

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ



ELEKTRİĞİN İLETİMİ ÜNİTESİNE YÖNELİK BAĞLAM
TEMELLİ TASARLANAN ÇİZGİ ROMANLARLA ÖĞRETİMİN
ÖĞRENCİLERİN TEMELLENDİRİLMİŞ ZİHİNSEL MODEL
GELİŞİMİNE ETKİSİ

İLYAS ACET

DOKTORA TEZİ

PROF. DR. MEHMET ALTAN KURNAZ

MART - 2024

KASTAMONU

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

İLYAS ACET

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ELEKTRİĞİN İLETİMİ ÜNİTESİNE YÖNELİK BAĞLAM TEMELLİ TASARLANAN ÇİZGİ ROMANLARLA ÖĞRETİMİN ÖĞRENCİLERİN TEMELLENDİRİLMİŞ ZİHİNSEL MODEL GELİŞİMİNE ETKİSİ

İLYAS ACET

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ

DANIŞMAN: PROF. DR. MEHMET ALTAN KURNAZ

Araştırmada, Elektrikğin İletimi ünitesine yönelik geliştirilen bağlam temelli çizgi romanın (EİBTÇR) öğrencilerin temellendirilmiş zihinsel model (TzM) gelişimine etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma nicel yaklaşımla deneysel desende yürütülmüştür. Araştırmaya 27 deney grubu öğrencisi ve 32 kontrol grubu olmak üzere 59 öğrenci katılmıştır. Araştırma için EİBTÇR ile bağlam temelli Elektrikğin İletimi öğrenim durumları testi (BTEİÖDT) geliştirilmiştir. BTEİÖDT ile toplanan veriler analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarında deney ve kontrol gruplarının öğretim uygulamaları öncesi TzM'lerinin çoğunlukla tutarsız karma model (TZKM) olduğu belirlenmiştir. Öğretim uygulamaları sonrasında kontrol grubu öğrencilerinde TzM gelişimi sınırlı olurken, deney grubu öğrencilerinde daha fazla TzM gelişimi gösterdikleri saptanmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin değişim durumları derinlemesine incelenmiştir. EİBTÇR etkili bir öğretim materyali olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada ulaşılan sonuçlar neticesinde TzM yaklaşımının farklı ders ve konularda araştırılması önerilmiştir. EİBTÇR'nin öğrenme eksikliklerini gidermeye katkısından dolayı yaygınlaştırılması tavsiye edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Temellendirilmiş zihinsel model, bağlam temelli öğrenme, çizgi roman, Elektrikğin İletimi

Mart 2024, 251 Sayfa

ABSTRACT

PH.D THESIS

THE EFFECT OF TEACHING WITH CONTEXT-BASED COMICS DESIGNED FOR THE CONDUCTION OF ELECTRICITY UNIT ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' GROUNDED MENTAL MODELS

İLYAS ACET

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
SCIENCE EDUCATION**

SUPERVISOR: PROF. DR. MEHMET ALTAN KURNAZ

The research aimed to determine the effect of the context-based comic book (CBCB) developed for the Conduction of Electricity unit on the development of students' grounded mental model (GMM). The research was conducted in an experimental design with a quantitative approach. 59 students, 27 in the experimental group and 32 in the control group, participated in the research. For the research, CBCB and context-based Electricity Transmission learning situations test (CLST) were developed. The data collected with CLST were analyzed. As a result of the research, it was determined that the GMM of the experimental and control groups in the conductors, insulators and electrical resistance question groups before the teaching practices were mostly inconsistent mixed models (IMM). After the teaching practices, it was determined that while the development of GMM was limited in the control group students, the students in the experimental group showed more development of GMM. In addition, the change situations of the experimental group students were examined in depth. It was concluded that CBCB is an effective teaching material. As a result of the results obtained in the research, it was suggested that the GMM approach be investigated in different courses and subjects. It has been recommended that CBCB be disseminated due to its contribution to eliminating learning deficiencies.

KEYWORDS: Grounded mental model, context-based learning, comics, conduction of electricity

March 2024, 251 Page

TEŞEKKÜR

Doktora eğitim süreçlerinde tanıştığım ve iyi ki tanışmışım dediğim, yol göstericiliği, insan değer vermesi ve değer katmasıyla ömür boyu sürecek dostluk arkadaşlığı, her an desteğini ve ilgisini derin bilgi ve yol göstericiliğiyle esirgemeyen, sadece akademik değil her alanda tecrübeleri önümü aydınlatan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Altan KURNAZ'a,

Tezimin oluşması aşamasında değerli katkıları sebebiyle tez izleme komitesi üyeleri hocalarım Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ ve Doç. Dr. Sevcan CANDAN HELVACI'ya,

Görüş ve önerileriyle çalışmama katkıda bulunan Doç. Dr. Ebru EZBERCİ ÇEVİK, Doç. Dr. Hafife BOZDEMİR YÜZBAŞIOĞLU, Dr. Mustafa Kemal YÜZBAŞIOĞLU, Dr. Ömer Volkan YAZ ve Burhan TURGUT'a,

Doktora eğitim süreçlerinde bana desteklerini esirgemeyen aileme, tezimi yazarken oyun saatlerinden aldığım sevgili kızlarım ile sevincimde kederimde bir ömür yanımda olan beni yüreklendiren çok kıymetli eşim Azize ACET'e,

ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İLYAS ACET

Kastamonu, 2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	11
1.3 Alt Problemler.....	11
1.4 Araştırmanın Önemi.....	12
1.5 Varsayımlar.....	15
1.6 Sınırlılıklar	15
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	16
2.1 Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımı	16
2.2 Bağlam Bilgisi ve Bağlamlaşmış Bilgi	18
2.3 Bağlam Temelli Sorular	21
2.4 Çizgi Romanın Tarihsel Gelişimi, Tanımı ve Özellikleri.....	24
2.4.1 Çizgi Romanın Eğitimdeki Yeri	27
2.5 Elektriği İletimi.....	31
2.6 Model Nedir?	34
2.7 Zihinsel Model ve Belirlenmesi.....	36
2.8 TZM ve Belirlenmesi.....	38
2.9 İlgili Araştırmalar.....	44
2.9.1 Bağlam Temelli Yaklaşım Konusunda Yapılan Ulusal Çalışmalar.....	44
2.9.2 Bağlam Temelli Yaklaşım Konusunda Yapılan Uluslararası Çalışmalar	49
2.9.3 Çizgi Roman Konusunda Yapılan Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar ..	54
2.9.4 Elektrik Konusunda Yapılan Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar.....	58
2.9.5 TZM Konusunda Yapılan Çalışmalar	66
3. YÖNTEM	68
3.1 Araştırma Modeli	68
3.2 Çalışma Grubu	69
3.3 Veri Toplama Araçları	70
3.3.1 Bağlam Temelli Elektriğin İletimi Öğrenim Durumları Testi	70
3.4 Bağlam Temelli Çizgi Roman	76
3.4.1 Literatür Tarama Aşaması	76
3.4.2 Eğitim Bilişim Ağındaki (EBA), Ders Kitaplarının ve Öğretim Programının İncelenmesi	76
3.4.3 Bağlam Örneklerinin Toplanması.....	77
3.4.4 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları	78

3.4.5	Bağlam Temelli Çizgi Romanın Uygulanması	79
3.5	DeneySEL İşlem Süreci.....	80
3.6	Verilerin Toplanması	81
3.7	Verilerin Analizi	81
3.7.1	Öğrenci birim cevap vektörleri belirlenmesi	82
3.7.1.1	Öğrenci cevap yoğunluk matrisi	82
3.7.1.2	EİBTÇR ile Yapılan Öğretimin Deney Grubu Öğrencilerindeki Değişimlerinin Derinlemesine Analizi.....	84
4.	BULGULAR	85
4.1	Kontrol Grubu Öğrencilerine Ait Bireysel Olasılık Vektörleri	85
4.2	Deney Grubu Öğrencilerine Ait Bireysel Olasılık Vektörleri	86
4.3	Kontrol Grubu Öğrencilerine Ait TzM Bileşke Vektörü	88
4.4	Deney Grubu Öğrencilerine Ait TzM Bileşke Vektörü	91
4.5	Kontrol Grubu Öğrencilerine Ait TzM Yoğunluk Matrisi.....	93
4.6	Deney Grubu Öğrencilerine Ait TzM Yoğunluk Matrisi.....	95
4.7	Kontrol Grubu Öğrencilerinin TzM Durumları	97
4.8	Deney Grubu Öğrencilerinin TzM Durumları	100
4.9	Kontrol Grubuna Ait TzM Yoğunluk Matrisi Eğilimlerinin İncelenmesi	103
4.10	Deney Grubuna Ait TzM Yoğunluk Matrisinin Eğilimlerinin İncelenmesi	105
4.11	EİBTÇR ile Yapılan Öğretimin Deney Grubu Değişim Durumları İncelenmesi ve TzM'lerin Anlamı	106
5.	TARTIŞMA	122
5.1	Öğrencilerin BTEİÖDT Yer Alan İletkenler ve Yalıtkanlar Soru Grubuna verdikleri Cevapların TzM Durumları Hakkında Tartışma.....	122
5.2	Öğrencilerinin Elektriksel Direnç TzM Durumları Hakkında Tartışma ...	127
5.3	Sınıfların TzM Eğilimleri Hakkında Tartışma	132
5.4	EİBTÇR ile Yapılan Öğretimin Deney Grubu Öğrencilerindeki Değişimlerinin Derinlemesine İncelenmesi İlişkin Tartışma	133
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	151
6.1	Sonuçlar	151
6.2	Öneriler	153
	KAYNAKLAR	155
	EKLER.....	176
	EK A. Öğrenim Durumları Testi İlk Hali.....	177
	EK B. Öğrenim Durumları Testi	196
	EK C. Bağlam Temelli Çizgi Roman	204
	EK D. Etik Kurul Onayı	249
	ÖZGEÇMİŞ.....	250

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Öğrenci cevaplarının temel vektörler tarafından sınıflanması.....	40
Şekil 3.1 Fen bilimleri öğretmenlerinin Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerine göre dağılımları	71
Şekil 3.2 Uzman görüşü formu örnek bölüm	73
Şekil 3.3 Bağlam örneğinden tamamlanmış çizim örneği	78
Şekil 3.4 Pilot uygulama esnasındaki gözlemlere göre görüş örneği.....	79
Şekil 3.5 Pilot uygulama sonrası düzeltme örneği	80
Şekil 3.6 Ö4'e ait TZM yoğunluk matrisi	83



