

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON
KONUSUNDA KAVRAMSAL ANLAMALARININ ONTOLOJİK
YAKLAŞIMA GÖRE TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Arzu ÖDEN ACAR

Ankara
Ocak, 2010

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROMANYETİK
İNDÜKSİYON KONUSUNDA KAVRAMSAL ANLAMALARININ
ONTOLOJİK YAKLAŞIMA GÖRE TESPİTİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arzu ÖDEN ACAR

Danışman: Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN

Ankara
Ocak, 2010

GAZİ ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ' NE

Arzu ÖDEN ACAR' ın, “**ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON KONUSUNDA KAVRAMSAL ANLAMALARININ ONTOLOJİK YAKLAŞIMA GÖRE TESPİTİ**” başlıklı tezi, 29.01.2010 tarihinde, jürimiz tarafından Fizik Öğretmenliği Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı): Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN

.....

Üye : Prof. Dr. Necati YALÇIN

.....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ

.....

ÖN SÖZ

Tanıdığım ilk günden beri örnek aldığım, enerjisiyle beni her zaman motive eden, verdiği hayat dersleriyle yalnızca tezime değil hayatıma da rehberlik eden, baba sıcaklığındaki danışmanım Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN Hoca' ma,

Bende, kelimelerle tarif edilemeyecek kadar çok anlamı olan ve tezim süresince de beni yalnız bırakmayan hocam Arş. Gör. Dr. Uygur KANLI' ya,

Tezime katkıda bulunan ve pek çok zaman özlediğim, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı' nın değerli hocalarına,

Hayatım boyunca aldığım kararlarda yanımda olarak beni destekleyen ve bu günlere gelmemde çok büyük emeği olan canım annem ve babam “Selime-Mehmet Arif ÖDEN” e, kardeşlerim “Ayşe-Halil ŞEN ve Emine-Ali ÖDEN” e, yeğenlerim “Işıl, Tuğrul, Ahmet ve Alperen” e,

Tez uygulamamı yaptığım 2007-2008 eğitim-öğretim yılında, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, 2. sınıfta öğrenim gören öğrencilerime,

Tezimin kahrını nişanlı iken çekmeye başlayıp, evlenip yuva kurduğumuzda da büyük bir sabırla çekmeye devam ederek beni kendine hayran bırakan, desteğiyle bana huzur ve cesaret yükleyen, *canım... hayatımın anlamı... eşim “İsa ACAR”* a,

ve katkılarından olayı TÜBİTAK' a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arzu ÖDEN ACAR

ÖZET

ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON KONUSUNDA KAVRAMSAL ANLAMALARININ ONTOLOJİK YAKLAŞIMA GÖRE TESPİTİ

ÖDEN ACAR, Arzu

Yüksek Lisans, Fizik Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN

Ocak 2010, 137 sayfa

Bu araştırmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarının ontolojik kategorilerini tespit etmektir.

Araştırma betimsel yöntemle yapılmıştır. Öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarını derinlemesine incelemek amacıyla olgubilim deseni tercih edilmiştir.

Araştırmanın örneklemini, 2007-2008 eğitim öğretim yılında, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören '12' 2. sınıf öğretmen adayı oluşturmuştur.

Araştırmada veri toplama aracı olarak dört adet Tahmin Et-Gözle-Açıkla aktivitesi kullanılmış ve aktiviteler eşliğinde yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu dört aktivitede yer alan deneyler, her bir öğrenci ile tek tek yapılmıştır. Dört aktivitenin uygulanması için geçen süre her öğrencide yaklaşık olarak

45-60 dakika olmuştur. Uygulama süresince öğrencilerin bilgisi dahilinde kamera kaydı yapılmıştır.

Aktiviteler sürecinde gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerin video kayıtlarının tümü yazıya dökülmüştür. Görüşmelerin analizinde kullanılacak kavramlar ‘indüksiyon akımı, indüksiyon emk’ sı, manyetik akı ve manyetik alan’ olarak belirlenmiştir. Yazıya dökülen görüşmelere içerik analizi yapılmıştır. Öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda zihinlerinde var olan kavramların ontolojik kategorileri, öğretmen adaylarının kavramları ifade ederken kullanmış oldukları yüklemeler incelenerek tespit edilmiştir.

Kavramlara ait açıklamaların ontolojik yaklaşıma göre incelenmeleri sonucunda, indüksiyon akımı, indüksiyon emk’ sı, manyetik alan, manyetik akı kavramlarının öğretmen adaylarının bir kısmı tarafından madde kategorisinde, bir kısmı tarafından sınırlama temelli etkileşimler (STE) kategorisinde sınıflandırılmış olduğu tespit edilmiştir. Madde kategorisine dahil edilen kavramların bilimsel açıklamalardan uzak olduğu görülmüştür. STE kategorisinde sınıflandırılan açıklamalardan bazılarında kavramın doğru olarak ifade edilmediği sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının pek çoğunun sürecin sonucu hakkında doğru tahminlerde bulunmalarına rağmen sürecin nasıl gerçekleştiğini açıklamakta sıkıntı çektikleri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fizik Eğitimi, Ontolojik Yaklaşım, Elektromanyetik İndüksiyon, Öğretmen Adayları, Tahmin Et-Gözle-Açıkla Aktiviteleri

ABSTRACT

THE DETERMINATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING ABOUT ELECTROMAGNETIC INDUCTION VIA ONTOLOGICAL APPROACH

ÖDEN ACAR, Arzu

Master, Department of Physics Teaching Programme

Advisor: Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN

January 2010, 137 pages

The aim of this study is to determine physics pre-service teachers' conceptual understanding of electromagnetic induction via ontological approach.

Survey method was used in this study. For a deeper search about pre-service teachers' conceptual understanding of electromagnetic induction, phenomenological design was preferred.

In this study the sample consisted of 12 sophomore university students in Gazi University, Faculty of Gazi Education, Department of Physics Teaching Programme. The research was applied in spring semester of 2007-2008 academic year.

Four Predict-Observe-Explain (POE) activities were used as an assessment tool and also semi structured interviews were made. Four experiments in these activities were made with students individually. The time for four activities was 45-60 minutes per student. Experiments were recorded with a video-camera by researcher.

All the records of semi structured interviews which were made during activities were decoded. The concepts for analyzing interviews determined as 'induced current,

induced emf, magnetic flux, magnetic field'. Content analysis was done to decoded interviews. Ontological categories of electromagnetic induction which pre-service teachers had in their mind were assessed via predicates that were used by pre-service teachers.

Results of the analysis of concepts according to ontological approach showed that some of the pre-service teachers categorized 'induced current, induced emf, magnetic flux, magnetic field' in matter category and some of them categorized in constraint based interactions (CBI) category. The concepts which were categorized in matter category were far away from scientific explanations and some of the concepts which were categorized in CBI category were not explained correctly. Although most of the pre-service teachers could predict the end of the process correctly, they had difficulty in explaining the process.

Key Words: Physics Education, Ontological Approach, Electromagnetic Induction, Pre-Service Teachers, Predict-Observe-Explain Activities

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar, ŞEKİLLER ve GRAFİKLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	3
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırmanın Önemi.....	6
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	7
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.6. Tanımlar.....	8
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	9
2.1. Kavramın Tanımı.....	9
2.2. Kavram Öğretimi ve Kavramsal Değişim.....	9
2.3. Ontolojik Yaklaşım.....	13
2.3.1. Ontoloji.....	13
2.3.2. Ontolojik Kategoriler.....	16
2.3.2.1. Madde.....	16
2.3.2.2. Süreç.....	16
2.3.2.3. Zihinsel Durumlar.....	19
2.3.3. Ontolojik Yaklaşımın Varsayımları.....	22
2.3.3.1. Epistemolojik Varsayım.....	22
2.3.3.2. Metafizik Varsayım.....	23
2.3.3.3. Psikolojik Varsayım.....	23
2.3.4. Ontolojik Kategorilerin Gerçekliğini Kavramaya İlişkin Yollar.....	24
2.3.4.1. İç Gerçeklik.....	24
2.3.4.2. Psikolojik Gerçeklik.....	25
2.3.5. Ontolojik Yaklaşımın Kavramsal Değişim.....	26
2.3.5.1. Köklü Olmayan Kavramsal Değişim.....	26
2.3.5.2. Köklü Kavramsal Değişim.....	27
2.3.5.3. Ontolojik Kategorileri Tespit Etmeye Yönelik Kullanılan Yöntem ve Araçlar.....	28

3. YÖNTEM.....	30
3.1. Araştırmanın Modeli.....	30
3.2. Evren ve Örneklem.....	31
3.2.1. Örneklem Seçimi İçin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testinin Kullanılması.....	31
3.2.2. Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testinin Değerlendirilmesi...	34
3.3. Verilerin Toplanması.....	34
3.3.1. Tahmin Et-Gözle-Açıkla Aktivitelerinin Geliştirilmesi.....	34
3.3.2. Tahmin Et-Gözle-Açıkla Aktivitelerinin Uygulanması.....	35
3.4. Verilerin Analizi.....	36
4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	37
4.1 Tahmin Et-Gözle-Açıkla Aktivitelerinin Ontolojik Yaklaşım Göre İncelenmesi.....	37
4.1.1. Aktivite 1.....	38
4.1.2. Aktivite 2.....	51
4.1.3. Aktivite 3.....	64
4.1.4. Aktivite 4.....	78
4.2. Kavramların Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar.....	95
4.2.1. İndüksiyon Akımı Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar.....	95
4.2.2. İndüksiyon Emk' sı Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar.....	97
4.2.3. Manyetik Alan Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar.....	98
4.2.4. Manyetik Akı Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar.....	99
4.3. Kavramların Ontolojik Kategorilerine Ait Bulguların Karşılaştırılması.....	101
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	102
5.1. Sonuç ve Tartışma.....	102
5.2. Öneriler.....	105
KAYNAKÇA.....	107
EKLER.....	117
EK 1. Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi.....	117
EK 2. TGA Aktivitelerine Rehberlik Edici Yapraklar.....	132
EK 3. Kamera Kayıtları.....	136

TABLO, ŞEKİL VE GRAFİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Pilot Çalışmada Yer Alan Öğretmen Adaylarının Sınıflara Göre Dağılımı.....	32
Tablo 3.2. Pilot Uygulamanın Test Maddelerinin Ayırt Edicilik(Aİ) ve Güçlük İndisi(Gİ).....	33
Tablo 4.1. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre İndüksiyon Akımı Kavramının Ontolojik Kategorileri.....	96
Tablo 4.2. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre İndüksiyon Emk'sı Kavramının Ontolojik kategorileri.....	97
Tablo 4.3. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre Manyetik Alan Kavramının Ontolojik Kategorileri.....	98
Tablo 4.4. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre Manyetik Akı Kavramının Ontolojik Kategorileri.....	100
Şekil 2.1. Keil Tarafından Önerilen, Ontolojik Bilginin Yapısının Uyarlanmış Gösterimi.....	15
Şekil 2.2. Olası Bir Ontolojik Kategori Sınıflandırması.....	21
Şekil 2.3. Köklü ve Köklü Olmayan Kavramsal Değişimin Şematik Gösterimi.....	27
Grafik 4.1. Kavramların Ontolojik Kategorilerinin Yüzde Değerleri.....	101

KISALTMALAR LİSTESİ

A1	: Aktivite 1
A2	: Aktivite 2
A3	: Aktivite 3
A4	: Aktivite 4
akt.	Aktaran
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
Ö1	: Öğretmen Adayı 1
Ö2	: Öğretmen Adayı 2
Ö3	: Öğretmen Adayı 3
Ö4	: Öğretmen Adayı 4
Ö5	: Öğretmen Adayı 5
Ö6	: Öğretmen Adayı 6
Ö7	: Öğretmen Adayı 7
Ö8	: Öğretmen Adayı 8
Ö9	: Öğretmen Adayı 9
Ö10	: Öğretmen Adayı 10
Ö11	: Öğretmen Adayı 11
Ö12	: Öğretmen Adayı 12
STE	: Sınırlama Temelli Etkileşimler
TGA	: Tahmin Et-Gözle-Açıkla
ve diğ.:	ve diğerleri
YÖK	: Yükseköğretim Kurulu

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Öğrenme ve bilme isteği insanoğlunun var oluşundan beri en temel duygusudur. Eski çağlardan günümüze pek çok şey merak edilmiş ve pek çoğunun nedeni zamanın imkanlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Aynı konu hakkında farklı görüşler ileri sürülmüş ve farklı görüşler araştırmaların derinleşmesine neden olmuştur. Dünyanın tepsi şeklinde olduğu düşünülen zamanlardan günümüze kadar uzanacak olursak, öğrenme isteği ile uzun bir yol kat edildiğini görmek zor değildir. Bu süreç, var olan bilgilerin sürekli geliştirilmesi ya da yenilenmesi ile mümkün olmuştur. Bu ise, bilimde mutlak doğrunun olmadığına bir kanıttır. Bugün doğru olduğu düşünülen bir bilgi, yarın tüm geçerliliğini yitirebilir. Bundan dolayı bilim durağan değil, dinamiktir.

Bilim ve teknolojinin ‘güç’ anlamına geldiği bulunduğumuz yüzyılda, bilim ve teknoloji alanına büyük yatırımlar yapılmaktadır. Bu doğrultuda bilim ve teknolojiadaki gelişmeler son hızla devam etmektedir. Her geçen gün hayatımıza bir yenilik eklenmektedir. Yenilikleri üreten, insanlık hizmetine sunan ve yenilikleri etkin bir şekilde kullanabilen bir toplum olmak en büyük dileğimiz olmalıdır. Bu ise, kendimizi sürekli geliştirmemiz ve yenilememiz durumunda mümkün olabilir.

Eğitim kurumları topluma bilgi yayan en geçerli kurumlardır. Bir toplumun gelişmesinin eğitimiyle doğru orantılı olduğunu düşündüğümüzde eğitim sistemimizin de değişim ve yenilikleri göz önünde bulunduran bir politika benimsemesi gerektiğini düşünürüz. Bundan dolayı öğrencilere gelişen teknoloji hızında bilgi aktarmak yerine, kavrayarak öğrenmeleri için onlara bilgiye ulaşmayı öğretmek fen derslerinde ön plana çıkmaktadır. Fen dersleri ile öğrencilerin bilimsel okur yazarlığının geliştirilmesi

amaçlanır. Bilimsel okur yazarlıktan kastedilen, fen bilimlerinin doğasını bilmek, bilginin nasıl elde edildiğini anlamak, fen bilimlerindeki bilgilerin, bilinen gerçeklere bağlı olduğunu ve yeni kanıtlar toplandıkça değişebileceğini algılamak, fen bilimlerindeki temel kavram, teori ve hipotezleri öğrenerek, bilimsel kanıt ile kişisel görüş arasındaki farkı anlayabilme davranışının kazandırılmasıdır. Bilimsel okur yazarlığı kazanmış toplumlar, gelişmelere daha çabuk ayak uydurarak, yapılacak yenileştirme çalışmalarına önderlik edebileceklerdir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut; 1997). Fen bilimleri, bilime ve teknolojiye açılan kapının anahtarıdır. Fen bilimlerine gereken önemi vermeyen ülkelerin gelişmesi ve çağa ayak uydurması mümkün değildir. Dünyadaki gelişmiş ülkelere baktığımızda fen bilimlerine yeterince önem verdiklerini, bu alana yatırım yaptıklarını, eğitim sistemlerinin ezbere değil öğrenmeye yönelik olduğunu görürüz.

Son otuz yılda yapılan çalışmaların birçoğu, öğrencilerin fen dersine fenomen ve kavramlar hakkında ön bilgi ve inanişaya sahip olmadan gelmediğini göstermektedir (Duit ve Treagust, 2003). Tüm yaşlardaki öğrenciler pek çok olgu ve kavram hakkında, fen derslerinde bahsedilmeden önce fikir sahibidirler (Duit ve Treagust, 1995, 47). Daha doğrusu öğrenciler, bilimsel görüşle uyumlu olmayan ve bilimsel görüşe bütünü zıt olan köklü kavram ve fikirler taşımaktadırlar (Duit ve Treagust, 2003). Bu fikir ve inanışları, Novak “ön kavramlar”; Driver ve Easley “alternatif kavramlar”; Helm “kavram yanılgıları”; Sutton “çocukların bilimsel içgüdüleri”; Gilbert, Watts ve Osborne “çocukların bilimi”; Halloun ve Hestenes “genel duyu kavramları”; Pines ve West “kendiliğinden oluşan bilgiler” olarak adlandırmışlardır (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Bu yanlış kavramalar pek çok farklı nedenden kaynaklanabilir. Öğrencilerdeki bilimsel görüşle uyuşmayan bilgilerin tespit edilerek giderilmesi, eğitim ve öğretimin temel amaçlarından birisidir.

1.1. Problem

Fizik bilimi, fen bilimlerinin bir dalıdır ve pek çok öğrenciye göre de fen bilimlerinin en zor dalıdır. Öğrencilere fiziğin zor gelmesinin nedenleri olarak, fiziğin ezberleterek öğretilmeye çalışılması, günlük hayattaki uygulamalarından pek fazla bahsedilmemesi, yeterince laboratuvar uygulaması yapılmaması, derslerde konunun özünden çok formüllerden bahsedilmesi, öğrencilerin fizik dersi zordur önyargısını daha fizikle tanışmadan çevrelerinden öğrenmeleri ve fizik konularının pek çok soyut kavram içermesi gibi faktörler gösterilebilir.

Kavramların öneminden dolayı fizik eğitiminde yapılan araştırmaların birçoğu kavram öğretimi ile ilgilidir. Fizik dersinde bir konu işlenirken konu ile ilgili pek çok kavramdan bahsedilmektedir. Örneğin elektrik konusunda direnç, gerilim, akım gibi. Bu kavramların tek bir tanımı yoktur, herkes tarafından farklı şekilde tanımlanabilirler. Fizik bilimi birçok kavram içermektedir ve bu kavramlar bilimsel olarak öğrenilmeden, bilimsel gerçekler çerçevesi dışında zihinsel olarak algılanmaktadır. Yanlış algılanan soyut kavramlar ise, değişime karşı oldukça dirençlidir ve anlamlı öğrenmeye engel teşkil eder. Öğrencilerin fen derslerine katılmadan önceki önbilgilerinin bilinmesi ve sonraki kavramsal değişimlerinin izlenmesi son derece önemlidir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003). Önbilgiler, yapılacak öğretimde dikkat edilmesi gereken konulara ışık tutarak öğretimi planlamada önemli yere sahiptirler.

Posner, Strike, Hewson ve Gertzog 1982 yılında ilk kavramsal değişim teorisini geliştirmişlerdir. Bu teori ile öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının nasıl giderilebileceğini açıklamaya çalışmışlardır.

Çeşitli ülkelerde kavramsal değişime yönelik çalışmalar 1980' li yıllarda başlamıştır (Clement, 1982; Keil ve Batterman, 1984; Posner ve diğ., 1982). Öğrencilerin kavramlarının sağlamlığını ve nasıl değiştiğini açıklamaya çalışan araştırmacılar, kavramsal öğrenmenin üzerinde durması gereken iki bilişsel görüş öne

sürmüşlerdir: epistemolojik ve ontolojik görüş (Chi, Slotta ve de Leeuw, 1994; Duit ve Treagust, 2003; Vosniadou ve Ioannides, 1998). Eski çalışmalar öğrencilerin kavramları nasıl geliştirdiğini açıklarken, daha sonraki çalışmalar öğrenci kavramlarının doğasını ve türünü bilimsel kavramlarla karşılaştırarak açıklamaktadır. Başka bir deyişle, kavramsal öğrenmenin epistemolojik boyutu öğrenme sürecinin üzerinde durmakta, ontolojik boyutu ise kavramların doğası üzerinde durmaktadır (Kang, 2007).

Chi ve diğerleri (1994), kavramsal değişim için bilişsel yapı değişimini gerektiren bir model önermişlerdir. Chi ve diğerlerine (1994) göre kavramsal değişim, kavramları doğru ontolojik kategorilere yerleştirmekle gerçekleşir. Doğru kategoriye yerleştirilmeyen kavram, kavram yanılgısına neden olur (Chi ve Roscoe, 2002, 13; Ferrari ve Chi, 1998) . Öğrenciler yeni bir kavramla karşılaştıklarında onu kendilerine uygun gelen bir ontolojik kategoriye alırlar; yani o kavramı kategorize ederler. Bir kavram ancak diğer kavramlarla ilişkilendirilerek kategorize edilir ve anlam kazanır. Bu nedenle öğrencilerde bulunan kavramın anlamı, kavramın ontolojik özelliklerinden önemli ölçüde etkilenir (Johnston ve Southerland, 2000). Öğrencinin kavramı anlama düzeyi, kavramın doğasını anladığı kadardır. Bilginin doğasını ve yapısını öğrenmek, öğrencilere nasıl öğrendiklerini anlamaları konusunda yardımcı olur. Öğrenme hakkındaki bilgi de, öğrencilere insanın yeni bilgiyi nasıl yapılandırıldığını göstermeye yardımcı olur (Novak ve Govin, 1984, 9).

Ülkemizde kavramsal değişim konusunda yapılan çalışmaların türü ve sayısı oldukça az olmakla birlikte, son yıllarda fizik eğitimi alanında öğrencilerin çeşitli konularda ön kavramlarını tespit etmeye yönelik çalışmalar (Atasoy ve A.R. Akdeniz, 2007; Ateş ve M. Polat, 2005; Cerit Berber ve Sarı, 2009; Gülçiçek ve Yağbasan, 2004; İsen ve Kavcar, 2006; Küçüközer ve Kocakulah, 2008; Ünlü Güneş, İngeç ve Taşar, 2002) ve kavramsal değişim yöntemleri ile kavram yanılgılarını gidermeye yönelik araştırmalar (Abak, Eryılmaz, S. Yılmaz ve M. Yılmaz, 2001; Başer ve Çataloğlu, 2005; Gürçay ve Eryılmaz, 2005; H. Yılmaz ve Çavaş, 2006; Hırça, 2008; Kanlı, 2007) önem kazanmaktadır.

Son yıllarda çeşitli fizik kavramları hakkında yurt dışında ve ülkemizde öğrencilerin ön bilgilerini tespit etmeye ve kavramsal değişim yöntemleri ile kavram yanlışlarını gidermeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Kuvvet ve hareket (Bayraktar, 2008; D. Polat, 2007; Halloun ve Hestenes, 1985; Hewson ve Beeth, 1993; Tao ve Gunstone, 1999; Yıldız ve Büyükkasap, 2006), elektrik akımı (Çıldır, 2005; Tsai, Chen, Chou ve Lain, 2007), elektrik devreleri (Chang, Liu ve Chen, 1998; Chiu ve Lin, 2005; Çepni ve Keleş, 2006; Küçüközer ve Demirci, 2008), madde ve özellikleri (Erdem, A. Yılmaz, Atav ve Gücüm, 2004), enerji (Doménech ve diğ., 2007; Hırça, Çalık ve F. Akdeniz, 2008; Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007), Newton' un hareket kanunları (Atasoy ve A.R. Akdeniz, 2007; Kara, 2007; Kuru ve Güneş, 2005; Thornton ve Skoloff, 1998), ısı ve sıcaklık (Aydın, 2007; de Berg, 2008; Keser, 2007; Lewis ve Linn, 2003; Sözbilir, 2003; Wiser ve Amin, 2001).

Literatürde yapılan bazı çalışmalarda öğrencilerin elektromanyetik indüksiyon konusunda sahip oldukları ön bilgiler tespit edilmiştir (Bagno ve Eylon, 1997; Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Maloney, O'Kuma, Hieggelke, Heuvelen, 2001; Millar ve Sağlam, 2006; Park, 2006; Silva, 2006; Thong ve Gunstone, 2008). Ancak, bu çalışmalarda kavram yanlışları ontolojik yaklaşıma göre incelenmemiştir.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamaları ontolojik yaklaşım çerçevesinde incelenecektir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarının ontolojik kategorilerini tespit etmektir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Elektromanyetik indüksiyon konusu birçok kavram içermektedir. Öğrenciler bu kavramları anlamakta güçlük çekmekte ya da kavramları yanlış öğrenmektedir. Yapılan bir çalışmada lise öğrencilerinin anlamada zorlandıkları fizik konularına göre yüzdelik dağılımlarında %61,3' lük dilim ile elektromanyetik indüksiyonun en büyük paya sahip olduğu tespit edilmiştir (Aycan ve Yumuşak, 2003). Ortaöğretimde bu konuda zorlanan öğrencilerin üniversitede zorlanacağı düşünülmüştür.

Öğrencilerin fiziğe karşı tutumlarını inceleyen çalışmalara bakıldığında öğrencilerin fizik dersine yönelik tutumları ile önceki başarılar, gelecekteki iş, denetim odağı, matematik başarısı (Uz ve Eryılmaz, 1999), öğretmen nitelikleri (Korur, 2001) arasında olumlu ilişki tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada (Akpınar, 2006), fizik dersine yönelik tutumlar ile fizik dersi akademik başarısı arasında olumlu yönde ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu araştırmalar doğrultusunda öğrencilerin fizik dersinde başarılı olmalarında öğretmen niteliklerinin önemi ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bazı araştırmalarda, yalnız öğrencilerde değil, öğretmenlerde de kavram yanlışları olduğu tespit edilmiştir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Bu çalışmada geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adayları ile çalışılması fikrine bu noktadan ulaşılmıştır.

Ülkemizde elektromanyetik indüksiyon konusundaki kavramlara, 'elektrik ve manyetizma' başlığı altında yapılan çalışmalarda değinilmiş ancak, ayrıntılı olarak yer verilmemiştir. Bu çalışmaların sayısı da oldukça azdır (Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Günbatar ve Sarı, 2005; Uzunkavak, 2004). Yapılan çalışmalarda kavram yanlışları tespit edilmiş fakat, kavram yanlışlarının oluşma nedenlerinden bahsedilmemiştir. Ontolojik yaklaşım ile öğretmen adaylarının bu konudaki kavramsal anlamalarını tespit etmeye yönelik bir araştırmanın, öğretmen adaylarının kavramları nasıl yapılandırdıklarından haberdar olma ve gelecekte yapılacak öğretimi planlama için faydalı olacağı düşünülmüştür.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

- Uygulanan TGA (Tahmin Et-Gözle-Açıkla) aktivitelerinin gereklilikleri eksiksiz yerine getirilmeye çalışılmıştır.
- Uygulama sürecinde araştırmacı taraflı davranmamıştır.
- TGA aktivitelerinin hazırlanışında uzman görüşleri yeterlidir.
- Öğretmen adayları, görüşmelerde sorulan sorulara içtenlikle cevap vermiştir.
- Uygulama sırasında hiçbir problem yaşanmamıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Çalışmanın betimsel olmasından dolayı, derinlemesine analiz yapabilmek için çalışmanın evreni, 2007-2008 eğitim-öğretim yılı Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı 2. sınıfta öğrenim görmekte olan 12 öğretmen adayı ile sınırlıdır.
- Çalışmada öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının tespit edileceği konu, elektromanyetik indüksiyon konusunu ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Bu araştırmada kullanılan tanımlar aşağıda verilmiştir.

Kavram : Nesne, olay veya düşüncelerin zihnimizdeki soyut ve genel tasarımlarıdır.

Ontoloji (Varlık bilimi) : Varlığın ne olduğunu sorgulayan bir felsefi disiplindir.

Fenomen: Felsefede somut, algılanabilir ve denenebilir olay ve nesne demektir. Bir nesne, olay ya da sürecin nesnel gerçekliğini vurgulayan bir ifadedir (Wikipedia, 2009).

2. BÖLÜM

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu kısımda, araştırmanın kavramsal çerçevesi ifade edilmiştir.

2.1. Kavramın Tanımı

Kavramlar; insanları, olayları, eşyaları benzerliklerine göre gruplandırıdığımızda gruplara verdiğimiz adlardır. Kavramlar somut varlıklar değil soyut düşünce birimleridir ve gerçek dünyada değil düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada kavramların ancak örnekleri bulunabilir (Çepni ve diğ., 2007). Evrendeki her bir varlığın kendine ait pek çok özelliği vardır. Ayrıca, varlıklar arasında da benzer ve farklı özellikler bulmak mümkündür. Varlıklar benzer ve farklı özelliklerine göre zihnimizde kategorize edilirler. Bu kategorizasyon ile yeni öğrenilen kavramların doğasını kavramamız kolaylaşır. Örneğin bir çocuk, bitki kavramını zihninde yapılandırmışsa bitkileri diğer varlıklardan ayırt edebilir.

2.2. Kavram Öğretimi ve Kavramsal Değişim

Her günü bir öncekinden daha hızlı gelişen bir dünyada karşılaşılan her bir varlığın sahip olduğu özellikleri tek tek öğrenmektense, zihnimizde kavramları bağdaştırabileceğimiz sağlam kavramsal çerçeveler oluşturmak kavram öğretiminde ön plana çıkmıştır.

Günümüzde fen öğretiminde, kavram öğretimine büyük önem verilmektedir. Öğretimin kavramsal düzeyde yapılmasının nedenlerini yedi madde altında toplanabilir (Driver ve Erickson, 1983; akt. Özmen, 2005):

1. Günümüz öğretim yaklaşımları kalıcı öğrenmenin işlemsel değil, kavramsal olduğunu kabul etmektedir.
2. Öğrenci bilgilerini yeni karşılaştığı durumlara uygulayabilirse o olayı ancak öğrenmiş (kavramış) sayılır.
3. Öğrencilerin günlük yaşantılarından ve daha önceki deneyimlerinden kazandıkları bilgiler, daha sonra öğrenecekleri bilgiler üzerine ciddi etkiler yapmaktadır. Özellikle öğrencilerde yanlış anlamalar varsa, bunların yeni bilgilerin öğrenilmesi üzerine etkileri daha fazla olmaktadır.
4. Bilinen ve araştırmaların gelişmesi neticesinde her gün yeni bilgiler keşfedilmektedir. Bu gelişme öylesine hızlı olmaktadır ki, bu insanın algı sınırını aşmaktadır. Bundan dolayı, kavramsal olarak temel bilgileri kazanmak daha önemli hale gelmektedir.
5. Öğrencilerin daha önceki yıllarda eğitim-öğretimlerinden ve çevre ile etkileşimlerinden kazandıkları yanlış anlamalar düzeltilmeden bilimsel olarak kabul edilebilir bir düzeyde kavramsal öğrenme gerçekleşemez.
6. Sınıfta farklı düzeylerde öğrenciler bulunduğu için, bütün öğrenciler aynı hızla öğrenemezler. Bundan dolayı öğretmen, kavram öğretimine önem vererek her düzeye uygun bir öğretim yapmalıdır.

7. Kavram öğretiminde basitten karmaşığa doğru hiyerarşik bir sıra vardır. Öğretmenin öğrencilerinin hiyerarşik yerini tespit ederek, kavramları öğretmesi daha etkili olur.

Öğrenciler yeni bir öğrenme durumu ile karşı karşıya geldiklerinde onları bekleyen en büyük zorluk, yeni bilgi ile zihinlerinde gündelik hayattaki tecrübeler sonucu edinmiş oldukları bilgilerin uyuşmaması ve yeni bilgilerin kazanılması zorunluluğudur.

Öğrencilerin zihninde doğru olarak yapılandırıldığını düşündüğü kavramlar her zaman bilimsel olan gerçeklikle uyuşmayabilir. Kavram yanlışlığı, zihinde bir kavramın yerine oturan, fakat o kavramın bilimsel tanımından farklı olan kavramdır. Öğrenciler hatalı kavramların doğru olduğunu sebepleri ile birlikte açıklıyorlarsa ve kendilerinden emin olduklarını söylüyorlarsa o zaman öğrencide kavram yanlışlığı var diyebiliriz (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Öğrenci, zihninde var olan kavramın bilimsel gerçeklikle uyuşmamasına rağmen, bu kavramla yaptığı açıklamaların doğruluğundan emin olduğunu düşünüyorsa, öğrencinin zihnindeki bu kavram yanlışlığının giderilmesi çok zordur.

Kavram yanlışlıklarını bilimsel gerçeklerle değiştirmek için, kavramsal değişim çalışmaları yapılmıştır. Yanlış kavramların giderilmesi için geliştirilen yöntemlerin çoğu Piaget'in benzeştirme-özümleme (assimilation) ve uzlaştırma-düzenleme (accommodation) ile yapılandırmacı öğrenme (constructivism) kuramlarını temel almıştır (Başer ve Çataloğlu, 2005).

Kavram yanlışlıklarına yönelik kavramsal değişimin temelleri 1982 yılında Posner ve diğerlerinin yaptığı çalışma ile atılmıştır. Bu çalışmalarını, öğrencilerin kavram yanlışlıkları hakkında daha önceden yapılan araştırmalara dayandırmışlardır.

Kavramsal değişimin öncülüğünü yapan bu teori, öğrenmenin bir kavramsal değişim süreci olduğunu kabul etmektedir. Teori, iki tür kavramsal değişim olduğunu ileri sürer. Bazen öğrenciler var olan kavramlarını yeni öğrendikleri bilgi ile alakalı olarak kullanırlar. Bu şekilde gerçekleşen kavramsal değişime benzeştirme ya da özümleme (assimilation) denir. Bununla birlikte, sıklıkla öğrencilerin şu anda taşıdıkları kavramlar (kavramsal ekoloji) yeni fenomenleri açıklamakta yetersiz kalır. Bu durumda öğrenci ana kavramı yenisi ile değiştirmeli ya da tekrar düzenlemelidir. Daha köklü olan bu kavramsal değişime ise uzlaştırma ya da düzenleme (accomodation) denir (Posner ve diğ., 1982).

Posner ve diğerlerine (1982) göre, kavramsal değişimin yaşanması için şu dört şartın sağlanması gerekir:

1. Hoşnutsuzluk (Dissatisfaction): Öğrenci var olan kavramdan hoşnutsuz olmalıdır,
2. Anlaşılabilirlik (Intelligibility): Yeni kavram öğrenci için anlaşılır olmalıdır,
3. Makullük (Plausibility): Yeni kavram öğrencinin aklına uygun olmalıdır,
4. Verimlilik (Fruitfulness): Yeni kavram gelecekteki benzer sorunları çözebilmeli yani verimli olmalıdır.

Kavramsal değişim yöntemleri ile yapılan çalışmalar batılı ülkelerde 1980' lere dayanmaktadır. Harrison ve Treagust' a (2001) göre literatürde kavramsal değişim ve kavramları yeniden yapılandırma en az beş kuramsal yaklaşımın bakış açısı ile açıklanmıştır: epistemoloji (Posner ve diğ., 1982), gelişim (Carey, 1985), ontoloji (Chi ve diğ., 1994), açıklama tutarlılığı (Thagard, 1992, 248) ve sosyal etki (Pintrich, 1999). Bu yaklaşımların her birinin değişime neden olan etkileri, değişimin nasıl meydana geldiği ve değişimin türleri hakkında vurguladıkları noktalar farklıdır.

