrencilerin de bilgileri dahilinde yapılacak uygulama için istekli olmaları da göz önüne alınarak deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Araştırma sürecinde; deney grubu ve kontrol grubuyla aynı konular aynı zaman dilimlerinde işlenmiş, aynı zaman dilimlerinde bitmiştir. Tüm ünitelerin öğretimi toplam beş hafta ve dokuz blok ders saati sürmüştür. Bir ders saati 90 dakikadır. Tüm dersler aynı zamanda bu çalışmanın ikinci yazarı da olan dersin öğretim elemanı tarafından yürütülmüştür. Çalışmada öğretimi yapılacak olan manyetik alan, manyetik alan kaynakları ve Faraday Yasası ünitelerinin ders planları araştırmacılar tarafından hazırlanmış olup, öğretim öncesinde alanında uzman iki öğretim elemanının görüşleri de alınarak son şekilleri verilmiştir. Derslerin öğretiminin sonunda da tüm ölçekler tekrar son test olarak uygulanmıştır.

Deney grubundaki öğretim sürecinde dersler çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama temelli yaklaşıma göre hazırlanan ders planlarına göre işlenmiştir. Deney grubunda sırasıyla şu işlem basamakları yapılmıştır.

1. Manyetizma ünitesine geçilmeden önce elektrik ünitesinin son dersinde öğretmen adaylarına ilerideki görülecek dersin işlenişi, öğrencilerin ve öğretim elemanın rolüne dair bilgiler sınıfla paylaşılmıştır.

2. Öncelikle tüm öğrencilere sınıfın iki gruba ayrılacağı, diğer grupta (deney) yer alan öğrencilerin de kendi aralarında gruplar oluşturacağı ve birlikte çalışarak daha fazla aktif rol oynayacakları bilgisi verilmiştir.

3. Öğrenciler toplamda altı gruba, grup sayısı kendi içerisinde de dörderli veya beşerli olarak ayrılmışlardır. Gruplar A, B, C, D, E ve F şeklinde isimlendirilmiştir.

4. Yapılacak çalışmanın öneminden bahsedilmiş devamsızlık yapmamaları özellikle vurgulanarak derse karşı motivasyonun artması sağlanmaya çalışılmıştır.

5. Dersler (deney grubu için) laboratuvarda işlenmiştir. Laboratuvarda ders için gerekli olan malzemeler, internet bağlantısı olan bir bilgisayar, projeksiyon gibi tüm araç gereçler bulunmaktadır.

6. Derste yapılacak olan deney, gözlem vb. çalışmalarını için gerekli olan malzemeler ve düzenekler önceden hazırlanmıştır. Her derste önceden hazırlanmış olan etkinlik kağıtları gruplara dağıtılmıştır.

7. Öğretim sırasında dersin içeriğine uygun bir biçimde animasyon, simülasyon, video, metin, grafik, şekil, sembol, gerçek yaşam, model, deney (sanal ve gerçek), tablo, matematiksel işlem şeklindeki farklı çoklu gösterim türleri; gerek yapılan etkinliklerde gerekse dersin çeşitli aşamalarında hem öğretim elemanı hem de öğrenciler tarafından kullanılmıştır.

8. Öğretim elemanı bu süreçte öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine, araştırmalarına, sorgulamalarına, tartışmalarına ve soru sorup, birbirlerine cevap vermelerine izin vermiştir.

9. Derslerin sonunda gruplara ders başında dağıtılmış olan etkinlik kâğıtları grupların gelişimlerini görebilmek adına tekrar toplanmıştır.

Dersler, kontrol grubu ile deney grubunda aynı zamanda yürütülmüştür. Kontrol grubunda da öğretim süreci toplamda beş hafta ve dokuz ders saati sürmüştür. Kontrol grubundaki öğretmen adaylarına işlenen manyetik alan, manyetik alan kaynakları ve Faraday Yasası

üniteleri aynı öğretim elemanı tarafından geleneksel öğretim ile verilmiştir. Öğretim elemanı ders sırasında öğretmen adaylarına işlemiş olduğu konuları projeksiyon ile yansıtarak ilgili notlar almış, konuya ilişkin sorular yöneltmiştir. Deney grubunda olduğu gibi derslerin öğretimının sonunda ön-testte yapılan tüm ölçekler son test olarak yeniden uygulanmıştır.

## BULGULAR

Araştırmanın alt problemlerine yönelik analizler neticesindeki bulgular ve bu bulgularla ilgili yorumlar sunulmuştur. Araştırmanın ilk alt problemi olan "*Deney ve kontrol gruplarının tutum ölçeğinden aldıkları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?*" sorusu için elde edilen bulgular şu şekildedir.

**Tablo 5**

*Grupların Tutum Ölçeğine İlişkin Puanlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri*

	Grup	Ön-test			Son-test		
		N	$\bar{X}$	s	N	$\bar{X}$	s
<b>Tutum Puanları</b>	Deney	22	66.45	10.29	22	71.14	9.77
	Kontrol	22	72.55	10.73	22	74.68	11.06

Tablo 5'ten deney grubu öğrencilerinin tutum ölçeğinde ortalama puanları 66.45'ten 71.14'e çıkarken, kontrol grubunun ortalama puanları 72.55'ten 74.68'a yükseldiği görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarında öğretim sonrası tutum ölçeğinden aldıkları puanlarda artış olduğu bulunmuştur. Bu görülen yükseliş ise deney grubunda daha fazladır. Elde edilen puan yükselişinde anlamlı farklılığın olup olmadığına yönelik yapılan iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6**

*Grupların Tutum Ölçeğine Ait Ön-Son Test Puanlarının İki Faktörlü ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı		Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
<b>Denekler arası</b>	Grup (Deney/Kontrol)	510.727	1	510.727	4.44	.000
	Hata	4821.591	42	114.800		
<b>Denekler içi</b>	Tutum (Öntest/Sontest)	255.683	1	255.682	2.440	.000
	Grup*tutum	35.636	1	35.636	.340	.041
	Hata	4400.682	42	104.778		
	<b>Toplam</b>	<b>10024.319</b>	<b>87</b>			

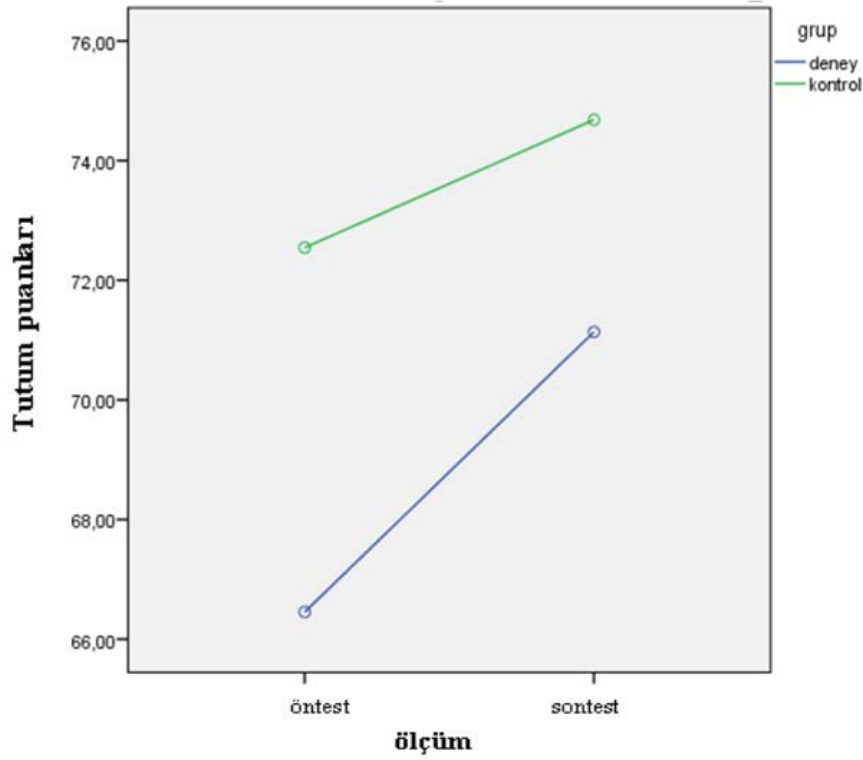
Tablo 6'ya bakıldığında hem deney grubunun hem de kontrol grubunun tutuma ait ön test ve son test puanları toplamı arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir [F(1.42)=4.44, p=.000]. Araştırmada uygulanan çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin tutum boyutuna ait puanlarına anlamlı derecede etki gösterip göstermediğini bulmak için gerçekleştirilmiştir. Analizin neticesinde, puan artışında deney grubu, kontrol grubuna göre anlamlı olduğu tespit edilmiştir [F(1.42)=.340, p=.041]. Ayrıca deney ve kontrol



grubu ayrımı farketmeksizin tüm adayların öğretim öncesinden öğretim sonrasına kadar tutum boyutuna yönelik puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır [ $F(1.42)=2.44, p=.000$ ].