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1 Öğretim programında elektrik konusu ile ilgili yer alan kazanımlar (MEB, 2018).....	31
Tablo 2.2 Örnek öğrencinin maddelere ilişkin cevap vektörü	41
Tablo 2.3 Bireysel yoğunluk matrisine göre TZM sınıflaması (Kurnaz, 2022).....	42
Tablo 3.1 Yarı deneysel uygulamalara ilişkin gösterim.....	69
Tablo 3.2 Çalışma grubu öğrencilerine ait bilgiler	70
Tablo 3.3 Bağlam temelli maddelere ait belirtke tablosu	72
Tablo 3.4 Pilot Uygulama Sonrası Analiz Sonuçları	73
Tablo 3.5 Madde Cevap Setleri.....	75
Tablo 3.6 Konuyla İlgili Öğretim Programı Kazanımları (MEB, 2018).....	76
Tablo 3.7 Öğretmen kazanım bağlam ilişkilendirme örneği.....	77
Tablo 3.8 Öğretim süresi ve kazanımlar	80
Tablo 3.9 Madde Cevap Setleri.....	81
Tablo 3.10 Ö4'ün sorulara ilişkin cevap vektörü bileşenleri	82
Tablo 4.1 Kontrol grubu öğrencilerinin bireysel olasılık vektörleri	85
Tablo 4.2 Deney grubu öğrencilerinin bireysel olasılık vektörleri	86
Tablo 4.3 Kontrol grubu öğrencilerinin bireysel TZM bileşke vektörleri	88
Tablo 4.4 Deney grubu öğrencilerinin bireysel TZM bileşke vektörleri	91
Tablo 4.5 Kontrol grubu öğrencilerinin TZM yoğunluk matrisleri	93
Tablo 4.6 Deney grubu öğrencilerinin TZM yoğunluk matrisleri	96
Tablo 4.7 Kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları.....	98
Tablo 4.8 Kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları.....	99
Tablo 4.9 Deney grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları.....	101
Tablo 4.10 Deney grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları.....	102
Tablo 4.11 Kontrol grubu sınıf TZM yoğunluk matrisleri.....	104
Tablo 4.12 Deney grubu sınıf TZM yoğunluk matrisleri.....	105
Tablo 4.13 Deney grubu öğrencilerine ait iletkenler ve yalıtkanlar soru grubu cevap niteliği değişimleri	106
Tablo 4.14 Deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki değişimleri.....	108
Tablo 4.15 Deney grubu öğrencilerine ait elektriksel direnç soru grubu cevap niteliği değişimleri.....	112
Tablo 4.16 Deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki değişimleri.....	115

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

C_k	: Olasılığın genişliği
D	: Sınıf TZM yoğunluk matrisi
D_k	: k öğrencisi için TZM yoğunluk matrisi
k	: Öğrenci
r_k	: Öğrenci TZM cevap vektörü
ss	: Soru sayısı
u_k	: Öğrenci TZM bileşke vektörü

Kısaltmalar

BM	: Bilimsel Model
BBM	: Bilimsel Baskın Model
BTEİÖDT	: Bağlam Temelli Elektriğin İletimi Öğrenme Durumları Testi
EİBTÇR	: Elektriğin İletimi Bağlam Temelli Çizgi Roman
BTÖ	: Bağlam Temelli Öğrenme
İM	: İlkel Model
BOM	: Bilimsel Olmayan Model
TZKM	: Tutarsız Karma Model
TZM	: Temellendirilmiş Zihinsel Model

1. GİRİŞ

1.1 Problem Durumu

Bilimin gelişmesi ve bilimsel bilgilerin hızla artması öğretim ortamlarının yeniden tasarlanmasını da gerektirmiştir. Öğretim ortamları dizayn edilirken öğrencilerin daha etkin olduğu ve bilgiyi doğrudan almak yerine yaparak yaşayarak yapılandırmasının önemine dikkat çekilmektedir (Doğaç ve Gök, 2020; Yıldız, Ağgöl, Çalıklar ve Şimsek, 2020). Öğrencilerden öğretim ortamlarında ilgilerini toplamaları, dönemin gerektirdiği becerilere sahip olmaları ve bilgiyi anlamlı bir şekilde yapılandırmaları beklenmektedir. Öğrencilerin bu beklentileri etkin ve verimli bir biçimde gerçekleştirmesi için öğretim ortamlarının uygun şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Öğrenme ortamlarında meydana gelen problemler, öğrencilerin sahip olması beklenen nitelikleri edinmesini etkilemektedir (Dündar, 2008). Öğrenme ortamların öğrencilerin zihninde yer alan öğrendiğim bu bilgi ne işime yarayacak şeklinde sorularına cevap verebilecek şekilde düzenlenmelidir (Çebi, 2018). Bunun için de öğrencilerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştirecekleri şekilde derslerin işlenmemesi çözülmesi gereken bir problemdir. Bu problemin çözümü, öğrencilerin dersler ile yaşamları arasında bağ kurmaları, derslerin öğrencilerin yaşamlarından alınan bağlamlarla desteklenmesi, öğrencilerde merak uyandıracak olgulardan yardım alınması, öğrencilerin ‘bu benim günlük yaşamda ne işime yarayacak’ sorusuna cevap verebilecek şekilde düzenlenmesi ve derslerin bireysel ve toplumsal yönlerinin ortaya konulması gerekmektedir (Duit, 1995; Gilbert, 2006). Belirtilen bu durumlara cevap verecek şekilde düzenlenen öğrenme ortamları, öğrencilerin dönemin gerektirdiği donanıma sahip olmalarını sağlayabilir.