2.3. Ontolojik Yaklaşım

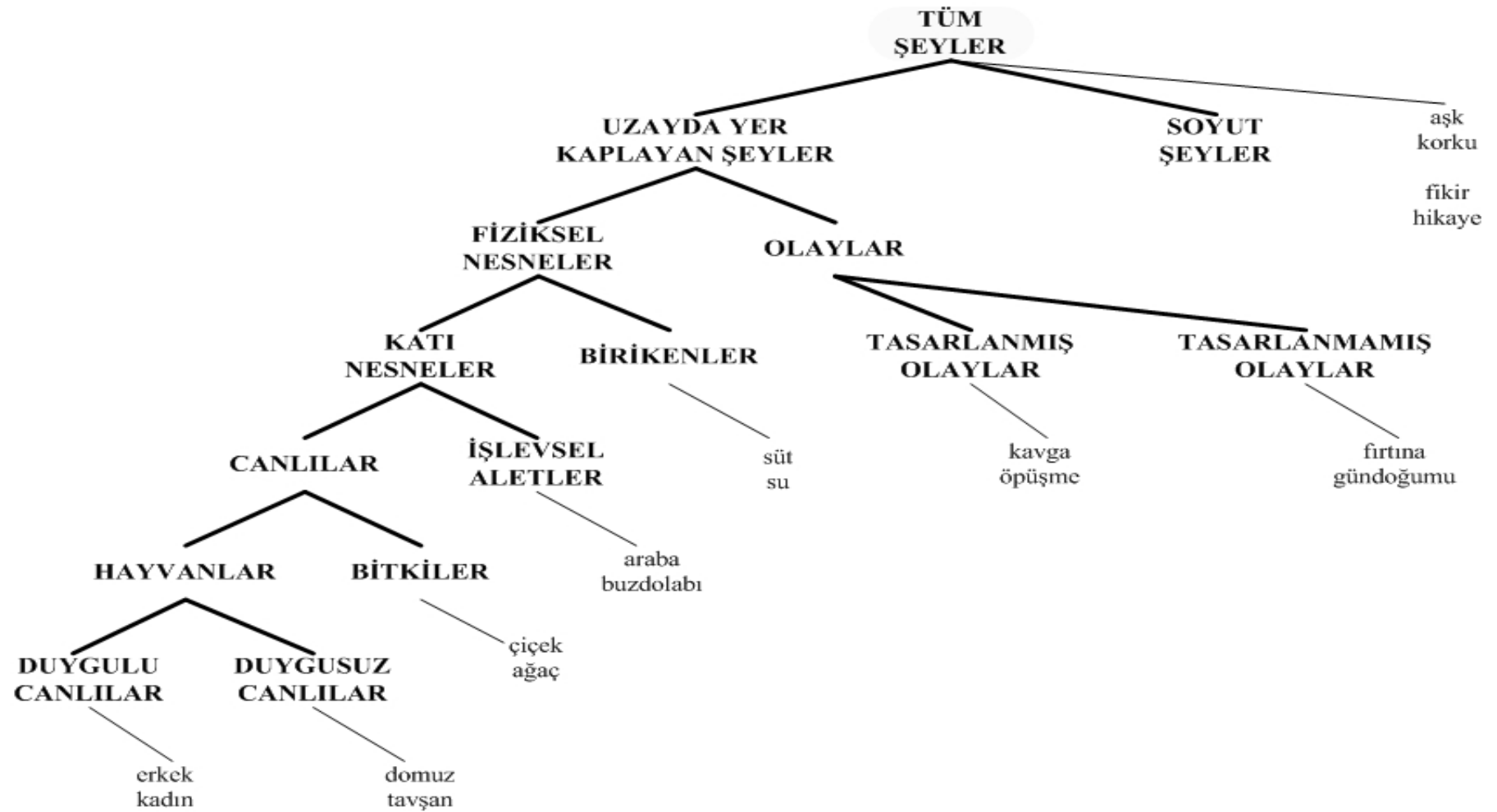
2.3.1. Ontoloji

Ontoloji (varlık bilimi), varlığın ne olduğunu sorgulayan bir felsefi disiplindir. Tüm varlıkların başlangıcı (tözü) nedir ve başlıca varlık kategorileri (ontolojik kategoriler) nelerdir sorularına cevap arar. Kategoriler arasında ilişki olup olmadığını inceler.

Tarihte varlıkları kategorilere ayırma konusunda pek çok filozof çalışma yapmış olmakla birlikte, ilk sistematik çalışma Aristoteles tarafından yapılmıştır. Aristoteles yaptığı çalışmada varlıkların kategorileri arasında hiyerarşik bir düzenleme kurmamış ve varlıkların özünden bahsetmemiştir. Ancak, kategorilerin birbiri ile ilişkili olduğunu ve tüm kategorilerin cisim (substance) kategorisine bağlı olduğunu savunmuştur. Aristoteles bu durumu şu şekilde açıklamaktadır, “bir şeyin yeşil olduğu söylendiğinde o niteliğin taşıyıcısı olan bir cismin olması gerekir. Cisimler niteliklerden daha önce, nitelikler de ilişkilerden daha önce var olmuşlardır. Bir şeyin ne olduğunu (kedi) bilmek, niteliğini (kahverengi) bilmekten daha çok şey anlatır, niteliğini bilmek de diğer nesnelerle olan ilişkisini (benim kedim) bilmekten daha çok şey anlatır” (Westerhoff, 2005, 13).

Ontolojik bilgi dünyada var olan şeylerin türleri ve bu şeylerin birbirleri ile nasıl alakalı olduğu hakkında sahip olduğumuz günlük bilgilerimizdir (Sera, Gathje ve del Castillo Pintado, 1999). Psikoloji literatüründe ontolojik bilgi ilk olarak Keil (1979) tarafından incelenmiştir. Keil yaptığı çalışmada ontolojik kategoriler arasında sağlam bir hiyerarşi olduğunu ileri sürmüştür. Bu hiyerarşinin Şekil 2.1’ deki gibi olabileceğini ifade etmiştir (Sera ve diğ., 1999).

Keil' in çalışmalarından yola çıkan Chi (1992, 130) ontolojinin bilgilerimizi farklı kavramsal kategorilere böldüğünü söyler. Chi, 1992' de yaptığı bu çalışmasında üç temel ontolojik kategoriden bahsetmiştir; madde, olay ve soyut kavramlar. Bununla birlikte başka kategorilerin de mümkün olabileceğini belirtmiştir. Chi ve Slotta, 1993' te yaptıkları çalışmalarında ontolojik kategorileri madde, süreç, zihinsel durumlar olarak adlandırmışlardır.



Şekil 2.1. Keil Tarafından Önerilen, Ontolojik Bilginin Yapısının Uyarlanmış Gösterimi (Sera ve diğ., 1999)

2.3.2. Ontolojik Kategoriler

2.3.2.1. Madde

Bu kategori somut kavramları içerir. Doğal türler (kedi, papatya, su, krom...), yapay nesneler (lamba, masa...) bu kategoriye dahildir. Fakat lamba ve su, ikisi de madde kategorisinde olmasına rağmen farklı özelliklere sahiptir. Örneğin ‘lamba kırıldı’ cümlesi anlamlı bir durum ifade ederken ‘su kırıldı’ kulağa yabancı gelmektedir. Bundan dolayı madde kategorisi de alt kategorilere ayrılmıştır.

- Doğal tür
 - Canlı Varlıklar
 - Bitkiler (solan...örneğin; çiçek)
 - Hayvanlar (uyuyan...örneğin; ayı)
 - Cansız Varlıklar
 - Katılar (ışıldayan...örneğin; altın)
 - Sıvılar (akan...örneğin; süt)
- Yapay Nesneler (onarılan, kırılan...örneğin; masa)

2.3.2.2. Süreç

Bir zaman periyoduna yayılmış durumlarda kullanılan kavramları(elektrik akımı, sağanak yağış...) içerir. Örneğin ‘on dakika süren fırtına’ denildiğinde fırtınanın bir

zaman periyoduna yayıldığını anlıyoruz fakat ‘on dakika süren süt’ denildiğinde anlamsız oluyor. Bu örnekle madde ile süreç kategorisi arasındaki fark görülebilir.

Madde kategorisinde olduğu gibi süreç kategorisi de alt kategorilere ayrılmıştır.

- Yöntem (sıralı olan, uygulanan...) (örneğin; yemek tarifi...)
- Olay (sebebi olan, başlangıcı ve bitişi olan...) (örneğin; kavga, maç...)
 - Maksatlı (niyetli...) (örneğin; sarılma...)
 - Tesadüfi (örneğin; mutasyon...)
- Sınırlama Temelli (Kendiliğinden) Etkileşimler: İki ya da daha fazla sınırlamanın ilkeli etkileşimine (devrenin farklı noktalarındaki gerilim) göre davranan sistemlerdeki özel bir süreç (elektrik akımı) türüdür (Slotta, Chi, Joram, 1995). Elektrik alan ve ivme kavramları da bu kategorideki kavramlara örnek gösterilebilir.
 - Doğal Etkileşim (örneğin; kütle çekim kuvveti...)
 - Yapay Etkileşim (örneğin; elektrik akımı...)

Ontolojik yaklaşıma göre fizikteki bir çok kavram STE (sınırlama temelli etkileşimler) kategorisindedir. Bu kavramlara örnek verecek olursak; kütle çekim kuvveti iki kütleli parçacığın arasındaki etkileşimdir. Bu kuvvetin oluşması için iki kütlenin varlığı dışında başka bir sebebin vasıta olmasına gerek yoktur. Elektrik akımı ise, elektriksel olarak yüklü olan parçacıkların elektrik alan etkisi altında hareketi

sonucu oluşur. Burada da elektrik alan (uzaydaki iki nokta arasındaki potansiyel fark olması) ile yüklü parçacık arasındaki etkileşim söz konusudur. Aynı örnekler ısı ve ışık gibi kavramlar için de verilebilir (Reiner, Slotta, Chi ve Resnick, 2000).

Madde ve süreç kategorileri arasındaki ontolojik farkı anlamak için ısı kavramının tarih içerisinde anlaşılma durumuna bakılabilir. Wiser ve Carey (1983) ısı ve sıcaklık kavramlarının aynı kavram gibi kabul edildiği kalorik teori sürecinden, farklı kavramlar olduğunu söyleyen termodinamik teoriye olan gelişimini incelemişlerdir. Önceki zamanlarda kimyacılar ısıyı kalorik teoriye göre tanımlamışlardı. Kalorik teori, maddenin sıcaklığının içerdiği kalorik miktarı ile doğru orantılı olduğunu kabul ediyordu. Bu görüş ısıyı madde kategorisinde yorumlamış oluyordu. Termodinamik görüşün ısıyı moleküler uyarım süreci olarak tanımlamasıyla ısı kavramı madde kategorisinden süreç kategorisine yer değiştirmiş oldu (Slotta ve diğ., 1995).

STE kategorisindeki kavramlar kendiliğinden olmasına karşın, devam etmesi bileşenleri arasındaki zorunlu ilişkiye bağlıdır. Dış etkiler ya da kasıtlı yapılan iç etkiler olmasa da kavram haricinde bir etki kesinlikle sürecin başlaması için gereklidir. Örneğin elektrik akımı oluşmasında, kavram dışı etki, devrenin tamamlanmasını sağlayacak olan anahtarı kapatmak olabilir. Bu kavramlar ilk olarak bir etki ile tanımlanırlar ve süreç başladıktan sonra kavram, varlığını başka bir etki olmasa da sürdürür (Chi ve Slotta, 1993).

Ontolojik yaklaşım ile öğrencilerde elektrik kavramlarının araştırıldığı bir çalışmada (Lee ve Law, 2001) kavramlar, madde ve STE kategorilerine göre analiz edilmiştir. Yapılmış olan bu çalışmada öğrencilerde kavram yanılgısı olarak madde kategorisi altında sınıflandırılan ifadeler örnek verecek olursak:

“Akım, güç kaynağından çıkar ve lambada harcanır.”

“Paralel devrelerde akım iki eşit parçaya bölünür.”

Altı çizili yüklem̈ler öğrencinin akımı madde kategorisinde sınıflandırmasının kanıtıdır ve bu ifadeler madde olarak kodlanmıştır.

STE kategorisinde kodlanan iki ifadeyi örnek verecek olursak:

“Sabit gerilim uygulanan iki devreden, toplam direnci daha küçük olan devrede oluşan akım daha büyüktür.”

“Sabit gerilim uygulanan iki devreden, toplam direnci daha büyük olan devrede oluşan akım daha küçüktür.”

Bu açıklamalar STE olarak kodlanmıştır çünkü elektrik akımı bir sistemdeki etkileşimlerin sonucu olarak görölmüştür.

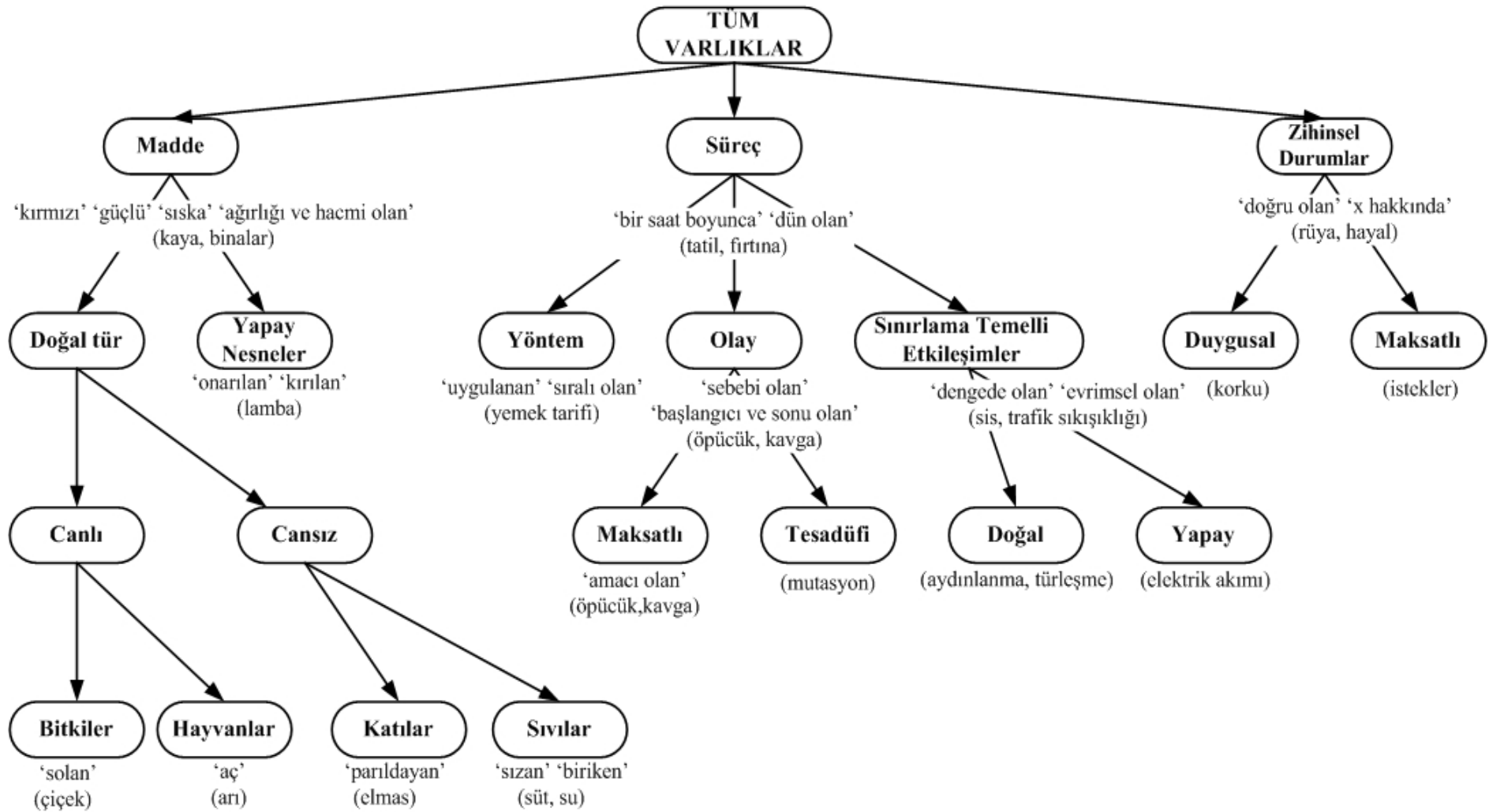
Kavramları kategorize ederken kavramın ifadesinde kullanılan yüklem̈ler önem taşır.

2.3.2.3.Zihinsel Durumlar

Zihinsel durumlar, zihinsel olarak dış dünyaya ilişkin algılarımızla oluşturduğumuz soyut kavramları içerir (aşk, nefret, istek). Örneğin ‘sabit kütle üzerine etki eden kuvvet arttıkça ivme de *artmak ister*’ cümlesinde ivme zihinsel temelli bir kavramdır. Ancak ‘sabit kütle üzerine etki eden kuvvet arttıkça ivme de artar’ cümlesinde ivme süreç temelli bir kavram olarak ifade edilmiştir.

- Duygusal (aşk, nefret...)
- Maksatlı (istek)

Ana kategoriler (madde, süreç, zihinsel durumlar) ‘ağaç’ , alt kategoriler ise ‘dal’ olarak adlandırılmıştır (Chi, 1997, 217). Chi ve Slotta (1993), üç ana ontolojik kategori (ağaçlar) ve bu kategorilerin alt kategorileri (dallar) arasındaki hiyerarşinin Şekil 2.2’ deki gibi olabileceğini önermişlerdir.



Şekil 2.2. Olası Bir Ontolojik Kategori Sınıflandırması (Chi ve Slotta, 1993)

2.3.3. Ontolojik Yaklaşımın Varsayımları

Ontolojik yaklaşımın üç varsayımı vardır. İlki dünyadaki varlıkların doğası ile ilgilenen epistemolojik varsayım; ikincisi belli fen kavramlarının doğası ile ilgilenen metafizik varsayım; üçüncü olarak ise öğrencilerin yetersiz kavramları ile ilgilenen psikolojik varsayımdır (Chi ve diğ., 1994).

2.3.3.1. Epistemolojik Varsayım

Epistemolojik varsayım, dünyadaki tüm varlıkların madde, süreç ve zihinsel durumlar olarak adlandırılan üç ana ontolojik kategoriden birine ait olduğunu savunur (Chi, 1993). Yeni bir kavram öğrenildiğinde, kavramın doğasını anlamaya yardımcı olan ontolojik kategori ile çağrışım yapılır.

Üç tür özellik, varlıkları bu üç ontolojik kategori altında karakterize edebilir (Chi, 1997, 211).

1. Ontolojik Özellikler : Bir varlığın o kategoriye dahil olması için potansiyel olarak sahip olması gereken özelliklerdir.

2. Tanımlayıcı Özellikler : Kavramın o kategoriye dahil olması için sahip olması gereken özelliklerdir.

3. Karakteristik Özellikler : Varlığın büyük olasılıkla sahip olduğu özelliklerdir.

2.3.3.2. Metafizik Varsayım

İkinci varsayım, birçok fen kavramının süreç kategorisinin bir alt kategorisi olan STE ile anlaşılabilceğini iddia eder.

2.3.3.3. Psikolojik Varsayım

Üçüncüsü ise pek çok öğrencinin bilimsel kavramları madde kategorisi altında sınıflandırdığını ve bu yanlış sınıflandırmaların kavram yanlışlarına sebep olduğunu belirtir (Chi, 2005; Chi ve diğ., 1994; Chi ve Slotta, 1993).

Öğrencinin elektrik akımını akışkan gibi düşünüp madde kategorisinin alt kategorisi olan ‘sıvılar’ kategorisinde sınıflandırması sonucunda bu kavram, ‘hacmi olan’, ‘uzayda yer kaplayan’ gibi ve madde kategorisine ait diğer ontolojik özelliklere de sahip olacaktır. Bu da, ‘akımın devrede harcanması’ ya da ‘akımın bataryada depo edilmesi’ gibi kavram yanlışlarına sebebiyet verecektir.

Kavram yanlışlarının giderilmesi ise, madde kategorisinden süreç kategorisine ontolojik kategori değişimi ile gerçekleşir (Lee ve Law, 2001).

2.3.4. Ontolojik Kategorilerin Gerçekliğini Kavramaya İlişkin Yollar

Ontolojik kategorilerin gerçekliğini kavramaya ilişkin yollar şunlardır:

2.3.4.1. İç Gerçeklik

- Belirli bir grup sınırlamalar her bir ontolojik kategorideki varlıkların davranış ve özelliklerini kontrol eder (Chi, 1992, 130).

Ontolojik kategoriler, o ontolojik kategorinin üyelerinin davranışlarını kontrol eden bir grup sınırlama veya özelliklerden oluşan ontolojik vasıflar ile ayırt edilirler. Örneğin madde kategorisindeki nesneler, davranışlarını ve sahip olabileceği özellik türlerini belirleyen kesin sınırlamalara sahip olmalıdır (Chi ve Hausmann, 2003, 431).

Madde kategorisindeki varlıkların tutulabilmesi, depolanabilmesi, hacmi, kütlesi, rengi olması; süreç kategorisindekilerin belirli bir zaman periyoduna yayılmış olması, zaman içinde devam etmesi gibi.

Ontolojik özellikler bir varlığın potansiyel olarak sahip olabileceği nitelikler olarak tanımlanmıştır (Chi, 1992, 130; Chi, 1997, 214). Bir cismin şu anda renkli olmamasına karşın, renkli de olabileceği gibi.

Bakır telin renginin mor olmamasına karşın ‘mor renkli bakır tel’ ifadesi kullanım itibarıyla uygundur fakat ‘mor renkli elektrik alan’ kullanım olarak uygun değildir. Renk, madde kategorisindeki varlıkların ontolojik özelliklerinden biridir, bundan dolayı süreç kategorisindeki elektrik alan kavramı için kullanımı uygun olmamıştır.

- Hiçbir fiziksel işlem (örneğin ameliyat, koşma...) bir ontolojik kategorideki varlığı diğer bir ontolojik kategorideki varlığa dönüştürmez.

Örneğin bir tahtanın parçalara ayrıldığını düşünelim. Parçalara ayrılmış olmasına karşın tahta özelliğini korur.

2.3.4.2. Psikolojik Gerçeklik

- Belirli bir grup yüklemelere bakılarak yapılan yargılamalar ile varlıkların

ontolojik kategorileri ayırt edilebilir. Yani bir varlıkla birlikte kullanılan yükleme bakılarak varlığın hangi kategoride olduğu tespit edilebilir.

‘Bu kaynaktan elektromanyetik dalgaları *çık*ar.’ cümlesinde elektromanyetik dalga madde kategorisindedir. ‘Yüklü cisimlerin ivmeli hareketi elektromanyetik dalga *oluş*masına neden olur.’ cümlesinde elektromanyetik dalga süreç kategorisinde sınıflandırılmıştır. ‘Yüklü cisimlerin ivmeli hareketi ile elektromanyetik dalga oluşmak *ister*.’ cümlesinde ise elektromanyetik dalga kavramı zihinsel durumlar kategorisindedir.

Örneğin; bir kişinin rüzgar kavramının ontolojik sınıflandırmasının madde ya da süreç kategorisinden hangisinde olduğunu merak ettiğimizi varsayalım. Bu durumda o kişinin rüzgar için kullandığı ifadeleri incelemeli ve kodlamalıyız. Eğer cümlesi ‘duyduğun ses kanyonun içinde *hareket eden* rüzgarın sesi’ ise rüzgarın hareket ettiğini düşündüğü için hareket etme fiilinden dolayı rüzgar madde kategorisindedir. Ancak ‘kanyondaki rüzgar yalnızca hava hareketidir’ şeklindeki bir ifade hareket etme sürecini tanımladığı için kişinin rüzgarı hava hareketi olarak düşündüğünü göstermektedir ve süreç kategorisindedir. Her iki cümlede de hareket etme yüklemi kullanılmasına rağmen her birinde farklı kategoriye dahil olmuştur. Kavramsal içerik analizlerinde kullanılan yükleme birlikte, cümle içinde ifade ettiği anlama da hassasiyet gösterilmelidir (Slotta ve diğ., 1995) .

- Hiçbir psikolojik mekanizma (özellik eklenip çıkarılması, benzetme model, genelleme, özelleştirme) bir ontolojik kategorideki varlığı diğer bir ontolojik kategorideki varlığa dönüştürmez (Chi, 1992, 132).

Elektrik akımını suyun akışına benzeterek anlatmak elektrik akımı kavramının madde kategorisinde sınıflandırılması gereken bir kavram olduğunu göstermez.

2.3.5. Ontolojik Yaklaşım Göre Kavramsal Değişim

Ontolojik yaklaşıma göre kavramsal değişim iki şekilde oluşur. Bunlardan biri kategori içerisinde gerçekleşen (köklü olmayan kavramsal değişim) , diğeri ise kategoriler arasında gerçekleşen (köklü kavramsal değişim) kavramsal değişimdir.

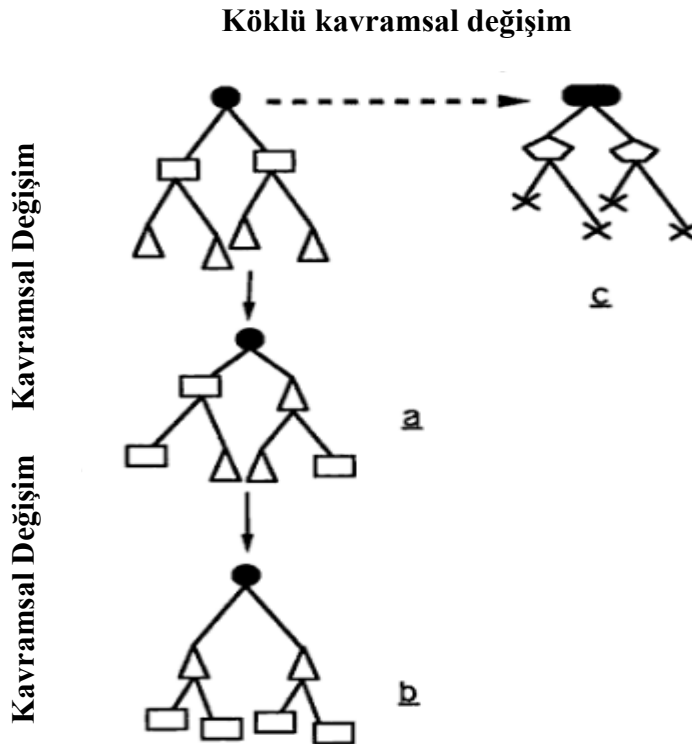
2.3.5.1. Köklü Olmayan Kavramsal Değişim

Kavram, doğru ağaçta (ana kategori) fakat yanlış dalda (alt kategori) ise kavramsal değişim için kategori içerisinde değişim olması gerekir. Bu tür değişime ‘köklü olmayan kavramsal değişim’ denir. Dallar arasında gerçekleşen kavramsal değişimlerde kavramın temel anlamı değişmez. Ağaç tekrardan organize edilir ve yeniden yapılandırılır. Yarasanın kuş olduğunu düşünen bir öğrencinin yarasının memeli olduğunu öğrenmesi bu tür değişime bir örnektir. Kuşlar ve memelilerin her ikisi de hayvanlar kategorisindedir ve öğrenci ağacın dalları arasında değişim yapmıştır.

2.3.5.2. Köklü Kavramsal Değişim

Kavram, yanlış ağaçta ise kavramsal değişim için kavram doğru ağaca aktarılmalıdır. Kategoriler arasında gerçekleşen değişime ‘köklü kavramsal değişim’ adı verilir (Chi, 1992, 136). Köklü kavramsal değişim süreci şu şekilde gerçekleşir; yeni kategorinin özellikleri öğrenilmeli, bu kategoriye ait kavramların anlamları öğrenilmeli, kavram yeni kategoriye dahil edilmelidir. En zor gerçekleşen kavramsal değişimler ontolojik kategori değişimi gerektirenlerdir (Chi ve diğ. , 1994). Chi’ ye (2005) göre kavram yanlışları kavramın yanlış ontolojik kategoride sınıflandırılmasından kaynaklanır.

Kategori içerisinde gerçekleşen köklü olmayan kavramsal değişim (Şekil 2.3.a ve 2.3.b) ve kategoriler arasında gerçekleşen köklü kavramsal değişimin (Şekil 2.3.c) şematik gösterimi Şekil 2.3’ de görülmektedir.



Şekil 2.3. Köklü ve Köklü Olmayan Kavramsal Değişimin Şematik Gösterimi (Chi, 1992, 135)

2.3.5.3. Ontolojik Kategorileri Tespit Etmeye Yönelik Kullanılan Yöntem ve Araçlar

Öğrencilerde kavramsal değişimi sağlamak amacıyla, öğrencilerin zihinlerinde var olan bilgilerin açığa çıkarılması ve anlama düzeylerini tespit edilmesine yönelik pek çok yöntem ve araç geliştirilmiştir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Geliştirilen bu yöntem ve araçlara kavram haritaları (Novak ve Govin, 1984; Kaya, 2003), çizimler (Kara, 2007), TGA (Liew ve Treagust, 1998; Ö. E. Akgün ve Deryakulu, 2007; Searle ve Gunstone, 1990; Tao ve Gunstone, 1997), mülakatlar (A. Akgün., Gönen ve A. Yılmaz, 2005; Mazens ve Lautry, 2003; Özen ve Gürel, 2003; Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou ve Papademetriou, 2001), iki aşamalı sorular (Chiu, Guo ve Treagust, 2007; Karataş ve diğ., 2003; Treagust ve Chandrasegaran, 2007; Tsai ve diğ., 2007), üç aşamalı sorular (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Kızılcık ve Güneş, 2006) örnek verilebilir.

Öğrencilerin kavramlarının ontolojik kategorileri tespit edebilmek, öğrencilerin kavramları nasıl açıkladıklarını, hangi ifadeleri kullandıklarını bilmek ile mümkün olabilir. Bundan dolayı da, öğrencilerin kavram hakkındaki düşüncelerini detaylı olarak ifade edebilecekleri yöntem ve araçlar kullanmak daha uygun olmaktadır. Slotta ve diğerlerine (1995) göre, öğrencilerin ontolojik görüşlerini tespit etmek için öğrencilerin sözlü ifadelerinin içerik analizi yapılır (Slotta ve Chi, 2006). İki ve üç aşamalı testler, mülakatlar, TGA aktiviteleri öğrencilerin detaylı açıklamalarla kavramlarını açıklayabilecekleri yöntem ve araçlardan kabul edilebilir.

İki ve üç aşamalı testler ‘teşhis edici testler’ olarak da bilinirler. Çoktan seçmeli testlerde öğrenci doğru olduğunu düşündüğü seçeneği işaretler, neden o seçeneği seçtiği hakkında bilgi veremez. Öğrenci yanlış seçeneği işaretlediğinde bunun nedeninin bilgi eksikliği mi, soruyu iyi okumamaktan kaynaklanan bir hata mı, öğrencinin konu hakkında hiç bilgi sahibi olmamasına rağmen seçeneği tesadüfî bir seçim ile işaretlediği mi, yoksa öğrencinin zihninde kavram yanılgısı mı olduğu anlaşılamaz. ‘Teşhis edici testler’ öğrencilere doğru olduğunu düşündükleri seçeneği nedenleri ile birlikte açıklama fırsatı verir.

İki aşamalı testlerde ilk aşamada kavramsal bir soru çoktan seçmeli ya da doğru-yanlış testi şeklinde yer alır. Çoktan seçmeli ise, seçenekler literatürdeki kavram yanlışlarından seçilmeye çalışılır. İkinci aşama ilk aşamadaki cevabın nedenine yönelik açıklamalardan oluşan dört ya da beş seçenek ve bu nedenler dışında düşündüklerini yazabilmesi için açık uçlu bir seçenek bulunur. İkinci aşamadaki seçenekler de kavram yanlışlarının açıklamaları şeklinde düzenlenir (Kızılcık ve Güneş, 2006). İkinci aşama, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçebilmek ve daha önceden belirlenen yanlışlardan farklı alternatif kavramların olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla açık uçlu yapıda da düzenlenebilmektedir (Efe, 2007). Fakat, araştırmacıların pek çoğu açık uçlu soruların analizinin daha zor olmasından dolayı ikinci aşamayı da çoktan seçmeli hazırlamayı tercih etmektedirler. Bu aşama öğrencinin verdiği cevabın nedenini açığa çıkardığı için teşhis edici soruları güçlü ve etkili kılar (Tan, Taber, Goh ve Chia, 2005). Üç aşamalı sorularda ise bu iki aşamaya ek olarak üçüncü aşamaya ‘Eminim’ ve ‘Emin Değilim’ seçenekleri konulur ve öğrencinin verdiği cevaptan emin olup olmadığı öğrenilir.

White ve Gunstone (1992), öğrencilerin fikirlerini açığa çıkarmak ve bu fikirleri hakkında tartışmalarını sağlayan TGA stratejisini geliştirmişlerdir. TGA stratejisinde öğrenciler, yapılacak olan deney ya da gösteri hakkında bilgilendirilirler. Öğrencilerden deney ya da gösteri sırasında neler olacağına dair tahminlerde bulunmaları ve tahminlerini nedenleri ile belirtmeleri istenir. Deney ya da gösteriler öğrenciler eşliğinde gerçekleştirilir ve gözlem yapılır. Deney ve gösterilerde öğrencinin gözledikleri ile deney öncesi bulunduğu tahminler uyuşmazsa öğrenciden gözledikleri doğrultusunda açıklama yapması istenir (Liew ve Treagust, 1998).

TGA stratejisi bireysel ya da diğer öğrenciler ile işbirliği içerisinde uygulanabilir ve öğrencilere belirtilen durum hakkında kendi görüşlerini açıklamaları fırsatı verir, açıkça konuşup tartıştıkları bu durum hakkında tekrardan açıklama yapmalarını sağlar (Searle ve Gunstone, 1990; Kearney ve Treagust, 2000). TGA stratejisinin kavramsal değişimin gerçekleşmesinde etkili olduğu deneysel çalışmalarla ortaya konmuştur (Ö. E. Akgün ve Deryakulu, 2007; Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002; Liew ve Treagust, 1998).

3. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan araştırma modeli, örneklem, verilerin hangi araçlarla nasıl toplandığı ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler sunulmaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırma betimsel yöntemle yapılmış bir çalışmadır. Araştırmada olgubilim deseni kullanılmıştır. Olgubilim (fenomenoloji) deseni, farkında olduğumuz ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, 72). Öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarını derinlemesine incelemek amacıyla bu desen kullanılmıştır.

Araştırma süresince aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır:

- Literatür taraması ile elektromanyetik indüksiyon konusundaki kavramsal bilgilerin tespiti ve değişimi hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir.
- Literatür taraması sonucunda tespit edilen sorular ile üç aşamalı test oluşturulmuştur. Testin pilot çalışması ile güvenirlik hesaplamaları yapılmış ve test son haline getirilmiştir.
- Testin son hali örneklem seçileceği gruba uygulanmış ve test sonuçlarına göre örneklem belirlenmiştir.

- Veri toplama aracı olarak uzman görüşleri alınarak dört adet TGA aktivitesi geliştirilmiştir.
- TGA aktiviteleri uygun koşullarda öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin ifadelerini derinleştirebilmeleri için aktiviteler, yarı yapılandırılmış mülakat ile desteklenmiştir.

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın amacı genelleme yapmak olmadığından, evrenden söz etmek doğru olmayacaktır.

Araştırmanın örneklemini, 2007-2008 eğitim öğretim yılında, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı’nda öğrenim gören ‘12’ 2. sınıf öğretmen adayı oluşturmuştur.

Örneklem seçiminde nitel araştırmalarda kullanılan amaçlı örnekleme yöntemlerinden, ‘aşırı ve aykırı durum örnekleme’ yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde grubun en alt ve en üst kesitlerinden örneklem seçimi yapılır. Aşırı ve aykırı durumlar normal durumlara göre daha zengin veri ortaya koyabilir ve araştırma problemini derinlemesine ve çok boyutlu bir biçimde anlamamıza yardımcı olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, 108).

Çalışmada örneklem tespiti için üç aşamalı test kullanılmıştır.

3.2.1. Örneklem Seçimi İçin Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testinin Kullanılması

Örneklem seçimi için kullanılan testin geliştirilmesi süresince yapılan çalışmalar şu şekilde sıralanabilir:

Elektromanyetik indüksiyon konusunda yerli ve yabancı literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Literatür taraması sonunda York Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi'nde Sağlam (2003) tarafından hazırlanmış olan bir tezde kullanılan elektromanyetizma sorularından araştırmaya uygun olan dokuz ana soru seçilmiştir. Bu sorular kendi içindeki şıklarla birlikte 33 soruya karşılık gelmektedir. Testin 34. ana sorusu ise Maloney ve arkadaşları (2001) tarafından hazırlanan Elektrik ve Manyetizma Kavram Testi'nden alınmıştır. Testi oluşturan 34 soru bu şekilde tespit edilmiştir.