### Şekil 1

*Deney ve Kontrol Grubu Tutuma Ait Ön–Son Test Puanları*



Yukarıdaki Şekil 1'den her iki grup için ön testte değer olarak yaklaşık olan tutum puanlarına ait grup ortalamaları ile bu ortalama puanlarının da deney grubunun son testteki puan ortalaması lehinde olduğu görülmektedir. Böylelikle çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının adayların tutum boyutu üzerinde daha olumlu ve anlamlı bir etkisiye sahip olduğu söylenebilir.

Araştırmanın ikinci alt problemi olan "*Deney ve kontrol gruplarının motivasyon ölçeğinden aldıkları ön test–son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?*" sorusu için elde edilen bulgular şu şekildedir.

**Tablo 7***Grupların Motivasyon Ölçeğine Ait Puanlarının Ortalama İle Standart Sapma Değerleri*

	Grup	Ön-test			Son-test		
		N	$\bar{X}$	s	N	$\bar{X}$	s
<b>Motivasyon Puanları</b>	Deney	24	77.25	12.22	24	97.37	7.73
	Kontrol	23	78.13	5.55	23	82.86	4.92

Tablo 7'ye göre, deney grubu öğrencilerinin motivasyon ölçeğine ait ortalama puanları 77.25'den 97.37'e çıkarken, kontrol grubuna ait ortalama puanlar ise 78.13'ten 82.86'ya çıkmıştır. Deney ile kontrol grubunun öğretim sonrasında motivasyon ölçeğinden aldıkları puanlar artmıştır. Bu artışın ise deney grubunda daha çok olduğunu göstermektedir. Motivasyon puanlarının artış oranında anlamlı farkın olup olmadığına ait yapılan iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

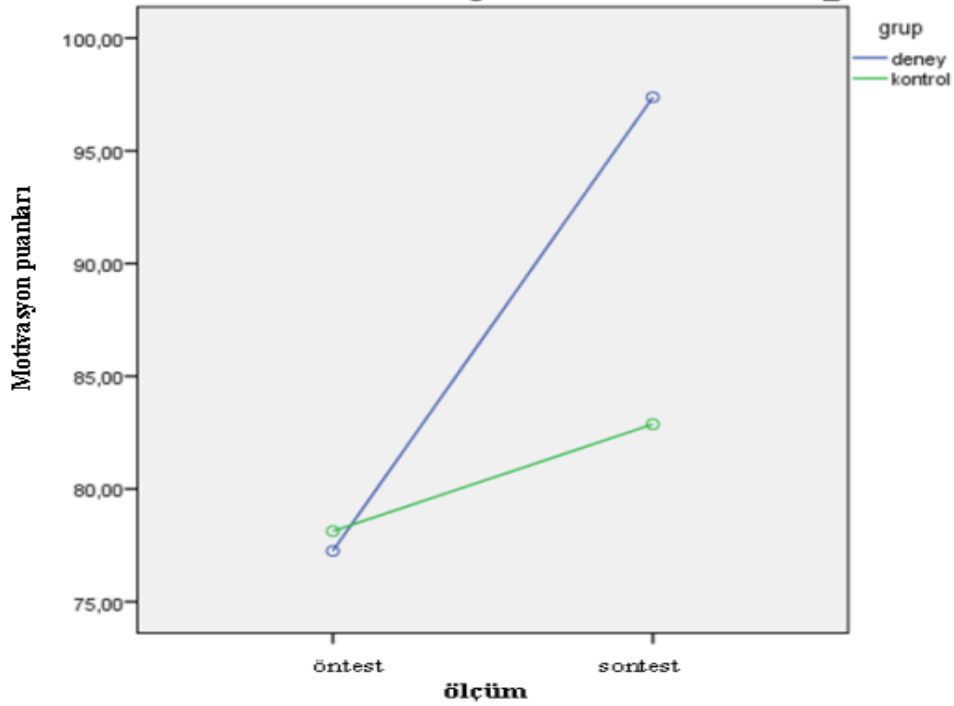
**Tablo 8***Grupların Motivasyon Ölçeğine Ait Ön-Son Test Puanlarının İki Faktörlü ANOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı		Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
<b>Denekler arası</b>	Grup (Deney/Kontrol)	<b>4104.66</b>	<b>46</b>	1390.130	23.045	.000
	Hata	2714.530	45	60.323		
<b>Denekler içi</b>	Motivasyon (Öntest/Sontest)	<b>7737.192</b>	<b>47</b>	3630.428	3630.428	.000
	Grup*motivasyon	1390.130	1	1390.130	3.45	.000
	Hata	2716.634	45	60.323		
<b>Toplam</b>		<b>11841.852</b>	<b>93</b>			

Tablo 8'den, hem deney grubunun hem de kontrol grubunun motivasyon boyutuna ait ön test ve son test puanları toplamı arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur [ $F(1.45)=23.045$ ,  $p=.000$ ]. Araştırmada uygulanan çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin motivasyon boyutuna yönelik puanlarına anlamlı bir etkisinin bulunup bulunmadığını tespit etmek için gerçekleştirilen analizin sonucunda, deney grubunun puan artışının, kontrol grubunun puan artışına nazaran anlamlı derecede fark olduğu görülmektedir [ $F(1.45)=3.45$ ,  $p=.000$ ]. Deney ile kontrol grubu ayırımına gidilmeden araştırmada yer alan tüm öğrencilerin öğretim öncesinde ve sonrasında motivasyon boyutuna yönelik puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır [ $F(1.45)=3630.428$ ,  $p=.000$ ].

## Şekil 2

### Deney ve Kontrol Grubu Motivasyona Ait Ön–Son Test Puanları



Şekil 2'den ön testte benzer sonuçlar gösteren motivasyon puanlarına ait grup ortalamaları son testte deney grubunun lehinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumda çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin motivasyon boyutu üzerinde kontrol grubundaki öğretime göre etkisinin olumlu ve anlamlı olduğu söylenebilir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Deney ve kontrol gruplarının üstbilis ölçeğinden aldıkları ön test–son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" sorusu için elde edilen bulgular şu şekildedir.

**Tablo 9**

### Grupların Üstbilis Ölçeğine Ait Puanlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

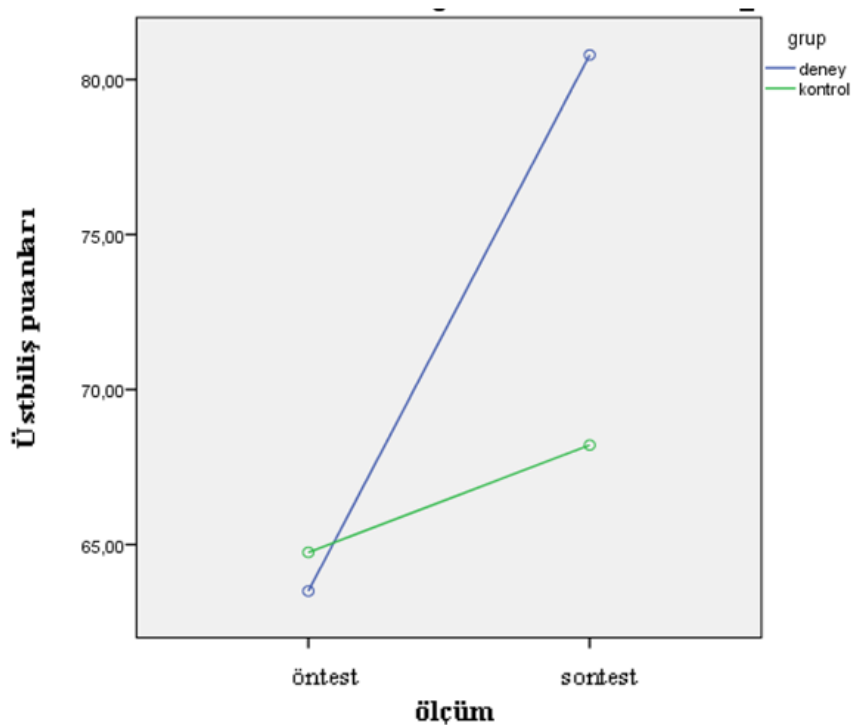
	Grup	Ön-test			Son-test		
		N	$\bar{X}$	s	N	$\bar{X}$	s
Üstbilis Puanları	Deney	24	63.50	9.84	24	80.79	11,02
	Kontrol	23	64.75	7.36	23	68.20	8.11