Derslerin, günlük yaşamla ilişkilendirilmesi ve öğrencilerin ilgilerini çekecek bağlamlarla işlenmesi daha anlamlı ve etkili öğretim ortamları tasarlanmasını sağlamaktadır (Acar ve Yaman, 2011). Araştırmalar, öğrencilerin fen bilimleri dersini anlamlandırmada zorluklar yaşadıklarını ve akademik başarılarının düşük olduğunu göstermektedir (Gökçe, 2018). Bu durum öğrencilerin fen bilimleri dersinde karşılaştıkları problemlere çözüm üretememelerine neden olmakta ve öğrencilerin derse

olan ilgilerini azaltmaktadır (Black ve Atkin, 1996). Oysa ilgili ğretim programlarında (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) ğrencilerin problemlerin çözümünde öğrendikleri bilgilerden yararlanmaları ve bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirmeleri hedeflenmektedir.

Öğrencilerin, bilimsel bilgileri ile günlük yaşam arasında bağ kuramamaları ğretim programının amaçlarına ulaşmasında önemli bir eksiklik olarak görölmektedir (Gitari, 2016; Hürcan, 2011; Lay vd., 2013). Öğretim ortamlarının öğrencilerin yaşamlarıyla ilişkilendirecek şekilde tasarlanması öğrencilerin, günlük yaşamları ve bilimsel bilgilerini ilişkilendirmeleri sağlayabilmek için gerekmektedir. Öğretim ortamlarının bahsedilen hususlarda düzenlenmesinin yollarından birisi de öğrencilerin bilimsel bilgileri ve yaşamları arasında bağ kurmalarını hedefleyen bağlam temelli ğrenme (BTÖ) yaklaşımıdır (Gilbert, 2006; Acar ve Yaman, 2011). BTÖ yaklaşım birçok gelişmiş ölkede öğrenme ortamlarında kullanılmaktadır (Yüzbaşıoğlu, 2022). Öğretmenlerin derslerinde kullanmaları için Almanya ve İngiltere gibi ölkelerde hazır içerikler oluşturulduğu söylenebilir (Bozdemir-Yüzbaşıoğlu vd., 2020).

BTÖ yaklaşımı, öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlerin ders içeriklerinin oluşturulmasında kullanılması olarak ifade edilmektedir (Glynn ve Koballa, 2005). BTÖ yaklaşıma göre ders içerikleri, öğrencilere sunulmak istenen konu veya kavramların günlük yaşamdan alınan bir örnek ile ilişkilendirilmesiyle başlanır. Daha sonra öğrenciler yaşamlarında karşılaştıkları bu durumları derslerde açıklamaya çalışırlar. BTÖ yaklaşıma göre kurgulanan derslerde bilimsel bilgiler ve günlük yaşamda yer alan bir uygulama arasında bağlantı kurulur ve bağlantı sayesinde bağlamlar oluşur (Bozdemir-Yüzbaşıoğlu, Ezberci-Çevik ve Kurnaz, 2020). Günlük yaşamdan alınan bağlamlar öğrenme ortamlarının etkili olmasına yardımcı olmaktadır (Lave, 1993). Bağlam temelli öğrenmenin hedefi, günlük yaşamdan alınan bağlamlar ve derslerde öğrenilen bilimsel bilgilerin ilişkilendirilerek öğrencilerin ilgilerini artırmaktır. Böylece ğrenme ortamları öğrenciler için daha anlaşılır hale getirilmiş olur (Kutu ve Sözbilir, 2011). Bu ğrenme ortamlarında öğrenciler daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilirler.