Bu sorular üç aşamalı hale getirilmişlerdir. Açık uçlu olan ikinci aşamada, birinci aşamada verilen cevabın nedeninin açıklanması istenmiş, üçüncü aşamaya öğrencilerin verdikleri cevaptan emin olup olmadıklarını öğrenmek için 'eminim' , 'emin değilim' seçenekleri eklenmiştir.

Örneklemin seçiminde kullanılacak olan bu test, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı'nda okuyan birinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinden oluşan 103 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının sınıflara göre dağılımı Tablo 3.1' de görülmektedir.

Tablo 3.1. Pilot Çalışmada Yer Alan Öğretmen Adaylarının Sınıflara Göre Dağılımı

	1. Sınıf	3. Sınıf	4. Sınıf	Toplam
Öğretmen adayları sayısı	33	26	44	103

Uygulama sonucunda öğrencilerin %27'lik alt grup ve %27'lik üst grubu tespit edilerek test sorularının ayırt edicilikleri, güçlükleri ve testin güvenilirliği hesaplanmıştır (Tablo 3.2'de soruların ayırt ediciliği ve güçlüğü belirtilmiştir). MS Excel yardımı ile testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,85 ve ortalama güçlüğü 0,66 olarak hesaplanmıştır. Testteki 18. sorunun ayırt edicilik indisinin çok düşük olmasından dolayı bu soru testten çıkarılmıştır ve test son halini almıştır (Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi Ek 1' de verilmiştir).

Tablo 3.2. Pilot Uygulamanın Test Maddelerinin Ayırt Edicilik İndisi(Aİ) ve Güçlük İndisi(Gİ)

	Aİ	Gİ		Aİ	Gİ
Soru 1	0,29	0,74	Soru 18	0,04	0,54
Soru 2	0,40	0,67	Soru 19	0,49	0,81
Soru 3	0,29	0,37	Soru 20	0,75	0,52
Soru 4	0,57	0,31	Soru 21	0,61	0,52
Soru 5	0,48	0,89	Soru 22	0,59	0,78
Soru 6	0,61	0,72	Soru 23	0,63	0,67
Soru 7	0,52	0,85	Soru 24	0,64	0,80
Soru 8	0,58	0,57	Soru 25	0,54	0,83
Soru 9	0,61	0,78	Soru 26	0,46	0,72
Soru 10	0,58	0,61	Soru 27	0,53	0,70
Soru 11	0,59	0,72	Soru 28	0,34	0,67
Soru 12	0,65	0,50	Soru 29	0,36	0,63
Soru 13	0,64	0,81	Soru 30	0,52	0,80
Soru 14	0,62	0,70	Soru 31	0,77	0,54
Soru 15	0,18	0,33	Soru 32	0,77	0,60
Soru 16	0,45	0,59	Soru 33	0,66	0,67
Soru 17	0,53	0,63	Soru 34	0,42	0,40

Son halini alan üç aşamalı kavram yanılgıları testi Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı’nda öğrenim gören ‘21’ 2. sınıf öğretmen adayına bahar döneminde 120 dakikalık sürede uygulanmıştır.

3.3.2. Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testinin Değerlendirilmesi

Test değerlendirilirken ilk aşamada doğru cevabı veren, ikinci aşamada ilk aşamada vermiş olduğu cevaba bilimsel olarak doğru açıklama yapan, üçüncü aşamada ise eminim seçeneğini işaretleyen öğrencinin soruyu doğru cevapladığı kabul edilmiştir (Kızılcık ve Güneş, 2006). Öğrenci ilk aşamada yanlış cevap vermiş, ikinci aşamada yanlış cevabını sebepleri ile açıklamış ve üçüncü aşamada emin olduğunu belirtmişse kavram yanılgısına sahip kabul edilmiştir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Değerlendirme sonuçlarına göre en çok kavram yanılgısına sahip altı öğrenci ile en az kavram yanılgısına sahip altı öğrenci örneklem olarak seçilmiştir. Nitel araştırmada örnekleme dahil edilecek birey ya da bireylerden elde edilmesi planlanan verinin derinliği ve genişliği örneklem büyüklüğü ile genellikle ters orantılıdır. Yani araştırmaya katılanlardan toplanacak verinin miktarı arttıkça örnekleme dahil edilmesi gereken bireylerin sayısı azalmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, 115).

3.3. Verilerin Toplanması

3.3.1. TGA (Tahmin Et-Gözle-Açıkla) Aktivitelerinin Geliştirilmesi

İlk olarak ilgili yerli ve yabancı literatür taraması yapılarak TGA yönteminin kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir (Köse ve arkadaşları, 2003; Köseoğlu ve arkadaşları, 2002; Liew ve Treagust, 1998; Ö. E. Akgün ve Deryakulu, 2007; Searle ve Gunstone, 1990; Tao ve Gunstone, 1997). Bu çalışmalar ışığında elektromanyetik indüksiyon konusunda öğrenci kavramlarını açığa çıkarabilecek sekiz olası aktivite tasarlanmıştır. Bu aktiviteler konu alanı uzmanlarınca incelenerek dört aktivitenin uygulanması uygun görülmüştür.

Öğrenciler için, belirlenen aktivitelere rehberlik edici yapraklar hazırlanmıştır. Her yaprakta bir aktiviteye yer verilmiştir. Her yaprakta yapılacak olan deneye ilişkin bilgi verilmiş ve deneyin sonucunun tahmin edilmesine yönelik soru yöneltilmiştir. Deneye ilişkin şekil, sorunun alt kısmında verilmiştir. Tahminlerin yazılması için şeklin altında yeterince boşluk bırakılmıştır. Öğrencinin gözlem yaptıktan sonraki açıklamalarını

yazabilmeleri için de ‘açıklama’ kısmına yönelik boşluk bırakılmıştır (TGA aktivitelerine rehberlik edici yapraklar Ek 2’ de verilmiştir).

TGA aktiviteleri, üç aşamalı testin sonuçlarına göre seçilen 12 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Belirlenen 4 aktivitede yer alan deneyler, öğrencilerin uygun olduğu zamanlar tespit edilerek her bir öğrenci ile tek tek yapılmıştır. Dört aktivitenin uygulanması için geçen süre her öğrencide yaklaşık olarak 45-60 dakika olmuştur.

Öğrencilerin tahminlerini ve açıklamalarını yazılı olarak ifade ederken detaylı cevaplar vermeme olasılığı göz önünde bulundurularak, tahminlerini sözel olarak da ifade etmeleri istenmiştir. Bunu sağlamak için aktiviteler yarı yapılandırılmış görüşmeler eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bilgisi dahilinde kamera kaydı yapılmıştır. (Kamera kayıtları, Ek 3’ de verilmiştir.)

3.3.2. TGA Aktivitelerinin Uygulanması

Bireysel olarak gerçekleştirilen uygulamada öğrenciye, soruyu okuduktan sonra gösteri deneyinin kurulu düzeneğini görme imkanı sağlanmıştır. Tahminini yazılı ve sözlü olarak ifade eden öğrenci ile birlikte gösteri deneyi yapılmış, öğrencinin olayları gözleyebilmesi için gereken durumlarda deneyler tekrarlanmıştır.

Tahminleri ile gözlemleri uyumlu olan öğrenciler, tahminlerinin doğruluğunu yinelemişler ve bazı durumlarda daha detaylı açıklama yapmışlardır. Deneyin sonucuna yönelik tahmini doğru olmasına rağmen, deney sırasında düzenekte gerçekleşen olayları tam ifade edemeyen ya da yanlış ifade eden öğrencilere daha detaylı bilgiye ulaşmak için ‘Bu durumu gözlemlememizin nedenini daha detaylı açıklayabilir misin?’ gibi sorular sorulmuştur.

Tahminleri ile gözlemleri uyuşmayan öğrencilerden durumu tekrar gözden geçirerek açıklama yapmaları istenmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Öncelikle TGA aktiviteleri sürecinde gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerin video kayıtlarının tümü yazıya dökülmüştür. Yazıya dökülen görüşmelere içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi şu aşamalarla gerçekleştirilmiştir:

1. Aşama: Kavramların Belirlenmesi

Aktiviteler eşliğinde gerçekleştirilen görüşmelerin analizinde kullanılacak kavramlar ‘indüksiyon akımı, indüksiyon emk’sı, manyetik akı ve manyetik alan’ olarak belirlenmiştir.

2. Aşama: Kavramların İncelenmesi

Görüşme metinleri okunarak, birinci aşamada belirlenen kavramların kullanıldığı tüm yerler işaretlenmiştir. İşaretlenen yerler iki fizik eğitimi uzmanı eşliğinde incelenerek, kavramların anlamlı olarak kullanıldığı ifadeler tespit edilmiştir.

3. Aşama: Kavramların Ontolojik Kategorilerinin Tespit Edilmesi

Her aktivitede anlamlı ifadelerle açıklanan kavramlardan madde ve STE kategorisine ait olanlar, öğretmen adaylarının kavramları ifade ederken kullanmış oldukları yüklemeler incelenerek tespit edilmiştir.

4. Aşama: Ontolojik Yaklaşım Göre Kavramların Gruplandırılması

Belirlenen dört kavrama ait ifadelerin madde ve STE kategorilerinde gruplandırılmaları ile bu kategorilerde yer alma yüzdeleri belirlenmiştir.

4. BÖLÜM

BULGULAR ve YORUMLAR

4.1. TGA Aktivitelerinin Ontolojik Yaklaşımına Göre İncelenmesi

Bu bölümde her bir öğretmen adayına ait yarı yapılandırılmış görüşme eşliğinde gerçekleştirilen TGA aktivitelerine ilişkin bulgular verilmiş ve öğrencilerin elektromanyetik indüksiyon konusunda sahip oldukları kavramlar ontolojik yaklaşım çerçevesinde yorumlanmıştır.

Öğretmen adayları, her aktivitede sorunun cevabına yönelik tahminlerde bulunmuşlar ve deney yaparak durumu gözlemlemişlerdir. Öğretmen adayları, tahminleri ile gözlemleri arasında tutarsızlık gördüklerinde, tutarsızlığın nedenini açıklamaya çalışmışlardır.

4.1.1. Aktivite 1

Aktivite 1’ de öğretmen adaylarına tahmin etme aşamasında aşağıdaki soru sorulmuştur.

Soru 1 : Bir mıknatıs N sarımlı bir bobinin üstünde ve içerisinde durgun olarak tutuluyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?

Devre 1

Devre 2

Öğretmen Adayı 1 (Ö1)

Ö1 : Mıknatıslar ikisinde de durgun olduğu için manyetik alan değişikliği olmadığından dolayı *akım geçmesini* beklemeyeceğim.

G : Manyetik alan değişikliği akıma mı sebep oluyor devrelerde?

Ö1 : *Manyetik alan değişince manyetik akı değişecek, manyetik akı değişikliğinden kaynaklanacak bir akım meydana gelecek...* Şu an geçmez, hayır, durgun olduğu için geçmez.

Ö1’ in tahmin etme aşamasında sorulan soruya verdiği cevaba bakıldığında, indüksiyon akımının oluşması için manyetik akıda değişim olması gerektiğini söylediği görülmektedir. Ö1’ in burada belirttiği durum, iki sınırlamanın ilkeli etkileşim sürecidir

(manyetik akı değişiminin indüksiyon akımı meydana getirmesi). Bu duruma göre indüksiyon akımı kavramının, STE kategorisinde olduğu düşünülmektedir. Ancak, öğrenci akımı kastederek “ geçmez, hayır, durgun olduğu için geçmez ” ifadesini kullanmıştır. Bu durumda akımı madde gibi algıladığı anlaşılmaktadır.

Öğretmen adayı “*manyetik alan değişince manyetik akı değişecek*” açıklaması ile manyetik akının manyetik alana bağlı olduğunu belirtmiştir. Bu açıklamaya göre manyetik akı kavramı Ö1’ in zihninde STE kategorisindedir.

Ö1’ in tahmini ile gözlemledikleri uyum sağladığı için gözlemden sonra farklı bir açıklamada bulunmamıştır.

Öğretmen Adayı 2 (Ö2)

Ö2 : Öncelikle burada hareketlilik olmadığı için *N’ den S’ e doğru bir manyetik alan vektörleri söz konusu*. Burada bir değişiklik olmaz. Akımda herhangi bir değişiklik, artma ya da azalma söz konusu değildir. Burada akım indüklenmiyor. Geri çekme ya da ileriye itme söz konusu değil. Birinci durumda mıknatıs alanın içinde olmadığı için burada bir fark yok. Ama *ikinci durumda mıknatıs alanın içine girdiği için, manyetik alan da B.A olduğu için burada daha fazla alana sahip. Daha fazla alana sahip olduğu için manyetik alan daha fazla*.

....

Ö2 : İkincide daha fazla olmasını beklerim...Akımın daha fazla olmasını beklerim. Birincide daha düşüktür.

Ö2, ilk olarak mıknatısın bobinin üzerinde durgun olarak tutulduğu 1. devrede akım indüklenmeyeceğini söylerken, daha sonra bu devrede 2. devreye göre daha az akım oluşmasını beklediğini söylemiştir. Öğretmen adayı manyetik alandan B.A olarak bahsetmiştir. Ö2’ nin deneyi yaptıktan sonra tahminleri ile gözlemleri uyuşmadığı için yaptığı açıklama şöyledir:

Ö2 : *Akımın indüklenmesi söz konusu olması için hareketlilik olması gerekiyordu, indüklenmesi için. Alana girebilmesi gerekiyordu. Burada bir hareketlilik söz konusu olmadığı için indüklenme, errrrr, indüktör, indüklenme de söz konusu olmadı.*

G : Peki indüklenme dediğin şey ne?

Ö2 : Akımın yönünün... Mesela bir örnekle açıklayacak olursak, bir bobine sağ taraftan N kutbunun, N kutbundan S kutbuna gittiği için, *N kutbunun bobine yaklaştığını düşünürsek burada alan artmış oluyor. Alan arttığı için Φ artmış oluyor. Φ arttığı için...*

G : Φ ne peki?

Ö2 : Φ , *B.A.cosa* . Orada *emk* 'nın değişimini gösteren bir nicelik.

G : Biz ona ne diyoruz peki?

Ö2 : Elektromanyetik akı.

G : Akıyı tanımlarsak, formüllerle değil, ne olarak tanımlarsın?

Ö2 : *Alan içinde bulunan manyetik alanın zamana göre değişimi.*

Ö2, indüksiyon akımının oluşması için mıknatısta hareketlilik olması gerektiğini vurgulamıştır ancak, bunun nedenini net bir şekilde açıklayamamıştır. Ayrıca, Ö2 manyetik akıdan elektromanyetik akı olarak söz etmiş, formülle *B.A.cosa* 'ya eşit olduğunu belirtmiş, bunu manyetik alanın zamana göre değişimi olarak tanımlamıştır. Bu tanımlamaya göre akı kavramı öğretmen adayında STE kategorisindedir. Fakat bilindiği gibi manyetik akı yüzeye dik olarak etki eden manyetik alanın bir ölçüsüdür. Ö2, kavramı doğru kategoride sınıflandırmasına rağmen yanlış ifade etmiştir.

Öğretmen Adayı 3 (Ö3)

Ö3 : ...Burada durgun halde olması önemli. Neden? Çünkü burada bir indüksiyon akımının oluşmasını bekliyorsak, *indüksiyon akımı manyetik akının değişimiyle oluşan bir akıdır*. Bu yüzden de manyetik akı değişimi nasıl oluşur? Mıknatıslık özelliği gösteren bir maddenin manyetik alanı vardır etrafında ve biz bobine *mıknatısı hareket ettirdiğimiz zaman biz o bobin üzerinde mıknatısın manyetik alanıyla manyetik akı değişimi meydana getiriyoruz*. Çünkü manyetik akı da

manyetik alan çizgileriyle orantılı bir şey. *Manyetik alan çizgileri tamamen bir modelleme, aslında öyle bir çizgi yok. Ama biz bunu açıklayabilmek için, manyetik alan nasıl değişiri, manyetik akı nasıl değişiri açıklayabilmek için manyetik alan çizgilerini kullanıyoruz ve bunlar değişiyor mıknatısı hareket ettirdiğimiz sürece. Yoğunluğu bir yerde artıyor, bir yerde azalıyor.* Manyetik akı değişince indüksiyon akımı oluşuyor. Burada her iki devrede de mıknatıs durgunsa manyetik akı değişimi yoktur, sabittir. Bu yüzden de burada bir indüksiyon akımı oluşmasını bekleyemeyiz.

Ö3' ün tahminleri ile gözlemleri uyum sağlamıştır. Ö3, tahmin etme aşamasında indüksiyon akımının manyetik akı değişimi ile oluşacağını ifade etmiştir. Bu açıklamaya göre indüksiyon akımı kavramı STE kategorisindedir. *“mıknatıslık özelliği gösteren bir maddenin manyetik alanı vardır etrafında ve biz bobine mıknatısı hareket ettirdiğimiz zaman o bobin üzerinde mıknatısın manyetik alanıyla manyetik akı değişimi meydana getiriyoruz”* açıklaması ile öğrencinin manyetik akı kavramını STE kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ö3' ün manyetik alan çizgilerinden bahsederken bu çizgilerin model olduğunu belirtmesi manyetik alan çizgileri kavramını madde kategorisinde sınıflandırmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Öğretmen adayı manyetik alan çizgilerinin, manyetik alan ve etkileri hakkında yorum yapabilmek amacıyla kullanıldığına açıklık getirmiştir.

Öğretmen Adayı 4 (Ö4)

Ö4 : Mıknatıs bir manyetik alan oluşturuyor. Mıknatısın N' den S' e doğru oluşturduğu bir manyetik alan var ama bunu (mıknatısı) sabit olarak tuttuğumuzda bobinde herhangi bir manyetik alan değişimi olmuyor. Bu nedenle *sabit olarak tuttuğumuzda manyetik akı değişimi olmayacak ve mili amperde sapmalar gözlemlemeyiz bu durumda.* İçinde tuttuğumuz zaman yine sabit tutuyoruz. Yine bir değişiklik olmayacak. *Manyetik alan değişiminden kaynaklanan bir manyetik akı değişimi olmayacak.* Eğer hareket ettirseydik olurdu. Bu nedenle içinde de sabit tuttuğumuzda *mili amperde* bir sapma gözlemleyemeyeceğiz.

Ö4, tahminleri ile gözlemlerinin uyumlu olduğunu görmüştür. “mıknatısın N’ den S’ e doğru oluşturduğu bir manyetik alan var” ifadesinden, öğrencinin, manyetik alanın bir noktada başlayıp bir noktada bittiğini düşündüğü anlaşılabılır. Öğretmen adayı, indüksiyon akımının oluşması için manyetik alan değişiminden kaynaklanan manyetik akı değişimi olması gerektiğini söyleyerek manyetik akı ve indüksiyon akımı kavramlarını STE kategorisinde sınıflandırmıştır.

Öğretmen Adayı 5 (Ö5)

Ö5 : (1. devrede) Bir sapma gözlemlemeyeceğim. Ama mıknatısı (2.devrede) içinde sabit tuttuğumda yine mili ampermetrede sapma gözlemlemeyeceğim.

G : Neden peki?

Ö5 : *Akı değişimi olmayacak çünkü her iki durumda da. Eğer ben bunların ikisini de hareketli tutmuş olsaydım akı değişimine sebep olacaktım. O zaman bir sapmaya neden olacaktı.*

G : Yani mili ampermetrelerde herhangi bir sapma gözlenmez diyorsun.

Ö5 : Evet.

Ö5’ in tahmin aşamasında söyledikleri ile gözlemleri birbiri ile uyum sağlamıştır. Ö5, indüksiyon akımının oluşması için mıknatısın hareket ederek akı değişimi meydana getirmesi gerektiğini söyleyerek indüksiyon akımı kavramını STE kategorisinde sınıflandırmıştır.

Öğretmen Adayı 6 (Ö6)

Ö6 : *İkisi arasında bir fark yok. İkisi de durgun olduğu için manyetik alan oluşmuyor. Mıknatıs durgun olduğu için akım geçmez.*

Ö6’ nın mıknatıs durgun olduğu zaman manyetik alan oluşmadığını söylemesi, öğrencide manyetik alanın kaynakları konusunda bilgi eksikliği olduğunun bir göstergesidir. “mıknatıs durgun olduğu için akım geçmez” ifadesinde öğrenci ‘akım

geçmez' diyerek akım kavramını madde kategorisinde sınıflandırış olduğunu açığa vurmuştur.

Ö6, tahminde bulunduğu gibi mili ampermetrede sapma olmadığını gözlemiştir. Fakat manyetik alanın kaynağı konusunda daha detaylı bilgi almak ve öğrencinin bu konudaki ön bilgilerini daha net şekilde açığa çıkarmak için Ö6' ya gözlem aşamasından sonra bu konuda sorular yöneltilmiştir.

G : Her iki durum için de mili ampermetrelerde sapma gözleyemedik. Demek ki senin tahminin doğru. Ama sen mili ampermetrenin sapmamasının nedeni manyetik alanın oluşmamasıdır dedin. Peki manyetik alanın kaynağı nedir sence?

Ö6 : *Akım geçmesi.*

G : Mutlaka bir devrede akım varsa mı manyetik alan vardır? Sence biz bu mıknatısı ne için kullanıyoruz?

Ö6 : Manyetik alan çizgileri oluşturuyoruz. Buradan *akım geçirmeye* çalışıyoruz.

G : ...(Mıknatıs devre üstünde durgunken) Bu durumda devreye etki eden manyetik alan var mı, yok mu?

Ö6 : Şu anda yok.

G : Bu mıknatısı ne amaçla kullanıyoruz?

Ö6 : İndüksiyon... Akı...

G : Bu mıknatıs ne doğurur?

Ö6 : Manyetik alan çizgisi.

G : *Yani manyetik alan.* (Mıknatıs devrenin üstündeyken) Bu durumda devreye etkileyen manyetik alan yok mudur?

Ö6 : Hareket yok.

G : Manyetik alan mıknatıs hareketliyken mi oluşur?

Ö6 : *Hareket ettirdiğimizde birbirlerine yaklaştıkça, aralarındaki mesafe azaldığı için olabilir....*

G : İkinci soruya geçelim. İlerleyen aşamalarda aklının karışıklığı biraz daha azalabilir.

Öğretmen adayı “sence biz bu mıknatısı ne için kullanıyoruz” sorusuna “manyetik alan çizgileri oluşturuyoruz” cevabını vererek manyetik alan yerine manyetik alan

çizgilerinden gerçekte varmış gibi söz etmiştir. Buradan manyetik alan kavramının Ö6’ da madde kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır.

Ö6, mıknatısın manyetik alan kaynağı olduğunu belirtmiş fakat tereddüt ederek bunun mıknatısın hareketli olduğu durumda geçerli olabileceğini söylemiştir. Ö6’ nın bilgi eksikliği aktivite sonucunda devam etmektedir.

Öğretmen Adayı 7 (Ö7)

Ö7 : Ben devrede ilk başta mıknatısı koyduğumuzda bir manyetik alan oluşacağından dolayı ilk koyduğumuz anda anlık bir indüksiyon akımı oluşturmasını beklerim. Sonra mıknatısı sabit tuttuğumuz için *manyetik akıda bir değişim olmadığından dolayı bir değişiklik gözlemeyeceğimizden indüksiyon akımının oluşmadığını görürüz.* (öğrenci burada mıknatıs ilk anda devreye getirilirken hareketlilik durumunu göz önünde bulundurarak cevaplıyor)

G : İlk anda oluşur diyorsun?

Ö7: Evet, ilk koyduğumuz anda... Bir anlık akı değişiminden dolayı oluşacağını beklerim. Ondan sonra değişim olmadığından dolayı...

G : İndüksiyon akımının oluşmasına sebep olan şey nedir sence buna göre?

Ö7: *Manyetik akı değişiminden kaynaklanan bir ifade bizim kullandığımız indüksiyon ifadesi.* Zaten indüktans dediğimiz ifade de devredeki akım değişimine karşı koyma gücü olarak ifade ediyorduk biz onu derslerimizde. Bunda da *manyetik akı yani manyetik alan çizgilerinin değişimine* ne kadar karşı koyuyorsa o kadar bu devre içersinde indüksiyon akımının oluşacağını belirtir.

Ö7, indüksiyon akımının oluşması için manyetik akıda değişim olması gerektiğini belirtmektedir. Bu durumda indüksiyon akımı kavramı Ö7’ nin zihninde STE kategorisindedir. “*manyetik akı yani manyetik alan çizgilerinin değişimine*” ifadesi ile manyetik akı ile manyetik alan çizgilerini özdeşleştirdiği anlaşılmaktadır. Öğretmen adayının “manyetik akı değişiminden kaynaklanan bir ifade bizim kullandığımız

indüksiyon ifadesi” açıklaması ile indüksiyon akımı kavramını STE kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ö7, her iki devrede de mıknatısın hareketli bir durumu olmadığını, bundan dolayı ilk anda da mili ampermetrelerde bir değişim olmadığını gözlemlemiştir. Ö7’ ye bu duruma yorum getirmesi için gözlem aşamasından sonra tekrar soru sorulmuştur.

G : Peki sence neden herhangi bir sapma olmadı? Sen ilk anda bir sapma olmasını bekleriz demiştin.

Ö7: Sapma olması durumu anlık bir durum. O anlık durumu da gözlemlememiz biraz zor olacağından dolayı.

Öğretmen adayının gözlem aşamasında hiç sapma gözlememesine rağmen *ilk anda* bir sapma olacağına inandığı anlaşılmaktadır.

Öğretmen Adayı 8 (Ö8)

Ö8: Bu halde mili ampermetrede değer sıfırı gösterir, herhangi bir değişim olmadığı için.

G : Neden peki, neyde değişim olmadığı için?

Ö8: Sonuçta mili amperin *bir değer göstermesi için devreden akım geçmesi lazım. Akımla herhangi bir üreteç yok. Akımı oluşturacak yan etkenler de olmadığı için..*

G : Yan etkenlerden kastın ne peki burada?

Ö8: Örneğin mesela *manyetik alan değişikliğiyle bir indüklenmiş akım meydana gelebilir*. Bu şekilde akım değeri gösterir. Ancak bu anda herhangi bir değişiklik olmadığı için, üreteç de olmadığı için sıfırı göstermesi gerekir.

Ö8, devreden akım geçmesi için devrede üreteç olması ya da manyetik alan değişikliği ile akım indüklenmesi gerektiği hakkında bilgi vermektedir. Ö8, indüksiyon akımının manyetik alan değişimi sonucunda oluşacağını söyleyerek bu kavramın STE kategorisinde olduğunu açığa vurmaktadır. Fakat buradaki eksiklik, indüksiyon

akımının yalnızca manyetik alan değişimi durumunda değil, manyetik alanın etkisi altında bulunan yüzey alanının ve yüzey normali ile manyetik alan arasındaki açının değişimi durumunda da oluşacağını belirtmemesidir çünkü indüksiyon akımı *manyetik akı değişimi* sonucunda oluşur.

Öğretmen Adayı 9 (Ö9)

Ö9: Düzenekte ilk önce bobinin üstünde mıknatıs sabit dururken akımda bir değişiklik gözlemiyoruz...Çünkü *indüksiyon emk' sı manyetik akının zamanla değişimidir*. Yani biz burada *eğer manyetik akıyı değiştirmiş olsak indüksiyon emk' sı değişir*. Manyetik akı nedir? Manyetik alan çarpı alandır. Yani bizim burada manyetik alanı değiştirmemiz lazım. Eğer manyetik alanı değiştirirsek indüksiyon emk' sını değiştirmiş oluruz. İçine koyduğumuzda ise yine aynı şeyi gözlemleriz. Sadece biz burada mıknatısı hareket ettirdiğimizde indüksiyon emk' sı değişir. İçine girerken indüksiyon emk' sı değişir ama mıknatısı sabit tuttuğumuz anda indüksiyon emk' sı sabit kalacaktır.

Ö9, tahminleri ile gözlemlerinin uyumlu olduğunu görmüştür. Ö9, indüksiyon akımını manyetik akının zamanla değişimi olarak tanımlamaktadır. Bu ise indüksiyon akımı kavramının öğrencide STE kategorisinde olduğunu göstermektedir. Fakat Ö9' un kullandığı “*eğer manyetik akıyı değiştirmiş olsak indüksiyon emk' sı değişir*” ifadesinden manyetik akı sabit iken indüksiyon emk' sının sabit değerde olduğu gibi yanlış bir sonuç da çıkarılabilir. Öğretmen adayının burada vurgulaması gereken nokta “manyetik akı sabit hızla değişirse indüksiyon akımı sabit bir değerde olur” bilgisidir. Ö9, manyetik akıyı ise manyetik alan çarpı alan şeklinde tanımlamıştır. Bu ise bir tanımdan çok $\Phi = B.A$ ifadesinin açılımı gibidir.

Öğretmen Adayı 10 (Ö10)

Ö10: Mıknatıs durgun olarahtan tutulduğundan herhangi bir akım geçişi olmaz. *Manyetik akı değişimi olmadığı için emk indüklenmez. Bir hareket olmadığı için,*

herhangi bir alan değişimi olmadığı için yani mıknatısı şu şekilde tuttuğumuzda bobine olan alanını değiştirmedik için herhangi bir emk indüklenmez.

G : Peki bu emk indüklenmesi dediğimiz ne?

Ö10: Akı değişiminden kaynaklanan yani *bir sistemde ya da devrede bir değişiklik, akı değişimi varsa bu emk indüklenmesine sebep olur çünkü bu sistem mevcut olduğu konumu korumaya çalışıyor. Mevcut olduğu konumu korumak için de onu oluşturan sebebe zıt yönde bir emk indüklüyor.*

Ö10' un devrede emk indüklenmesi için manyetik akı değişimi olması gerektiğini belirtmesi indüksiyon emk' sı kavramının STE kategorisinde olduğunun bir göstergesidir. Ö10' un tahminleri ile gözlemleri uyum sağlamıştır.

Öğretmen Adayı 11 (Ö11)

Ö11: (mıknatıs bobinin üstündeyken) Bir emk indüklenecek yani bobin de N veya S kutbuna sahip olacak. Mesela yukarısı N-S ya da yukarısı S veya N şeklinde kutuplanmaya başlayacak.

G : Durgun olarak tuttuğumuzda emk indüklenir diyorsun.

Ö11: Evet, emk indüklenir diyorum.

G : İçinde pekala, şu anda durgun olarak duruyor diyelim. Devrede ne olmasını beklersin, içinde durgun olduğu zaman?

Ö11: Dışarı tuttuğumuza göre manyetik akı artacak. *Akı değişimine göre bir emk indüklenecek, manyetik akıyı azaltacak şekilde.* Buna göre de bobin kutuplanmaya başlayacak.

G : Peki biz bunu mili ampermetrede nasıl gözleyeceğiz her iki durumda da? Durgun mıknatıslar... mili ampermetrede ne olacak?

Ö11: Mili ampermetre kutuplandığı için, N' den S' e mesela, *manyetik alan çizgileri N' den S' e gidiyordu.* Ona göre sapmaya başlayacak.

Ö11, tahmin etme aşamasında düşüncelerini söyledikten sonra yapılan deneyi gözlemiş ve mili ampermetrenin her iki durumda da sapmadığını görmüştür. Ö11, tahminde bulunurken mili ampermetrelerin sapacağını çünkü devrede manyetik akı değişimine bağlı olarak indüksiyon akımı oluşacağını söylemiştir. Ö11' in verdiği cevap

yanlış olmasına rağmen, indüksiyon akımının oluşma sebebinin manyetik akı değişimi olduğunu söylemesi bu kavramın zihninde STE kategorisinde olduğunu bir göstergesidir. Ö11'in "*manyetik alan çizgileri N' den S' e gidiyordu*" ifadesi ile manyetik alanı madde kategorisinde düşündüğü anlaşılmaktadır Ö11, tahminin yanlış olduğunu farkına varmıştır ve bunun üzerine gözlemlerine göre açıklamada bulunmuştur.

Ö11: Neden sapmamış olabilir? ee... *üzerinde mesela durgunken manyetik akıda artma veya azalma olmamıştır.*

G : İlk durumda emk indüklenir demiştin. *Gözlemlerimize göre emk indüklenmedi. Yani mili ampermetrede herhangi bir sapma olmadığını gördük.*_Bunu nasıl açıklayabiliriz peki? Açıklamaya çalış düşüncelerini...

Ö11: Mili ampermetrenin sapması için bobinin kutuplanması gerekiyor. Yani mesela bunu (mıknatısı) yaklaştırdığımızda (bobine) bobinin burası (üstü) S, burası (altı) N olduğu zaman N' den S' e doğru bir hareketlenme olduğu için ibrenin sapması gerekiyor.

G : Biz durgun tutuyoruz ama..

Ö11: Evet... Çünkü... Manyetik...Evet... Çünkü *manyetik akı değişimi olmuyor mıknatıs durgun olduğu için.*

G : Elektromanyetik indüksiyon ya da....

Ö11: Durgun yükler için değil hareketli yükler için geçerli oluyor.

G : Peki nasıl tanımlarız biz mesela indüklenmiş emk ya da indüksiyon akımını? Ne diyebiliriz indüksiyon akımı için mesela?

Ö11: *İndüksiyon akımı için, oluşan, artan manyetik akıya karşı ya da azalan manyetik akıya karşı, azalıyorsa mesela manyetik akı onu artıracak yönde, eğer manyetik akı artıyorsa onu azaltacak yönde bir akım geçer. Yani mesela devre tamamlandığı zaman hemen sıfırdan maksimum ana yükselmez. Bu yavaş yavaş olur ve bunun nedeni de indüksiyon emk' sının oluşmasıdır orada.*

Ö11, mıknatısların durgun olmasından dolayı manyetik akıda değişim olmayacağından devrede indüksiyon akımının oluşmayacağını söyleyerek açıklama yapıyor. "*indüksiyon akımı için, oluşan, artan manyetik akıya karşı ya da azalan manyetik akıya karşı, azalıyorsa mesela manyetik akı onu artıracak yönde, eğer manyetik akı artıyorsa onu azaltacak yönde bir akım geçer*" açıklamasında 'akım geçer'

ibaresinden dolayı indüksiyon akımı kavramının öğrencinin zihninde madde kategorisinde sınıflandırıldığı anlaşılmaktadır. “*yani mesela devre tamamlandığı zaman hemen sıfırdan maksimum ana yükselmez. Bu yavaş yavaş olur ve bunun nedeni de indüksiyon emk’ının oluşmasıdır orada*” ifadesinden Ö11’ in indüksiyon akımı ile öz indüksiyon akımı kavramlarını karıştırdığı düşünülebilir.

Öğretmen Adayı 12 (Ö12)

Ö12: Mıknatıs ikisinde de durgun olduğu için hiçbir şey olmamasını gözlemlerim.

G : Peki durgun olduğunda neden dolayı hiçbir şey olmuyor?

Ö12: *Akı değişimi olmuyor* çünkü manyetik akı değiştiği zaman bobinde akım oluşturur ama değişmediği zaman bunu oluşturmaz.

G : Manyetik akı değişimini tanımlamak istersek nasıl tanımlayabiliriz?

Ö12: *Manyetik alandan dolayı oluşuyor. Belirli bir alandan geçen manyetik alan çizgileri diyebiliriz... Akıda bir değişme olunca hareketten dolayı bir emk oluşuyor.*

G : Hareketten dolayı emk oluşur diyorsun. Burada da durgun olduğu için..

Ö12: Oluşmaz.