Tablo 9'a göre, deney grubu öğrencilerinin üstbilis ölçeğine ait ortalama puanları 63.50'den 80.79'a çıkmıştır. Kontrol grubuna ait ortalama puanlar da 64.75'ten 68.20'ye çıkmıştır. Deney ve kontrol grubunun öğretim sonrasında üstbilis ölçeğindeki puanlarında bir yükseliş bulunmuştur. Deney grubunda ise bu yükselme oranının daha çok olduğu görülmektedir. Bu puanların yükselme oranlarında anlamlı bir fark gösterip göstermediğine yönelik olarak iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 10***Grupların Üstbiliş Ölçeğine Ait Ön–Son Test Puanlarının İki Faktörlü Anova Sonuçları*

Varyansın Kaynağı		Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
<b>Denekler arası</b>	Grup (Deney/Kontrol)	770.667	1	770.667	5.96	.019
	Hata	5943.958	46	129.216		
<b>Denekler içi</b>	Üstbiliş (Öntest/Sontest)	2583.375	1	2583.375	64.35	.000
	Grup*üstbiliş	1148.167	1	1148.167	28.60	.000
	Hata	1846.458	46	40.14		
<b>Toplam</b>		<b>12292.625</b>	<b>95</b>			

Tablo 10'a bakıldığında hem deney grubunun hemde kontrol grubunun üstbilişe ait ön test ve son test puanları toplamı arasında anlamlı farklılık bulunmuştur [ $F(1,46)=5.96$ ,  $p=.019$ ]. Araştırmada uygulanan çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin üstbiliş boyutuna ait puanları üzerinde anlamlı bir etki gösterip göstermediğini bulmak için gerçekleştirilmiş olan analizde, puan artışının deney grubunun kontrol grubuna göre anlamlı olduğu görülmektedir [ $F(1, 46)= 28.60$ ,  $p=.000$ ]. Grup ayırmadan araştırmadaki bütün adayların öğretim öncesi ile sonrasına kadar üstbiliş boyutuna yönelik puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir [ $F(1,46)=64.35$ ,  $p=.000$ ].

**Şekil 3***Deney ve Kontrol Grubu Üstbiliş Ölçeğine Ait Ön–Son Test Puanları*

Şekil 3'e bakıldığında ön testte yakın olan üstbiliş puanlarına ait grup ortalamaları, son testte deney grubu lehindedir. Bu durumda çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının adayların üstbiliş boyutu üzerinde daha olumlu ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu düşünülebilir.

## TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama temelli yaklaşım kullanılarak bir öğretim uygulaması yapılmıştır. Alan yazında çoklu gösterimlerin öğretimde etkili olduğunu gösteren çok fazla çalışma bulunmaktadır. Genel olarak yurtiçi ve yurt dışında çoklu gösterimlerle ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde en fazla *matematik* (Adıgüzel, 2021; Akyüz, 2019; Baloğlu Demir, 2022; Can, 2014; Çağlar, 2022; Çatalkaya, 2023; Çıkla Akkuş, 2004; Çiçek, 2020; Deniz, 2016; Düşünsel, 2019; Gülkılık, 2024; İnce, 2020; İzgiol, 2014; Kara, 2017; Kardeş, 2010; Kaya, 2015; Özdemir, 2012; Pehlivan, 2018; Sezgin, 2019; Şaşkan, 2023; Tolga & Cantürk Günhan 2023; Üçgül 2022), *kimya* (Adadan, 2006; Adadan, Irving, & Trundle, 2009; Ataman Mortaş, 2011; Tanrıverdi, 2013; Widiastari & Redhana, 2021;), *biyoloji* (Gökçe, 2023; Schönborn & Bögeholz, 2013; Tsui & Treagust, 2013) ve *sosyal bilgiler* (Üstün, 2019) alanlarında olduğu görülmektedir. Ancak son zamanlarda fizik alanında da çoklu gösterimlerle (Bakri & Muliya, 2018; Ercan, 2014; Haratua, & Sirait, 2016; Mandıracı, 2023; Sandy, Distrik, & Herlina, 2018; Kılıç, 2023;) ilgili çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Fen ve fizik alanında yapılan çalışmalar çoklu gösterim olarak incelendiğinde *basit harmonik hareket* (Dimas, Suparmi, Sarwanto, & Nugraha, 2018), elektrik (Kılıç, 2023; Ezberci, Kurnaz & Bayri, 2015;), *hareket* (Pebriana, Supahar, Pradana, & Mundilarto, 2022; Wong, Poo, Hock & Kang, 2011), *madde ve ısı* (Kurnaz, Ezberci & Bayri, 2016), ve *maddenin halleri* (Avunç, 2018), *atom* (Sunyono, Yuanita & İbrahim, 2015). *Kuvvet ve hareket* (Mandıracı, 2023) *manyetizma* (Fatmaryanti vd. 2018) şeklindeki konuların olduğu görülmektedir. Çalışmaların genel olarak içeriğine bakıldığında bireylerin gösterim türlerindeki becerilerine (Dimas vd. 2018; Pebriana vd., 2022) ve bu gösterimler arasında geçiş yapabilme durumlarına (Avunç, 2018; Çelik & Sağlam Arslan, 2012; Kurnaz, Ezberci & Bayri, 2016) yöneliktir. Dolayısıyla doğrudan çoklu gösterimlerin duyuşsal özelliklerine olan etkisinin incelendiği ve bu bağlamda manyetizma konusuna yönelik olarak yapılan çalışmaların (Çıkla Akkuş, 2004; Kaya, 2015) sayısının az olduğu görülmektedir. Bu araştırmayla alan yazında olan bu durumu giderebilmek adına öğretmen adaylarının çoklu gösterimler kullanarak sorgulama temelli yaklaşım ile gördükleri öğretimin, duyuşsal özelliklerini ne derecede etkilendiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Derslerde öğretmen adayları; grafik çizme, tablo doldurma, şekil çizip yorumlama, model oluşturma, cebirsel işlem kullanabilme, deney yapabilme, animasyon, simülasyon vb. çoklu gösterimleri kullanarak verileri yorumlamış ve öğretimin süreci boyunca aktif bir biçimde de derslere katılmaları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarına uygulanan öğretim şeklinin özelliği olarak hazırlanan ders etkinliklerinin günlük ve gerçek yaşamla ilişkilendirilmesine olanak veren video görüntüleri, örnekler, deney, simülasyon ve animasyonların çoklu gösterimlerin bir arada olacak şekilde sunulması elde edilen olumlu yöndeki bulgular üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırmada ölçeklerden elde edilen verilerin SPSS 22 analizi sonucunda deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulamaya yönelik bulguları bu görüşü destekler biçimdedir.