Öğrencilerin günlük yaşamlarından alınan bağlamların öğretim ortamına aktarılmasını amaçlayan BTÖ yaklaşım, bilimsel bilgilerin öğrencilerin zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırmalarını kolaylaştırmaktadır (Gilbert, 2006). Bilimsel bilgilerin öğrencilerin zihinlerinde BTÖ yaklaşım ile doğru bir biçimde yer alması öğrencilerin, derslere karşı ilgilerini artırabilir. Bu durum öğrencilerin daha kolay öğrenmeler gerçekleştirmelerine katkı sağlayabilir. Aynı zamanda BTÖ yaklaşımı ile bilimsel bilgiler ve bu bilgilerin günlük yaşamdaki uygulamaları arasındaki bağlantı kurulabilir. Böylece öğrencilerin konulara olan merak duyguları artabilir. BTÖ yaklaşım öğrencilerin konulara ilgilerinin sürekli bir biçimde olmasına katkı sağlamaktadır (Kee ve McGovan, 1998; Reid, 2000). BTÖ yaklaşıma uygun öğrenme ortamları öğretmenler, araştırmacılar ve ders kitabı yazarları gibi farklı eğitimciler tarafından oluşturulabilmektedir. BTÖ yaklaşımında öğrenilecek bilimsel bilgi, öğrencilerin günlük yaşantılarıyla ilişkilendirilerek ders içerikler oluşturulmaktadır. Öğrenciler bu ilişkilerden yola çıkarak bilimsel bilgileri günlük yaşantılarıyla açıklayabilirler. Bu şekilde hazırlanan içerikler, Hollanda ve Almanya gibi bazı ülkelerde öğretmenlere hazır olarak verilmekte ve öğretmenlerden içerikleri kendilerine göre düzenleyerek kullanmaları beklenmektedir (Schwartz, 2006). Türkiye’de ise fen bilimleri dersine yönelik hazır bazı içerikler öğretim programında yer almamaktadır (MEB, 2018). Araştırmacılar tarafından geliştirilen az sayıdaki ders içerikleri de sayı ve konu dağılımı bakımından öğretmenler için yetersiz kalmaktadır (Ayvaci, Ernas ve Dilber, 2016; Çelik, 2021). Bu durum Türkiye’de fen bilimleri derslerinin günlük yaşamla yeterince ilişkilendirilmemesine neden olabilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin öğrencilerin ilgilerini derse toplamakta zorlanmalarına da neden olabilmektedir (Yaman, Dervişoğlu ve Soran, 2004).

Literatürde yer alan bağlam temelli hazırlanmış az sayıdaki ders içerikleri (Çelik, 2021; Hoşgören, 2018; Kara, 2016; Sari, 2010; Tulum, 2019) Türkiye’de öğretmenlerin bağlam temelli öğretim için hazırlanmış ders içeriklerine ihtiyaç duydukları gösterir niteliktedir ve Türkiye’de en yaygın olarak kullanılan ders içerikleridir. Ders kitapları MEB bünyesinde hazırlanıp öğrenci ve öğretmenlere ulaştırılmaktadır (Kılıç ve Seven, 2007). Öğretmenlerden beklenen ders kitaplarını kullanarak öğretim programının hedeflerini gerçekleştirmeleridir. Ancak ders kitaplarının öğretim programının hedeflerini gerçekleştirmekteki yeterliliği tartışmaya

açık bir durumdur ve farklı ders kitaplarının değerlendirildiği çalışmalar bunu desteklemektedir. Örneğin Taşdemir (2011) tarafından yapılan araştırmaya göre ders kitaplarının, öğrencilerin öğrenme ortamında aktif katılımlarının sağlanması, bilimsel düşünme yönteminin kullanımı, görsel, teknolojik materyallerin kullanımı ve kazanımların uygulamalarla bir bütünlük taşıması gibi bazı konular bakımından yetersiz veya kısmen yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir sonuç Güven (2010) tarafından farklı bir ders kitabının incelenmesiyle de ortaya konulmuştur. Lise fizik ders kitaplarının incelendiği bir başka araştırmada da ders kitaplarının etkin olmadığı, öğrencinin öğrenmesine ve öğretmenin öğretimde yetersiz kaldığı ve içerik bakımından oldukça zayıf olduğu tespit edilmiştir (Balaban ve Ogan-Bekiroğlu, 2023). Ayrıca başka bir araştırmada fen bilimleri ders kitaplarının öğrencilerin bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirme açısından yetersiz olduğunu ortaya çıkarılmıştır (Erdoğan ve Azizoğlu, 2022). Bu çalışmalar ışığında ders kitaplarının bağlam temelli öğretim ortamlarını destekleyici niteliklerle geliştirilmesi gerektiği görülmektedir.

Öğretmenler bağlam temelli öğretim gerçekleştirmelerine katkı sunacak ve öğrencilerin fen bilimleri dersinde öğrendikleri bilimsel bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebilmelerine yardımcı olacak bir ders materyaline ihtiyaç duyabilirler. Bu yardımcı ders materyali günlük yaşamdan bağlamları öğrenme ortamına taşıyabilir, öğrencilerin derse olan ilgilerini ve motivasyonlarını artırabilir. BTÖ yaklaşımı ile anlamlı öğrenmeler sağlayabilir ve farklı etkinliklere yer veren özellikte tasarlanabilir. Bağlam temelli ders materyali geliştirme yollarından birisi de çizgi romanların olabileceği düşünülmektedir.

Türkiye’de, öğrencilerin öğrenme ortamlarında ilgilerini çekmeyi başaran çizgi romanlara sayıları az olsa da rastlanabilmektedir. Fen bilimleri eğitiminde öğrencinin ilgi ve motivasyonu artıran ve bilimsel bilgiler ile günlük yaşam arasında bağlantı kurulmasına imkân veren çizgi romanların bilinirliğinin her geçen gün arttığı ifade edilebilir. Çizgi romanların ortaya çıktıkları dönemden beri her zaman popülerliğinin korunduğu söylenebilir (Arslan ve Akçay, 2022). Bunun nedeni oluşturulduğu dönemin günlük yaşamları ve bu yaşamlara ait gerçekleri olduğu gibi aktarabilmesidir (Haugen, 2005). Bu sebeple çizgi romanlardan etkili öğrenme ortamı tasarlanmasında faydalanılabilir.