Ö12’ nin tahminleri ile gözlemlerinin uyumlu olduğunu gözlemlemiştir. Ö12, devrelerde manyetik akı değişimi olmayacağı için akım oluşmayacağını belirtmektedir. Buna göre indüksiyon akımı kavramı öğrencinin zihninde STE kategorisindedir. Ö12, manyetik akıyı ise belirli bir alandan geçen manyetik alan çizgileri olarak tanımlıyor. “belirli bir alandan geçen manyetik alan çizgileri” ifadesinde genel olarak madde kategorisindeki varlıklar için kullanılan “geçer” fiilini kullanıyor. Ö12’ nin açıklamasına göre manyetik alan çizgileri ve akı kavramları öğrencide madde kategorisindedir.

Birinci soru için gerçekleştirilen TGA aktiviteleri analiz edildiğinde;

- 12 öğretmen adayından 8’ inin (Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12) tahmin etme aşamasında devrelerde manyetik akı değişimi olmayacağı için indüksiyon akımı oluşmayacağını söylemesi sonucunda *indüksiyon akımı*

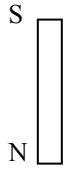
kavramının öğretmen adaylarının zihinlerinde STE kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır.

- Ö6, tahmin etme aşamasında devrelerin ikisinde de mıknatıslar durgun olduğu için manyetik alan oluşmadığını söyleyerek akım geçmeyeceğini ifade etmiştir. “*akım geçmez*” ifadesini pek çok kez kullanması akım kavramını zihninde madde kategorisinde sınıflandırmasının bir göstergesidir. Ö6’ ya göre manyetik alan mıknatısların hareketli olduğu durumda oluşmaktadır. Buradan ise Ö6’ nın manyetik alan kavramı hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığını anlaşılmaktadır.
- Ö8, tahmin etme aşamasında devrede akım oluşmayacağına gerekçe olarak devrede manyetik alan değişimi olmayacağını söylemiştir, akı değişimine değinmemiştir.
- Öğretmen adaylarından ikisi (Ö2, Ö11) ise mili ampermetrelerde sapma gözleyeceklerini, devrelerde akım indükleneceğini tahmin etmişlerdir. Ö2, gözlem yaptıktan sonra devrede hareketlilik olmadığı için indüklenme olmadığı belirtmiştir. İndüklenmeyi açıklarken akı değişiminden bahsettiği için bu kavram öğrencide STE kategorisindedir. Ö2, manyetik akı kavramını “*alan içinde bulunan manyetik alanın zamana göre değişimi*” olarak tanımlamıştır. Fakat *manyetik akı, birim yüzeye etki eden manyetik alanın bir ölçüsüdür*. Bu kavram Ö2’ ye ve doğru tanıma göre STE kategorisindedir. Ö2, kavramı doğru kategoride sınıflandırmasına rağmen yanlış ifade etmiştir. Ö11, mıknatısların durgun olduğu her iki durumda da akı değişiminden dolayı emk indükleneceğini ifade etmiş fakat gözlem aşamasından sonra mıknatıslar durgun olduğu için emk indüklenmeyeceğini belirtmiştir. İndüksiyon emk’ sı ve indüksiyon akımı kavramları Ö11’ de STE kategorisindedir.

4.1.2. Aktivite 2

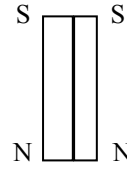
Aktivite 2' de öğretmen adaylarına tahmin etme aşamasında aşağıdaki soru sorulmuştur.

Soru 2: İlk olarak bir mıknatıs N sarımlı bir bobinin içine düşey olarak h yüksekliğinden, kuzey kutbu bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Sonra bu mıknatısa özdeş bir mıknatıs, aynı kutupları bu mıknatısla aynı yönde olacak şekilde yapıştırılıyor. Mıknatıslar N sarımlı bir bobinin içine düşey olarak h yüksekliğinden kuzey kutupları bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?



N

Devre 3



N

Devre 4

Öğretmen Adayı 1 (Ö1)

Ö1: Devrede manyetik akı değişimi tam özdeş olduğu için iki katı olacak. *Bu durumda (çift mıknatıs), tek mıknatısı bıraktığım zaman oluşan akımın yaklaşık iki katı olmasını bekleyeceğim.*

Ö1, tahmin etme aşamasında ikinci devrede akı değişimi daha fazla olacağı için indüksiyon akımının daha büyük olacağını söylemektedir. Ö1' in tahmini ile gözlemleri uyum sağlamıştır.

Öğretmen Adayı 2 (Ö2)

Ö2: Burada şimdi hareketlilik söz konusu olduğu için manyetik alanın içine girerken alan artmış oluyor ve Φ de artmış oluyor. Φ arttığı için bunu azaltıcı yönde bir etkiye sahip olması gerekiyor.

G : Yani akıyı azaltıcı yönde.

Ö2: Evet, akıyı azaltıcı yönde. *Manyetik alan çizgileri normalde bu tarafa doğru, sağ el kuralına göre düşünürsek, N' den S' e gidiyor çünkü.* Manyetik alan çizgileri bu tarafa doğruydı. Bunu azaltıcı yönde olması için bunun ters yönde olması gerekiyor ve akım bu tarafa doğru.

...

Ö2: Akım sabit kalır diye tahmin ediyorum ama... Çünkü burada Φ değişimi önemli. Φ' ye karşı koyulan bir indüklenme söz konusu olduğu için...

G : Yani iki durum arasındaki fark ne olabilir ya da benzerlik?

...

Ö2: Burada aslında manyetik alanın kuvveti... Manyetik alan formülü de $\mu_0 N I$. Bir değişiklik olmaz bence.

G : Yani ikisinde de aynı miktarda sapar diyorsun... Peki sapma nasıl gerçekleşir?

Ö2: Bobinin yönünü bilmiyoruz ama bobindeki akım yönüne göre gerçekleşir.

G : Yani sürekli akım mı oluşur?

....

Ö2: Gittikçe artar. İçine girdiğinde maksimum olur.

G : Yani maksimum olduktan sonra alternatif akım mı oluşur? Maksimum olduktan sonra ne olur ya da?

Ö2: Şimdi burada indüklenme söz konusu olduğu için, geriye doğru da bir akım oluşturacağı için sabit bir şey elde edemeyiz.

G : Peki nasıl bir akım elde ederiz?

Ö2: Önce artan sonra azalan olması gerekir.

G : Önce artar, sonra azalır. Azaldıktan sonra tekrar artar mı?

Ö2: Sonra sabit kalması lazım, azaldıktan sonra.

Ö2, devrelerde akıyı azaltıcı yönde akım oluşacağını belirtmektedir. Bu ifadesi ile ilk soruda da tespit edildiği gibi indüksiyon akımı kavramı öğrencide STE kategorisindedir. Ö2, her iki devrede sapma miktarının aynı olacağını söylüyor. Mili ampermetredeki sapmanın ise önce artma sonra azalma, azaldıktan sonra da sabit kalma şeklinde olacağını belirtiyor. Ö2' nin hem birinci hem de ikinci sorulara cevap verirken akı yerine sık sık Φ (fi) demesi de dikkat çekmektedir.

“manyetik alan çizgileri normalde bu tarafa doğru, sağ el kuralına göre düşünüürsek, N' den S' e gidiyor çünkü” ifadesi ile Ö2'nin manyetik alan çizgilerinin madde kategorisinde sınıflandırdığı anlaşılmaktadır. Ö2, manyetik alan çizgilerinden bir kutuptan diğerine giden maddesel varlık gibi bahsetmiştir.

Deneyi gözlemleyen öğretmen adayı bu gözlemleri hakkında açıklamalarda bulunmuştur.

G : Sen sabit bir değerde kalır demiştin azaldıktan sonra.

Ö2: Sıfıra geldi.

G : Neden böyle oldu sence?

Ö2: *Şimdi birinci yaptığımız deneye gelmiş olduk. Son durumda mıknatıs bobinin içinde sabit olduğu için ampermetrede hareketlilik olmadı. Manyetik alandan kaynaklanan akı değişimi yok.*

Ö2, gözlemden önce mili ampermetrede sapmanın önce artma sonra azalma, azaldıktan sonra da sabit kalma şeklinde olacağı şeklinde olan tahminin hatalı olduğunu gözlem aşamasında görmüştür. Bu durum hakkında *“şimdi birinci yaptığımız deneye gelmiş olduk. Sabit olduğu için mıknatıs burada bir hareketlilik olmadı. Manyetik alandan kaynaklanan akı değişimi yok”* şeklinde açıklama yaparak son durumda mıknatıs sabit olduğundan akı değişimi olmadığını, sapma gözlemlenmediğini belirtmiştir.

İkinci durum- iki mıknatıs

G : ...bıraktık. Peki şimdi ne gözledik?

Ö2: Daha yüksek akım.

G : Sence bunun nedeni nedir?

Ö2: *Mıknatıslanmanın daha fazla olmasından kaynaklanan manyetik alan fazlalığı.*

Ö2, tahmin etme aşamasında her iki devrede de sapma miktarının aynı olacağı şeklindeki tahmininin de hatalı olduğunu gözlem aşamasında fark etmiştir. Ö2, çift mıknatıs olan devrenin mili ampermetresinde daha yüksek akım değeri okumuş ve bunun nedenini “*mıknatıslanmanın daha fazla olmasından kaynaklanan manyetik alan fazlalığı*” olarak açıklamıştır. Bunun üzerine öğretmen adayının manyetik alan hakkındaki görüşlerini daha detaylı öğrenmek amacıyla öğrenciye soru sorulmuştur.

G : Manyetik alanı peki tanımla desek sana, manyetik alanı ne olarak tanımlarsın?

Ö2: *Bobindeki manyetik alan, akım geçen telde N sarımlıysa, oluşturulan elektrik alan gibi...*

G : Bir benzetme de yapabilirsin.

Ö2: *Mesela bir parçacığı düşünelim. Bir parçacığı manyetik alanın bulunduğu bir ortama koyduğumuzda... Onda bir sapma gözlenir çünkü manyetik alan o parçacığa etki ediyor. O parçacığında belirli bir yükü var. Mesela elektronu düşündüğümüzde parçacığın belirli bir yükü var ve manyetik alandan dolayı bir sapma gözleniyor.*

Ö2’ nin manyetik alan hakkında yaptığı açıklamaların oldukça karmaşık ve anlaşılması güç olduğu görülmektedir.

Öğretmen Adayı 3 (Ö3)

Ö3: *Benim tahminimce bu mıknatısın (tek mıknatıs) manyetik alan şiddeti ile bu mıknatısın (çift mıknatıs) manyetik alan şiddeti bir değil çünkü bu bir tane mıknatıstan oluşuyor, bu iki tane mıknatıstan oluşuyor. Zaten bir indüksiyon akımının oluşmasını bekliyorsak, dediğimiz gibi mıknatısın hareketiyle oluşacak bir şey bu, mıknatısın hareketiyle manyetik akı değişecek çünkü. O zaman her iki devrede de aslında mili ampermetrede bir sapma görebileceğiz, çünkü hareket*

edecek mıknatıslar ve manyetik akı değişecek, indüksiyon akımı oluşacak. Ama burada (iki mıknatıs) manyetik alan şiddeti fazla olduğu için sanırım daha çok sapacak...

G : *Manyetik alan şiddeti* olarak tanımladığımız şey ne peki?

Ö3: *Mıknatısın etkisi olabilir, kuvveti.* Bir mıknatısın mesela bir demiri çekme etkisi olabilir. Büyük bir demir vardır mesela, bu mıknatıs onu çekmez. *Mıknatıslık özelliğini biz manyetik dipol momentlerle açıklıyoruz.* Buradaki mıknatısa (tek mıknatıs) göre *bu mıknatısın manyetik alan dipol momentleri daha fazla ve şiddeti odur herhalde...*

Ö3, tahmin etme aşamasında verdiği cevaplarla gözlemlerinin uyumlu olduğunu görmüştür. Ö3, mıknatısların manyetik alan şiddetlerinin farklı olduğunu ve çift mıknatıslı devreye etki eden manyetik alan şiddeti daha büyük olacağından mili ampermetrenin daha çok sapacağını belirtmektedir. Ö3, manyetik alan şiddetini “*mıknatısın etkisi olabilir, kuvveti*” , “*mıknatıslık özelliğini biz manyetik dipol momentlerle açıklıyoruz*” şeklinde açıklamaktadır.

Öğretmen Adayı 4 (Ö4)

Ö4: Hareketli olduğu için burada yine manyetik akı değişimi gözlemleyeceğim. Mili amperde sapma gözlenir. *Aynı, özdeş iki tane mıknatıs, bunların oluşturduğu manyetik alan daha güçlü olur. Bu nedenle manyetik akı değişimi daha fazla olur.* Manyetik alan değişimi daha fazla olacak. Oluşan manyetik alan daha büyük oluyor ve bunun değişimi de daha fazla olur. *Daha fazla bir manyetik akı değişimi gözlemleneceği için sapmanın daha fazla olacağını düşünüyorum.*

Ö4, iki mıknatısın manyetik alanı daha büyük olacağından manyetik akı değişiminin daha fazla olacağını ve bundan dolayı bu devrede mili ampermetredeki sapmanın daha büyük olacağını söylemektedir. Öğretmen adayı, gözlemler sonucunda tahminlerinin tutarlı olduğu görmüştür.

Öğretmen Adayı 5 (Ö5)

Ö5: İlk olarak bu mıknatısı (tek) bıraktığımda ampermetrede bir sapma gözlemleyeceğim, akı değişimi olacaktır çünkü h yüksekliğinden bıraktığımda. İkincisinde de yine aynı şekilde mili ampermetrede bir sapma gözlemleyeceğim ama hani şeyi düşündüm bir an, böyle FBA, *şey değişecek sonuçta, akının büyüklüğü falan değişecek, daha mı çok sapacak şeklinde bir şey düşündüm... İkisinde de sapacak zaten ama bunda (iki mıknatısta) daha çok olmasını beklerim... Daha çok akı değişimi olacaktır.*

G : Akı nedir peki? Nasıl tanımlarsınız akıyı?

Ö5: Bir yüzeyden geçen manyetik alanın şiddeti, akı.

Ö5' in manyetik akıyı "bir yüzeyden geçen manyetik alanın şiddeti" şeklinde tanımlaması akı kavramının öğrencinin zihninde madde kategorisinde olduğunun bir göstergesidir.

Öğretmen adayı ilk etapta tereddüt etmiş, daha sonra ikinci durumda akı değişiminin daha büyük olacağını belirterek ikincide daha büyük sapma beklediğini söylemiştir. Ö5' in tahminleri ile gözlemleri tutarlılık sağlamıştır.

Öğretmen Adayı 6 (Ö6)

Ö6: h yüksekliğinden bıraktığımız zaman, yavaş yavaş mıknatıs bobinin burasına gelene kadar ampermetremiz sapar, daha sonra içine girdikten sonra ampermetremiz eski haline geçer, sıfır olur yani sapmaz.

G : Peki ikinci durum için?

...

G : Ne gibi farklılık oluşturur ya da bir farklılık oluşturur mu?

Ö6: Farklılık olmaz.

G : Mıknatıslar birinde bir tane diğerinde iki tane. Sana göre mili ampermetre aynı şekilde mi sapar?

Ö6: ...Bıraktığımız yükseklik aynı olduğu için herhangi bir değişiklik... errr...yani aynı şekilde sapar.

G : Yani mıknatıs sayısı sana göre burada önemli değil mi?

Ö6: Önemli değil.

Ö6, ampermetrelerin sapacağını fakat ikisi arasında bir farklılık olmadığını, mıknatıs sayısının önemli olmadığını söylemektedir. Deney yapıldığında Ö6, çift mıknatıs olan devredeki mili ampermetrenin daha fazla saptığını görmüş ve bunun hakkında açıklama yapmıştır.

Ö6: Mıknatıs bobinden aşağı bırakıldığı zaman bobinimiz mıknatısa karşı bir emk indüklüyor. Bu sefer iki mıknatıs olduğu zaman, *iki mıknatısın bir mıknatısa göre daha fazla manyetik alanı olur. Bobin buna karşı daha fazla emk indükler.*

.....

G : ... Senin ifadelerine göre indüksiyon emk' sını nasıl açıklarız?

Ö6: *Akı değişikliği, manyetik akı değişikliği.*

Ö6, gözlem aşamasından sonra iki mıknatısın manyetik alanı daha büyük olacağı için bu devrede daha fazla emk indükleneyeceği şeklinde açıklama yapmıştır. Ö6, indüksiyon emk' sını manyetik akı değişikliği olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlama ile Ö6' nın indüksiyon emk' sı kavramının STE kategorisinde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, öğrencinin manyetik akı değişimini oluşturan durumlar hakkında sağlam bilgi temeline sahip olmadığı anlaşılmaktadır. Ö6, 1. soruda açıklamalarını *akım geçmesi* şeklinde ifade etmeye çalışırken 2. soruda indüklenme kelimesi ile ifade etmiştir.

Öğretmen Adayı 7 (Ö7)

Ö7: Birincisini bıraktığımız zaman bu *mıknatısın yaklaşmasından dolayı manyetik akıda bir değişiklik olmasını beklerim. O manyetik akıdaki değişimden dolayı da devrede bir indüksiyon akımının oluşmasını beklerim.* Ondan sonra da eğer bunun yerine ikilisini kullansaydık yine aynı yönde olsaydı gönderme yönümüz, *mıknatısımızın iki tane olduğundan dolayı manyetik alanımız fazlalaşmış olurdu. Bu da manyetik alan çizgilerini etkilerdi yani manyetik akıyı etkileyeceğinden*

indüksiyondaki sapma miktarımız da etkileyecekti. Yani oluşan indüksiyon akımını etkileyecekti büyüklük olarak.

G : Yani ampermetrelerde neler görmeyi bekleriz şimdi iki durum için?

Ö7: Birincisinde mesela ampermetrede misal 5 mili amper ölçülürken, ikincisinde belki 10 mili amper ölçülmesini bekleyeceğiz.

Öğretmen adayı, ikinci devrede iki mıknatıs olmasının manyetik alanı, dolayısıyla manyetik akı ve indüksiyon akımını söyleyerek ikinci devrede indüksiyon akımının daha büyük olacağını belirtiyor.

Öğretmen Adayı 8 (Ö8)

Ö8: İlk önce tek mıknatısı bıraktığımızda mili ampermetrede belirli bir değerin olduğunu yani sapmanın olduğunu gözleriz. *Çiftli mıknatısı bu şekilde bıraktığımız zaman ise mili ampermetrede daha büyük bir sapmanın olduğunu gözleriz. Bunun sebebi ise, devrede mili amperin sapmasını sağlayan bir akım oluşacak bu mıknatıslar sayesinde. Buradaki manyetik alan çift katlı olduğu için daha büyük olacak mili ampermetredeki sapma.*

Ö8, ikinci devrede manyetik alanın daha büyük olduğunu belirterek bu devredeki mili ampermetrede sapmanın daha büyük olacağını söylemiştir.

Öğretmen Adayı 9 (Ö9)

Ö9: Şimdi birinci bobinde tek bir tane mıknatıs yaklaşıyoruz. *İndüksiyon emk' sına ne demiştik, manyetik akının zamanla değişimidir demiştik. Tek mıknatıs bu manyetik akıyı daha az değiştirecektir. İkinci bobinde ise iki tane mıknatıs yaklaşıyoruz. ... aynı zamanda daha çok manyetik akı değiştirecektir. Yani birinci durumda ampermetre ikinci durumdakine göre biraz daha az sapacaktır.*

İlk soruda indüksiyon akımının oluşması için manyetik alan değişimi olması

gerektiğini söyleyen Ö9, bu soruda ikinci devrede manyetik akı değişimi daha büyük olacağından sapmanın da daha fazla olacağını belirtmiştir, fakat manyetik akı değişiminin neden daha fazla olduğu hakkında açıklama yapmamıştır. Bundan dolayı öğrenciye bunun nedeni hakkında soru sorulmuştur.

G : Burada manyetik akının daha fazla değişmesine sebep olan faktör ne peki?

Ö9: Şimdi buradaki *manyetik akı*, *manyetik alan çarpı alandı*. Biz burada *manyetik alanla oynuyoruz yani manyetik alan neydi $I \cdot \mu_0$* ’ dı...

G : Manyetik alanın kaynağı nedir bu devrede?

Ö9: Manyetik alanın kaynağı mıknatıs.

G : Mıknatıs. Biz mıknatısların sayısını değiştirmiş olduk. Peki manyetik alan nedir dersek sen nasıl cevap verirsin?

Ö9: *Manyetik alan, havanın geçirgenliği ile akımın çarpımıdır* diyebiliriz.

G : Peki sen bu söylediğine inanıyor musun?

Ö9: *İnanmıyorum tabi de $\mu_0 \cdot I$ olduğu için biraz oradan geldi*.

G : Nasıl açıklayabiliriz manyetik alan kavramını?

Ö9: Şimdi *integral içinde $B \cdot dA$* ...

G : Sayısal şeylerle ya da formüllerle değil de tanımlarla terimlerle açıklamaya çalışırsak...

Ö9: *Birim alana düşen akımın zamanla değişimi* diyebiliriz.

Ö9, mıknatıs sayısının değişmesiyle manyetik alanın değiştiğini söylemiştir fakat manyetik alanı tanımlaması istendiğinde “*manyetik alan havanın geçirgenliği ile akımın çarpımıdır*”, “*integral içinde $B \cdot dA$* ”, “*birim alana düşen akımın zamanla değişimi*” şeklinde ifade etmektedir. Bu ifadelerden Ö9’ un manyetik alan kavramını kavramlarla açıklamak yerine formüllere dayalı açıklamalarda bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu açıklamalar ise manyetik alan kavramı hakkında yeterli bilgi vermemektedir. Öğretmen adayının, mıknatısların manyetik alanı ile, bobindeki akımın oluşturacağı manyetik alanı karıştırdığı için manyetik alan kavramı hakkında yeterli bilgi veremediği anlaşılmaktadır.

Ö9, tahmin aşamasında söylemiş olduğu gibi ikinci devredeki sapmanın daha fazla olduğunu gözlemiştir.

Öğretmen Adayı 10 (Ö10)

Ö10: *Mıknatısta içinde S' den N' e, dışında N' den S' e doğru bir manyetik alan vardır. Mıknatısı biz bobine yaklaştırdıkça manyetik akıda bir artma olacak. Artmayı azaltmak için de bobin mıknatısın geldiği tarafı N' di, (üstü) S, alt kısmı da N yaparaktan ona karşı bir manyetik alan oluşturacak kendisi. Bu da bir akımın dolaşmasına sebep olacak devrede. Yani emk indüklenmiş olacak her iki durumda da.*

Öğrenci emk indüklenmesini akı değişimine göre açıkladığı için bu kavram STE kategorisindedir fakat öğrencinin ‘*akımın dolaşmasına sebep olacak*’ ifadesi ile indüksiyon akımını madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu düşünülebilir.

G : Peki iki mıknatıs olduğu durumda ne olacak?

Ö10: *İki mıknatıs olduğunda da yine aynı durum olacak. Bana göre burada mıknatısın iki ya da tek olması önemsiz. Yine burada kutuplarımız aynı, ikisinde de yaklaşma var ve ikisinde de aynı şekilde yaklaşıyorlar.*

G : Sapma miktarları hakkında ne diyebilirsiniz?

...

G : Yani buradaki sapma miktarı bize burada neyin büyüklüğünü gösteriyor?

Ö10: Oluşan akımın büyüklüğünü gösterecek. Bu akım da manyetik alandan dolayı, akıdan, değişimden dolayı kaynaklanacak. O zaman, mıknatısımızı arttırdığımız zaman...

G : Herhangi bir şeyi etkiler mi?

Ö10: Bunun oluşturduğu manyetik alanla bunun oluşturduğu manyetik alan... etkiler bence.

G : Neyi etkiler peki?

Ö10: *Birim zamandaki akıdaki değişimi olabilir mi?*

Öğretmen adayının “ *mıknatısta içinde S' den N' e, dışında N' den S' e doğru bir manyetik alan vardır*” açıklaması ile manyetik alanı bir noktadan bir noktaya giden bir varlık gibi algıladığı anlaşılmaktadır.

Ö10 her iki durumda da sapma olacağını, tek mıknatısla çift mıknatısın manyetik alanları farklı olduğu için birim zamandaki akı değişimlerinin farklı olacağını belirtmiştir ve deney yaparak tahmininin gözlemleriyle uyumlu olduğunu görmüştür.

Öğretmen Adayı 11 (Ö11)

Ö11: Burada *mıknatıs hareket ettiği için içine düşerken manyetik akı değişimi olacak. Manyetik akıya karşı emk oluşacak ve bobinimiz bu mıknatısa göre ters kutuplanmış olacak. Yani bobinin bu tarafı (üstü) N kutbu diğer aşağısı S kutbu olacak. Bu nedenle ibremiz sapmaya başlayacak. Fakat ikisini birlikte yapıştırdığımızda manyetik alan artacağı için manyetik akı da artmış oluyor. Böylece ibremiz yine sapacak ama hızlı bir şekilde sapacak.*

G : Yani her iki durumda da aynı miktara kadar mı sapacak yoksa birinde diğerine göre daha az mı sapacak? Aynı miktarda sapıp, biri diğerine göre daha uzun bir sürede mi sapacak?

Ö11: *İki tanesini yapıştırdığımız zaman manyetik alan artacağı için daha fazla sapacak.*

Ö11, ikinci devredeki manyetik alan birinciye göre daha büyük olacağından akı değişiminin de daha büyük olacağını söylemekte ve ikinci durumda daha fazla sapma gözleyeceğini belirtmektedir. Öğretmen adayı gözlem yaptıktan sonra da “...*mıknatıs sayısı arttıkça manyetik alan artıyor ve manyetik akı da artmış oluyor bu sayede. İndüklenen emk da artıyor. Emknın indüklenmesinin artması da ibrenin daha fazla artmasını sağlıyor*” şeklinde açıklama yapmıştır.

Öğretmen Adayı 12 (Ö12)

Ö12: *Çift mıknatısı bıraktığımız zaman ilk mıknatısı bıraktığımızda oluşan akımdan daha fazla bir akım geçmesini gözlemleriz, geçtiğini gözlemleriz.*

G : Peki bunun nedeni nedir?

Ö12: *Bunun nedeni ise, iki mıknatısın oluşturduğu manyetik alanın tek mıknatısın oluşturduğu manyetik alandan fazla olmasıdır.*

G : Yani manyetik alan arttığı zaman...

Ö12: *Akı değişikliği. Manyetik alan arttığı zaman, bu bizim akımımıza da yani sarım içerisinde geçen akıma da, akıya da etki ediyor. Bu da devreden daha fazla akım geçmesini sağlıyor.*

Ö12, mıknatıs sayısı arttığı zaman manyetik alanın arttığını, buna bağlı olarak manyetik akının da arttığı belirtmektedir. Öğretmen adayının “*çift mıknatısı bıraktığımız zaman ilk mıknatısı bıraktığımızda oluşan akımdan daha fazla bir akım geçmesini gözlemleriz*” , “*manyetik alan arttığı zaman bu bizim akımımıza da yani sarım içerisinde geçen akıma da, akıya da etki ediyor. Bu da devreden daha fazla akım geçmesini sağlıyor*” ifadelerinde sıklıkla *akım geçmesi* ibaresini kullandığı görülmektedir.

Ö12, tahminleri ile gözlemlerinin tutarlı olduğunu gözlem aşamasında görmüştür. Ö12’ nin birinci soruda manyetik alan kavramını madde kategorisinde bulundurduğu göz önünde bulundurularak, Ö12’ ye gözlem aşamasından sonra manyetik alanla ilgili soru sorulmuştur.

G : ...manyetik alanı nasıl açıklarız?

Ö12: *...errr...İki kutbu olan bir mıknatıs... kutuplanmış.... Bir yükten çıkan manyetik alan çizgileri diğer tarafta sonlanır. Tek kutup olmuyor.*

Ö12’ nin bu aşamada da manyetik alan çizgilerinden, bir yükten çıkan ve diğer yükte son bulan maddesel çizgiler gibi bahsetmesinden dolayı manyetik alan kavramını madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

İkinci soru için gerçekleştirilen TGA aktiviteleri analiz edildiğinde;

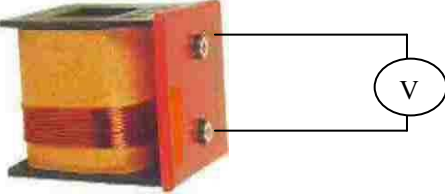
- 12 öğretmen adayından 8’i (Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11) tahmin etme aşamasında ikinci devrede çift mıknatıs olduğundan manyetik alanın daha büyük olduğunu, bundan dolayı da manyetik akı değişimi ve indüklenen akımın daha büyük olacağını söylemişlerdir.

- Ö1 ve Ö5 çift mıknatıs olan devrede manyetik alanın daha büyük olduğunu vurgulamadan manyetik akı değişimi daha büyük olduğu için indüksiyon akımının bu devrelerde daha büyük olduğunu tahmin etme aşamasında belirtmişlerdir.
- Ö12' nin, *“çift mıknatısı bıraktığımız zaman ilk mıknatısı bıraktığımızda oluşan akımdan daha fazla bir akım geçmesini gözlemleriz”*, *“manyetik alan arttığı zaman bu bizim akımımıza da yani sarım içerisinde geçen akıma da, akıya da etki ediyor. Bu da devreden daha fazla akım geçmesini sağlıyor”* ifadesi ve Ö10' un, *“bu da bir akımın dolaşmasına sebep olacak devrede”* ifadesi ile akımdan bahsederken borudan geçen su gibi akımı maddesel düşünmekte oldukları anlaşılmaktadır.
- Ö2 ise tahmin etme aşamasında her iki devredeki sapma miktarının eşit olacağını söylemiştir ve sapmanın önce artıp azalma ve sonunda sabit bir değerde kalma şeklinde olacağını söylemiştir. Gözlem aşamasında tahminlerinin doğru olmadığını gören Ö2, mili ampermetrenin son durumda sıfır değerini göstermesini *“şimdi birinci yaptığımız deneye gelmiş olduk. Mıknatıs sabit olduğu için burada bir hareketlilik olmadı. Manyetik alandan kaynaklanan akı değişimi yok”* ifadesi ile belirtmiştir. Ö2, ikinci devredeki sapmanın daha büyük olmasını *“mıknatıslanmanın daha fazla olmasından kaynaklanan manyetik alan fazlalığı”* ifadesi ile açıklamaktadır.

4.1.2. Aktivite 3

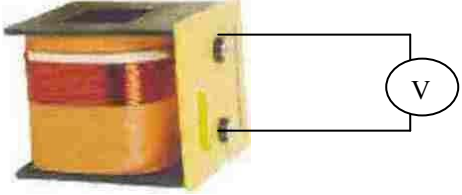
Aktivite 3' de öğretmen adaylarına tahmin etme aşamasında aşağıdaki soru sorulmuştur.

Soru 3: Bir mıknatıs N ve 4N sarımlı bobinlerin içine düşey olarak h yüksekliğinden kuzey kutbu bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?



N

Devre 5



4N

Devre 6

Öğretmen Adayı 1 (Ö1)

Ö1: 4N olanda daha çok potansiyel fark ölçmeyi beklerim ben.

G1: Peki neden? Hangi faktör değişir? Bobindeki sarım sayısının 4N olması neyi etkiler?

Ö1: Bir formül vardı, $k.N$ diye, yani burada N sarım sayısı. *Sarım sayısı fazla olunca daha çok akım geçecek, buna bağlı olarak da daha çok potansiyel fark oluşur diye beklerim ben.*

...

G : Ama şimdi biz burada voltmetrelerdeki değerleri okuyoruz ve şunu da belirtmeliyim, bobinlerin dirençleri eşit değil.

Ö1: O zaman *potansiyel farkların aynı olmasını beklerim ben. Birinden daha çok akım geçecek fakat direnci daha büyük. Diğerinden daha az akım geçecek, direnci de küçük. $V=I.R'$ dir Ohm kanununa göre. I' lar değişse bile potansiyel farkların sabit olmasını, ikisinde de eşit değeri okumayı beklerim yani.*

Ö1, ilk olarak sarım sayısı fazla olan bobinin bulunduğu devrede akımın ve potansiyel farkın daha büyük olacağını belirtmiştir. Ö1' in “*akım geçecek*” ifadesini kullanmasından dolayı akımı madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu düşünülebilir. Ö1' e bobinlerin dirençlerinin farklı olduğu söylendiğinde, Ö1 bu durumda her iki voltmetredeki potansiyel farkın eşit olacağını söylemiştir.

Yapılan deneyler sonucunda Ö1, sarım sayısı fazla olan bobinin bulunduğu devredeki voltmetrede daha büyük gerilim değeri okumuştur ve bunun üzerine tekrar açıklamada bulunmuştur.

Ö1: (ikinci devrede) Yaklaşık 5 katı çıktı

G : Peki neden böyle oldu sence?

Ö1: Sarım sayısının fazla olmasından zannediyorum böyle oldu.

G : Sarım sayısı burada neyi etkilemiş oldu? Biz neyi okuyoruz voltmetreyle?

Ö1: Potansiyel farkı okuduk.

G : Yani burada potansiyel fark sarım sayısı ile artmış mı oldu?

Ö1: Evet.

Ö1, gözlemleri sonucunda sarım sayısı arttıkça gerilim değerinin daha büyük olduğunu belirtmiştir fakat olayın nedeni hakkında açıklamada bulunamamıştır.

Öğretmen adayı 2 (Ö2)

Ö2: *Sarım sayısı ile manyetik alan doğru orantılıdır. Sarım sayısı ile manyetik alan doğru orantılı olduğu için sarım sayısının daha fazla olduğu yerde manyetik alanın daha fazla uygulanması gerekiyor ve manyetik alandan kaynaklanan akımın da daha fazla olması gerekiyor burada içine attığımız zaman. İçine atarken yine burada artacak.*

G : Ama orada dikkat edersen bu seferki devrede ampermetre değil voltmetre bağlı.

Ö2: Voltajda da ikincisinin voltunun birincisinin voltundan daha yüksek olmasını görebiliriz.

G : Peki bunun sebebi nedir sence?

Ö2: $\mu_0 NI$ bobin olarak biliyorum. Onda sarım sayısı ile akımın ters orantılı olduğunu biliyoruz. Tabi buna göre ikincisinde daha düşük olması gerekiyor. İkincisi daha düşük olmalı. $\mu_0 NI$, I ile de voltaj doğru orantılı olduğu için akım düştüğü zaman voltajında düşmesi gerekiyor.

G : $\mu_0 NI$ dediğimiz nicelik ne peki burada?

Ö2: $\mu_0 NI$ dediğimiz nicelik N sarımlı bobinde oluşan manyetik alandır. ...şimdi $\mu_0 NI$ ya göre düşündüğüm zaman orada sarım sayısı ile akımın ters orantılı olması gerekiyor. ...akımla da volt doğru orantılı olduğu zaman burada daha düşük olması gerekiyor ama bir de şu yönden düşünüyorum, manyetik alan N sarım sayısı ile artıyor. Manyetik alan arttığı zaman bizim bu devreden geçen akımımızın artması lazım. O yüzden voltajın da artması lazım. Artması gerekir, ikincisinde artması gerekir.

Ö2, sarım sayısı ile manyetik alanın artacağı için sarım sayısının fazla olduğu devrede akımın daha büyük olacağını söylemiş, sonra tereddüt etmiş ve $\mu_0 NI$ formülünden yola çıkarak sarım sayısı ile akımın ters orantılı olduğunu düşünmüştür. Akımla da voltajın doğru orantılı olduğunu söyleyerek ikinci devrede daha düşük değerlerde gerilim olacağını söylemiştir. Daha sonra tekrar fikir değiştiren öğrenci “manyetik alan N sarım sayısı ile artıyor. Manyetik alan arttığı zaman bizim bu devreden geçen akımımızın artması lazım. O yüzden voltajın da artması lazım. Artması gerekir, ikincisinde artması gerekir” açıklaması ile son görüşünü belirtmiştir. Bu formül N sarımlı bir bobindeki akımın oluşturduğu manyetik alanı bulmak için kullanılır. Bu deney düzeneklerinde bobinlerde ilk durumda akım yoktur, devrelerde manyetik alan kaynağı mıknatıslardır. Bundan dolayı bu formüle göre bu düzenekler için açıklama yapmak uygun değildir. Ö2’ nin “devreden geçen akımımızın artması lazım” ifadesinde akımı madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ö2’ nin son tahmininde belirtmiş olduğu gibi ikinci devrede okunan gerilim değeri daha büyüktür fakat Ö2’ nin bu durum için tahmin aşamasında yapmış olduğu

açıklamalar uygun değildir. Ö2, doğru sonucu tahmin etmiş fakat süreci doğru ifade edememiştir.