Araştırmada çoklu gösterimlerle destekli sorgulama temelli öğretimin öncelikle *tutum* boyutu üzerindeki etkisi incelendiğinde, grupların kendi içerisinde olmak üzere; deney grubunun tutuma yönelik ön test ve son test puanları toplamı ile kontrol grubunun ön test ve son test puanlarında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Ayrıca grup ayırımına gidilmeksizin araştırmada yer alan tüm öğretmen adaylarının öğretim öncesi ve sonrasındaki tutum boyutuna yönelik puan ortalamalarında da anlamlı farklılık görülmektedir. Elde edilen sonuçlar çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğretmen adaylarının fizik öğrenmeye yönelik tutumlarına olumlu yönde bir etkisi olduğunu göstermektedir. Fizik dersi genel olarak

öğrencilerin en çok zorlandığı derslerden birisi olduğundan (Akbulut & Akdeniz, 2008; Demirçalı, 2006; Olusola & Rotimi, 2012; Özkan, 2022; Soomro, Qaisrani & Uqaili, 2011) dolayısıyla fiziğe karşı olumsuz tutum geliştirmeye neden olmaktadır (Adams, Perkins, Podolefsky, Dubson, Finkelstein & Wieman, 2006; Çokadar & Külçe, 2008; Eryılmaz, Yıldız & Akın, 2011; Hussain, Tayyab, Maqsud, Sarfaraz & Nasir, 2011; Tekbıyık & Akdeniz, 2010). Bu yapılan araştırma ile çoklu gösterimlerle destekli öğretimle bu görüşün tersine bir sonuç elde edilmiştir. Fizik dersinin öğretmen adayları tarafından zor olarak nitelendirilmesinin temel sebeplerinden birisi, öğretim sürecinin günlük hayata dayandırılmamasındandır (Ayvacı & Bebek, 2018). Bu noktada çoklu gösterim türünden birisi olan gerçek/günlük yaşamın, öğretmen adaylarının fiziğe karşı olan tutumlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir (Milner Bolotin, Antimirova, Noack & Petrov, 2011). Ayrıca çalışmadaki sorgulama temelli öğretimin yaklaşım ile çoklu gösterimlerin birlikte kullanılması bu sonucun elde edilmesinde önemli bir rol oynadığı da düşünülmektedir. Bu sonuca benzer şekilde; Çelikbaş (2023) ise işbirlikli öğrenme uyguladığı deney grubu ile geleneksel öğrenme yöntemini uyguladığı kontrol grubundaki öğrencilerin çalışma öncesindeki fen bilimleri tutumlarında ön test puanları ile son test puan ortalamalarının istatistiksel açıdan anlamlı fark bulmuştur. Çoramık (2012)'ın deney destekli etkinler kullanılarak gerçekleştirdiği öğretimle fizik dersine yönelik tutuma etkisini incelemiş, öğrencilerin puan ortalamalarının sonteste anlamlı biçimde farklılaşarak yüksek çıktığını tespit etmiştir. Bu bahsedilen yaklaşımların bireylerin tutumlarına olumlu etkisi olduğu gibi sorgulama yaklaşımının da fiziğe karşı olumlu tutum geliştirilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Örneğin Tatar (2006) çalışmasında sorgulamaya dayalı yaklaşımın öğrencilerin fen dersine karşı tutum puanları arasında anlamlı farkın olup olmadığını incelemiştir. Çalışmasının sonucunda da deney grubundaki öğrencilerin tutum deney grubundaki puanların daha fazla ve anlamlı olduğu sonucuna varmıştır. Tüm sonuçlardan yola çıkarak sorgulama yaklaşım gibi öğrenen merkezli gerçekleştirilen öğretimin fizik dersine karşı olumlu tutum geliştirdiği söylenebilir.

Araştırmada gerçekleştirilen öğretimin sonucunda; öğretmen adaylarının fizik öğrenmeye yönelik *motivasyonlarına* etkisi incelendiğinde, hem deney grubunun hemde kontrol grubunun motivasyon ölçeğine yönelik ön test ve son test puanları toplamında anlamlı farklılık bulunmuştur. Araştırmada uygulanan çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin fizik öğrenmeye yönelik motivasyonlarına dair puanları üzerinde anlamlı bir etki gösterip göstermediğini görmek için yapılan analiz sonucunda, deney grubunun puan artışının anlamlı derecede olduğu görülmektedir. Ayrıca grup ayırmadan araştırmada yer alan tüm öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasına motivasyona yönelik puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Varılan bütün sonuçlardan çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğretmen adaylarının fizik öğrenmeye yönelik motivasyonlarına olumlu yönde bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Fizik dersi doğası gereği somut kavramlarla beraber soyut kavramların da bulunması (Bozkurt & Sarıkoç, 2008) dersin bazı zamanlar da işlenişini ve anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilemekte (Kurnaz & Yiğit, 2010; Özkan & Azar, 2005) ve derse karşı motivasyon düşüklüğüne yol açabilmektedir (Bayrak, Bezen & Aykutlu, 2015; Çıbık & Yalçın, 2012). Bu durumda öğrenme ortamlarında, çoklu gösterim çeşitlerini kullanmanın (Harwood & McMahon, 1997) öğretmen adaylarının motivasyonlarını olumlu şekilde etkilediği sonucundan önemli olduğu görülmektedir. Bu durumu destekler yönde olan Prain ve Waldrip (2006)'ın çalışmasında farklı çoklu ortam gösterimleri (metin, resim, grafik, sembol, model vb.) kullanarak bir eğitim programı geliştirerek yaptıkları öğretim uygulamaları sonucunda öğrencilerin motivasyonlarında bir artışın olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca Ercan (2014)'ın fen bilimleri öğretmen adaylarına çoklu gösterimleri kullanarak bir öğretim yapmış ve sonrasında öğretmen adaylarıyla yaptığı görüşmelerden motivasyonlarının arttığını tespit etmiştir. Benzer bir şekilde; Sarı & Bakır Güven (2013); çalışmalarında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımın öğretmen adaylarının modern fizik öğretiminde motivasyona olan etkisini incelemeleri sonucunda deney grubunda

yer alan öğretim araç gereçlerinin (simülasyon ve animasyon) öğrencilerin motivasyonlarını önemli derecede arttırdığını tespit etmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada adı geçen çoklu gösterimlerin arasında yer alan simülasyon, animasyon vb. (Kim, Yoon, Whang, Tversky & Morrison 2007; Tsui, 2003) öğretim materyalleri ile derslerin işlenmesi ve sonucunda da motivasyonun artmış olması açısından benzerlik göstermektedir. Ayrıca bu araştırmanın çoklu gösterimlerin sorgulama temelli yaklaşımla entegre edilmesi motivasyona yönelik olumlu gelişmeyi etkilediğini düşündürmektedir. Örneğin Atlı (2021)'nin dersinde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile etkinlik temelli öğrenme yaklaşımı uygulayarak öğrencilerin motivasyon ve kaygı düzeylerinin, fen bilimleri dersine yönelik tutumlarında etkisinin olup olmadığını incelediği çalışmasının sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test fen dersine yönelik motivasyon puanlarının son test lehine olduğunu tespit etmiştir. Aynı zamanda Ceylan, Sağiremekçi, Tatar & Bilgin (2016), Lazowski & Hulleman (2016), Keskin (2019), Uzun & Keleş (2012), Yenice, Saydam & Telli (2012) ve çalışmaları da bu sonucu destekler yöndedir. Tüm bu sonuçlardan da yola çıkarak farklı öğretim yaklaşımlarının ve aktif olarak öğretimin gerçekleşmesiyle birlikte derslere karşı motivasyonun arttığı görülmektedir.

Araştırmada uygulanan çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin *üstbilis* düşünme becerilerine ait puanları üzerinde anlamlı bir etki gösterip göstermediğini görmek için gerçekleştirilen analizin neticesinde, deney grubundaki puan artışının anlamlı derecede ve daha çok olduğu bulunmuştur. Ayrıca bütün adayların hem öğretim öncesinde hem de öğretim sonrasında üstbilis ölçeğine yönelik puan ortalamalarında anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu durumda çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulama yaklaşımının öğrencilerin üstbilis düşünme becerilerine olumlu yönde etkisi olduğu sonucuna varılabilir. Bazı çalışmalar öğrencilerin bir şey öğrenirken çoğu zaman niçin öğrendiklerini ve ne öğrendiklerini fark edemediklerini (Doğan, 2013), bazen de öğrendiklerini nasıl kullanacaklarını ya da bir probleme ilişkin herhangi bir görüşe nasıl karar verdiklerini de açıklayamadıklarını (Gelen, 2003) ortaya koymaktadır. Bu durumda çoklu gösterimlerle ve sorgulama yaklaşımı ile gerçekleştirilen öğretim sayesinde üstbilis becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Aynı zamanda da üstbilis beceriye sahip olan bireyler; öncelikle öğreneceği herhangi bir konuya motive olur ve derse karşı da olumlu tutum geliştirir (Doğan, 2013). Bu sonuca benzer alan yazında yapılan çalışmalara ulaşmak mümkündür. Örneğin; Yanti, Distrik & Rosidin (2019) 'in çalışmalarında çoklu gösterimlerle desteklenmiş çalışma yapraklarının üstbilis becerilerini olumlu etkilediği sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde Mandıracı (2023), çoklu gösterimlere dayalı kuvvet ve hareket öğretiminin bir bölümünde altıncı sınıf öğrencilerinin üst bilişsel farkındalıklarını incelenmiştir. Grup ayrımı yapmaksızın öğrencilerin konunun öğretiminden öncesi puanları ile öğretim sonrası üst bilis ölçeği puan ortalamalarında anlamlı bir farkın olduğunu bulmuştur.