Çizgi romanlar, öğrenme ortamlarını zenginleştirmesi ve öğretim süreçlerine önemli katkısı nedeniyle ön plandadır (Arslan ve Akçay, 2022). Çizgi romanlar, görsel ve yazı metnini ustalıkla bir araya getirmesi, zevkli içeriğe sahip olması, içeriğinde yer alan karakterlerin jest ve mimikleri, anlatılan olayları destekleyen görseller ile okuyucuların ilgisini çekmektedirler (Weitkamp ve Burnet, 2007). Dolayısıyla çizgi roman öğrencilerde merak duygusu oluşturan bir materyaldir. Bu yönüyle çizgi romanlar ders kitaplarının yerine kullanılabilir (Yüzbaşıoğlu, 2022).

Ders kitaplarının metinlerden oluşması ve ders kitaplarında yer alan etkinliklerin çeşitli nedenlerle yapılamayışı (Şirin, Tüysüz ve Oğuz, 2022), ders kitaplarının öğrenciler tarafından sıkıcı bulunmasına neden olabilmektedir (Balaban ve Ogan Bekiroğlu, 2023). Çizgi romanlar ise bilgiyi aktarmak için görseller, semboller ve yaratıcılıktan yararlanır. Böylece düşünme, kavramlar ve okuma gelişiminin yanında öğrencilerin ilgilerini de toplar (Şentürk-Çiçek, 2020). Ayrıca çizgi romanların bilgisayar, çizim ve araştırma becerilerini de kapsadığından çok yönlü bir yapıya sahip olduğu söylenebilir (Şentürk-Çiçek, 2020). Çizgi romanlar, öğrencilerin geleneksel öğrenme ortamlarının dışına çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle öğrencilerin ilgilerinin derse odaklanmasını sağlamaktadır. Günümüzde öğrencilerin iletişim biçimi açısından düşünüldüğünde geleneksel metinler yerine daha çok görsel ve teknoloji içeren iletişim biçimini benimsedikleri söylenebilir. Çizgi romanlar öğrencilerin bu özelliklerine uygun olduğu için öğrenme ortamlarını öğrenciler için daha zevkli kılmaktadır (Weitkamp ve Burnet, 2007). Bilimle ilgili bağlamları ve görevleri sunma bağlamında, öğrenciler için doğrudan sezgisel anlayışı dahil etmek ve onu daha motive edici ve anlaşılır kılmak için birkaç farklı araç önerilmiştir. Görsel araçlar, bilgi sağlamak ve onu anlaşılır öğrenme durumlarına yerleştirmek için özellikle önemli görülmektedir. Bunu yapmanın yaratıcı bir yolu çizgi film veya çizgi roman kullanmaktır (Affeldt vd., 2018).

Çizgi romanların fen bilimleri eğitiminde kullanılması öğrencilerin daha anlamlı öğrenmelerini sağlamaktadır (Affeldt vd., 2018). Çünkü çizgi romanlar ile öğrencilerin günlük yaşamlarından alınan örnekler öğrenme ortamına eğlenceli bir şekilde taşınabilmektedir. Böylece öğrencilerin, bilimsel bilgiler ile günlük yaşam arasında ilişki kurabilmeleri daha kolay olabilmektedir (Affeldt vd., 2018). Çizgi

romanlar öğrencilere gerçek yaşamdan kesitler sunduğu için onlara fen bilimleri konularını düşünme ve tartışma imkânı vermektedir. Bu sebepler eğlenceli olması ve günlük yaşamdan alınan örneklerin öğrenme ortamına kolaylıkla aktarabilme gibi özellikleri çizgi romanların BTÖ ortamı oluşturmaya imkân veren bir öğretim aracı olduğunu gösterebilir. İçerisinde günlük yaşamdan problemler içeren, öğrencilerin günlük yaşamları ve bilimsel bilgileri arasında ilişki kuran, çizimlerinden senaryoya kadar titizlikle oluşturulan çizgi romanların, öğrencilerin etkili öğrenmeler gerçekleştirmelerini sağlayacağı düşünülmektedir. Böylelikle öğrencilerin bilime karşı alakaları artabilir.

Küçük yaşlardan itibaren öğrencilerin bilime merak ve ilgileri vardır. Ancak öğrencilerin yaşları ilerledikçe bu ilgi ve merak azalmaktadır (Ekici, 2017). Bu bakımdan fen eğitimine küçük yaşlardan itibaren başlanması ve öğrencilerin bilime olan ilgilerinin desteklenmesi önemlidir (Yüzbaşıoğlu, 2022). Fen bilimleri öğretim programında, günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak gibi hedefler yer almaktadır (MEB, 2018). Okul öncesi dönemden başlayan ve üzerinde önemle durulan fen eğitimi ilkokul ve ortaokulda devam etmektedir. Fen bilimleri öğretim programında yer alan hedeflerin gerçekleşmesi için küçük yaşlardan itibaren bilimsel bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin geliştirilmesi bakımından fen eğitimi ve bu eğitim kapsamında yürütülecek faaliyetler büyük paya sahiptir (Önal ve Sarıbaş, 2019).