Öğretmen Adayı 3 (Ö3)

Ö3: Burada sarım sayılarına bakmadan önce şunu söyleyebiliriz. *Mıknatıs hareket ettiği için bu bobinde bir emk indüklenecek, manyetik akı değişiminden dolayı yine ve bu indüklenen emk sarım sayısı ile doğru orantılı zaten. Daha fazla sarım sayısına sahip olan bobinde sanırım daha fazla emk indükleneceğinden oradaki voltmetre diğerine göre daha fazla değerde olacak.*

Ö3, manyetik akı değişiminden dolayı bobinlerde emk indükleneceğini belirtiyor ve emk' nın büyüklüğünü “*daha fazla sarım sayısına sahip olan bobinde sanırım daha fazla emk indükleneceğinden oradaki voltmetre diğerine göre daha fazla değerde olacak*” şeklinde ifade ediyor. Ö3, tahmin aşamasında söylemiş olduğu gibi ikinci devrede gerilim değerinin daha büyük olduğunu deney sırasında da gözlemliyor.

Öğretmen Adayı 4 (Ö4)

Ö4: N sarımlıda indüklenen emk 4N sarımlıda indüklenen emknın $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olacak. Yani bu durumda voltmetrede $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olmasını bekliyorum ben, çünkü manyetik akı değişimi her sarımda gerçekleştiği için manyetik alanı değiştirdiğimiz zaman manyetik akı değişimi gözleniyor ve *manyetik akı değişimi her sarımda gözlenmeli. Her sarımda gözlemleyeceğimiz için biri diğerinin 4 katı olduğu zaman manyetik akı değişimi diğerinin 4 katı büyüklüğünde olacak ve indüklenen emk da buna karşı koymaya çalıştığı için, bu manyetik akı değişimine, onun da 4 katı büyüklüğünde olmasını bekliyorum ben.*

G : Manyetik akı değişimini açıkla dersek eğer nasıl açıklarsın?

Ö4: *Manyetik akı değişimi manyetik alan büyüklüğü, yüzey, manyetik alanın geçtiği yerde yüzey alanıyla ve manyetik alanla yüzey arasındaki açıyla doğru orantılı. Yani manyetik akı değişimi $B \cdot A \cdot \cos \Phi$ şeklinde. Yani manyetik alanla yüzey arasındaki açıyla, onlara bağlı olduğu için. Burada manyetik alan sabit*

çünkü mıknatıslar aynı olduğu için...oluşan manyetik alanın büyüklüğü aynı olacak. *Burada değişen tek şey sarım sayısı. Biri diğerinin 4 katı büyüklüğünde olduğu için ikisinde indüklenen emk' lar farklı olacak. Biri diğerinin 4 katı olacak, 4N sarımlı olanda diğerinin 4 katı kadar emk indükleneceğini düşünüyorum çünkü manyetik akı değişikliği diğerinde 4 katı büyüklüğünde olacak.* İndüklenen emk da dediğimiz gibi manyetik akıdaki değişimi engellemeye yönelik olduğu için..

Ö4, “ *manyetik akı değişimi manyetik alan büyüklüğü, yüzey, manyetik alanın geçtiği yerde yüzey alanıyla ve manyetik alanla yüzey arasındaki açıyla doğru orantılı. Yani manyetik akı değişimi $B \cdot A \cdot \cos \Phi$ şeklinde*” ifadesi ile manyetik akı değişimini formüle göre açıklamaya çalışmıştır. İndüksiyon emk' sı hakkında “indüklenen emk da dediğimiz gibi manyetik akıdaki değişimi engellemeye yönelik” şeklinde bahseden Ö4’ ün bu kavramı STE kategorisinde sınıflandırmış olduğu düşünülmektedir.

Ö4, sarım sayısı fazla olan devrede indüklenen emk' nın daha büyük olduğunu şu ifade ile açıklamaktadır: “*manyetik akı değişimi her sarımda gözlenmeli. Her sarımda gözlemleyeceğimiz için biri diğerinin 4 katı olduğu zaman manyetik akı değişimi diğerinin 4 katı büyüklüğünde olacak*” .

Ö4, tahminleri ile gözlemleri arasındaki tutarlılığı deney esnasında görmüştür.

Öğretmen Adayı 5 (Ö5)

Ö5: *Akı değişimini sadece $B \cdot A$ olarak nitelendiriyorduk, daha doğrusu akı. O yüzden sarıma bağlı değil. Yani aynı değeri okumayı amaçlarım ama hani manyetik alan da var sonuçta. Manyetik alan da sarım sayısıyla değişebilen bir nicelikti. O yüzden akı da buna bağlı olarak değişebilir.*

G : Manyetik alanın kaynağı nedir bu devrede?

Ö5: Manyetik alanın kaynağı mıknatıs. Nasıl değişti dediğim için..o yüzden değişmeyecek.

G : Mıknatısı biz N sarımlının içine bıraktığımızda, 4N sarımlının içine bıraktığımızda manyetik alanı değişir mi?

Ö5: *Manyetik alanı değişmeyecek, o yüzden evet, akının da aynı miktarda değişmesini beklerim. Aynı voltajı okumayı beklerim.*

G : Aynı gerilimleri okumayı beklerim diyorsun. Bakalım, deneyelim görelim o zaman az sonra..

Ö5, ilk olarak akının sarım sayısı ile değişmediğini söyleyerek her iki devrede de aynı değerleri okuyacağını söylemiş, daha sonra “*manyetik alan da sarım sayısı ile değişebilen bir nicelikti. O yüzden akı da buna bağlı olarak değişebilir*” demiştir. Bunun üzerine öğrenciye manyetik alanın kaynağının ne olduğu sorulmuştur ve öğrenci “*mıknatıs*” cevabını vererek “*manyetik alanı değişmeyecek, o yüzden evet, akının da aynı miktarda değişmesini beklerim. Aynı voltajı okumayı beklerim*” tahmininde bulunmuştur.

Ö5 ile birlikte deney yapılmıştır ve Ö5, gözlemleri doğrultusunda açıklama yapmıştır.

Ö5: Sarım sayısı arttığı zaman akı değişimi olacak ama akı...

G : Akı dediğimiz şey neydi bir daha düşünelim. Sarım sayısına bağlı bir şey miydi?

Ö5: *Alandan geçen manyetik alan şiddeti, manyetik alan çizgileri ya da.*

G : Sarım sayısına bağlı mı peki?

Ö5: *Sarım sayısına bağlı değil.*

G : Sarım sayısına bağlı değil. Şimdi biz burada neyi okuyoruz?

Ö5: *Biz burada gerilimi ölçüyoruz, sonuçta sarım arttıkça gerilimde artacak.*

Ö5’ in akı kavramını “*alandan geçen manyetik alan şiddeti, manyetik alan çizgileri ya da*” ifadesi ile tanımladığı görülmektedir. Ö5, aktivite 2’ de de akıyı “*bir yüzeyden geçen manyetik alanın şiddeti*” olarak tanımlamıştır. Her iki tanıma bakıldığında, Ö5’ in manyetik akı kavramını madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ö5' in voltmetredeki değeri düşünürken akıya göre yorum yapmış olabileceği, akının sarım sayısı ile değişmediğini düşündüğü için tahmin aşamasında doğru cevabı veremediği düşünülebilir. Ö5, devrede ölçülen niceliğin gerilim olduğunu fark ettiğinde *“biz burada gerilimi ölçüyoruz, sonuçta sarım arttıkça gerilim de artacak”* cevabını vermiştir.

Öğretmen Adayı 6 (Ö6)

Ö6: 4N sarımlıda voltmetrenin gösterdiği değer daha fazla olacak.

G : Peki bunun nedeni ne olur sence?

Ö6: Sarım sayısına bağlı olduğu için geçen volt. Potansiyel sarım sayısına bağlıdır.

G : Yani sarım sayısı arttıkça..

Ö6: Volt..

G : Orada volt dediğimiz ne peki? Biz mıknatısı buradan bırakıyoruz, bobinin içine düşüyor. Buradaki gerilimin sebebi nedir? Devreye bir güç kaynağı bağlı değil.

Ö6: İndüksiyon emk' sı, o geçen potansiyel işte.

Ö6, 4N sarım olan devrede oluşan indüksiyon emk' sının daha büyük olacağı tahmininde bulunuyor. Ö6, gözlemlerinin tahminleri ile tutarlı olduğunu gördükten sonra Ö6' ya sarım sayısının neden dolayı indüksiyon emk' sını etkilediği sorulmuştur. Ö6' nın cevabı ise *“soru güzel... manyetik akı manyetik alana bağlı. Manyetik alan da bobindeki sarım sayısına bağlı olduğu için. Sarım sayısı ne kadar artarsa, o şekilde”* olmuştur. Ö6' nın da Ö2 gibi, sarım sayısı ile manyetik alanın arttığını düşündüğü görülmektedir.

Öğretmen Adayı 7 (Ö7)

Ö7: Devrede oluşan akımın sarım sayısı fazla olanda daha fazla olmasını...nasıl olacak...şimdi...*manyetik akı aynı olduğuna göre, değişen manyetik akı, bizim*

oluşan akımımızın aynı olmasını beklerim ama mesela o oluşan akının da sarım sayılarıyla alakalı olduğunu düşünürsek yani N bölü... Aynı olması lazım.

G : Akı sarım sayısıyla orantılı mı? Voltmetrede değer okuyacağız yalnız bu sefer.

Ö7: O zaman orantılı derim..

G : Akı sarım sayısıyla orantılı? Peki biz voltmetrede akı mı okuyacağız?

Ö7: Hayır, voltu okuyacağız. Volttan direncini, mesela N sarımlıyı 1 R dirençli gibi düşünürsek diğerini de 4R dirençli gibi düşünürsek akımlarına gidebiliriz belki.

G : Peki burada biz gerilimleri hakkında tahminde bulunmaya çalışıyoruz. Gerilimleri hakkında ne söyleyebilirsin?

Ö7: Gerilimleri üzerine... *Burada $V=I.R$ 'den.... Burada tahmin olarak aslında ilk hani manyetik akıdan yola çıkarsak manyetik akısı aynı miktarda artacağına göre aynı miktarda indüksiyon akımının oluşmasını bekleriz. O zaman akım aynı ama sarımlarından dolayı direnci farklı diyebiliriz. Direnci farklı olduğuna göre de bunların voltajlarının farklı olmasını bekleriz. Mesela 4 sarımlı, $N=4$ olanın daha fazla voltaja sahip olmasını bekleriz.*

G : Neden daha fazla?

Ö7: Çünkü hani aynı akımda direnci 4 kat daha artmış gibi düşünürsek voltajı da artmış olarak düşünebiliriz.

Ö7, sarım sayısı arttıkça gerilimin artmasını beklediğini tahmin etme aşamasında belirtmiş ve gözlem aşamasında durumun böyle olduğunu görmüştür. Ancak, öğrencinin soru soruldukça fikir değiştirmesi, verdiği cevaplardan emin olmadığını düşündürmektedir.

Öğretmen Adayı 8 (Ö8)

Ö8: *Daha az sarım sayısı olan bobinde voltun daha az olduğunu gözlemleriz. Diğer sarım sayısı fazla olan bobinde ise voltun diğerine göre daha fazla olacağını gözlemleriz.*

G : Peki neden daha fazla olur?

Ö8: *Çünkü bobindeki sarım sayısı manyetik alanla doğru orantılı. Bu da manyetik alanın daha büyük olmasına, içerisindeki değişimin daha fazla olmasına sebep olur. Bu da voltun daha büyük değer göstermesine sebep olur.*

Ö8, sarım sayısı fazla olan devrede gerilimin daha büyük olması gerektiğini söylemiş ve buna sebep olarak sarım sayısı fazla olanda manyetik alanın daha büyük olmasını göstermiştir. Bu öğrencinin de, mıknatısın manyetik alanı ile bobindeki akımın oluşturduğu manyetik alanı karıştırdığı anlaşılmaktadır.

Ö8, sebebini doğru ifade edemese de, tahmin etme aşamasında söylemiş olduğu gibi, sarım sayısı fazla olan bobinin bulunduğu devrede gerilimin daha büyük olduğunu görmüştür.

Öğretmen Adayı 9 (Ö9)

Ö9: *Şimdi burada bildiğimiz gibi, indüksiyon emk' sı sarımla doğru orantılıdır...Birinci bobinde voltmetre daha az değer gösterirken 4N sarımlı bobinde ise voltmetre daha çok değer gösterecektir.Yani ikinci bobin birinci bobinin voltundan daha büyüktür.*

Ö9, tahmin etme aşamasında indüksiyon emksının sarım sayısı ile orantılı olduğunu söyleyerek ikinci bobinde voltmetrenin değerinin daha büyük olacağını belirtmektedir. Ö9, tahminleri ile gözlemlerinin uyumlu olduğunu deneyde gözlemiştir.

Öğretmen Adayı 10 (Ö10)

Ö10: *Burada da ikinci kısımda olduğu gibi bir manyetik akı değişimi sebep olacak ve emk indüklenecek. Biz biliyoruz ki indüklenen emk, $N \frac{\Phi_B}{dt}$ idi. Yani sarım sayısına bağlıydı emk indüklenmesi. Sarım sayımız arttığı için emk' mız daha fazla indüklenecek ve geçen akımın, yani burada voltu ölçüyormuşuz, pardon, emk' mız daha fazla olduğu için daha fazla bir değer ölçeceğiz.*

G : Peki neden sarım sayısı daha fazla olduğunda indüklenen emk daha fazla oluyor?

Ö10: Çünkü şöyle düşünebiliriz, *bobinin içinde oluşan manyetik alan sarım sayısına zaten bağlıydı*. Sarım sayısını arttırdığımız için..

G : Manyetik alanın kaynağı sarımlar mı?

Ö10: Hayır, ama manyetik alan.... Şöyle düşünebiliriz; burada bir tane var, burada aynı şeyden 4 tane var. Onun oluşturacağı emk ile onun oluşturacağı emk birbirinden farklı olur. 4 tanesini düşündüğümüzde daha fazla olmasını bekleriz.

Ö10, indüksiyon emksi için “ *indüklenen emk, $N \frac{\Phi_B}{dt}$ ” ifadesinde formüle*

dayalı açıklamada bulunmuştur.

Ö10, 4N sarım olan devrede emk değerinin daha büyük olacağını söylemiştir. Bunun nedeni sorulduğunda ise Ö10’ un “*bobinin içinde oluşan manyetik alan sarım sayısına zaten bağlıydı*” diyerek sarım sayısının artmasından dolayı böyle düşündüğünü açıkladığı anlaşılmaktadır. Ö10’ a manyetik alanın kaynağı hakkında düşünmesi için soru yöneltildiği ve öğrencinin manyetik alanın kaynağının mıknatıslar olduğunu belirttiği görülmektedir.

Öğretmen Adayı 11 (Ö11)

Ö11: İlk önce ilk mıknatısı bıraktığımız zaman N sarımlı bobin içerisine voltmetre sapacak yani voltun arttığını göreceğiz. *Fakat 4N sarımlı bobinin içerisine mıknatısı bıraktığımız zaman sarım sayısının artmasıyla manyetik alanın artmasını göreceğiz. Bu nedenle voltmetre daha fazla miktar gösterecek.*

Ö11, sarım sayısı arttığı için manyetik alanın artacağını ve buna bağlı olarak voltmetrenin daha büyük değer göstereceği tahmininde bulunmaktadır. Ö11’ e devredeki manyetik alanın kaynağı hakkında sorular yöneltilmiştir.

G : Sarım sayısının artması manyetik alanı artırır mı?

Ö11: Evet artırır, manyetik alanı artırır.

G : Manyetik alanın kaynağı ne peki bu düzenekte?

Ö11: *Manyetik alanın kaynağı manyetik akı değişimi.*

G : Manyetik akının değişmesi...Manyetik akının kaynağı olarak biz burada ne kullanıyoruz sence? Manyetik alan oluşmasını sağlayan şey ne burada, düzenekte?

Ö11: Mıknatısımız manyetik alan oluşturuyor.

G : Mıknatısımız var değil mi..Peki mıknatısımızın manyetik alanı sarım sayısı değiştikçe değişir mi?

Ö11: Hayır değişmez..

...

G : Peki voltmetredeki değerde herhangi bir değişiklik gözlenir mi?

Ö11: Hayır, çünkü *manyetik akı değişiminde sarım sayısının bir önemi yoktu.*

G : Sarım sayısının bir önemi olmadığından değişmez dedin.

Ö11: Çünkü *manyetik alan*alan, alanla doğru orantılı. Alan burada değişmiyor, ikisi de aynı mıknatıs olduğu için. Manyetik alan değişimi de burada zaten sarım sayısına bağlı olmadığı için manyetik akı değişmesi sarım sayısına bağlı değildir.*

G :Yani ikisinde de aynı değeri mi okuruz?

Ö11: *Evet, aynı değeri okuruz.*

Ö11, “*manyetik alanın kaynağı manyetik akı değişimi*” dedikten sonra “mıknatısımız manyetik alan oluşturuyor” cevabını vermiştir. Mıknatısın manyetik alanının sarım sayısı ile değişmeyeceğini, ikisinde de aynı mıknatıslar olduğu için her iki devrede de aynı değerleri okumayı beklediğini söylemiştir.

Deneyi yaptıktan sonra aynı değeri okuyamayan öğrenci tekrar açıklama yapmıştır.

G : ...Peki sence neden bunda daha fazla görmüş olabiliriz?

Ö11: *Daha fazla gerilim okumamızın nedeni manyetik alanın daha fazla artması tabii ki çünkü alan aynı, manyetik akı değişimi de N sarım sayısı ile doğru orantılı olduğu için daha fazla gördük.*

Ö11’ in açıklamasında, manyetik akı değişiminin sarım sayısı ile doğru orantılı olduğunu belirttiği, bunu ise sarım sayısının artmasından dolayı manyetik alanın artmasına bağladığı görülmektedir.

Ö8 ve Ö9 gibi, Ö11' in de mıknatısın manyetik alanı ile bobindeki akımın oluşturduğu manyetik alanı karıştırdığı anlaşılmaktadır.

Öğretmen Adayı 12 (Ö12)

Ö12: Şimdi, iki mıknatıs da aynı yükseklikten bırakılıyor, yüksekliklerimiz eşit. Burada tek değişen sarım sayısı. Bıraktığım zaman, benim düşüncem daha fazla sarım sayısı olan şeyde daha fazla *akım geçer*. Bu da voltmetrede daha fazla bir değer göstermesini sağlayacaktır.

G : Voltmetre ile biz akımdaki değişimleri mi okuyoruz?

Ö12: Potansiyel farktaki değişimleri okuyoruz.

G : Potansiyel farktaki değişimleri okuyoruz. Peki burada daha fazla bir değer okumamızın nedeni ne olabilir?

Ö12: Çünkü bunu formülle açıklayacak olursak *tek bir halkadan geçen manyetik alan, manyetik akı $B \cdot A \cdot \cos \alpha$ idi. N tane sarımsa $N \cdot B \cdot A$. Yani akı artıyor.*

G : Akı mı artıyor?

Ö12: *Geçen akı artabilir. Yok... Akı artmaz... Geçecek olan akım artacak.*

...şimdi daha fazla akım geçecek. Yani bir tanesinden I lık akım geçiyorsa bu her birinden geçecek.

...

G : Şimdi biz burada gerilimi ölçeceğiz. Akım artıyor diyorsun ama biz burada gerilimi ölçüyoruz. Gerilimi ölçtüğümüz için akımdan değil de ben senin gerilimden bahsetmeni istiyorum.

Ö12: Gerilimi de $I \cdot R$ diye düşünüyorum. Şimdi her birinden I akımı geçtiği zaman $I \cdot R$ den her bir dirençten, o zaman potansiyel fark daha yüksek olması gerekir.

G : Sen ondan dolayı potansiyel farkın daha yüksek olacağını düşünüyorsun.

Ö12, manyetik akı kavramını açıklarken “*manyetik akı $B \cdot A \cdot \cos \alpha$ idi*” demiş ve formüle dayalı açıklama yapmıştır.

Ö12, $4N$ sarım olan devrede akımın artacağını söylüyor, buna bağlı olarak

devrenin geriliminin de artacağını belirtiyor. Ö12' den gerilimden bahsetmesi istenildiğinde ise öğrenci her sarımdan I akımı geçeceğini, ikincide sarım sayısı fazla olduğundan direncin daha büyük olduğunu ve $I \cdot R$ ' ye göre gerilimin daha büyük olacağını söylüyor. Ö12' nin '*fazla sarım sayısı olan şeyde daha fazla akım geçer*' , '*geçen akı artabilir*' , '*geçecek olan akım artacak*' , '*I' lık akım geçiyorsa...*' , '*I akımı geçtiği zaman...*' ifadelerinden öğrencinin akım ve akı kavramlarını madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ö12' nin devredeki akım için önce ikincide daha büyüktür, daha sonra da her sarımdan I akımı geçer demesinden dolayı öğrenci gözlem yaptıktan sonra Ö12' ye tekrar soru yöneltilmiştir.

G : Peki sen az önce dedin ki manyetik akı değişmez sarım sayısıyla. Ama dedin burada oluşan indüksiyon akımı artar dedin. Peki şimdi ne düşünüyorsun? Yani burada nedeni indüksiyon akımının atması mı? Ben de sana dedim ki biz voltmetreyle değer ölçtüğümüze göre şu anda akımı ölçmüyoruz, gerilimi ölçüyoruz. Peki şimdi nasıl açıklayabilirsin?

Ö12 : *İçerisinden geçen manyetik akı aynı ikisinin de. O zaman hareketten dolayı oluşan emk artıyor.*

Üçüncü soru için gerçekleştirilen TGA aktiviteleri analiz edildiğinde;

- 12 öğretmen adayından 5'i (Ö2, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11) tahmin etme aşamasında devredeki manyetik alanın sarım sayısı arttıkça artacağını ve bundan dolayı ikinci devrede indüklenen emk' nın daha büyük değerde olacağını belirtmişlerdir. Bu öğretmen adayları gerilim hakkında açıklama yaparken, sarım sayısı fazla olan bobinin manyetik alanının daha büyük olduğunu düşünerek, gerilimin sarım sayısı fazla olan bobinde daha büyük olacağını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının mıknatısın manyetik alan kaynağı olduğunu göz ardı ederek, akımın oluşturduğu manyetik alan hakkında yorum yapmış oldukları görülmektedir. Bu öğretmen adayları, sarım sayısı fazla olan bobinin

bulunduğu devrede gerilimin daha büyük olma nedenini tam olarak açıklayamamışlardır.

- Ö3, Ö4 ve Ö9 sarım sayısı fazla olan bobinlerin bulunduğu devrelerde voltmetrenin daha büyük değeri göstereceğini çünkü indüksiyon emk'ının artacağını belirtmişlerdir.
- Ö1 ve Ö5 her iki devredeki potansiyel farkın eşit olacağını, bundan dolayı voltmetrelerden aynı değerleri okuyacaklarını söylemişlerdir. İki öğretmen adayı da gözlem aşamasında indüksiyon akımının sarım sayısı çok olan devrede daha fazla olduğunu görmüşlerdir.

4.1.3. Aktivite 4

Aktivite 4' de öğretmen adaylarına tahmin etme aşamasında aşağıdaki soru sorulmuştur.

Soru 4: Bir mıknatıs N sarımlı bir bobinin içine düşey olarak h ve $3h$ yüksekliklerinden kuzey kutbu bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?

N
Devre 7

N
Devre 8

Öğretmen Adayı 1 (Ö1)

Ö1: İlk duruma göre daha yüksekten bıraktığım zaman daha büyük bir akım değeri okumayı beklerim ben burada çünkü ne kadar yüksekten bırakırsam o kadar hızlanarak düşecek ve akı değişimi o kadar hızlı gerçekleşecek. Buna bağlı olarak da o derece hızlı artmasını bekliyorum.

G : Peki iki seferde de aynı değere mi çıkar? Yoksa değerler de farklı olur mu akım değeri olarak?

Ö1: *Aynı değeri okumayı bekliyorum ben çünkü sonuçta net akı değişimi aynı olacak. Akı değişimi aynı olacak ama sadece biri daha hızlı değişirken biri daha yavaş olacak.*

Ö1, tahmin etme aşamasında her iki devrede de aynı akım değerini okumayı beklediğini fakat yüksekte bırakılarda bu değere daha kısa sürede ulaşılacağını belirtmiştir.

Deneyleri gözlemleyen öğretmen adayı ikinci devrede akımın değerinin daha büyük olduğunu gözlemiş ve bu durum için açıklamada bulunmuştur.

Ö1: *Daha yüksekte daha hızlı şekilde bıraktığım için manyetik akı değişiminin daha hızlı gerçekleşmesine bağlayabilirim.*

G : Yani manyetik akı değişim hızı...

Ö1: *Daha çok, daha kısa sürede olduğu için daha çok emk indüklemiş olabilir, böyle düşünüyorum.*

Öğretmen Adayı 2 (Ö2)

Ö2: Şimdi bunu atış olarak düşünürsek, bu ne kadar yükseklikte bulunursa o kadar bir hızlanma gerçekleşecek. Burada da, birinci deneyde, birinci gözlemleyeceğimiz olayda daha yavaş bir şekilde bobine girecek, ikinci gözlemleyeceğimiz olayda ise daha hızlı bir şekilde bobine girecek ve burada hızlı ve yavaş girmeleri manyetik alanı etkiler. İkincide amperin daha hızlı girdiği için daha yüksek olmasını bekleriz.

Ö2, mıknatısın bobine giriş hızının manyetik alanı etkilediğini ve bundan dolayı mıknatısın yüksekte bırakıldığı düzenekte akım değerinin daha büyük olması gerektiği şeklinde tahminde bulunmuştur. Mıknatısın manyetik alana giriş hızının neyi etkilediği hakkında daha detaylı bilgi almak için öğrenciye soru sorulmuştur ve Ö2, görüşünü devrelerde eşit akım değerleri okuyacağı şekilde değiştirmiştir.

G : Daha hızlı girmesi neyi etkiler? Manyetik alanı mı?

Ö2: Evet çünkü Φ değişimine baktığımız zaman, etkilemez mi?

G : Bana soru sormayacaksın çünkü zaten az sonra göreceğiz deneyle.

Ö2: Daha yüksekten bıraktığımız zaman daha hızlı gidiyor. Ne kadar hızlı girerse girsin...

G : Yani daha hızlı girmesi neyi etkiler ya da etkilemez? Neyi değiştirir ya da?

Ö2: Burada N sarımlı bobinde mıknatısın ne kadar hızla girerse girsin manyetik alanı etkilemiyor. Etkilemediği için burada ikisinde de eşit olmasını gözlemlemek gerekiyor.

Deneyler yapıldıktan sonra Ö2, mıknatısın yüksekten bırakıldığı durumda daha büyük akım değerinin olduğunu gözlemlemiş ve tekrar açıklama yapmıştır.

...

Ö2: Burada galiba alana girme söz konusu, birim zamanda girdiği alan daha fazla hızlı olduğu için. Birim zamanda mesela bir saniyede burada V hızıyla indiği zaman bir saniyede bunun aldığı alan ile, daha hızlı girdiğinde bir saniyede aldığı alan daha hızlı geldiğinde daha yüksek olduğu için, alanla da manyetik alan değiştiği için ondan dolayı daha çok sapma olur.

Ö3' ün manyetik alanın değerinin mıknatısın devreye daha hızlı girdiği durumda daha büyük olacağı şeklindeki görüşünün değişmediği görülmüştür. Ancak, sonucu manyetik akı değişme hızına bağlayamamaktadır.

Öğretmen Adayı 3 (Ö3)

Ö3: Şimdi bu bobinlerde indüklenen emk manyetik akı değişim hızıyla orantılıdır. h ve $3h$ yükseklikleri birbirine göre farklı yükseklikler ve potansiyel enerjileri birbirinden farklı bu mıknatısların. $3h$ yüksekliğindeki mıknatısın enerjisi daha fazla olduğu için sanırım aşağı doğru düşerken hızı daha fazla olacağından manyetik akı değişim hızı daha fazla olacak diğer h yüksekliğinden bırakılan mıknatısa göre. Bu yüzden $3h$ yüksekliğinde bırakılan mıknatısın devrede yani mili ampermetrede daha fazla sapmasını bekliyorum.

Ö3, mıknatıs daha yüksekte bırakıldığında manyetik akı değişim hızının daha büyük olacağını söylemiş ve ikinci devrede mili ampermetrenin daha fazla sapması gerektiği şeklinde tahminde bulunmuş ve gözlemleri sonucunda da tahminlerinin deney sonucu ile tutarlı olduğunu görmüştür.

Öğretmen Adayı 4 (Ö4)

Ö4: h ve 3h yüksekliğinden bırakıyoruz. 3h yüksekliğinden bıraktığımız şu noktaya geldiğinde(bobin hizasına) daha fazla bir kinetik enerjiye sahip olacak. Daha kısa sürede bobinin içinden geçecek, manyetik alan değişimi çok hızlı olacak. Manyetik alandaki değişim yani dolayısıyla manyetik akıdaki değişim. Hızlı olacak ama aynı mıknatıs, sarım sayıları aynı... Bu manyetik akı büyüklüğünü değiştirecek mi? Değişimin büyüklüğünü değiştirecek mi, değiştirmeyecek mi diye düşünüyorum da...Bence değiştirmeyecek. *Manyetik akı çünkü manyetik alan ve yüzeyle orantılı olduğu için ve bu ikisinin arasındaki açıyla orantılı olduğu için hızın burada önemi olmadığını düşünüyorum ben.* Çünkü mıknatıslar aynı, sarım sayıları aynı bu nedenle de *mili ampermetredeki sapmanın her iki durumda da aynı olacağını düşünüyorum. Sadece manyetik alan değişimi çok kısa sürede olacak, manyetik akı değişimi...Süreç kısılacak ama büyüklükte bir değişiklik olacağını düşünmüyorum.*

Ö4, ikinci devrede mıknatısın bobine giriş hızına bağlı olarak manyetik akının değişiminin çok kısa sürede olacağını, fakat bunun mili ampermetrelerde okunan değeri etkilemeyeceğini, her iki devrede de aynı değerleri okuyacağını söylemiştir.

Deneyi gözlemleyen Ö4' ün ikinci mili ampermetrede daha büyük akım değeri okumasına rağmen bu değerlerin aynı olması gerektiğini savunduğu görülmüştür.

...

Ö4: *...Manyetik alan değişimi daha hızlı olacak. Manyetik alan sabit, manyetik akı değişimi daha hızlı olacak...Sanırım burada farklı olan değişim hızları. Değişim hızları gibi geliyor bana. Değişimin büyüklüklerinin hala aynı olması gerektiğini düşünüyorum ben. Sadece hızla daha kısa sürede alacak.*

G : İndüksiyon emk' sını tanımlayalım dersek ya da açıklayalım dersek nasıl açıklarız?

Ö4: İndüksiyon emk' sı, mesela devredeki manyetik akı değişimini engellemeye yönelik olan , engellemeye yönelik indüklenen emk' dır.

G : Yani akı değişimine karşı.

Ö4: Evet, akı değişimine karşı koyacak şekilde akım üreten, akı değişimindeki değişimi engelleyen akım yönünde indüklenen emk' dır.

G : Peki burada hangi faktör değişti de acaba daha büyük akım oluştu?

Ö4: Alan sabit, sarım sayısı aynı, manyetik alan büyüklüğü aynı.bilmiyorum. Ben hala kendi söylediklerimi savunuyorum, değişmemesi lazım diyorum ama ...Ben değişimin hızlı olmasını bekliyordum, büyüklüğün olmasını değil.

Ö4, kendisine yöneltilen sorular sonucunda indüksiyon akımının ve indüksiyon emk' sının akı değişim hızıyla orantılı olmasından dolayı ikinci devrede daha büyük indüksiyon akımı oluşması gerektiğini belirtmiştir. Bu açıklama doğrultusunda öğrencinin indüksiyon akımı ve indüksiyon emk' sı kavramlarını STE kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

G : Peki indüksiyon emk' sını düşünürsek, akıyla mı orantılı, akı değişimiyle mi orantılı?

Ö4: Akı değişim hızıyla orantılı...*akı değişim hızı daha fazla olduğu için indüklenen emk da daha fazla olacak. Dolayısıyla akım da fazla olacak... akı değişim hızıyla...aaa, çok kötü... anladım... manyetik akı değişmesiyle orantılı olduğu için, burada da hız daha fazla olduğu için daha büyük emk indüklenir, anladım. Ben sürekli büyüklükle...ama büyüklük değil değişim hızıyla orantılı. Manyetik akının büyüklüğüyle orantılı değil.*

Öğretmen Adayı 5 (Ö5)

Ö5: Manyetik alan uzaklığın karesiyle ters orantılı. Manyetik alanın azalmasını beklerim. Tabi uzaktayken manyetik alan buna göre daha az olacak. Buna(bobine) olan etkisi daha az olacak. Ama *ben dışarıdayken ona bir etki etmiyorum. Sadece*

içine girerken bir manyetik akı değişimine sebep oluyorum. O uzaklıkla değişmediğine göre ikisinde de aynı sapmayı beklerim.

Ö5, her iki devrede de manyetik alanın büyüklüğü aynı olduğu için iki devrede de aynı sapmayı gözleyeceğini beklediği tahmininde bulunmuştur.

Ö5, deney esnasında devrelerdeki sapmaların eşit olmadığını, ikinci devrede daha büyük sapma olduğunu gözlemlemiştir. Bu duruma şaşırarak Ö5, durum hakkında tekrar açıklama yapmaya çalışmıştır.

Ö5: O zaman şöyle bir şey diyebiliriz. Daha çok uzaktayken manyetik alan şiddetine daha çok maruz kalacak. Çizgileri, şiddeti demek. Orada yakında (bobine) daha az manyetik alan çizgileri oluşurken uzaktayken daha çok manyetik alan oluşacak diyebiliriz ama o da ters oluyor. Yine ters oluyor yani.

G : Peki bu manyetik alanın dışında başka hangi faktör değişmiş olabilir biraz daha düşünürsen? Birini daha yüksekte bırakıyoruz, birini ise tamamen yakından bırakıyoruz. Mesela bu mıknatısı buradan bıraktığımda (ilk mıknatıs bobinin üst kısmından, tam giriş hizasından bırakılıyor) bir ilk hızı var mıdır? Serbest bırakıyorum.

Ö5: İlk hızı yok.

G : Pekala bunu bırakırsam bu içeriye girerken bunun bir ilk hızı var mıdır bobine gelmişken.

Ö5: Evet.

G : Peki bu hızdan yola çıkarak neler hakkında yorum yapabilirsin? Hız hangi faktörleri etkiler?

Ö5: Bu elektromanyetik indüksiyonla ilgili ama..

G : Olabilir. Elektromanyetik indüksiyonun içinde hız yok mu?

Ö5: Emk ile ilgili yani.

G : Hız belki başka şeyleri etkiliyordur ve ondan dolayı etkileniyordur. Çünkü, ikisinde de aynı miktarda sapmadı. daha yukarıdan bıraktığımızda yani bobinin içine daha büyük hızla girdiğinde daha büyük bir sapma gözlemlendi.

Ö5: ...hızı artırdım...*Burada da zaman farkı. Daha az zamanda yol almış olacak içinde. Diğerinde daha uzun, saniye olarak, salise olarak bile olsa daha uzun*

olmuş olacak. Akım da emk ile orantılı. Zamanla akımın değişmesine bağlı olarak emk' nın indüklenmesi ona bağlı sonuçta.