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının, alan yazınında öğretmen adaylarının ve öğrencilerin üstbilis becerilerinin ilerlemesinde etkili olduğuna ilişkin bir takım çalışmalar mevcuttur (Barnea, Dori & Hofstein, 2010; Carin & Bass, 2001; Rahmat & Chanunan, 2018). Örneğin; Kaçar (2019) çalışmasında Fen Bilimleri dersinin öğretiminde argümantasyonla birlikte sorgulamaya dayalı yöntem kullanımının öğrencilerinin üst bilis becerilerine, epistemolojik inançlarına ve kavramsal anlamalarına etkisini incelediğinde deney grubundaki öğrencilerinin üst bilis becerileri, kontrol grubundaki öğrencilere göre olumlu anlamda fark olduğunu bulmuştur. Bu araştırmanın üstbilis boyutuyla ilgili sonucuyla benzerlik göstermektedir. Özdemir ve Kocakülâh (2021) çalışmalarında, üstbilis destekli tartışma tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin özel görelilik kuramıyla ilgili üstbilislerine ve kavramsal değişimlerine olan etkisini incelemişlerdir. Araştırmaları sonucunda öğrencilerin öğretim sonrasındaki ortalama puanlarının öğretim öncesindeki ortalama puanlarından daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Altunsoy (2012) araştırmasında, deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişötesi farkındalık seviyelerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini incelemiş ve yapılan analizler sonucunda deney grubunun kontrol grubuna göre

uygulama sonrasındaki puanları arasında anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde; Erkol ve Şahintepe (2020) çalışmalarında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile işlenen fen bilimleri dersinin yedinci sınıftaki öğrencilerin üstbilgi düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmalarının neticesinde deney ve kontrol grupları arasında üstbilgi farkındalık düzeylerinde deney grubu lehine anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Kipnis ve Hofstein (2008) ise çalışmalarında, öğrencilerin üstbilgi becerilerini gözlemlemek için sorgulama temelli laboratuvar yöntemleri uygulayarak toplamda 15 değişik deney yaptıkları çalışmanın sonucunda öğrencilerin üstbilgi becerilerinin geliştiğini tespit etmişlerdir. Alan yazından da anlaşıldığı gibi aktif öğrenme ortamı, sorgulama, araştırma, çoklu gösterim gibi faktörlerin, öğrencilerin üstbilgi becerilerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Ayrıca üstbilginin öğrencide olması gereken bir özellik olduğu ve bu sebeple yapılan çalışmaların da üstbilgi becerilerini ortaya çıkarmaya, arttırmaya ve geliştirmeye yönelik farklı öğretim yöntem ve tekniklerini kullanarak farkındalık kazandırılmaya çalışıldığı görülmektedir (Sarıkahya, 2017).

Tüm çalışmanın sonucundan genel olarak çoklu gösterimlerin uygun biçimde kullanılması durumunda olumlu etkisinin önemliliği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte deney grubunun kontrol grubuna göre derse karşı olan tutum, motivasyon ve üstbilgi becerilerinde meydana gelen daha fazla artışın bir nedeni de öğretimin laboratuvar da gruplar halinde çoklu gösterimin bir parçası olan deneyler yapılarak, aktif bir şekilde gerçekleşmesinden dolayı olabilir. Çünkü laboratuvar uygulamalarının fizik ve fen bilimleri derslerine karşı tutum (Çoramık, 2012; Nuhoğlu & Yalçın, 2004) ve motivasyonları (Antonio, 2018; Bayram, Oskay, Erdem, Özgür & Şen, 2013; Demirbaş, Çelik & Bayrakçı, 2012) ve üstbilgi becerilerini (Kung & Linder, 2007) arttırdığı görülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda sırasıyla şu önerilerde bulunulmuştur;

✓ Çoklu gösterimlerle desteklenmiş sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı fizik dersinin diğer farklı konularında da uygulanabilir. Özellikle fizik gibi soyut kavramların fazlaca olduğu ders için bu yaklaşımın uygun olduğu ve öğrencilerin duyuşsal değişkenleri üzerinde olumlu etkisi olacağı düşünülmektedir.

✓ Öğretmen adaylarına çoklu gösterim türlerinin kullanımının, lisans eğitimleri boyunca kazandırılmasının fayda sağlayacağı öngörülmektedir.

✓ Öğretmen adaylarının yine lisans eğitimleri boyunca derslerde daha çok aktif rol oynayacakları sorgulama temelli yaklaşım şeklinde öğretim görmeleri halinde derslere karşı tutum, motivasyon ve üstbilgi becerilerini olumlu yönde geliştireceği düşünülmektedir.

✓ Ayrıca çoklu gösterimler diğer yaklaşım ve tekniklerle de birlikte kullanılarak fizik alanında yapılacak olan çalışmaların sayısı arttırabilir.

## KAYNAKÇA

Adadan, E. (2006). *Promoting high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter through multiple representations*. [Unpublished Doctoral Dissertation] The Ohio State University.

Adadan, E., Irving, K. E., & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multiplerepresentational instruction on high school students' conceptual understanding of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 31, 1743-1755. <https://doi.org/10.1080/09500690802178628>



- Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D., & Wieman, C. E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: the colorado learning attitudes about science survey. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(1), 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101>
- Adıgüzel, T. (2021). *Developing school children's word problem solving skills through computer based multiple representations*. [Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Ainsworth, S. (2006). A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Akarsu Yakar, E., & Yılmaz, S. (2017). 7. sınıf öğrencilerinin cebire yönelik gerçek yaşam durumlarını matematiksel ifadelerle dönüştürme sürecindeki matematiksel dil becerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 292-310. <https://doi.org/10.17679/inuefd.306995>
- Akbulut, Ö. E., & Akdeniz, A. R. (2008). Etkileşimli bir benzetim yazılımı ile yapılandırmacı bir öğretim materyalinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının görüşleri: transformatörler. *Education Sciences*, 3(4), 655-666. <https://doi.org/10.12739/10.12739>
- Akyüz, M. (2019). *Tam sayıların çoklu temsillerle öğretiminin 7. sınıf öğrenci başarısına etkisi ve öğrenci görüşleri*. [Yüksek Lisans Tezi]. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Alkhateeb, M. (2019). Multiple representations in 8th grade mathematics textbook and the extent to which teachers implement them. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 137-145. <https://doi.org/10.12973/iejme/3982>
- Altunsoy, S. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının üst tedavi yöntemleri kullanmalarının özel görelilik teorisi konusundaki başarıları ve kuantum fiziğine yönelik tutumları üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Antonio, V. V. (2018). Science laboratory interest and preferences of teacher education students: Implications to science teaching. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 6(3), 57-67.
- Ataman Mortaş, M. M. (2011). *Promoting grade 6 students' scientific understanding of the particulate nature of matter and the role of models in science through multi-representational instruction*. [Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Atlı, H. (2021). *Fen bilgisi eğitiminde etkinlik temelli ve sorgulamaya dayalı eğitimin 5.sınıf öğrencilerinin tutum, motivasyon ve kaygıları üzerine etkileri*. [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Avunç, F. (2018). *Maddenin halleri ve ısı konusuyla ilgili fen bilgisi öğretmen adaylarının gösterim türleri arasında geçiş yapabilme durumlarının incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Ayvacı, H. Ş., & Bebek, G. (2018). Fizik öğretimi sürecinde yaşanan sorunların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 125-134. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.375680>
- Bakri, F., & Mulyati, D. (2018, May). Design of multiple representations e-learning resources based on a contextual approach for the basic physics course. In *Journal of Physics: Conference Series* 1013(1), 012037. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012037>