Fen bilimleri öğretim programında yer alan hedefler doğrultusunda ortaokul seviyesinde altıncı sınıf fen bilimleri dersi Elektriğin İletimi ünitesine odaklanılmıştır. Öğretim programında bu üniteye ait kazanımlar incelenmiştir. Elektriğin İletimi ünitesinde öğrencilerden “Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırmaları”, “Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklamaları”, “Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri (kesit alanı, uzunluk, iletkenin cinsi) tahmin ve tahminlerini deneyerek test etmeleri”, “Elektriksel direnci tanımlamaları” ve “Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark etmeleri” beklenmektedir (MEB, 2018). Buradan

hareketle öğrencilerin Elektriğin İletimi ünitesinde yer alan konu, kavramları ve bilimsel bilgileri zihinlerinde yapılandırmalarının yanı sıra günlük yaşantıları ile ilişkilendirmeleri hedeflenmektedir. Öğretim programında yer alan bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için öğretim materyalinin içerisinde yer alan bilimsel bilgiler ile öğrencilerin günlük yaşamlarını ilişkilendirebilme yeterliliğine sahip olması beklenebilir. Bu bağlamda öğretim materyalinin öğretime uygun olarak tasarlanmasının faydalı olabileceğine inanılmaktadır.

Elektriğin İletimi ünitesiyle ilgili literatürde pek çok çalışma yapılmıştır. Furió ve Guisasola (1998) altıncı sınıf öğrencilerinin elektrik alanındaki öğrenme zorluklarını analiz etmişlerdir. Aydoğdu (2017) altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarı, ilgi ve tutumlarına Elektriğin İletimi ünitesinde argümantasyonla öğretimin etkisini incelemiştir. Kargın-Keskin (2017) Elektriğin İletimi ünitesinde problem çözme yönteminin öğrencilerin akademik başarı tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmıştır. Nasırlı (2018) Elektriğin İletimi ünitesinde basit araç gereç yapımı etkinliklerinin akademik başarıya ve bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemiştir. Acet ve Akyüz (2020) Elektriğin İletimi ünitesinde e-içerik etkileşiminin akademik başarıya, tutum ve ilgiye etkisini incelemiştir. Ivanjek vd. (2021) ortaokul öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusunda kavramsal anlayışlarının değerlendirilmesini ve geliştirilmesini araştırmışlardır. Bu çalışmaların odağının elektrik konusunda öğrencilerin başarılarını artırmanın olduğu ifade edilebilir. Aynı zamanda Elektriğin İletimi ünitesinde yer alan konu ve kavramların öğrenilmesinin zor olduğunun da bir göstergesi olabilir. Ayrıca literatürde yer alan birçok çalışmada elektrikle ilgili, her öğrenim düzeyinde öğrencilerin eksik öğrenmelerinin ve alternatif fikirlerinin olduğu tespit edilmiştir (Brna, 1988; Örgün, 2002; Küçüközer, 2003; Tiftikçi vd., 2017). Alternatif fikir, öğrencilerin kavramları ve olayları açıklamadaki düşünceleri ile var olan bilimsel düşünceler arasındaki farklılık olarak ifade edilebilir. Öğrencilerin anlamalarına yönelik yapılan bu araştırmalar göstermiştir ki alternatif fikirler çoğunlukla konunun öğretiminden sonra da devam etmektedir. Alternatif fikirler giderilmediği takdirde bir sonraki öğrenmeleri etkilediği söylenebilir. Diğer bir deyişle, öğrenciler, yeni bilgileri kendi fikirleri ile yeniden yapılandırarak, alternatif fikirlere (yeni bilimsel fikirlerden farklılık gösteren) sahip olabilmektedirler. Bu sebeple öğretim ortamları tasarlanırken öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları ve

öğretim sırasında ortaya çıkabilecek alternatif fikirleri dikkate almak önemli olduğu düşünülmektedir. Alt öğrenim düzeylerinde meydana gelen elektrik konusundaki eksik öğrenmeler üst öğrenimleri de etkileyebilir. Öğrencilerde var olan elektrik konusuyla ilgili alternatif fikirlerin giderilmemesi bu konuda eksik öğrenmelere yol açabilir. Öğrencilerin elektrik konusunda eksik öğrenmeleri ve alternatif fikirlerinin giderilmesinde BTÖ yaklaşımdan faydalanılabilir. Bu bağlamda elektrikle alakalı öğrencilerin alt sınıf seviyelerinde oluşan eksik öğrenmelerin giderilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Elektrikle ilgili konularda daha üst düzey öğrenimlerde karşılaşılabilecek öğrenme sorunlarının engellenmesi bakımından ve ortaokul düzeyinde öğrencilerin edindikleri bilimsel bilgilerin günlük hayatta ilişkilendirebilme becerisini kazanmaları için araştırma Elektriğin İletimi ünitesini odağına almış ve Elektriğin İletimi ünitesiyle ilgili bağlam temelli çizgi roman oluşturulmuştur.