G : Neye bağlı.

Ö5: Zamanla akımın değişmesine. $\frac{dI}{dt}$ bağıllığı var. Orada o zaman. Yani ancak ona bağlayabilirim ben. Orada daha kısa bir süre olacak. Daha kısa bir sürede daha fazla akım.

G : Şimdi burada akıma göre mi bir değişim söz konusu.

Ö5: Akı değişiyor ama. Akı değişiyor ki akımın değiştiğini gözlemleyebiliyorum.

G : Yani burada indüksiyon emk' sının birinde daha fazla, birinde daha az olmasına neden olan şey ne olabilir? Son olarak bir daha düşün.

Ö5: Hızla ancak emk' ya bağlantı kurabiliyorum ama emk da biraz önce yaptığımız gibi aynı.

G : Tamam, emk ile bağlantı kurabilirsin.

Ö5: Hız arttığı için orada emk arttı. Emk arttıkça da...

G : Emknin artmasına sebep olan şey ilk hızın artması mı? İlk hızın artması neyi değiştirdi?

Ö5: Oraya girerkenki hızına bağlı.

G : Oradaki hızına bağlı.

Ö5: Ona etkiyen kuvveti değiştiriyor ama kuvvetle hiçbir alakası yok. Sonuçta sadece akı değişimine bakıyoruz biz. Akı değişimi de burada emk' nın değişmesine bağlı olarak düşünürsek, emk' nın daha çok değiştiğini söylerim.

G : Akı değişimi daha mı fazla oluyor yukarıdan bırakıldığında.

Ö5: Sadece içinden geçerken.

G : Daha mı fazla oluyor?

Ö5: Evet.

Ö5' in açıklamaları doğrultusunda olayın nedeni deney sonunda da tam olarak anlayamadığı düşünülmektedir.

Öğretmen Adayı 6 (Ö6)

Ö6: İkinci devredeki sapmanın birinci devreden fazla olacağını göreceğiz çünkü *enerjinin korunumu olduğu için enerjimiz daha fazla ikinci devrede, 3h olduğu için. O yüzden ikinci devredeki ampermetre daha fazla sapacak.*

Ö6, ikinci devrede enerjinin daha büyük olduğunu, enerjinin korunumundan dolayı ikinci devrede ampermetrenin daha fazla sapacağını söylemiştir.

Ö6' nın aktivite 1'de mıknatıs durgun olduğu zaman indüksiyon akımının oluşmayacağı şeklinde yapmış olduğu açıklamasında bir değişim olup olmadığını anlamak için öğrenciye bu aktivitede de soru yöneltilmiştir.

G : Yani enerjinin korunumundan dolayı, daha yüksekten bıraktığımda ampermetre daha fazla sapacak diyorsun. Peki ampermetrenin sapması nasıl gerçekleşecek? Saptığı zaman daha büyük bir değerde kalacak mı?

Ö6: İçine düştükten sonra sıfırlanacak.

G : Peki sıfırlanmasının nedeni ne burada?

Ö6: Burada bobinde oluşan indüksiyon emk' sı buna eşit oluyor, mıknatıstakine.

G : Mıknatısta da mı indüksiyon emksi oluşuyor?

Ö6: İkisinin birbirine etkileri eşit olduğu için sıfır oluyor.

Ö6' nın indüksiyon akımının oluşumu konusunda yeterli bilgisinin olmadığı bu soruya verdiği cevapla da anlaşılmıştır.

Ö6' ya deney yapıldıktan sonra da bu soruya verdiği cevabın nedenini açıklayıp açıklayamayacağını anlayabilmek için sorular sorulmuştur.

...

G : Ampermetre senin dediğin gibi daha fazla saptı. Daha fazla sapmasının nedenini de sen enerjinin korunumu olarak ifade ediyorsun.

Ö6: Aradaki mesafe, uzaklık...

G : Uzaklık değiştiği zaman ne değişiyor peki?

Ö6: Şey, manyetik alan $1/R$ ile şey ama akım... R arttıkça bu bobin için μ_0 ya da 4π ... Bir formülümüz vardı, o formülümüzde uzaklık arttıkça akımda uzaklığa bağlı, doğru orantılı olduğu için uzaklık arttığı için geçen akım daha fazla mı olur?

G : Uzaklık derken neyin uzaklığını kastediyorsun?

Ö6: Bobine olan uzaklık(mıknatısın). Git gide azalıyor. Hızlandığı için mgh potansiyelinden. Başka sebep gelmiyor şu ana aklıma.

Aktivite sonunda, öğretmen adayının soruya verdiği cevabın nedenini ifade etmekte zorlandığı, kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkiyi kuramadığı anlaşılmaktadır.

Öğretmen Adayı 7 (Ö7)

Ö7: Tahminimce alçaktan bıraktığımız mıknatıs amperde daha az bir sapmaya neden olacak, yüksekten bıraktığımızda ise daha çok bir sapmaya neden olacak çünkü, *manyetik akı değişimi daha fazla olacak yüksekten bıraktığımızda*. Tamamen uzaktan bıraktığımızda bütün manyetik alan çizgileri içerisinde bir anda geçtiği için değişim olarak. Yüksekten bırakılanın daha fazla sapmasını beklerim.

Ö7' nin "*tamamen uzaktan bıraktığımızda bütün manyetik alan çizgileri içerisinde bir anda geçtiği için değişim olarak*" ifadesine göre manyetik alan çizgilerini maddesel olarak var olan çizgiler gibi düşündüğü anlaşılmaktadır. Bu açıklamaya göre Ö7' nin manyetik alan çizgilerini madde kategorisinde sınıflandırdığı söylenebilir. Yine aynı ifadeye göre öğrenci uzakta olan mıknatısın manyetik alanının etkisinin daha fazla olacağını düşünmektedir.

G : Manyetik akı değişiminin fazla olmasının nedeni ne olacak şimdi burada?

Ö7: Manyetik akı değişiminin fazla olmasının nedeni yüksekliğinin, aradaki uzaklığın fazla olması ve sürekli değişimin devam etmesi.

G : Diğerinde sürekli değişim devam etmiyor mu?

Ö7: Yani daha kısa bir alan, aralıkta devam ediyor.

Ö7: İlk başta mesela manyetik alan çizgileri diğerinde daha yakın olduğundan dolayı değişimi daha az oluyor. ...yüksekten bıraktığımız daha hızlı bir değişime uğrayacak. Daha hızlı değişim olduğundan dolayı daha kısa sürede daha fazla bir direnç, yani akım değişimi olmasını bekleyebiliriz.

Ö7, son durumda ikinci devrede manyetik alan değişiminin daha hızlı olmasından dolayı bu devrede akım değişiminin daha büyük olacağını belirtmiştir. Deneyleri gözleyen Ö7, tekrar açıklama yapmıştır.

Ö7: (İkinci devrede) Diğerine göre daha fazla sapma gerçekleşti.

G : Bunun nedenini şimdi ne olarak açıklarız?

Ö7: Bunun nedeni, akıdaki değişim hızının, değişimin daha çabuk olduğundan dolayı buna karşı koyulan akım da bir anda maksimum noktaya yükseleceğinden daha hızlı bir şekilde akım artar diye düşünebiliriz.

Öğretmen Adayı 8 (Ö8)

Ö8: Daha az yükseklikten bırakırsak, bu bobin içerisinde daha yavaş ilerler. Manyetik akının değişimi daha yavaş olduğu için mili amperde gözlemlediğimiz değer daha düşük olmalı. Eğer mıknatısı yüksekte bırakırsak bobin içine girdiği zaman daha hızlı olmasını bekleriz. Buradan da manyetik akıdaki değişimin daha hızlı olmasını ve mili amperdeki değerin daha hızlı olmasını beklerim ben. Yani h arttıkça mili amperde gözlemleyeceğim değerin artmasını beklerim.

Ö8, ikinci devrede manyetik akı değişim hızının daha büyük olmasından dolayı bu devredeki akım değerinin daha büyük olacağını belirtmiştir. Ö8, deney aşamasında da tahminlerinin deneyle uyumlu olduğunu görmüştür.

Öğretmen Adayı 9 (Ö9)

Ö9: Birinci bobinde indüksiyon emk' sı manyetik akının zamanla değişimidir. Birinci indüksiyonda manyetik akı zamanla daha az değişmiştir. Yani zamanım

kısa olduğu için manyetik akı daha hızlı değişmiştir. Ama ikinci bobinde ise, manyetik akı zamanla daha çok değişmiştir yani zaman çok olduğu için manyetik akı zamanla daha çok değişecektir. Bunun için ikinci bobindeki akım birinci bobindeki akımdan daha çok büyüktür.

Ö9, ikinci devrede manyetik akı değişiminin daha fazla olacağını vurgulayarak akımın daha fazla olacağını belirtmiştir ancak iki bobin için bahsetmiş olduğu zaman ilişkisinin ters olduğu görülmüştür.

G : Manyetik akının değişimleri farklı mı iki bobinde de?

Ö9: Birisi 3h yükseklikten bırakıldığı için zaman farklıdır. Yani bobin içine gelme süreleri ikisinde de farklıdır. Birisinde h iken birisinde 3h'dır bu yüzden. Yerçekimi ivmesi ikisinde de aynı olduğu için inme süreleri farklıdır.

G : Süre peki akıyı etkiliyor muydu?

Ö9: Süre akıyı etkilemiyor ama indüksiyon emk' sını etkiliyor. *İndüksiyon emk' sı manyetik akının zamanla değişim oranıydı.*

G : Yani akıyı etkilemez ama zamanı etkiler diyorsun.

Ö9: Akıyı etkilemez ama indüksiyon emk' sını etkiler. İndüksiyon emksi akıma bağlı olduğu için akım değişecektir. Akım, indüksiyon sonucu, yani manyetik akı değişimi olduğu sürece olur.

Öğretmen Adayı 10 (Ö10)

Ö10: *Manyetik akı; manyetik alan çarpı o şeyin bulunduğu alan diye düşünürsek, burada mıknatısın baştaki uzaklıkları, ikisi birbirinden farklı, bırakıldıkları yerler.*

G : Evet, biri daha yüksekten bırakılacak.

Ö10: Birisi daha yüksekten bırakılıyor yani bunun ilk konumuyla son konumu eşit olacak. İlk durumları farklı olduğu için bunda (3h) oluşacak olan indüksiyon emksının daha fazla olmasını bekliyorum ben.

G : Peki bunun sebebi ne olur? İndüksiyon emk' sını etkileyen faktörlere bakarsak.

Ö10: Manyetik alan.

G : Neyi değiştirir? Ama ikisinde de aynı mıknatısı kullanıyoruz.

Ö10: Alandan kaynaklanan bir farklılık olacak indüksiyon emk' sında.

G : Alan derken hangi alanı kastediyorsun?

Ö10: Alan derken, mıknatısın bırakıldığı yerle bobine olan.

G : Ama orası uzunluk değil mi?

Ö10: Evet.

G : Alan derken biz neyi kastediyorduk?

Ö10: Bobini.

G : Buradaki alan (bobinin yüzey alanı gösteriliyor), aynı bobini kullanıyoruz.

Ö10: *O zaman bir değişme olmasını bekleyemem. Yani ikisinde de aynı olmasını beklerim.*

G : Bakalım, gözleyelim o zaman.

Ö10' un manyetik akı kavramını formüle bağlı olarak düşündüğü “*manyetik akı; manyetik alan çarpı o şeyin bulunduğu alan diye düşünürsek*” ifadesinden anlaşılmaktadır.

Ö10, tahmin etme aşamasında manyetik alan ve yüzey alanı hakkında düşünmüş, bunların her iki devrede de aynı olduğu için her iki devrede de aynı akım değerini gözleyeceğini sonucuna varmıştır.

Ö10, gözlem aşamasında tahmin ederken yanıldığını fark etmiş ve gözlemden sonra açıklamada bulunmuştur.

Ö10: *Burada emk indüklenmesi manyetik akının zamanla değişim hızıyla da orantılı. Burada bizim h yüksekliğinden bıraktığımız mıknatısın bobinin içine düşme süresi ile, 3h yüksekliğinden bıraktığımız mıknatısın bobinin içine düşme süresi farklı. Bu yüzden süre farklı olduğu için ikinci durumda yani daha yüksekte bırakılan mıknatısın oluşturacağı emk daha fazla olacak.*

Öğretmen Adayı 11 (Ö11)

Ö11: Şimdi burada manyetik alanın kaynağı mıknatıstı. Mıknatısımız aynı, o halde manyetik alan aynı. İçerisine girdiğinde aynı alana girdiği için alanlarımız da aynı

oluyor. Fakat burada farklı olan şey sürenin farklı olması. h yüksekliğinden bıraktığımızda süre belirli bir miktar iken, $3h$ yükseklikten bıraktığımızda süre daha fazla olmuş oluyor. Bu nedenle sürenin daha fazla olması manyetik akı değişimini etkilediği için, manyetik akıyı azaltıyor. Manyetik akı azaldığı için de voltmetremizin daha az değeri göstermesi lazım.

G : Yani daha yüksekten bıraktığımızda daha az sapar diyorsun.

Ö11: *Manyetik akı azalıyor, manyetik akıyı artıracak yönde bir akım geçtiği için artması lazım değer.*

G : Şimdi bunu bir buradan (h) bırakıyorum, bir de buradan ($3h$) bırakıyorum. Manyetik alanlar sabittir dedin, alanlar sabittir, yalnızca süre değişir dedin. Burada mıknatısı daha aşağıdan bıraktığımızda, süre artar mı, azalır mı?

Ö11: Süre azalır.

G : Yani aşağıdan bırakmak daha az süredir bizim için diyorsun.

Ö11: Evet, daha az süredir. *Ama bir saniye, önemli olan zaten bobinin içine girdikten sonra. Çünkü burada ($3h$) hiç bir şekilde durgun gibi olduğu için manyetik akı artmayacak çünkü alan sabit. Fakat içine girdiği zaman önemli oluyor. Sanki ikisi de h yüksekliğinden bırakılmış gibi olacak.*

G : O zaman deneyelim. Peki mili amperetreler için söyleyeceğin son şey ne?

Ö11: Ben voltmetrenin daha fazla değer göstereceğini bekliyorum.

G : Ampermetrenin daha fazla değer göstermesinin nedeni ise?

Ö11: Nedeni bobinin içini daha fazla sürede alması.

Ö11, tahminde bulunurken, önce daha yüksekten bırakılarda süre daha az olacağı için akımın azaldığını ve bundan dolayı ampermetrenin daha küçük bir değer göstereceğini söylemiştir. Sonra fikir değiştirmiş ve akı azaldığı için bunu artıracak yönde akım geçeceğini ve okunan akım değerinin ikinci devrede daha büyük olacağını düşündüğünü belirtmiştir. “*manyetik akıyı artıracak yönde bir akım geçtiği için*” ifadesinde akımı madde kategorisinde sınıflandırmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ö11, gözlem yaptıktan sonra tekrar açıklamada bulunmuştur.

Ö11: Şimdi $3h$ yüksekliğinden bıraktığımızda belirli bir hızla gideceği için bobinin içerisini daha az sürede gidiyor burayı çünkü sadece bobinin içerisine girerken önemliydi manyetik akı değişimi. Daha az sürede ilerliyor.

G : O zaman süremiz azaldı.

Ö11: Süremiz azaldı. Evet, artmadı.

G : Peki sürenin azalması indüksiyon emk' sını nasıl,neden etkiliyor?

Ö11: Sürenin azalması *manyetik akıyı artırdı*.

G : Sürenin azalması manyetik akıyı neden değiştiriyor? Manyetik akı dediğimiz şey neydi?

Ö11: Manyetik akı alanla ve manyetik alanla doğru orantılı, süreyle ters orantılıydı.

G : Manyetik akı?

Ö11: Manyetik akı alan ve sadece manyetik alanla ilgiliydi. Arasındaki açıyla ilgiliydi.

G : Peki burada süre neyi etkiliyordu?

Ö11: Buradaki *süre emk' yı etkiliyor. İndüklenmiş emk' yı değiştiriyor. O da süreyle ters orantılıydı*.

G : Süreyle ters orantılıydı. Sürenin azalması neyi artırıyor da indüksiyon emk' sı artıyor?

Ö11: Sürenin azalması bunun hızına etki ediyor.

G : İndüksiyon emk' sının ne olduğunu düşünerek, sürenin burada ona nasıl etki ettiğini düşünerek cevaplamaya çalışırsak ne olur?

Ö11: İndüksiyon emk' sının asıl işlevi mesela akımın bir an önce artmamasını sağlıyordu, zıt emk idi. Burada süresi daha az olduğu için indüksiyon emk' sı buna karşı koyacak. Yani direkt artmamasını sağlayacak. Bu nedenle indüksiyon emk' sı artacak.

Ö11' in son açıklamasından indüksiyon emk' sını akımın artmasını engelleyen bir etki gibi düşündüğü görülmüştür. Buna göre öğretmen adayının indüksiyon emk' sını STE kategorisinde sınıflandırmış olduğu düşünülebilir ancak öğrencinin aktivite 1' de olduğu gibi indüksiyon emk' sı ile özindüksiyon emk' sını ayırt edemediği anlaşılmaktadır.

Ö11' in akıyı açıklarken kullandığı “manyetik akı alanla ve manyetik alanla doğru orantılı, süreyle ters orantılıydı” , “manyetik akı alan ve sadece manyetik alanla ilgiliydi. Arasındaki açıyla ilgiliydi” ifadelerinden öğrencinin manyetik akı kavramını STE kategorisinde düşündüğü anlaşılmaktadır.

Ö11, açıklama yaparken süre ile manyetik akı arasında bir ilişki olmadığını farkına varmış ve “*süre emk’ yı etkiliyor. İndüklenmiş emk’ yı değiştiriyor. O da süreyle ters orantılıydı*” diyerek süre ile indüksiyon emk’ sı arasında bir ilişki kurmuştur.

Öğretmen Adayı 12 (Ö12)

Ö12: İlkinde daha yavaş düşecektir mıknatıs. İkincisinde daha hızlı düşecektir. Daha hızlı düşünce içerisinde oluşan emk daha hızlı oluşacak, bu sayede daha hızlı bir akım geçişi olacak. Bu da yüksek.

G : Yani mili ampermetredeki değer artar mı, yoksa her ikisinde de aynı değere ulaşır; birinde daha kısa sürede diğerinde daha kısa sürede mi ulaşır? Yoksa değerler de mi değişir?

Ö12: Birinde daha kısa sürede ulaşır.

G : Yani her ikisinde de mili ampermetrede aynı değeri görürüm diyorsun.

Ö12: Aynı, aynı değere ulaşır.

G : Yalnızca süresi değişir diyorsun.

Ö12: Evet, süresi değişir.

Ö12, her iki devrede de akımın değerinin aynı büyüklükte olması gerektiğini ama ikincide bu değere daha kısa sürede ulaşacağını belirtmiştir. Ö12, gözlem aşamasında ikinci devrede daha büyük değerde akım oluştuğunu gördükten sonra tahminleri ile gözledikleri uyumsuz olduğu için tekrar açıklama yapmıştır.

Ö12: Hız değişiminden dolayı bir şeyi etkiledi ama neyi etkiledi? Sarım sayısı sabit.

G : Mıknatısımız da sabit.

Ö12: Yükseklik farklı, bundan dolayı hızı farklı.

G : Hız neyi değiştirmiş olabilir?

Ö12: Hız akımı artırdı.

G : Hız mı artırıyor akımı? Hız hangi faktörü etkiliyor?

Ö12: Hız potansiyel farkı değiştirir elektromotor kuvveti artırarak.

G : Eğer düşünmeye çalışırsan şimdi, burada (3h) bobinin içerisine girerken bir ilk hızı var mı?

Ö12: Var.

G : Burada da bobinin yüzey alanı hizasından serbest bırakıyorum. Bobine girerken ilk hızı var mı?

Ö12: İlk hızı yok.

G : Peki bunlar neyi değiştirecek? Bu kadar ipucuyla nerelere varabilirsin? İkisinde de bobinin içine giriyor. Birine ilk hızsız girmiş, birine ilk hızla girmiş. İkisinde de bobinin içerisinde yol alıyor. Sence burada ne değişmiş olur? Mıknatısların bobinin içine girerkenki hızlarının farklılığı neyi etkilemiş olabilir? İkisinde de bu kadarlık bir yol (bobinin boyu) almış, burada (bobin hizasından serbest bırakıldığında) ilk hızsız, burada(3h) ise ilk hızlı girmiş.

Ö12: Yüksekten bırakılan mıknatıs bobinin içindeki yolu daha kısa sürede alır.

G : Peki orada sürenin daha kısa olması neyi etkiler? Emk değişti, tamam ama süre faktörü emk' yı nasıl etkiledi, süre azaldı.

Ö12: $\frac{\partial \Phi_B}{\partial t}$, onun formülü.

G : O ne oluyor peki? Ne diyoruz biz ona?

Ö12: Faraday yasası. Emk yasası.

G : Geçen sürenin azalması, *durumu nasıl değiştirmiş olabilir?*

Ö12: *Süre azaldığı zaman akı artıyor o zaman.*

G : Akı mı artıyor?

Ö12: Akı artmıyor da geçecek akı daha çok oluyor.

G : Bir devrede indüksiyon emksi oluşmasına sebep olan şey nedir, temel şey?

Ö12: Hareket, manyetik alan. *Akının değişmesi.*

G : Akı değişmesi, değil mi? Burada (3h) pekala yine akı değişimi söz konusu ama ne farkı var iki devredeki akı değişiminin.

Ö12: *Daha hızlı bir şekilde gelir.*

G : Değil mi, akı değişim hızları farklı..

Ö12: Evet, diyebiliriz.

G : Nasıl açıklarız şimdi? Daha yüksekten bıraktığımızda ampermetre daha fazla saptı, buradan bıraktığımızda ise daha az saptı.

Ö12: *Bu akı değişimi daha yavaş oldu burada alçaktan bıraktığımız için. İlk hızlı bıraktığımız zaman daha hızlı bir şekilde akı değişti.*

G : Yani akının değişim hızı da bizim için önemli mi?

Ö12: Tabii, önemli.

G : Akı değişimi kadar, akının değişim hızı da önemli.

Ö12, son durumda emk' nın akı değişimi hızına bağlı olduğunu belirten bir açıklama yapmıştır.

Dördüncü soru için gerçekleştirilen TGA aktiviteleri analiz edildiğinde;

- 12 öğretmen adayından 3'ü (Ö1,Ö4,Ö12) tahmin etme aşamasında bu aktivitedeki her iki düzenekte de oluşan akımların aynı büyüklükte olacağını fakat mıknatısın daha yüksekten bırakıldığı ikinci devrede akımın oluşma süresinin daha kısa olacağını belirtmişlerdir. Bu öğretmen adayları gözlem aşamasından sonra ikinci devrede akımın daha büyük olduğunu görmüş ve bu durum hakkında manyetik akı değişiminin ikinci devrede büyük olduğu için akımın daha büyük değerde olacağı açıklamasında bulunmuşlardır.
- Ö2 ve Ö5, manyetik alan her iki devrede de aynı büyüklükte olduğundan devrelerde oluşan akımların eşit büyüklükte olmasını beklediğini söylemiştir. İki öğretmen adayı gözlem yaptıktan sonra da akımların farklı değerde olmasını tam olarak açıklayamamışlardır.
- Ö10, her iki devrede de akımın aynı büyükte olacağını söyleyerek, ampermetrelerde aynı değeri okumayı beklediğini ifade etmiştir. Gözlem aşamasından sonra Ö10, ikinci devrede akımın daha büyük değerde olmasının nedenini akı değişim hızının daha büyük olması ile ilişkilendirmiştir.
- Dört öğretmen adayı (Ö3, Ö8, Ö9, Ö11) mıknatısın daha yüksekten bırakıldığı devrede akı değişim hızının daha büyük olmasından dolayı bu devrede indüklenen akımın daha büyük olacağını belirtmişlerdir.

- Ö6, ikinci devrenin enerjisinin daha büyük olduğunu, bu devrede oluşan akımın enerjinin korunumundan dolayı daha büyük olacağı şeklinde açıklama yapmıştır.
- Ö7, ikinci devrede manyetik alanın daha büyük olacağını düşündüğü için bu devrede akımın daha büyük olması gerektiğini söylemiştir.

4.2. Kavramların Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar

Yarı yapılandırılmış mülakatlar eşliğinde gerçekleştirilen TGA aktiviteleri sürecince öğretmen adaylarının manyetik alan, manyetik akı, indüksiyon emk' sı ve indüksiyon akımı kavramları hakkında kullandıkları ifadeler incelenmiş ve öğrencilerin zihnindeki kavramlar ontolojik kategorilere göre analiz edilmiştir. Belirtilen kavramlar hakkında net olmayan açıklamalar analize dahil edilmemişlerdir.

4.2.1. İndüksiyon Akımı Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar

“akım *geçer*” , “akım *dolaşır*” gibi ifadelerde indüksiyon akımı MADDE kategorisinde sınıflandırılmıştır. İndüksiyon akımının sistemdeki diğer değişkenlerin etkileşimlerine (manyetik akı değişimi, manyetik alan değişimi) göre açıklandığı ifadeler (STE) kategorisinde sınıflandırılmıştır. Hem süreçten bahsedilen hem de ‘akım geçer-geçmez’ gibi ifadeler kullanılan durumlarda kategori, STE-MADDE olarak belirtilmiştir. İndüksiyon akımı kavramının ontolojik kategorilerine ilişkin bulgulara Tablo 4.1’ de yer verilmiştir.

Tablo 4.1. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre İndüksiyon Akımı Kavramının Ontolojik Kategorileri

Öğretmen Adayı	Aktivitelere Ait Cevaplar	Ontolojik Kategori
Ö1	A1 : <i>Manyetik alan değişikliği</i> olmadığından dolayı <i>akım geçmesini</i> beklemeyeceğim...	STE-MADDE
	... <i>manyetik akı değişikliğinden kaynaklanacak</i> bir akım meydana gelecek.	STE
	... Şu an <i>akım geçmez</i> , hayır, mıknatıs durgun olduğu için <i>geçmez</i> .	MADDE
	A3 : ...daha çok <i>akım geçecek</i> ...	MADDE
	...daha az <i>akım geçecek</i> .	MADDE
Ö2	A2 : Burada Φ <i>değişimi</i> önemli. Φ 'ye karşı koyulan bir indüklenme söz konusu olduğu için...	STE
	A3 : ...devreden <i>geçen akımımızın</i> artması lazım.	MADDE
Ö3	A1 : İndüksiyon akımı <i>manyetik akının değişimiyle</i> oluşan bir akımdır.	STE
	A2 : ... <i>manyetik akı değişecek</i> , indüksiyon akımı oluşacak.	STE
Ö4	A1 : Mıknatısı sabit olarak tuttuğumuzda <i>manyetik akı değişimi</i> olmayacak ve mili amperde sapmalar gözlemlemeyiz bu durumda.	STE
Ö5	A1 : Eğer ben bu mıknatısların ikisini de hareketli tutmuş olsaydım <i>akı değişimine</i> sebep olacaktım. O zaman mili ampermetrede sapmaya neden olacaktı	STE
Ö6	A1 : Mıknatıs durgun olduğu için <i>akım geçmez</i> .	STE-MADDE
	...Buradan <i>akım geçirmeye</i> çalışıyoruz.	MADDE
Ö7	A1 : Manyetik <i>akıda bir değişim olmadığından</i> dolayı bir değişiklik gözlemeyeceğimizden indüksiyon akımının oluşmadığını görürüz.	STE
	A2 : Manyetik <i>akıdaki değişimden dolayı</i> devrede indüksiyon akımının oluşmasını beklerim.	STE
Ö8	A1 : <i>Manyetik alan değişikliğiyle</i> bir indüklenmiş akım meydana gelebilir.	STE
Ö10	A2 : ... <i>akımın dolaşmasına</i> sebep olacak.	MADDE
Ö11	A1 : Manyetik akı artıyorsa onu azaltacak yönde bir <i>akım geçer</i> .	STE-MADDE
	A4 : Manyetik akıyı artıracak yönde bir <i>akım geçtiği</i> için...	STE-MADDE
Ö12	A1 : Manyetik <i>akı değiştiği</i> zaman bobinde akım oluşturur.	STE
	A2 : Daha fazla bir <i>akım geçmesini</i> gözlemledik...	MADDE
	...Bu da devreden daha fazla <i>akım geçmesini</i> sağlıyor.	MADDE
	A3 : <i>Geçecek olan akım</i> artacak...	MADDE
	... I' lık akım <i>geçiyorsa</i> ...	MADDE

Tablo 4.1' e göre öğretmen adaylarının ifadelerinin %42' sinin STE kategorisinde, %42' sinin madde kategorisinde olduğu ve ifadelerin %16' sının her iki kategoriye de dahil edilebileceği tespit edilmiştir.

4.2.2. İndüksiyon Emk' sı Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar

İndüksiyon emksının ontolojik kategorilerine ilişkin bulgulara Tablo 4.2' de yer verilmiştir.

Tablo 4.2. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre İndüksiyon Emk' sı Kavramının Ontolojik Kategorileri

Öğretmen Adayı	Aktivitelere Ait Cevaplar	Ontolojik Kategori
Ö3	A3 : Mıknatıs hareket ettiği için bu bobinde emk indüklenecek, <i>manyetik akı değişiminden dolayı.</i>	STE
Ö4	A2 : <i>Akı değişim hızı</i> daha fazla olduğu için indüklenen emk da daha fazla olacak. A3 : İndüklenen emk da dediğimiz gibi <i>manyetik akıdaki değişimi</i> engellemeye yönelik.	STE STE
Ö6	A2 : İndüksiyon emksı; <i>akı değişikliği</i> , manyetik akı değişikliği.	STE
Ö9	A1 : İndüksiyon emksı <i>manyetik akının zamanla değişimidir.</i>	STE
Ö10	A1 : Manyetik akı değişimi olmadığı için emk indüklenmez. A3 : İndüklenen emk $N \frac{\Phi_B}{dt}$. A4 : Emk indüklenmesi <i>manyetik akının zamanla değişim hızıyla</i> da orantılı.	STE STE STE
Ö11	A1 : Manyetik akı artacak, <i>akı değişimine göre bir emk indüklenecek</i> , manyetik akıyı azaltacak şekilde.	STE
Ö12	A4 : Devrede indüksiyon akımı oluşmasına sebep olan şey, akının değişmesi.	STE

Tablo 4.2 incelendiğinde indüksiyon emksi için açıklama yapan 7 öğretmen adayının tümünün bu kavramı STE kategorisinde sınıflandırmış olduğu belirlenmiştir. Bu öğretmen adayları indüksiyon emk' sı kavramını manyetik akı değişimine göre açıklamışlardır.

4.2.3. Manyetik Alan Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar

Manyetik alan kavramının ontolojik kategorilerine ilişkin bulgular Tablo 4.3' te yer almaktadır.

Tablo 4.3. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre Manyetik Alan Kavramının Ontolojik Kategorileri

Öğretmen Adayı	Aktivitelere Ait Cevaplar	Ontolojik Kategori
Ö2	A2 : <i>Manyetik alan çizgileri</i> normalde bu tarafa doğru, sağ el kuralına göre düşünürsek, N' den S' e <i>gidiyor</i> çünkü.	MADDE
Ö3	A1 : Mıknatıslık özelliği gösteren bir maddenin manyetik alanı vardır etrafında...Manyetik alan çizgileri tamamen bir <i>modelleme</i> , aslında öyle bir çizgi yok. Ama biz bunu açıklayabilmek için, manyetik alan nasıl değişiri, manyetik akı nasıl değişiri açıklayabilmek için manyetik alan çizgilerini kullanıyoruz ve bunlar değişiyor mıknatısı hareket ettirdiğimiz sürece. Yoğunluğu bir yerde artıyor, bir yerde azalıyor. A2 : <i>Manyetik alan şiddeti..mıknatısın etkisi olabilir, kuvveti</i> . Bir mıknatısın mesela bir demiri çekme etkisi olabilir... <i>Mıknatıslık özelliğini biz manyetik dipol momentlerle açıklıyoruz.</i>	STE STE
Ö4	A1 : Mıknatısın N' den S' e doğru oluşturduğu bir manyetik alan var.	MADDE
Ö6	A1 : Mıknatısla <i>manyetik alan çizgileri</i> oluşturuyoruz.	MADDE
Ö7	A4 : Bütün <i>manyetik alan çizgileri</i> içerisinden bir anda <i>geçtiği</i> için...	MADDE
Ö8	A2 : Manyetik alan <i>çift katlı</i> olduğu için...	MADDE
Ö9	A2 : Manyetik alan neydi $I \cdot \mu_0$ 'dı... Manyetik alan havanın geçirgenliği ile akımın çarpımıdır... integral içinde $B \cdot dA$... Birim alana düşen akımın zamanla değişimidir.	STE
Ö10	A2 : Mıknatısta içinde S' den N' e, dışında N' den S' e doğru bir manyetik alan vardır.	MADDE
Ö11	A1 : <i>Manyetik alan çizgileri</i> N' den S' e <i>gidiyordu</i> .	MADDE
Ö12	A2 : Bir yükten çıkan manyetik alan çizgileri diğer tarafta sonlanır.	MADDE

Manyetik alan kavramının, manyetik alan çizgilerine göre açıklanarak bu çizgilerin model olduğunun belirtilmediği ifadeler madde kategorisinde sınıflandırılmıştır. Manyetik alan çizgilerinin model olduğunun belirtildiği ve manyetik dipol momentlere göre açıklamaların yer aldığı ifadelerde kavram, STE kategorisinde sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.3’ te 10 öğretmen adayından 1’ inin (Ö3) manyetik alan çizgilerinin model olduğunu belirtmiş olduğu, 1 öğretmen adayının (Ö9) ise manyetik alan hakkında pek çok açıklama yapmaya çalıştığı fakat uygun açıklamalar yapamadığı görülmektedir. Ö9’ un açıklamalarını çeşitli değişkenlerin etkileşimine göre yapmasından dolayı bu açıklamalar STE kategorisinde kabul edilmişlerdir. Diğer 9 öğretmen adayı ise manyetik alan çizgilerinden gerçekte var olan varlıklar gibi bahsetmişlerdir. Bu duruma göre açıklamaların %27’ si STE kategorisinde, %73’ ü ise madde kategorisindedir.

4.2.4. Manyetik Akı Kavramının Ontolojik Kategorilerine Ait Bulgular ve Yorumlar

Manyetik akı kavramının sistemdeki etkileşimlere göre açıklandığı ifadeler STE kategorisine dahil edilmiştir. “alandan geçen manyetik alan çizgileri” gibi manyetik akı ile manyetik alan çizgilerinin özdeşleştirildiği açıklamalar ya da “alandan geçen akı” gibi ifadelerin kullanıldığı açıklamalar madde kategorisinde sınıflandırılmıştır.

Manyetik akı kavramının ontolojik kategorilerine ilişkin bulgulara Tablo 4.4’de yer verilmiştir.