- Baloğlu Demir, S. (2022). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin cebir konusunda çoklu temsiller arasındaki geçiş becerilerinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Barnea, N., Dori, Y. J., & Hofstein, A. (2010). Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: reforming high school chemistry in Israel. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 218-228. <https://doi.org/10.1039/C005471M>
- Bayrak, C., Bezen, S., & Aykutlu, I. (2015). 11. sınıf fizik öğretim programında yer alan konuların öğretiminde karşılaşılan sorunlara ve yeni öğretim programına yönelik öğretmen görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(3), 16-30.
- Bayram, Z., Oskay, Ö. Ö., Erdem, E., Özgür, S. D., & Şen, Ş. (2013). Effect of inquiry based learning method on students' motivation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 988-996. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.112>
- Bozkurt, E., & Sarikoç, A. (2008). Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 89-100.
- Can, C. (2014). *Fonksiyonlar konusunun çoklu temsiller ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Carin, A. A., & Bass, J. E. (2001). *Teaching science as inquiry* (9. baskı). New Jersey: Merrill Printice.
- Ceylan, E., Sağırekmeççi, H., Tatar, E., & Bilgin, İ. (2016). Ortaokul öğrencilerinin merak, tutum ve motivasyon düzeylerine göre fen bilgisi dersi başarılarının incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 39-52. <https://doi.org/10.12780/usb.50837>
- Cleaves, W. P. (2008). Promoting mathematics accessibility through multiple representations jigsaws. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 13(8), 446-452. <https://doi.org/10.5951/MTMS.13.8.0446>
- Cock, D., M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(2), 020117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020117>
- Çağlar, M. (2022). *Sınıf öğretmenlerinin çoklu temsillere yönelik görüşleri ve çoklu temsil kullanımları*. [Doktora Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Çatalkaya, Ş. (2023). *İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının fonksiyonel düşünme içeren problemlerin çözümünde çoklu temsil kullanma becerilerinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Üniversitesi.
- Çelik, D., & Sağlam Arslan, A. (2012). Öğretmen adaylarının çoklu gösterimleri kullanma becerilerinin analizi. *İlköğretim Online*, 11(1), 239-250.
- Çelikbaş, M. (2023). *Fen eğitiminde karşılıklı sorgulama ve birlikte sorulum birlikte öğrenelim işbirlikli öğrenme tekniklerinin öğrencinin akademik başarı, motivasyon ve tutum üzerine etkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Trakya Üniversitesi.
- Çıbık, A. S., & Yalçın, N. (2012). Analogilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(1), 185-203.

- Çıkla Akkuş, O. (2004). *The effects of multiple representations-based instruction on seventh grade students' algebra performance, attitude towards mathematics, and representation preference*. [Doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi
- Çiçek, M. İ. (2020). *Matematik öğretmenlerinin fonksiyon öğretiminde ders imecesi ve çoklu temsilleri kullanabilme düzeylerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi] .Atatürk Üniversitesi.
- Çokadar, H., & Külçe, C. (2008). Pupils' attitudes towards science: a case of turkey. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 102-109.
- Çoramık, M. (2012). *Manyetizma ünitesinin bilgisayar ve deney destekli etkinlikler ile öğretiminin 11. sınıf öğrencilerinin özyeterlilik ve üstbilişlerine, tutumlarına, güdülenmelerine ve kavramsal anlamalarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi
- Demirbaş, M., Çelik, H., & Bayrakci, M. (2012, December).The Opinions of Prospective Science Teachers towards the Efficiency of Constructivist Approach Centered Science Laboratory Practices on Student Motivation *5th International Conference on Innovative Learning in Chemistry*.
- Demirçalı, S. (2006). *Üniversite öğrencilerinin kuvvet ve hareket kavramlarını algılamaları üzerine bir çalışma*. [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Deniz, S. (2016). *Doğrusal denklemlerin 7. sınıflarda öğretiminde geometri sketchpad kullanımının çoklu temsil ve enstrümantal yaklaşım boyutundan incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Anadolu Üniverstesi.
- Dimas, A., Suparmi, A., Sarwanto, S., & Nugraha, D. A. (2018, September). Analysis multiple representation skills of high school students on simple harmonic motion. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2014, No. 1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/1.5054535>
- Doğan, A. (2013). Üstbiliş ve üstbilişe dayalı öğretim. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 3(6), 6-20.
- Dufresne, R. J., Gerace, W. J. & Leonard, W. J. (1997). Solving physics problems with multiple representations. *The Physics Teacher*, 35(5), 270-275. <https://doi.org/10.1119/1.2344681>
- Dündar, S., & Yılmaz, Y. (2015). Matematik öğretmen adayları hangi gösterim biçiminde daha başarılıdır? İntegral örneği. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(3), 418-445. <https://doi.org/10.16949/turcomat.55314>
- Düşünsel, C. M. (2019). *Sınıf öğretmenlerinin matematik dersinde çoklu temsilleri kullanma ile ilgili görüşlerinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Ercan, J. (2014). *Öğretmen adaylarının fen öğretiminde kullandıkları çoklu temsiller: bir eylem araştırması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi] Gazi Üniversitesi.
- Erkol, M., & Şahintepe, S. (2020). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin üstbiliş farkındalık düzeylerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 668-690. <https://doi.org/10.17556/erziefd.651079>
- Eroğlu, D., & Tanışlı, D. (2021). Tahmini öğrenme yollarının uygulanması sürecinde matematik öğretmenlerinin çoklu temsil kullanımlarının gelişimi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 10(1), 299-329. <https://doi.org/10.30703/cije.718210>

- Eryılmaz, A., Yıldız, İ., & Akin, S. (2011). Investigating of relationships between attitudes towards physics laboratories, motivation and amotivation for the class engagement. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(SI), 59-64.
- Ezberci, E., Kurnaz, M. A., & Bayri, N. G. (2015). Determination of secondary school students' ability of making transitions between representations related to the. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 5(5), 607-624. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2015.033>
- Fatmaryanti, S. D., & Kurniawan, H. (2018). Magnetic force learning with Guided Inquiry and Multiple Representations Model (GIMuR) to enhance students' mathematics modeling ability. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 19(1).
- Fatmaryanti, S. D., & Nugraha, D. A. (2019). Using multiple representations model to enhance student's understanding in magnetic field direction concepts. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1153(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1153/1/012147>
- Fatmaryanti, S. D. (2017). Attainment of students' conception in magnetic fields by using of direct observation and symbolic language ability. *In Journal of Physics: Conference Series*, 909(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012058>
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467. <https://doi.org/10.1177/1046878102238607>
- Gelen, İ. (2003). *Bilişsel farkındalık stratejilerinin türkçe dersine ilişkin tutum, okuduğunu anlama ve kalıcılığa etkisi*. [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Goldin, G. & Shteingold, N. (2001). Systems of representations and the development of mathematical concepts. *The roles of representation in school mathematics*, 1-23.
- Gökçe, H. (2023). *Çoklu gösterime dayalı öğretimin öğrenci öğrenmesine etkisi: Fotosentez konusu*. [Yüksek Lisans Tezi].Giresun Üniversitesi.
- Gökgül, S. (2013). *Sınıf öğretmenliği anabilim dalı öğrencilerinin fen ve teknoloji öğretimi öz yeterlik inançları ile fen ve teknoloji öğretimi dersine ilişkin tutumları arasındaki ilişki*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi].Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Guido, R. M. D. (2018). Attitude and motivation towards learning physics. *ArXiv preprint arXiv:1805.02293*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1805.02293>
- Gülkılık, H. (2024). Preservice Secondary Mathematics Teachers' Ways to Support Learning with Multiple Representations in Their Lesson Plans. *The Mathematics Enthusiast*, 21(3), 719-751. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1647>
- Gürler, S. A., & Baykara, O. (2020). Development of an attitude scale for physics courses and a review of student attitudes. *Journal of Baltic Science Education*, 19(1), 6. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.06>
- Hadzigeorgiou, Y., & Schulz, R. (2017). What really makes secondary school students "want" to study physics?. *Education Sciences*, 7(4), 84. <https://doi.org/10.3390/educsci7040084>
- Haratua, T. M. S., & Sirait, J. (2016). Representations based physics instruction to enhance students' problem solving. *American Journal of Educational Research*, 4(1), 1-4. <https://doi.org/10.12691/education-4-1-1>
- Harwood, W. S., & McMahon, M. M. (1997). Effects of integrated video media on student achievement and attitudes in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science*

- Hussain, S., Tayyab, A., Maqsd, A., Sarfaraz, A., & Nasir, A. (2011). The effectiveness of scientific attitude toward Physics teaching through inquiry method verses traditional teaching lecture method of female students at secondary school level in Pakistan. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research In Business*, 3, 441-446.
- İnce, E., Çağap, H., & Deneri, Y. (2020). Development and Validation of Motivation Scale towards Physics Learning. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 12(4), 61-74. <https://doi.org/10.51724/ijpce.v12i4.129>
- İnce, S. (2020). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu teknolojik pedagojik alan bilgilerinin fonksiyon kavramına ilişkin çoklu temsiller ve kavram yanlışları bileşenlerinde incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- İncikabi, S. & Biber, A. Ç. (2017). Ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan temsillerin öğrenme alanlarına ve sınıflara göre incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 115-133.
- İzgiol, D. (2014). *Teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin lineer cebir öğrenimine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi] Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kaçar, S. (2019). *Fen bilimleri öğretiminde argümantasyona dayalı sorgulama yöntemi kullanımının öğrencilerin epistemolojik inançlarına, üst biliş becerilerine ve kavramsal anlama düzeylerine etkilerinin araştırılması*. [Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Kara, F. (2017). *Altıncı sınıf öğrencilerinin kesirlerde toplama ve çıkarma işlemlerinde farklı temsilleri kullanma becerilerinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Kardeş, D. (2010). *Matematik öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerinin öz-yeterlik algısı ve çoklu temsil bağlamında incelenmesi*. [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Kaya, D. (2015). *Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme*. [Doktora Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Keskin, D. (2019). *Bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, fen dersine karşı motivasyonları ve kaygı düzeyleri üzerinde etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Kılıç, O. E. (2023). *Çoklu gösterimlere dayalı ortaokul 7. sınıf elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, fen bilimleri dersi motivasyonlarına, özyeterliklerine ve üstbilişsel farkındalıklarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Kilmen, S. (2015). Eğitim araştırmacıları için SPSS uygulamalı istatistik. Ankara: Edge Akademi.
- Kim S., Yoon M., Whang S.M., Tversky B., & Morrison J.B. (2007). The effect of animation on comprehension and interest. *Journal of Computer Assisted Learning*, 3, 260-270. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00219.x>

- Kipnis M., & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 601-627. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9066-y>
- Kohl, P. B., Rosengrant, D., & Finkelstein, N. D. (2007). Strongly and weakly directed approaches to teaching multiple representation use in physics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(1), 010108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.029901>
- Kung, R., & Linder, C. (2007). Metacognitive activity in the physics student laboratory: in increased metacognition necessarily better? *Metacognition Learning*, 2(1), 41-56. <https://doi.org/10.1007/s11409-007-9006-9>
- Kurnaz, M. A., & Yiğit, N. (2010). Fizik tutum ölçeği: geliştirilmesi, geçerliliği ve güvenilirliği, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 4(1), 29-49.
- Ezberci, E., Kurnaz, M. A., & Bayri, N. G. (2015). Ortaokul öğrencilerinin elektrik konusuna ilişkin gösterim türleri arasındaki geçiş yapabilme durumlarının belirlenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(5), 607-624.
- Kurnaz, M. A., Ezberci, E., & Bayri, N., G. (2016). İlköğretim öğrencilerinin madde ve ısı konusuna ilişkin gösterim türleri arasında geçiş yapabilme durumlarının incelenmesi. *Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 1-25.
- Kurnaz, M. A., Ezberci Çevik, E., & Bayri, N. G. (2016). Fen ve teknoloji ders kitaplarındaki gösterim türleri arası geçişlerin incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 5(3). <https://doi.org/10.30703/cije.321405>
- Lazowski, R. A., & Hulleman, C. S. (2016). Motivation interventions in education: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(2), 602-640. <https://doi.org/10.3102/0034654315617832>
- Lemke, J. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp 87-113). London: Routledge.
- Lesh, R., Post, T. R., & Behr, M. (1987). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In *Problems of representations in the teaching and learning of mathematics*. Lawrence Erlbaum.
- Lind, K. K. (2005). *Exploring Science in Early Childhood Education*. (4th edition). New York: Thomson Delmar Learning.
- Mandıracı, S. (2023). *Çoklu gösterimlere dayalı ortaokul 6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve üst bilişsel farkındalıklarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Milner Bolotin, M., Antimirova, T., Noack, A., & Petrov, A. (2011). Attitudes about science and conceptual physics learning in university introductory physics courses. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 7(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020107>
- Nuhoğlu, H., & Yalçın, N. (2004). Fizik laboratuvarına yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 317-327.

- Olusola, O. O., & Rotimi, C.O. (2012). Attitudes of students towards the study of physics in college of education ikere ekiti. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(12), 86-89.
- Özdemir, E., & Kocakulah, M. S. (2021). Üstbiliş destekli tartışma tabanlı öğrenme yaklaşımının fizik eğitiminde kavramsal değişim ve üstbiliş üzerine etkisi. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 15(1), 144-185. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.902038>
- Özdemir, Ş. (2012). *İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının çoklu temsiller kullanılarak problem çözme algılarının açklanması*. [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Özkan, G. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevrimiçi fizik öğretimi konusundaki görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (53), 685-699. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1112804>
- Özkan, M., & Azar, A. (2005). Örnek olaya dayalı öğretim yönteminin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin ders başarısı ve derse karşı tutumlarına olan etkisinin incelenmesi, *Milli Eğitim Dergisi*, 168.
- Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165. <https://doi.org/10.1002/tea.20263>
- Pebriana, I. N., Supahar, S., Pradana, P. W. & Mundilarto, M. (2022, January). Investigating multiple representations ability of high school students on linear motion. *Advances in Social Science, Vol. 640. Education and Humanities Research* (pp.232-237). In *5th International Conference on Current Issues in Education*. <https://doi.org/10.1063/5.0109923>
- Pehlivan, H. (2019). Fen lisesi öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumları ile akademik benlik tasarımlarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(1), 55-64. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.2257>
- Pehlivan, Z. (2018). *Investigation of preservice mathematics teachers' algebraic thinking through translations among multiple representations*. [Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education:theory, Research and Applications*. Upper Saddle River, NJ.
- Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers' and students' use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843-1866. <https://doi.org/10.1080/09500690600718294>
- Rahmat, I., & Chanunan, S. (2018). Open inquiry in facilitating metacognitive skills on high school biology learning: An inquiry on low and high academic ability. *International Journal of Instruction*, 11(4), 593-606. <https://doi.org/10.12973/iji.2018>
- Rosengrant, D., Etkina, E., & Van Heuvelen, A. (2007). An overview of recent research on multiple representations. In *AIP Conference proceedings American Institute of Physics*. 883(1), 149-152. <https://doi.org/10.1063/1.2508714>
- Sandy, S., A., D., Distrik, I. W., & Herlina, K. (2018, October). Validity and Practicality of the Students' Worksheet Based Multiple Representations on Dynamic Electricity Material. In *International Conference On Multidisciplinary Academic (ICMA)*.