Tablo 4.4. Aktivitelerdeki Sorulara Verilen Yanıtlara Göre Manyetik Akı Kavramının Ontolojik Kategorileri

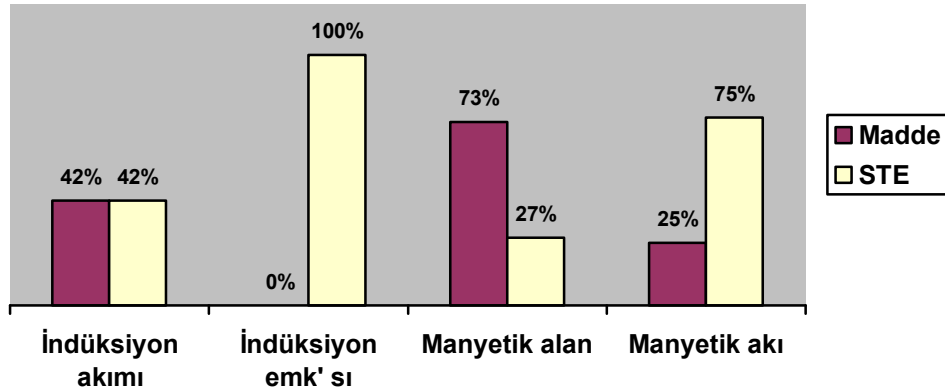
Öğretmen Adayları	Aktivitelere Ait Cevaplar	Ontolojik Kategori
Ö1	A1 : Manyetik alan değişince manyetik akı değişecek.	STE
Ö2	A1 : Φ , $B.A.\cos\alpha$. Orada emknın değişimini gösteren bir nicelik...	STE
	Alan içinde bulunan manyetik alanın zamana göre değişimi.	STE
Ö3	A1 : Mıknatıslık özelliği gösteren bir maddenin manyetik alanı vardır etrafında ve mıknatısı hareket ettirdiğimiz zaman biz o bobin üzerinde mıknatısın manyetik alanıyla manyetik akı değişimi meydana getiriyoruz.	STE
Ö4	A3 : Manyetik akı değişimi manyetik alan büyüklüğü, yüzey, manyetik alanın geçtiği yerde yüzey alanıyla ve manyetik alanla yüzey arasındaki açıyla doğru orantılı. Yani manyetik akı değişimi $B*A*\cos\Phi$ şeklinde.	STE
Ö5	A2 : Bir yüzeyden geçen manyetik alanın şiddeti, akı.	MADDE
	A3 : Alandan geçen manyetik alan şiddeti, <i>manyetik alan çizgileri</i> ya da.	MADDE
Ö6	A3 : Manyetik akı manyetik alana bağlı.	STE
Ö7	A1 : Mıknatısı sabit tuttuğumuz için manyetik akıda bir değişim olmadığından...	STE
	A2 : Mıknatısın yaklaşmasından dolayı manyetik akıda bir değişiklik olmasını beklerim.	STE
Ö8	A4 : Mıknatısı yüksekte bırakırsak bobin içine girdiği zaman daha hızlı olmasını bekleriz. Buradan da manyetik akıdaki değişimin daha hızlı olmasını beklerim.	STE
Ö9	A1 : Manyetik alan çarpıalandı.	STE
Ö10	A4 : Manyetik akı; manyetik alan çarpı o şeyin bulunduğu alan.	STE
Ö11	A4 : Manyetik akı; alan ve sadece manyetik alanla ilgiliydi, arasındaki açıyla ilgiliydi.	STE
Ö12	A1 : Belirli bir alandan geçen manyetik alan çizgileri diyebiliriz.	MADDE
	A3 : Geçen akı artabilir.	MADDE

Tablo 4.4 incelendiğinde öğretmen adaylarının manyetik akı kavramı hakkındaki açıklamalarının %75' inin STE kategorisinde, %25' inin madde kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Kavramların Ontolojik Kategorilerine Ait Bulguların Karşılaştırılması

İncelenen tüm kavramlara ilişkin kategorilerin yüzde değerleri Grafik 4.1’ de verilmiştir.

Grafik 4.1. Kavramların Ontolojik Kategorilerinin Yüzde Değerleri



Grafik 4.1’ e göre indüksiyon emk’ sı kavramlarının %100’ ü, manyetik akı kavramlarının %75’ i, indüksiyon akımı kavramlarının %42’ si, manyetik alan kavramlarının %27’ si ‘STE’ kategorisindedir.

Yine Grafik 4.1’ e göre manyetik alan kavramlarının %73’ ü, indüksiyon akımı kavramlarının %42’ si, manyetik akı kavramlarının %25’ i ‘madde’ kategorisindedir.

Bu bulgulara göre, STE kategorisinde ifade edilme oranı en yüksek olan kavramın indüksiyon emk’ sı kavramı, madde kategorisinde ifade edilme oranı en yüksek olan kavramın ise manyetik alan kavramı olduğu görülmektedir.

5. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma, öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda kavramsal anlamalarını ontolojik yaklaşıma göre incelemek amacıyla yapılmış betimsel bir araştırmadır. Araştırma verileri, 2. sınıfta öğrenim görmekte olan 12 fizik öğretmen adayı ile gerçekleştirilen dört adet TGA aktivitesi ve aktiviteler eşliğinde gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir.

Öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda sahip oldukları kavramların ontolojik kategorileri şu şekildedir:

İndüksiyon akımının *manyetik akı değişimine* göre oluştuğunu belirten öğretmen adayları, indüksiyon akımını STE kategorisinde sınıflandırmış olmaktadır. İndüksiyon akımını *manyetik alan değişimine* göre oluştuğunu belirten öğretmen adayları da, kavramı STE kategorisinde sınıflandırmaktadırlar. Ancak, bu öğretmen adayları indüksiyon akımını doğru kategoride sınıflandırmış olmalarına rağmen, ifadelerinde yanlışlıklar ve eksiklikler vardır.

İndüksiyon akımından bahsederken '*akım geçmez...akım geçirmeye çalışıyoruz...akım geçer...devrede akım dolaşır*' gibi ifadeler kullanan öğretmen adayları indüksiyon akımını madde kategorisinde sınıflandırmaktadırlar. Öğretmen adaylarının derslerde kullanılan modelleri gerçek gibi algılamaları bu durumun nedenlerinden biri olabilir. Chi ve Slotta (2003) de, elektrik akımı konusunu anlatırken suyun akış modelinin kullanılmasının, öğrencilerin yeni fikir sahibi oldukları bu kavramı madde sınıfında düşünmelerine neden olacağını belirtmişlerdir. Ders

kitaplarındaki şekillerde akımın yönünün gösterilmesi de, öğrencilerin zihninde akımın devreyi dolaşabileceği gibi bir karışıklığa sebebiyet veriyor olabilir.

Bazı öğretmen adayları indüksiyon akımı kavramından bahsederken, hem madde hem de STE kategorisine uygun açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu öğretmen adaylarının kavramın doğasını bildikleri fakat dilin kullanımından dolayı kavramı zaman zaman madde kategorisinde de ifade ettikleri düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının manyetik alan kavramı yerine, sıklıkla *manyetik alan çizgileri* kavramını kullandıkları görülmüştür. Manyetik alan kavramı soyut bir kavram olduğu için manyetik alan çizgileri modellenmesi kullanılarak anlatılmaktadır. Manyetik alan çizgilerinin bir *model* olduğunu yalnızca bir öğretmen adayımız (Ö3) belirtmiş ve mıknatıslanmanın manyetik dipol momentlerle ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Bu öğretmen adayı manyetik alan kavramını STE kategorisinde sınıflandırmaktadır. Diğer öğretmen adayları manyetik alan çizgilerini manyetik alan yerine kullanmakta ve bundan dolayı bu kavramı madde kategorisinde sınıflandırmaktadırlar.

Öğretmen adayları, mıknatısta N kutbundan çıkıp S kutbuna giden manyetik alan çizgilerinin bulunduğunu bir çok kez tekrarlamışlardır. Öğrencilerde bu görüşün varlığı literatürde yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir. Sağlam ve Millar (2006)'nın yapmış oldukları çalışmada da öğrenciler, manyetik alan çizgilerinden gerçekte var olan varlıklar gibi söz etmektedirler. Thong ve Gunstone (2008), fizik eğitimi alan 15 üniversite öğrencisi ile yapmış oldukları çalışmada manyetik alan çizgilerinden gerçek varlıklar gibi bahseden öğrenciler olduğunu belirtmişlerdir. Guisasola, Almudí ve Zubimendi (2004) ise, lise ve mühendislik öğrencilerinden oluşan 235 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin %15'inin bu alternatif kavrama sahip olduğunu belirlemişlerdir. Manyetik alanı anlatmak için kullanılan manyetik alan çizgileri modelinin bu kavram yanılgısına sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Ünsal ve Güneş (2003), MEB 8. sınıf fen bilgisi ders kitaplarını fizik konuları yönünden inceledikleri çalışmada, manyetik alan çizgilerini gösteren şekle yönelik eleştirilerde bulunmuşlardır. Ünsal ve Güneş'e göre (2003), öğrenci manyetik alan kuvvet çizgilerini gerçek zannedebilir. Ayrıca, inceledikleri kitapta manyetik alan çizgilerinin bir yerde başlayıp bir yerde bitmeyeceğinin ve sonlu olmadıklarının da vurgulanmadığını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının mıknatısların manyetik alanı ile, bobinlerdeki akımın manyetik alanını karıştırdıkları tespit edilmiştir. Bu öğretmen adayları bobindeki akımın, mıknatısın sarımın kesitinde meydana getireceği manyetik akıdaki değişim sonunda oluşacağını bilmemektedirler.

Manyetik akı kavramını *yüzeye etki eden manyetik alanın ölçüsü* olarak ifade etmeye çalışan öğrenciler, kavramı STE kategorisinde; *yüzeyden geçen manyetik alan çizgileri* şeklinde ifade edenler, kavramı madde kategorisinde sınıflandırmaktadırlar. Demirci ve Çirkinoğlu (2004) de, literatürde “Manyetik akı ile alan çizgilerinin aynı şeylerdir” kavram yanılgısının var olduğunu belirtmişlerdir.

Öğrenciler akı kavramını açıklamakta zorlanmışlar, “*B.A.cosa*” , “*manyetik alan çarpı o şeyin bulunduğu alan*” , “*manyetik alan çarpı alan*” , “*manyetik akı değişimi; manyetik alan büyüklüğü, yüzey, manyetik alanın geçtiği yerde yüzey alanıyla ve manyetik alanla yüzey arasındaki açıyla doğru orantılı*” gibi formül ya da formülün sözlü açıklaması ile ifade etmeye çalışmışlardır. Öğretmen adayları akıdan çok, manyetik alan değişiminden kaynaklanan akı değişiminden bahsetmişlerdir. Sağlam (2003)’ ün yaptığı çalışmada da öğrencilerin, manyetik akı kavramını ifade ederken zorlandıkları görülmüştür.

‘ Φ , *B.A.cosa* . Orada *emk*’ nın değişimini gösteren bir nicelik. Alan içinde bulunan manyetik alanın zamana göre değişimi’ , ‘*manyetik akı değişimi manyetik alan büyüklüğü, yüzey, manyetik alanın geçtiği yerde yüzey alanıyla ve manyetik alanla yüzey arasındaki açıyla doğru orantılı. Yani manyetik akı değişimi $B \cdot A \cdot \cos \Phi$ şeklinde*’ ifadelerinden, öğrencilerden bazılarının manyetik akı ile manyetik akı değişimini karıştırdıkları anlaşılmaktadır. Sağlam (2003) de öğrencilerin manyetik akı ile manyetik akı değişimini karıştırdıklarını tespit etmiştir.

Öğretmen adaylarının pek çoğunun sürecin sonucu hakkında doğru tahminlerde bulundukları, fakat sürecin nasıl gerçekleştiğini açıklamakta sıkıntı çektikleri görülmüştür. Bu durumun sebebi, öğretmen adaylarının ilk ve orta öğretimde genellikle sonuca dayalı ölçme yöntemleri ile değerlendirilmeleri olabilir. Öğrencilere, “önemli olan, olayları anlamaya gerek duymadan, soruya doğru cevap vermektir” şeklinde yaklaşımı sunmak kavram yanılgılarını kalıcı kılar (Güneş, 2005, 72).

Ontolojik yaklaşıma göre bir çok fizik kavramının STE kategorisinde olduğu ve bu kavramların madde kategorisi altında sınıflandırılmasının kavram yanlışlarına sebebiyet verdiğine ikinci bölümde değinilmiştir.

Araştırma sonucunda indüksiyon akımı, indüksiyon emk' sı, manyetik alan, manyetik akı gibi fizik kavramlarının öğretmen adaylarının bir kısmı tarafından madde kategorisinde, bir kısmı tarafından STE kategorisinde sınıflandırılmış olduğu tespit edilmiştir.

Kavramlara ait açıklamaların ontolojik yaklaşıma göre incelenmeleri sonucunda, madde kategorisine dahil edilenlerin bilimsel açıklamalardan uzak olduğu sonucuna varılmıştır. Modellerin gerçekmiş gibi algılanmasının, ders kitaplarındaki şekillerin ve günlük hayatta kullanılan dilin bu durumda büyük etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu öğrencilerin köklü kavramsal değişim ile kavramlarını yanlış kategoriden doğru kategoriye geçirerek, doğru kategoride sınıflandırmaları gerekmektedir.

STE kategorisinde sınıflandırılan açıklamalardan bazılarında kavramın doğru olarak ifade edilmediği sonucuna varılmıştır. İfadesi bu şekilde olan öğretmen adaylarının doğru kategoride var olan kavramı, kategori içinde düzenleyerek köklü olmayan kavramsal değişim yoluna gitmeleri gerekmektedir.

5.2. Öneriler

Öğretmen adaylarının elektromanyetik indüksiyon konusunda ontolojik olarak yanlış kategoride ifade ettikleri kavramlar incelendiğinde, öğretmen adaylarının soyut kavramların daha iyi anlaşılabilmesi için kullanılan modelleri gerçek gibi düşünmelerinin ve günlük hayatta kullandıkları dilin karşılaşılan durumları makroskobik boyutta açıklamasının bu duruma sebebiyet verebileceğine inanılmaktadır.

Öğretmen adaylarının kavramların doğası hakkında zihinlerinde sağlam temelli bilgiler yapılandırabilmeleri için derslerde modellerin kullanımı sırasında, modelin gerçeğin kendisi olmadığı ve durumu eksiksiz ifade edemeyeceği belirtilmelidir.

Derslerde, pek çoğu süreç temelli olan fizik kavramlarından bahsederken, sürecin gerçekleşme aşamaları ve mikroskobik boyutta neler olduğunun vurgulanması sonucu ontolojik kategori yanlışları daha aza indirilebilir.

Yapılan çalışmada öğretmen adaylarının indüklenme, indüktör, indüktans, özindüksiyon gibi kavramları karıştırdığı anlaşılmaktadır. Derslerde birbirine benzeyen temel kavramlar arasındaki farkların vurgulanması bu tür karışıklıkların oluşmasına bir ölçüde engel olabilir.

Öğretmen adaylarının akı yerine Φ , mili ampermetre yerine mili amper, gerilim yerine volt kelimelerini sıklıkla kullanmaları bu çalışmada dikkat çeken diğer bir noktadır. Öğretmen adaylarının temel kavramları kullanma becerilerini tespit etmeye yönelik araştırmalar da yapılabilir.

Diğer fizik dersi konuları için de böyle bir çalışmanın yapılmasının öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler için faydalı olacağına inanılmaktadır.

Çalışma, lise öğrencileri ve öğretmenler ile de gerçekleştirilebilir.

Bu araştırmada öğretmen adaylarının zihinlerindeki elektromanyetik indüksiyon kavramlarının ontolojik kategorileri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında, ontolojik yaklaşım ile bu konudaki kavram yanlışlarını gidermek için köklü ve köklü olmayan kavramsal değişime yönelik çalışmalar da yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Abak, A., Eryılmaz, A., Yılmaz, S., ve Yılmaz, M.(2001). Effects of Bridging Analogies on Students' Misconceptions about Gravity and Inertia. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1-8.
- Akgün, A., Gönen, S., ve Yılmaz, A. (2005). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Karışımların Yapısı ve İletkenliği Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1-8.
- Akgün, Ö. E., ve Deryakulu, D. (2007). Düzeltici Metin ve Tahmin-Gözlem-Açıklama Stratejilerinin Öğrencilerin Bilişsel Çelişki Düzeyleri ve Kavramsal Değişimleri Üzerindeki Etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40 (1), 17-40.
- Akpınar, M. (2006). Öğrencilerin Fizik Dersine Yönelik Tutumlarının Fizik Dersi Akademik Başarısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alıcı İsen, İ., ve Kavcar, N. (2006). Ortaöğretim Fizik Dersi “Yeryüzünde Hareket” Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Ünitenin Öğretim Programının Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 84-90.
- Atasoy, Ş., ve Akdeniz, A.R. (2007). Newton’un Hareket Kanunları Konusunda Kavram Yanılgılarını Belirlemeye Yönelik Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4 (1), 45-59.
- Ateş, S., ve Polat, M. (2005). Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Öğrenme Evreleri Metodunun Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39-47.
- Aycan, Ş., ve Yumuşak, A. (16-18 Eylül 2002). *Lise Müfredatındaki Fizik Konularının Anlaşılma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur, Ankara.
- Aydın, Z. (2007). *Isı ve Sıcaklık Konusunda Rastlanan Kavram Yanılgıları ve Bu Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarının Kullanılması*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Aydoğan, S., Güneş, B., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Bagno, E., and Eylon, B. S. (1997). From Problem Solving to A Knowledge Structure: An Example from the Domain of Electromagnetism. *American Association of Physics Teachers*, 65 (8), 726-736.
- Başer, M., ve Çataloğlu, E. (2005). Kavram Değişimi Yöntemine Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki “Yanlış Kavramlar” ının Giderilmesindeki Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Bayraktar, Ş. (2009). Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers About Force and Motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 273-291.
- Cerit Berber, N., ve Sarı, M. (2009). Kavramsal Değişim Metinlerinin Iş, Güç, Enerji Konusunu Anlamaya Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 159 -172.
- Chang, K., Liu, S., and Chen, S. (1998). A Testing System for Diagnosing Misconceptions in DC Electric Circuits. *Computers & Education*, 31, 195-210.
- Chi, M.T.H. (1992). Conceptual Change Within and Across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive Models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (p. 129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M.T.H. (1997). Creativity: Shifting Across Ontological Categories Flexibly. In T.B. Ward, S.M. Smith and J. Vaid (Eds.), *Creative Thought: An Investigation of Conceptual Structures and Processes* (p. 209-234). Washington, DC: American Psychological Association.
- Chi, M.T.H. (2005). Commonsense Conceptions of Emergent Processes: Why Some Misconceptions are Robust. *The Journal of the Learning Sciences*, 14 (2), 161-199.
- Chi, M.T.H., and Hausmann R.G.M. (2003). Do Radical Discoveries Require Ontological Shifts? In L.V. Shavinina (Ed.), *International Handbook on Innovation* (p. 430-444). New York: Elsevier Science.
- Chi, M.T.H., and Roscoe R.D. (2002). The Processes and Challenges of Conceptual Change. In M. Limon and L. Mason (Eds.), *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (p. 3-27). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

- Chi, M.T.H., and Slotta, J.D. (1993). The Ontological Coherence of Intuitive Physics. *Cognition and Instruction*, 10, 249-260.
- Chi, M.T.H., Slotta, J.D., and de Leeuw, N. (1994). From Things to Processes: A Theory of Conceptual Change for Learning Science Concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chiu, M.H., and Lin J.W. (2005). Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (4), 429-464.
- Chiu, M.H., Guo, C.J., and Treagust, D.F. (2007). Assessing Students' Conceptual Understanding in Science: An Introduction About a National Project in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 379-390.
- Clement, J. (1982). Students' Preconceptions in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*, 50 (1), 66-71.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., ve Turgut, F. (1997). Fizik Öğretimi- Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi. YOK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi. Ankara.
- Çepni, S., ve Keleş, E. (2006) Turkish Students' Conceptions About the Simple Electric Circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4 (2), 269-291.
- Çıldır, I. (2005). *Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavram Haritalarıyla Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- De Berg, K. C. (2008). The Concepts of Heat and Temperature: The Problem of Determining the Content for the Construction of An Historical Case Study Which is Sensitive to Nature of Science Issues and Teaching–Learning Issues. *Science & Education*, 17 (1), 75-114.
- Demirci, N., ve Çirkinöğlu, A. (2004). Öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma Konularında Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1 (2), 116-138.
- Doménech, J.L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa J., Salinas, J., Trumper, R., Valdés, P., and Vilches, A. (2007). Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for A Global Reorientation. *Science & Education*, 16, 43-64.

- Duit, R., and Treagust, D.F. (1995). Students' Conceptions and Constructivist Teaching Approaches. In B.J. Fraser and H.J. Walberg (Eds.). *Improving Science Education* (p. 46-69). University of Chicago Press, Chicago.
- Duit, R., and Treagust, D.F. (2003). Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 671-688.
- Efe, S. (2007). *Üç Aşamalı Soru Tipi Geliştirilerek İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Erdem, E., Yılmaz, A., Atav, E., ve Gücüm, B. (2004). Öğrencilerin “Madde” Konusunu Anlama Düzeyleri, Kavram Yanılgıları, Fen Bilgisine Karşı Tutumları ve Mantıksal Düşünme Düzeylerinin Araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 74-82.
- Eryılmaz, A., ve Sürmeli, E. (2002). *Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi – Özetler Kitabı, s.110.
- Ferrari, M., and Chi, M.T.H. (1998). The Nature of Naive Explanations of Natural Selection. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1231-1256.
- Guisasola, J., Almudi, J. M., and Zubimendi, J. L. (2004). Difficulties in Learning the Introductory Magnetic Field Theory in the First Years of University. *Science Education*, 88(3), 443-464.
- Gülçiçek, Ç., ve Yağbasan, R. (2004). Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 23-38.
- Günbatır, S., ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve Manyetizma Konularında Anlaşılması Zor Kavramlar İçin Model Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güneş, B. (2005). Bilimsel Hatalar ve Kavram Yanılgıları. R. Yağbasan (Editör). *Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu-FİZİK* (s. 59-116). Ankara, Gazi Kitabevi.
- Gürçay, D., ve Eryılmaz, A. (2005). Çoklu Zeka Alanlarına Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Fizik Başarısına Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 103-109.

- Halloun, I.A., and Hestenes, D. (1985). Common Sense Concepts About Motion. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1056-1065.
- Harrison, A.G., and Treagust, D.F. (2001). Conceptual Change Using Multiple Interpretive Perspectives: Two Case Studies in Secondary School Chemistry. *Instructional Science*, 29, 45–85.
- Hewson, P.W., and Beeth, M.E. (1993, September). *Teaching for Conceptual Change: Examples from Force and Motion*. Presented at the IV. Congreso Internacional sobre Investigacion en la Didactica de las Ciencias y de las Matematicas. Web: http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/89/4a.pdf adresinden 1 Temmuz 2008’ de alınmıştır.
- Hırça, N. (2008). *5E Modeline Göre “İş, Güç ve Enerji” Ünitesiyle İlgili Geliştirilen Materyallerin Kavramsal Değişime Etkisinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Hırça, N., Çalık, M., ve Akdeniz, F. (2008). Investigating Grade 8 Students’ Conceptions of ‘Energy’ and Related Concepts. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 5 (1), 75-87.
- Johnston A.T., and Southerland, S.A. (2000, April). *A Reconsideration of Science Misconceptions Using Ontological Categories*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting. New Orleans, LA. Web: http://physics.weber.edu/johnston/research/ontological_categories_reconsidered.pdf adresinden 2 Temmuz 2008’ de alınmıştır.
- Kang, N.H. (2008). Learning to Teach Science: Personal Epistemologies, Teaching Goals, and Practices of Teaching. *Teaching and Teacher Education*, 24, 478–498.
- Kanlı, U. (2007). *7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımı ile Doğrulama Laboratuvar Yaklaşımlarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Kavramsal Başarılarına Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kara, İ. (2007). Revelation of General Knowledge and Misconceptions about Newton’ s Laws of Motion by Drawing Method. *World Applied Sciences Journal*, 2 (S), 770-778.
- Karataş, F.Ö., Köse, S., ve Coştu, B. (2003). Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 54-69.

- Kaya, O.N. (2003). Fen Eğitiminde Kavram Haritaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 70-79.
- Kearney, M., and Treagust, D.F. (2000, April). *An Investigation of the Classroom Use of Prediction-Observation-Explanation Computer Tasks Designed to Elicit and Promote Discussion of Students' Conceptions of Force and Motion*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting, New Orleans, LA.
Web: <http://www.ed-dev.uts.edu.au/personal/mkearney/homepage/acrobats/narst.pdf> adresinden 20 Ekim 2008' de alınmıştır.
- Keil, F.C., and Batterman, N. (1984). A Characteristic-to-Defining Shift in the Development of Word Meaning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 221-236.
- Keser, A. (2007). *Afyonkarahisar İl Merkezindeki 9. Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Kızılcık, H.Ş., ve Güneş, B. (2006). *Düzgün Dairesel Hareket Konusundaki Kavram Yanılgılarının Üç Aşamalı Test ile Tespit Edilmesi*. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi' nde poster bildiri olarak sunulmuştur, Ankara.
- Korur, F. (2001). *Öğretmen Niteliklerinin Lise Seviyesindeki Öğrencilerin Fizik Başarısına, Motivasyonuna ve Tutumlarına Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Köse, S., Coştu, B., ve Keser, Ö.F. (2003). Fen Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 43-53.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., ve Kavak, N. (2002). *Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayanan Etkili Bir Öğretim Yöntemi – Tahmin Et- Gözle-Açıkla “buz ile su kaynatılabilir mi?”* V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi' nde bildiri olarak sunulmuştur, Ankara.
- Kuru, İ., ve Güneş, B. (2005). Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 1-17.
- Küçüközer, H., ve Demirci, N. (2008). Pre-Service and In-Service Physics Teachers' Ideas about Simple Electric Circuits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4 (3), 303-311.
Web: http://www.ejmste.com/v4n3/EURASIA_v4n3_Kucukozer.pdf adresinden 13 Mart 2009' da alınmıştır.

- Küçüközer, H., ve Kocakulah, S. (2008). Effect of Simple Electric Circuits Teaching on Conceptual Change in Grade 9 Physics Course. *Journal of Turkish Science Education*, 5 (1), 59-74.
- Lee, Y., and Law, N. (2001). Explorations in Promoting Conceptual Change in Electrical Concepts via Ontological Category Shift. *International Journal of Science Education*, 23 (2), 111-149.
- Lewis, E.L., and Linn, M.C. (2003). Heat Energy and Temperature Concepts of Adolescents, Adults and Experts: Implications for Curricular Improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 155–175.
- Liew, C.W., and Treagust, D.F. (1998, April). *The Effectiveness of Predict-Observe Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
Web:
http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/15/93/2d.pdf adresinden 2 Temmuz 2008' de alınmıştır.
- Maloney, D.P., O'Kuma, T.L., Hieggelke, C.J., and Heuvelen, A.V. (2001). Surveying Students' Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism. *American Journal of Physics*, 69 (7), 12-19. Physics Education Research Supplement.
- Mazens, K., and Lautrey, J. (2003). Conceptual Change in Physics: Children's Naive Representations of Sound. *Cognitive Development*, 18, 159–176.
- Novak, J.D., and Govin D.B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Özen, S.U., ve Gürel, Z. (2003). Üniversite Öğrencilerinin Akım ve Elektromagnetik Dalga Oluşumu ile İlgili Kavram Yanılgıları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (3), 177-186.
- Özmen, H. (2005). Kimya Öğretiminde Yanlış Kavramalar: Bir Literatür Araştırması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 23-45.
- Park, J. (2006). Modelling Analysis of Students' Processes of Generating Scientific Explanatory Hypotheses. *International Journal of Science Education*, 28 (5), 469–489.
- Pintrich, P.R. (1999). The Role of Motivation in Promoting and Sustaining Self Regulated Learning. *International Journal of Educational Research*, 31, 459-470.

- Polat, D. (2007). *Kuvvet ve Hareket Konusu ile İlgili Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Kavram Karmaşası Yöntemiyle Düzeltilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of A Scientific Conception: Towards A Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Reiner, M., Slotta, J.D., Chi, M.T.H., and Resnick, L.B. (2000). Naive Physics Reasoning: A Commitment to Substance-Based Conceptions. *Cognition and Instruction*, 18 (1), 1-34.
- Sağlam, M. (2003). *Students' Understanding of Electromagnetism at Upper Secondary School Level in England and Turkey*. Thesis submitted for the degree of PhD. University of York, Department of Educational Studies.
- Sağlam, M., and Millar, R. (2006). Upper High School Students' Understanding of Electromagnetism. *International Journal of Science Education*, 28 (5), 543-566.
- Searle, P., and Gunstone, R.F. (1990, April). *Conceptual Change and Physics Instruction: A Longitudinal Study*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Boston, MA.
Web:
http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/20/82/68.pdf adresinden 1 Temmuz 2008' de alınmıştır.
- Sera, M.D., Gathje, J., and del Castillo Pintado, J. (1999). Language and Ontological Knowledge: The Contrast between Objects and Events Made by Spanish and English Speakers. *Journal of Memory and Language*, 41, 303-326.
- Silva, C.C. (2007). The Role of Models and Analogies in the Electromagnetic Theory: A Historical Case Study. *Science and Education*, 16, 835-848.
- Slotta, J.D., and Chi, M.T.H. (2006). Helping Students Understand Challenging Topics in Science Through Ontology Training. *Cognition and Instruction*, 24 (2), 261-289.
- Slotta, J.D., Chi, M.T.H., and Joram, E. (1995). Assessing Students' Misclassifications of Physics Concepts: An Ontological Basis for Conceptual Change. *Cognition and Instruction*, 13 (3), 373-400.
- Sözbilir, M. (2003). A Review of Selected Literature on Students' Misconceptions of Heat and Temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*, 20 (1), 25-41.

- Tan, K.C.D., Taber, K.S., Goh, N.K., and Chia, L.S. (2005). The Ionisation Energy Diagnostic Instrument: A Two-Tier Multiple-Choice Instrument to Determine High School Students' Understanding of Ionisation Energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (4), 180-197
- Tao, P.K., and Gunstone, R.F. (1997, March). *The Process of Conceptual Change in 'Force and Motion'*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
Web:
http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/88/f9.pdf adresinden 1 Temmuz 2008' de alınmıştır.
- Tao, P.K., and Gunstone, R.F. (1999). The Process of Conceptual Change in Force and Motion during Computer-Supported Physics Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (7), 859-882.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Thong, W.M., and Gunstone, R. (2008). Some Student Conceptions of Electromagnetic Induction. *Research in Science Education*, 38, 31-44.
- Thornton, R.K., and Sokoloff, D.R. (1998). Assessing Student Learning of Newton's Laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. *American Journal of Physics*, 66 (4), 338-352.
- Treagust, D.F., and Chandrasegaran, A.L. (2007). The Taiwan National Science Concept Learning Study in an International Perspective. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 391 – 403.
- Tsai, C.H., Chen, H.Y., Chou, C.Y., and Lain, K.D. (2007). Current as the Key Concept of Taiwanese Students' Understandings of Electric Circuits. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 483–496.
- Uz, H., ve Eryılmaz, A. (1999). Effects of Socioeconomic Status, Locus of Control, Prior Achievement, Cumulative GPA, Future Occupation and Achievement in Mathematics on Students' Attitudes Toward Physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 16 (17), 105 – 112.
- Uzunkavak, M. (2004). *Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Elektrik ve Manyetizma Öğreniminde Karşılaştığı Kavram Yanılgıları*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ünal Çoban, G., Aktamış, H., ve Ergin, Ö. (2007). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Enerjiyle İlgili Görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15 (1), 175-184.

- Ünlü Güneş, P., Kandil İnceç, Ş., ve Taşar, M.F. (2002). Momentum ve İmpuls Kavramlarını Anlama – I: Öğretmen Adaylarının Açık Uçlu Sorularla Momentum ve İmpulsu Nasıl Tanımladıklarının Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (3), 121-138.
- Ünsal, Y., ve Güneş, B. (2003). Bir Kitap İnceleme Çalışması Örneği Olarak M.E.B İlköğretim 8. Sınıf Fen Bilgisi Ders Kitabına Fizik Konuları Yönünden Eleştirel Bir Bakış. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 387-394.
- Vosniadou, S., and Ioannides, C. (1998). From Conceptual Development to Science Education: A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213 — 1230
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., and Papademetriou, E. (2001). Designing Learning Environments to Promote Conceptual Change in Science. *Learning and Instruction*, 11, 381–419.
- Westerhoff, J. (2005). *Ontological Categories: Their Nature and Significance*. New York: Oxford University Press.
- Wiser, M., and Carey, S. (1983) . When Heat and Temperature Were One. In D. Gentner and A. Stevens (Eds.), *Mental Models* (p. 267-297). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- White, R.T., and Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press.
- Wiser, M. and Amin, T. (2001). “Is heat hot?” Inducing Conceptual Change by Integrating Everyday and Scientific Perspectives on Thermal Phenomena. *Learning and Instruction*, 11, 331–355.
- Yağbasan, R., ve Gülçiçek, Ç. (2003).Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 102-120.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (5.Basım). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yiğit, N., ve Akdeniz, A.R. (2003). Fizik Öğretiminde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi: Elektrik Devreleri Örneği. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 99-113.
- Yıldız, A., ve Büyükkasap, E. (2006). Fizik Öğrencilerinin, Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Öğretim Elemanlarının Bu Konudaki Tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 30, 268-277.

Yılmaz, H., ve Huyugüzel Çavaş, P. (2006).4-E Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusunu Anlamalarına Olan Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (1).

URL:

URL-1: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Fenomen> *Erişim Tarihi:* 10 Mayıs 2009

EKLER**EK 1. ÜÇ AŞAMALI KAVRAM YANILGISI TESTİ****ÜÇ AŞAMALI KAVRAM TESTİ****Öğrencinin;****Adı :****Soyadı :****Numarası :**

Lütfen soruları cevaplamadan önce dikkatlice okuyunuz.

Sorulan sorunun cevabını verdikten sonra “Nedenini açıklayınız.” kısmına soruya verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

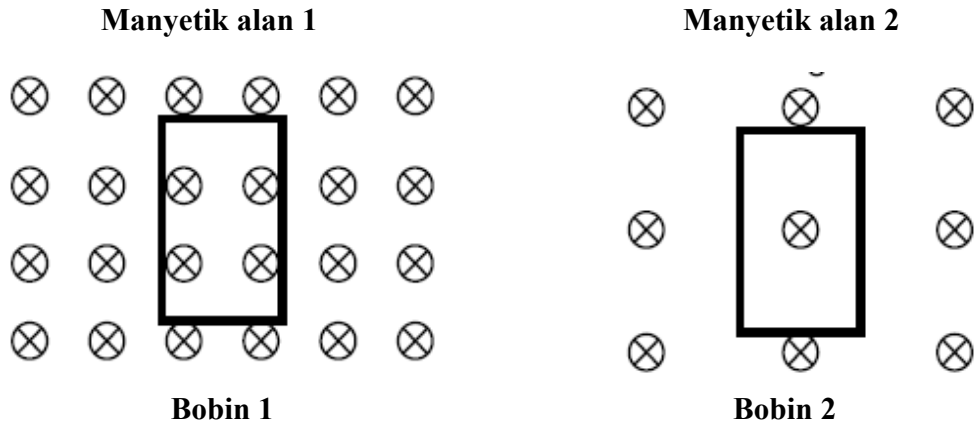
Nedeninizden emin olup olmadığınızı ise “Eminim ☐ Emin değilim ☐ kutucuklarından birini işaretleyerek belirtiniz.

1, 2, 3 ve 4. soruları cevaplarken şu seçenekleri kullanınız:

- P dört katı
- Q iki katı
- R aynı
- S yarısı
- T dörtte biri

Her soruyu verilen kutuya bir harf (P, Q, R, S veya T) yazarak cevaplayınız.

1. İki özdeş bobin iki farklı düzgün manyetik alan içerisine yerleştirilmiştir. Manyetik alan 1'in şiddeti manyetik alan 2'nin şiddetinin **iki katıdır**. Manyetik alanların yönü sayfadan içeri doğrudur ($\otimes$).



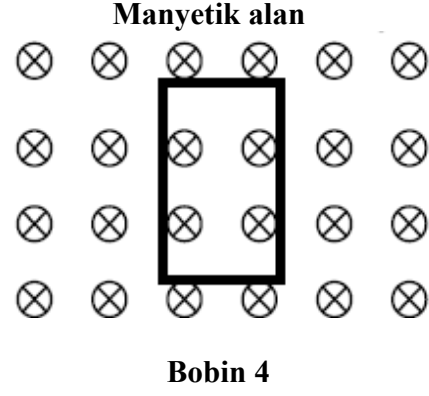
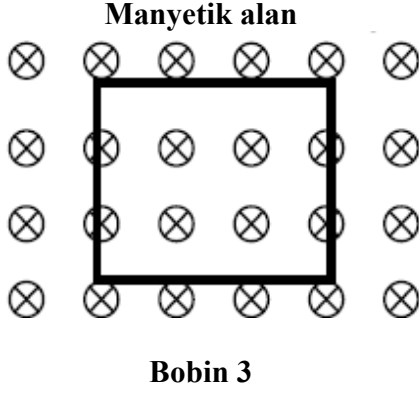
Bobin 1'in yüzeyinden geçen manyetik akı bobin 2'nin yüzeyinden geçen kaç katıdır?

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

2. Sarım sayıları eşit olan iki bobin aynı düzgün manyetik alan içerisine yerleştirilmiştir. Bobin 3'ün yüzey alanı bobin 4'ün yüzey alanının **iki katıdır**. Manyetik alanların yönü sayfadan içeri doğrudur ($\otimes$).



Bobin 3'ün yüzeyinden geçen manyetik akı bobin 4'ün yüzeyinden geçen kaç katıdır?

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

3. Aynı yüzey alanına sahip iki bobin aynı düzgün manyetik alan içerisine yerleştirilmiştir. Bobin 5'in sarım sayısı bobin 6'nın sarım sayısının **iki katıdır**. Manyetik alanların yönü sayfadan içeri doğrudur ($\otimes$).



Bobin 5'in yüzeyinden geçen manyetik akı bobin 6'nın yüzeyinden geçen kaç katıdır?

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin Değilim ☐

4. 1, 2 ve 3 sorularını cevaplamak için hangi formülden yararlandınız?

BİR kutu işaretleyiniz (✓)

☐ Manyetik akı = BS

☐ Manyetik akı = NBS

☐ Manyetik akı = Bqv

☐ Manyetik akı = $K \frac{2\pi \cdot i}{r}$

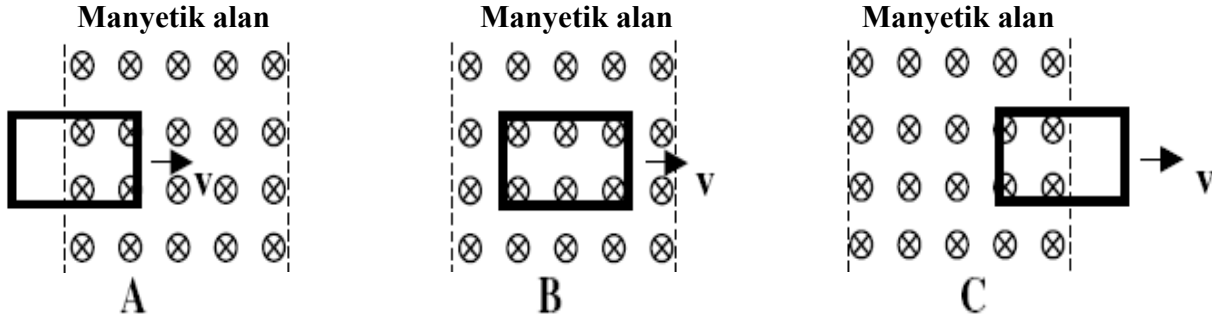
☐ Manyetik akı = $Bi\ell$

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

Her iki sayfadaki şekiller aynı sabit v hızı ile hareket eden altı özdeş bobini göstermektedir.(Diğer üç şekil bir sonraki sayfadadır.)Manyetik alan şiddeti her durumda aynıdır. Alanlar kesikli çizgilerle gösterilen bölgeler ile sınırlandırılmıştır.



5, 6, 7, 8, 9 ve 10. soruların her biri için, *BİR* kutu işaretleyiniz ($\checkmark$).

5. Şekil A'daki bobinde oluşan indüksiyon emk'i var mı? Evet ☐ Hayır ☐
Nedenini açıklayınız.

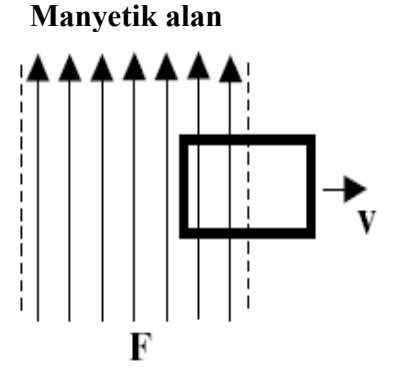
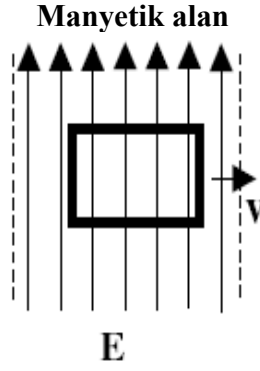
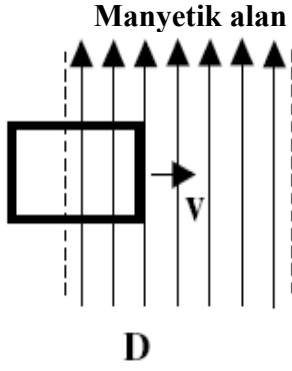
Eminim ☐ Emin değilim ☐

6. Şekil B'deki bobinde oluşan indüksiyon emk'i var mı? ☐ ☐
Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

7. Şekil C'deki bobinde oluşan indüksiyon emk'i var mı? ☐ ☐
Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐



8. Şekil D'deki bobinde oluşan indüksiyon emk'i var mı?
Nedenini açıklayınız.

Evet
☐

Hayır
☐

Eminim ☐ Emin değilim ☐

9. Şekil E'deki bobinde oluşan indüksiyon emk'i var mı?
Nedenini açıklayınız.

☐

☐

Eminim ☐ Emin değilim ☐

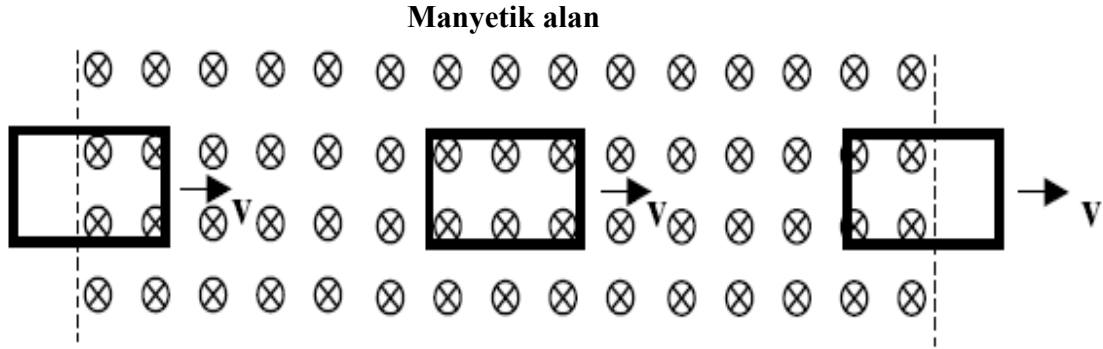
10. Şekil F'deki bobinde oluşan indüksiyon emk'i var mı?
Nedenini açıklayınız.

☐

☐

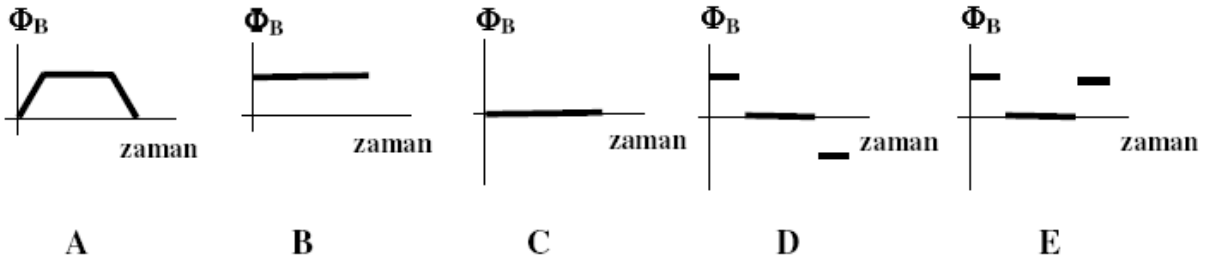
Eminim ☐ Emin değilim ☐

Aşağıdaki şekil düzgün manyetik alanda sabit hızla hareket eden bir bobini göstermektedir. Manyetik alan kesikli çizgilerle gösterilen bölge ile sınırlandırılmıştır. 11 ve 12. soruları bu şekle göre cevaplayınız.



11. Aşağıdaki grafiklerden hangisi bobinin yüzeyinden geçen manyetik akı Φ_B 'nin bobin manyetik alana girdiği andan çıktığı ana kadarki değişimini göstermektedir?

Verilen kutuya bir harf (A, B, C, D veya E) yazarak cevaplayınız. ☐



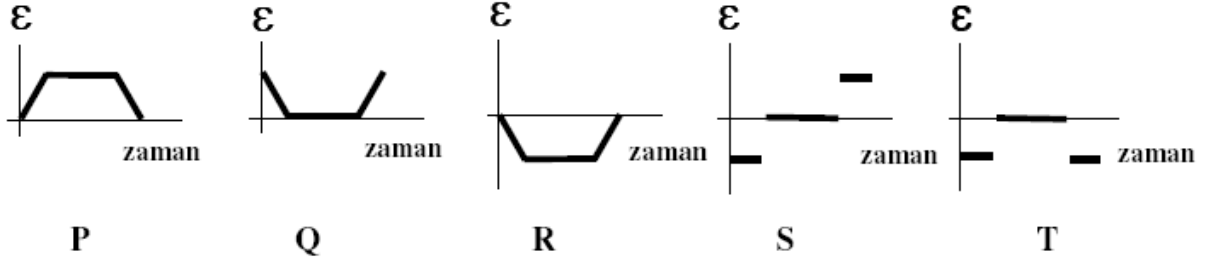
Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

12. Aşağıdaki grafiklerden hangisi bobindeki indüksiyon emk $\mathcal{E}$ 'nin bobin manyetik alana girdiği andan çıktığı ana kadarki değişimini göstermektedir?

Verilen kutuya bir harf (P, Q, R, S veya T) yazarak cevaplayınız. ☐

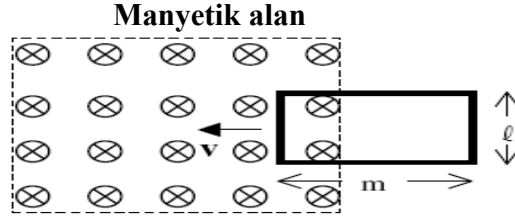


Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

İletken dikdörtgen bir bobin sabit v hızı ile B düzgün manyetik alanına giriyor. Bobinin sarım sayısı N 'dir. Bobinin kenarları gösterildiği gibi ℓ ve m uzunluklarına sahiptir. Manyetik alanın yönü sayfadan içeri doğrudur ($\otimes$). Alan kesikli çizgilerle gösterilen bölge ile sınırlandırılmıştır. Bobinde bir indüksiyon emk'i vardır.



13, 14, 15, 16 ve 17. soruları cevaplarken şu seçenekleri kullanınız:

P dört katına çıkar.
Q iki katına çıkar.

R aynı kalır.
S yarıya iner.

T dörtte birine iner.

Her soruyu yanında verilen kutuya bir harf (P, Q, R, S veya T) yazarak cevaplayınız.

13. Eğer B alanı iki katına çıkarılırsa bobindeki indüksiyon emk'ine ne olur? ☐
(ℓ , m , v ve N sabit) Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

14. Eğer ℓ uzunluğu iki katına çıkarılırsa bobindeki indüksiyon emk'ine ne olur? ☐
(B , m , v ve N sabit) Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

15. Eğer m uzunluğu iki katına çıkarılırsa bobindeki indüksiyon emk'ine ne olur? ☐
(B , ℓ , v ve N sabit) Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

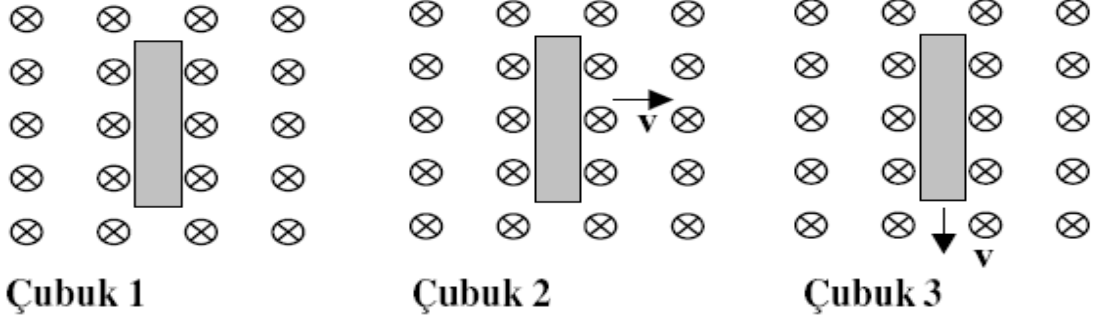
16. Eğer v hızı iki katına çıkarılırsa bobindeki indüksiyon emk'ine ne olur? ☐
(B , ℓ , m ve N sabit) Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

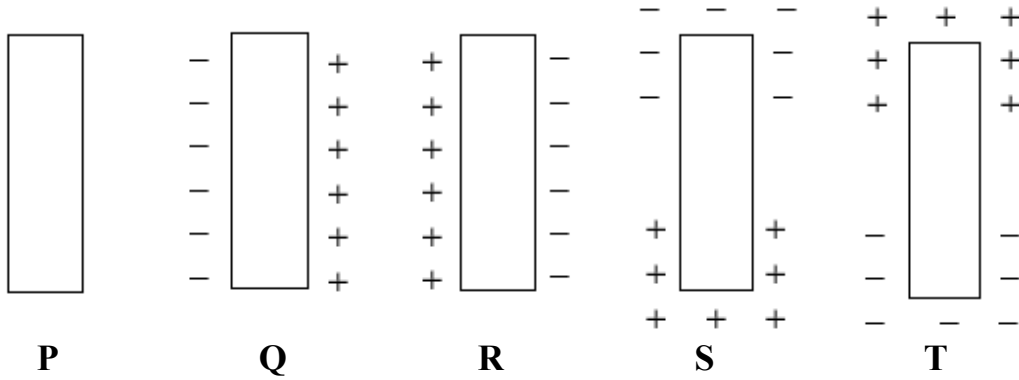
17. Eğer N sarım sayısı iki katına çıkarılırsa bobindeki indüksiyon emk'ine ne olur? ☐
(B , ℓ , m ve v sabit) Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

Üç özdeş metal çubuk aynı düzgün manyetik alan içindedir. Alanın yönü sayfadan içeri doğrudur ($\otimes$). Çubuk 1 hareketsiz duruyor fakat çubuk 2 ve 3 gösterilen yönlerde sabit v hızı ile hareket ediyor.



18, 19 ve 20. soruları cevaplarken şu seçenekleri kullanınız:



Her soruyu verilen kutuya bir harf (P, Q, R, S veya T) yazarak cevaplayınız.

18. Hangi şekil çubuk 1'deki yük dağılımını göstermektedir? ☐
Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

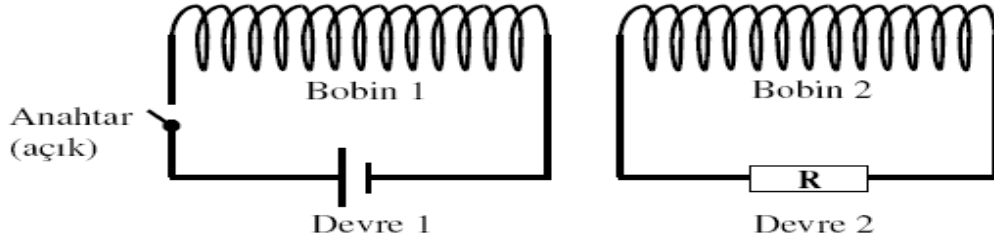
19. Hangi şekil çubuk 2'deki yük dağılımını göstermektedir? ☐
Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

20. Hangi şekil çubuk 3'teki yük dağılımını göstermektedir? ☐
Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐ Emin değilim ☐

Şekil iki devreyi göstermektedir. Devrelerdeki bobinler özdeşler. Devre 1'deki anahtar başlangıçta açıktır. Bobin 2'nin uçları arasına bir direnç bağlanmıştır.



21, 22, 23, ve 24. soruların her biri için, **BİR** kutu işaretleyiniz (✓).

	Evet	Hayır
21. Devre 1'deki anahtar kapatıldıktan hemen sonra devre 2'de oluşan indüksiyon emk'i var mı? Nedenini açıklayınız.	☐	☐

Eminim ☐ Emin değilim ☐

22. Devre 1'deki anahtar kapatıldıktan uzun bir süre sonra devre 2'de oluşan indüksiyon emk'i var mı? Nedenini açıklayınız.	☐	☐
---	--------------------------	--------------------------

Eminim ☐ Emin değilim ☐

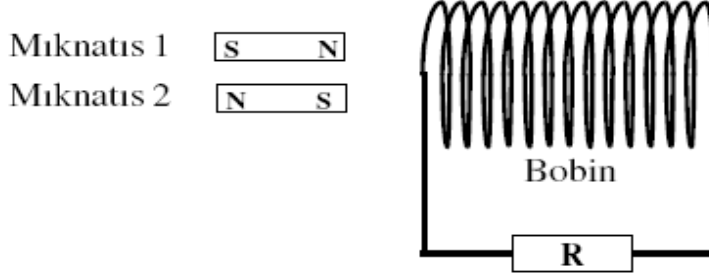
23. Devre 1'deki anahtar tekrar açıldıktan hemen sonra devre 2'de oluşan indüksiyon emk'i var mı? Nedenini açıklayınız.	☐	☐
---	--------------------------	--------------------------

Eminim ☐ Emin değilim ☐

24. Devre 1'deki anahtar tekrar açıldıktan uzun bir süre sonra devre 2'de oluşan indüksiyon emk'i var mı? Nedenini açıklayınız.	☐	☐
---	--------------------------	--------------------------

Eminim ☐ Emin değilim ☐

Aşağıdaki şekil iki özdeş mıknatıs ve uçları arasında direnç bağlanmış bir bobini göstermektedir. Mıknatıs 1, bobine doğru sabit hızla hareket ederken R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü sola doğrudur .



25, 26, 27 ve 28.soruları cevaplarken şu seçenekleri kullanınız:

K →

L ←

M Herhangi bir indüksiyon akımı yoktur

Soruları verilen kutuya bir harf (K, L veya M) yazarak cevaplayınız.

25. Mıknatıs 1 hareketsizken R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir? ☐

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

26. Mıknatıs 1, bobinden sabit hızla uzaklaşacak şekilde hareket ederken R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir? ☐

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

27. Mıknatıs 2, bobine doğru sabit hızla hareket ederken R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir? ☐

Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

Emin değilim ☐

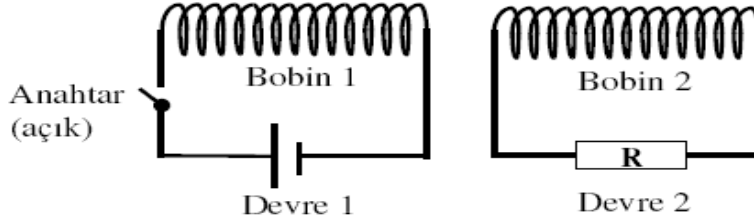
28. Mıknatıs 2, bobinden sabit hızla uzaklaşacak şekilde hareket ederken R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir? ☐

Nedenini açıklayınız.

Eminim. ☐

Emin değilim ☐

Aşağıdaki iki devrede gösterilen bobinler özdeşler. Devre 1'deki anahtar kapatıldıktan hemen sonra R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü sağa doğrudur .



29, 30, 31 ve 32. soruları cevaplarırken şu seçenekleri kullanınız:

K →

L ←

M Herhangi bir indüksiyon akımı yoktur

Her soruyu verilen kutuya bir harf (K, L veya M) yazarak cevaplayınız.

29. Anahtar henüz açıkken R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir?
Nedenini açıklayınız.

☐

Eminim ☐ Emin değilim ☐

30. Anahtar kapatıldıktan uzun bir süre sonra R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir?
Nedenini açıklayınız.

☐

Eminim ☐ Emin değilim ☐

31. Anahtar tekrar açıldıktan hemen sonra R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir?
Nedenini açıklayınız.

☐

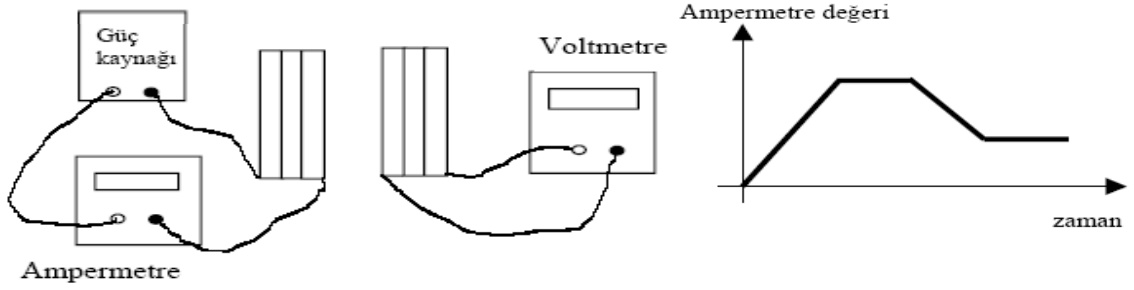
Eminim ☐ Emin değilim ☐

32. Anahtar tekrar açıldıktan uzun bir süre sonra R üzerinden geçen indüksiyon akımının yönü nedir?
Nedenini açıklayınız.

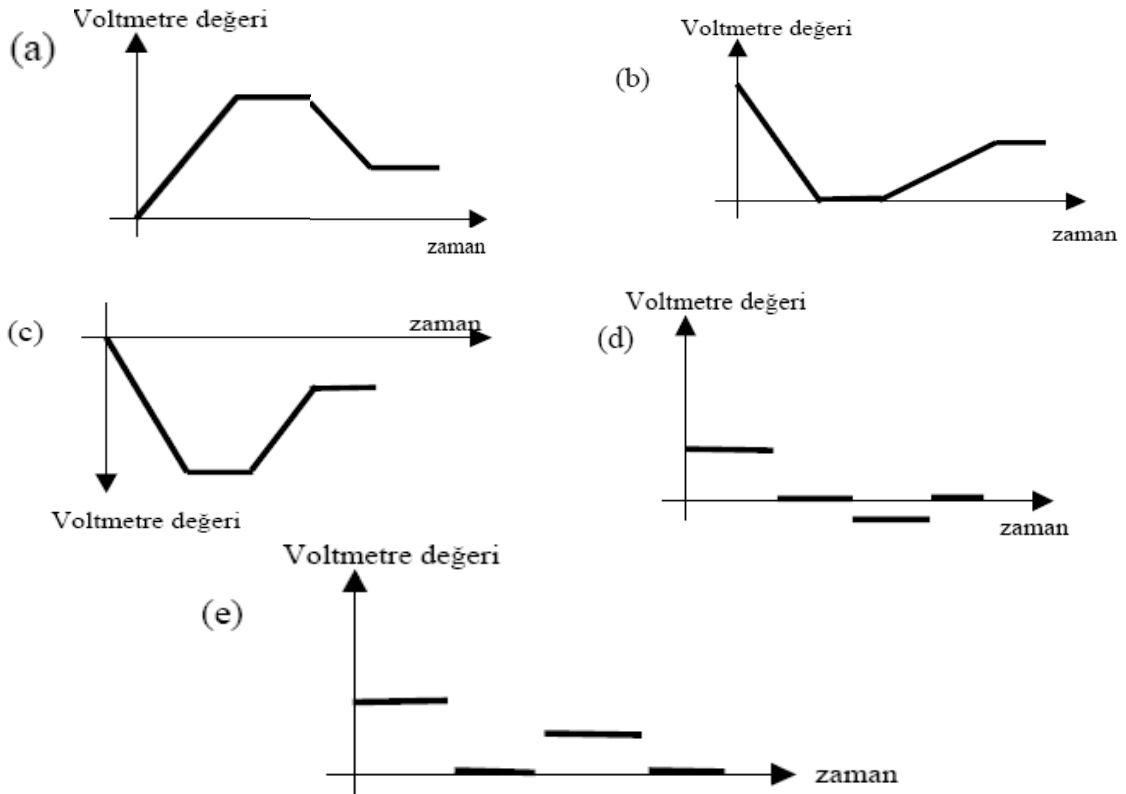
☐

Eminim. ☐ Emin değilim ☐

33. Değiştirilebilir bir güç kaynağına bir bobin ve ampermetre bağlanıyor. Bobinin diğer parçasına da bir voltmetre bağlanıyor. Ampermetrede okunan değerin zamana göre değişim grafiği de aşağıda verilmiştir.



Aşağıda verilenlerden hangisi akımın değişimine göre voltmetrede okunan değerin zamana göre değişimini gösterir?



Nedenini açıklayınız.

Eminim ☐

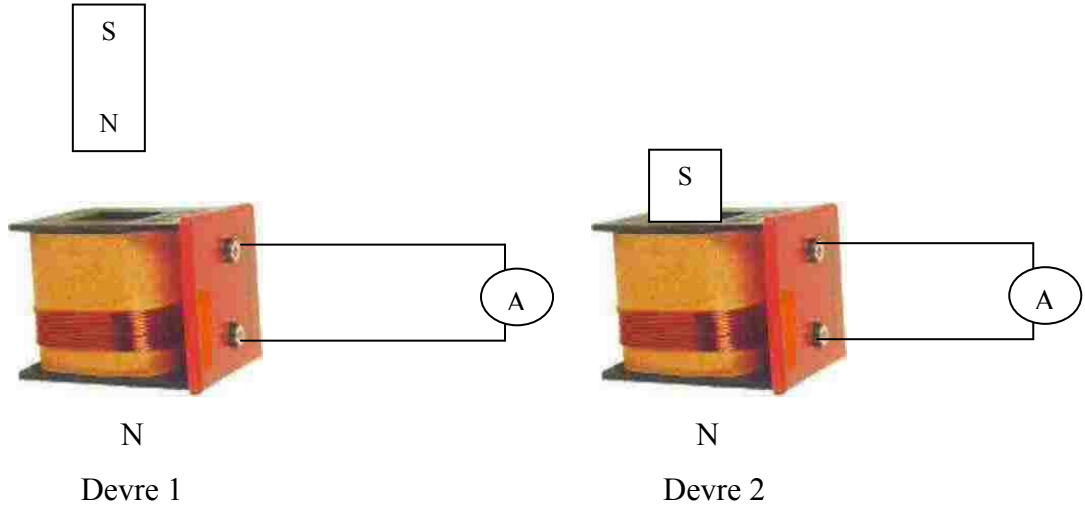
Emin değilim ☐

EK 2. TGA AKTİVİTELERİNE REHBERLİK EDİCİ YAPRAKLAR**İÇİNDEKİLER**

	Sayfa
Aktivite 1	132
Aktivite 2	133
Aktivite 3	134
Aktivite 4	135

AKTİVİTE 1

Soru 1 : Bir mıknatıs N sarımlı bir bobinin üstünde ve içerisinde durgun olarak tutuluyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?

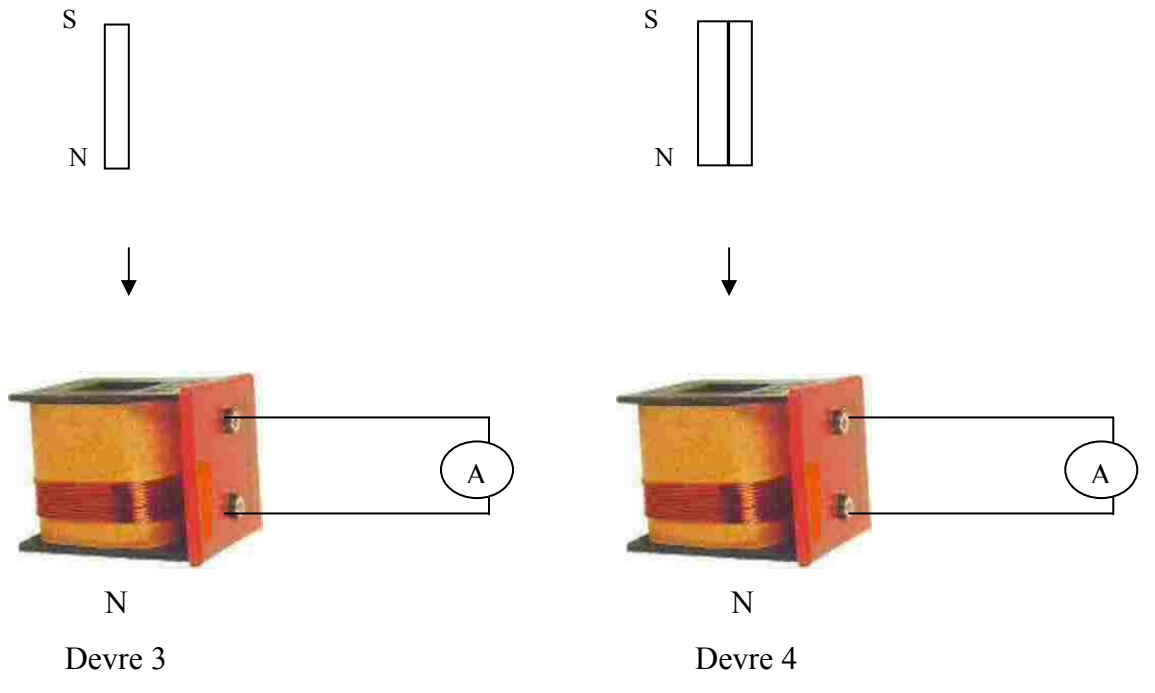


Tahmin Etme Aşaması:

Açıklama Aşaması:

AKTİVİTE 2

Soru 2: İlk olarak bir mıknatıs N sarımlı bir bobinin içine düşey olarak h yüksekliğinden, kuzey kutbu bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Sonra bu mıknatısa özdeş bir mıknatıs, aynı kutupları bu mıknatısla aynı yönde olacak şekilde yapıştırılıyor. Mıknatıslar N sarımlı bir bobinin içine düşey olarak h yüksekliğinden kuzey kutupları bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?

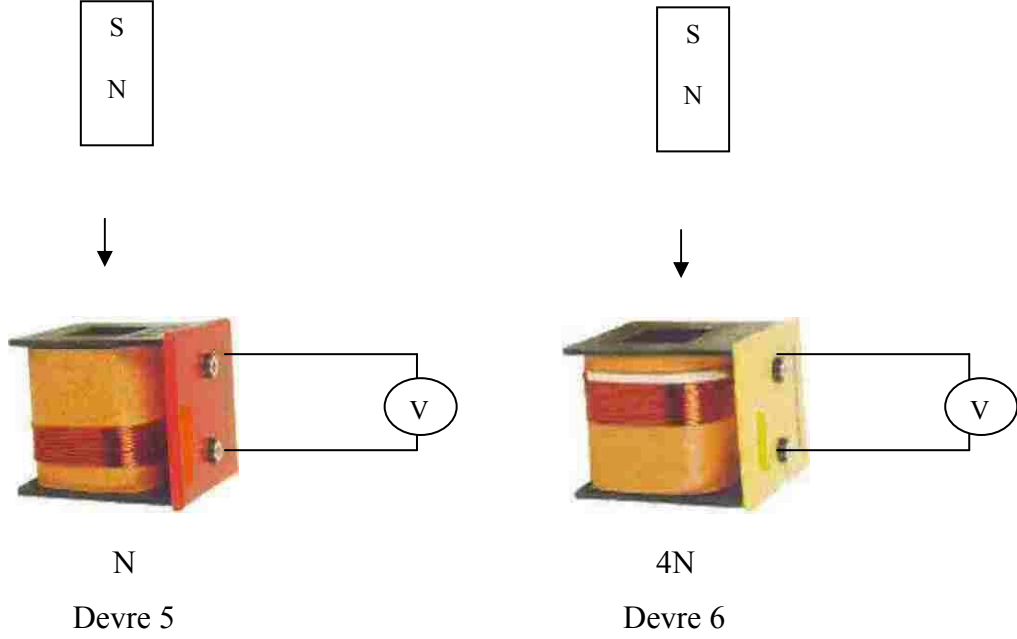


Tahmin Etme Aşaması:

Açıklama Aşaması:

AKTİVİTE 3

Soru 3: Bir mıknatıs N ve 4N sarımlı bobinlerin içine düşey olarak h yüksekliğinden kuzey kutbu bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?

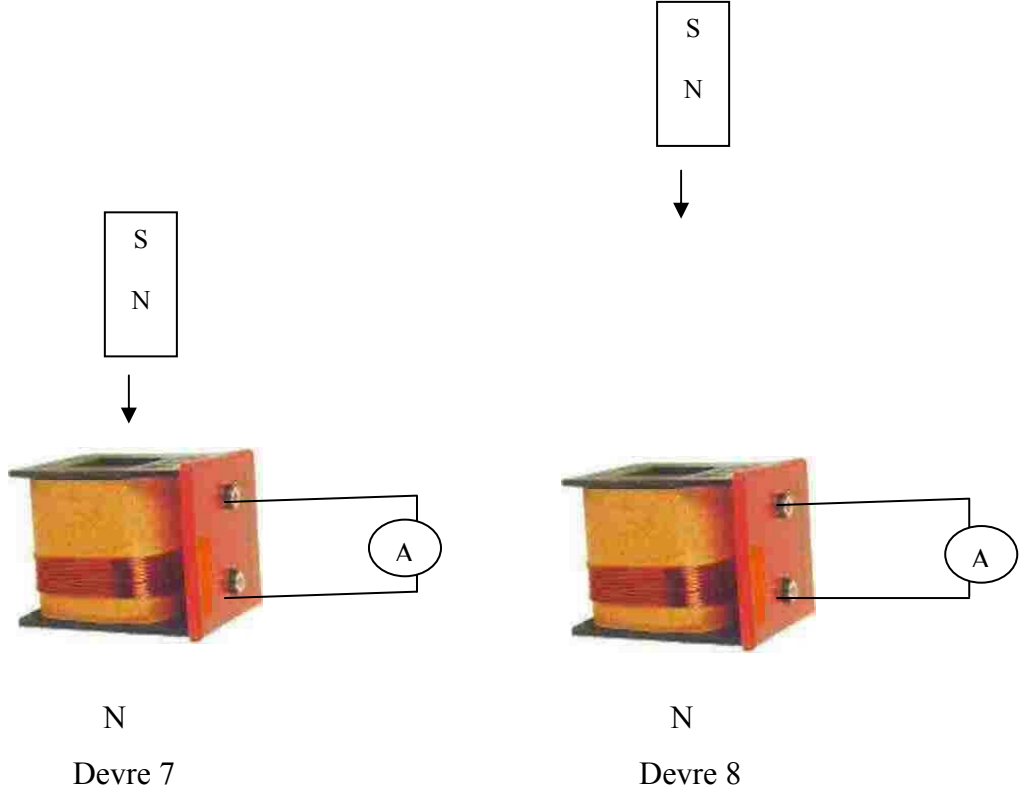


Tahmin Etme Aşaması:

Açıklama Aşaması:

AKTİVİTE 4

Soru 4: Bir mıknatıs N sarımlı bir bobinin içine düşey olarak h ve $3h$ yüksekliklerinden kuzey kutbu bobin tarafında olacak şekilde bırakılıyor. Her iki durum için devrelerde neler olmasını beklersiniz?



Tahmin Etme Aşaması:

Açıklama Aşaması:

EK 3. KAMERA KAYITLARI