- Sarıkahya, E. (2017). Üst biliş kavramının fen öğretiminde kullanılmasına yönelik yapılmış çalışmaların lisansüstü tezlere dayalı analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 2(1), 1-20.
- Sarı, U., & Bakır Güven, G. (2013). Etkileşimli tahta destekli sorgulamaya dayalı fizik öğretiminin başarı ve motivasyona etkisi ve öğretmen adaylarının öğretime yönelik görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 110-143. <https://doi.org/10.12973/nefmed204>
- Schönborn, K. J., & Bögeholz, S. (2013). Experts' views on translation across multiple external representations in acquiring biological knowledge about ecology, genetics, and evolution. *In Multiple Representations in Biological Education*, 111-128. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8_7)
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2000). Physics for scientists and engineers with modern physics, chapters 1-39 (5th edition). *Publisher: Saunders College Publishing*.
- Sezgin, A. N. (2019). Çoklu temsillerle öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel anlama seviyelerine ve cebirsel problem çözme sürecine etkisinin incelenmesi. [Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Shimamura, A. P. (2000). Toward a cognitive neuroscience of metacognition. *Consciousness and Cognition*, 9(2), 313-323. <https://doi.org/10.1006/ccog.2000.0450>
- Soomro, A. Q., Qaisrani, M. N., & Uqaili, M. A. (2011). Measuring students' attitudes towards learning physics: experimental research. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(11): 2282-2288.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2015). Supporting students in learning with multiple representation to improve student mental models on atomic structure concepts. *Science Education International*, 26(2), 104-125.
- Şaşkan, M. (2023). Kesir konusunun Cumhuriyet sonrası dönem matematik ders kitaplarında çoklu temsiller açısından incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Tanır, H. (2014). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi başarılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Tanrıverdi, F.T. (2013). *Pre service chemistry teachers' conceptual understandings of solution chemistry in the context of multi representational instruction*. [Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Tanrıverdi, G., & Demirbaş, M. (2012). Fizik laboratuvarına yönelik tutum ölçeği geliştirme: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(3), 83-101.
- Tataroğlu Taşdan, B. T., & Çelik, A. (2015). Matematik öğretmenlerinin fonksiyon kavramına yönelik gösterim şekilleri bilgilerinin gelişimi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, (3), 83-101.
- Tatar, N. (2006). İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.



- Tekbıyık, A., & Akdeniz, A. R. (2010). Bağlam temelli ve geleneksel fizik problemlerinin karşılaştırılması üzerine bir inceleme. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 123-140.
- Tolga, A., & Cantürk Günhan, B. (2023). 7. sınıf öğrencilerinin çoklu temsil temelli öğretim sürecindeki zihnin geometrik alışkanlıklarının incelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 6(3), 172-187.
- Tsui, C. Y., & Treagust, D. F. (2013). Multiple representations in biological education. *Springer*, 3-18
- Tsui, C. Y. (2003). *Teaching and learning genetics with multiple representations*. [Doctoral dissertation]. Curtin University.
- Tuncer, M., & Kaysi, F. (2013). Öğretmen adaylarının üst biliş düşünme becerileri açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Education*, 2(4), 44-54. <https://doi.org/10.19128/turje.181069>
- Uslima, U., Ertikanto, C., & Rosidin, U. (2018). Contextual learning module based on multiple representations: the influence on students' concept understanding. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 11-20. <https://doi.org/10.24042/tadris.v3i1.2534>
- Uzun, N., & Keleş, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 313-327.
- Üçgül, N. (2022). *Oran-orantı konusunun çoklu temsiller kullanılarak öğretilmesinin yedinci sınıf öğrencilerinin orantısal akıl yürütme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi.
- Üstün, S. (2019). *Sosyal bilgiler dersinde çoklu temsil kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve sosyal bilgiler dersine yönelik tutumlarına etkisi*. [Doktora Tezi]., Kastamonu Üniversitesi.
- Widiastari, K., & Redhana, I. W. (2021, March). Multiple representation-based chemistry learning textbook of colloid topic. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012185>
- Wong, D., Poo, S. P., Hock, N. E., & Kang, W. L. (2011). Learning with multiple representations: an example of a revision lesson in mechanics. *Physics Education*, 46(2), 178. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/46/2/005>
- Wu, H. K., & Puntambekar, S. (2012). Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 754-767. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9363-7>
- Yanti, H., Distrik, I. W., & Rosidin, U. (2019, February). The effectiveness of students' worksheets based on multi-representation in improving students' metacognition skills in static electricity. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012083>
- Yenice, N., Saydam, G., & Telli, S. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 231-247.

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **Introduction**

During science teaching, it is necessary to use different methods and techniques to make learning more meaningful. As is known, teaching methods and techniques include many different learning and teaching dimensions (simulation, animation, video, educational games, virtual laboratories, etc.) with the developing technology. Multiple representations can be explained as tools that make learning easier, including mathematical operations, formulas, shapes, symbols, real life and verbal expressions. There are many types of representations. Wu and Puntambekar (2012) divided multiple representations into verbal textual representations, symbolic mathematical representations, visual graphic representations, and gestural-operational representations. It is seen that there is not much teaching supported by multiple representations for the physics course in the literature. In addition, it is also seen that studies do not deal with affective variables in terms of affective variables. It can also affect and change their attitudes, motivation and metacognitive strategies. Students must be aware of their own cognitive structures in this whole process. In this case, we come across the concept of metacognition. Based on all these situations, the study aimed to examine the effect of inquiry-based instruction supported by multiple demonstrations on affective variables of university students.

### **Method**

In this study, the experimental model of the pre-test post-test control group was used. In the study, the purpose sampling method was used, one of the random sampling methods. The study sample consisted of 49 students studying in the spring semester of the 2021-2022 academic year in the first year of the science teaching department. The students were divided into experimental and control groups according to their grades of their physics courses at the end of the semester in the fall semester of 2021-2022.

### **Data Collection Tools and analysis**

In the study, the attitude scale developed by Aydın Gürler and Baykara (2020), the "Motivation Scale for Learning Physics" developed by İnce, Çağap and Deneri (2020), and the "Metacognitive Thinking Skills Scale" developed by Tuncer and Kaysi (2013) were used. For the study problem, a two-factor ANOVA analysis for mixed measures was conducted to compare the pre-test and post-test scores of the experimental and control group students from the attitude, motivation and metacognition scales. Since the significance value (p) of the pre-test and post-test data of all scales for the experimental and control groups was greater than 0.5, it was concluded that the distribution of each scale was normal.

### **Procedures in the teaching process**

The scales were administered as a pretest before the instruction started. Then the teaching of all units lasted for a total of five weeks and nine blocks of time. All lessons were conducted by the instructor of the course, who was also the second author of this study. The lesson plans of the units to be taught in the study were prepared by the researchers and finalised by taking the opinions of two expert instructors before teaching. During the teaching process in the experimental group, the lessons in the control group were taught by the instructor with traditional teaching according to the lesson plans prepared according to the inquiry-based approach supported by multiple demonstrations. At the end of the teaching of the lessons, all scales were applied again as a post-test.

## Findings

In this section, the findings obtained as a result of the analyses related to the sub-problems of the study and the interpretations related to these findings are presented. A significant difference was found between the sum of the pre-test and post-test scores of the experimental group and the sum of the pre-test and post-test scores of the control group [ $F(1.42)=4.44$ ,  $p=.000$ ]. As a result of the analysis conducted to test whether there was a significant effect on attitude dimension scores, it was observed that the increase in the scores of the experimental group was significantly higher than that of the control group [ $F(1.42)=0.340$ ,  $p=.041$ ]. As a result of the analysis conducted to test whether there is a significant effect on the motivation dimension scores, it is seen that the increase in the scores of the experimental group is significantly higher than the control group [ $F(1.45)=3630.428$ ,  $p=.000$ ]. As a result of the analysis conducted to test whether there is a significant effect on the scores of the metacognition dimension, it is seen that the increase in the scores of the experimental group is significantly higher than the control group [ $F(1.46)=28.60$ ,  $p=.000$ ].

## Discussion and Conclusion

There are many studies in the literature that show that multiple representations are effective in teaching. In general, when the studies on multiple representations in Turkey and abroad are examined, it is seen that they are mostly in the fields of mathematics (Baloglu Demir, 2022; Çatalkaya, 2023; Gülkılık, 2024; Şaşkan, 2023; Üçgöl 2022); chemistry (Ataman Mortaş, 2011; Tanrıverdi, 2013; Widiastari & Redhana, 2021), biology (Gökçe, 2023; Schönborn, & Bögeholz, 2013) and social studies (Üstün, 2019). However, it is known that studies on multiple representations have recently been conducted in the field of physics (Mandıracı, 2023; Kılıç, 2023). In general, the results show that the inquiry approach supported by multiple representations has a positive effect on pre-service teachers' motivation to learn physics. It can be said that metacognitive skills are positively affected by teaching with multiple representations and an inquiry approach. In light of the results obtained from this study, the following suggestions were made;

- The inquiry-based learning approach supported by multiple representations can be applied in other different subjects of the physics course.
- It is predicted that it will be beneficial to provide preservice teachers with the use of multiple representation types during their undergraduate education.
- In addition, the number of studies conducted in the field of physics can be increased by using multiple representations together with other approaches and techniques.