Öğretim ortamlarının etkililiğinin belirlenmesi ve öğrencilerin öğretim programının hedeflerine ulaşma durumlarının tespit edilmesi önemli olabilmektedir. Bunun için de öğrencilerin bilimsel bilgileri zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarının belirlenmesi fayda sağlayabilir. Öğrencilerin zihinsel yapılandırmalarını yansıtan öğrenme çıktıklarına bakılarak öğrenme ortamlarının ve öğretim programının hedeflerinin gerçekleşme durumları belirlenebilir ve gerektiğinde yeniden düzenlenebilir. Öncelikle öğrencilerin konu ile ilgili mevcut zihinsel yapılarının ortaya çıkarılması önem arz etmektedir. Yeni öğrenmeler, mevcut zihinsel yapılar üzerine inşa edileceğinden öğrencilerin zihinsel modellerinin tespit edilmesi varsa eksik veya hatalı öğrenmelerinin giderilmesi gerekir. Ancak bu şekilde anlamlı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleşebilir. Bu durumda mevcut zihinsel modeller ile yeni bilimsel bilgilerin ilişkilendirilmesi öğrenme ortamlarının etkililiğini artıracaktır (Yüzbaşıoğlu, 2022). Öğrencilerin zihinsel yapıları boş olmadığından mevcut zihinsel yapılarının ne olduğuna, bunların bilimsel bilgiler ile ne derece tutarlı olduğuna bakılmadan ve tutarsızlıklar varsa giderilmeden yapılacak fen öğretiminde, öğrenme ortamları ne kadar yeni ve etkin olursa olsun, beklenen anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin sağlanması çok zor olabilir (Aydoğan vd., 2003). Öğrencilerin kalıcı ve anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmesine yardımcı olmak için onların zihinsel yapılarının ortaya çıkarılmasına ihtiyaç duyulabilir.

Elektriğin İletimi ünitesinde öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesine yönelik doğrudan bir araştırma olmasa da elektrik konusuyla ilgili, öğrencilerin zihinsel modellerinin araştırıldığı çalışmaların bir bölümüne yer verilmiştir. Bu araştırmalardan biri Buban (2012) tarafından yapılan araştırmada üniversite öğrencilerinin elektriksel alan konusunda öğrencilerin zihinsel modelleri belirlemek için videoya kaydedilmiş görüşmeler, odak grup tartışmalar ve kavram haritalarının, çizimlerin ve öğrencilerin oluşturduğu diğer çıktıların derinlemesine analizini yapmıştır. Kurnaz vd. (2013) elektriklenme, yıldırım ve şimşek ile ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelemek için betimleme ve görselleştirmeyi gerektiren açık uçlu sorulardan faydalanmışlardır. Harman ve Çökelez (2016) tarafından yapılan araştırmada 5. sınıf öğrencilerinin elektrik devrelerine ilişkin zihinsel modellerini belirlemek için çizimlerden yararlanmışlardır. Görecek-Baybars (2018) öğretmen adaylarının metallerin elektrik iletimi konusundaki zihinsel modellerini belirlemek için açık uçlu sorulardan, çizimlerden ve betimlemelerden yararlanmıştır. Elektrik konusunda az sayıdaki çalışmadan verilen bu örnekler haricinde, başka konularda zihinsel model belirlemeye yönelik çalışmalar incelendiğinde genel itibariyle veri toplama aracı olarak açık uçlu sorular kullanılmaktadır (Chanserm vd., 2019; Çiftçi ve Topçu, 2021; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Kıvrak ve Uyanık, 2020; Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz; 2020). Bu araştırmaların veri analiz biçimi incelendiğinde oldukça titiz çalışma gerektiren, zaman alan ve zor olan bir analiz biçimine sahip olduğu ifade edilebilir. Öğrencilerden verilerin toplanması ve öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi için yapılan analizlerin çok çaba gerektirdiği görülmektedir (Ültay vd., 2017). Birde öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişime açık olması zihinsel model belirlemeyi daha da güçleştirebilmektedir (Greca ve Moreira, 2000). Zihinsel modellerin tespiti için geçen sürenin uzun olması nedeniyle zihinsel modeller belirlene kadar öğrencilerin zihin yapıları değişebilir. Bu bağlamda zihinsel model belirmenin zor ve zahmetli bir süreç olduğu ifade edilebilir. Oysaki öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilimsel bilgileri zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarının tespitinin pratik bir biçimde yapılması önemli olabilir. Çünkü öğrencilerin istenen hedeflere ulaşp ulaşmadıkları tespit edilip buna yönelik tedbirler alınması ve öğrenme ortamlarının düzenlenmesi kolaylaşabilir. Ayrıca öğrencilerin zihinlerinde olan yetersiz, eksik ve yanlış yapılandırmalar giderildikten sonra anlamlı ve kalıcı öğrenmeler gerçekleşebilir. Bu sebeplerden dolayı öğrenme ortamları düzenlenmeden ve öğretim

faaliyetlerine başlanmadan önce öğrencilerin ön bilgilerinin ve zihinlerindeki yapılandırmaların pratik bir şekilde belirlenmesinin çok önemli olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda, öğrencilerin zihinsel modellerinin tespitinde iyi yapılandırılmış çoktan seçmeli testlerin kullanılabileceği fikriyle Kurnaz (2022) tarafından ortaya konan ve çerçevesi çizilen “Temellendirilmiş Zihinsel Model” (TZM) teorisi bir çözüm yolu olarak görülmüştür. Kurnaz (2022) tarafından zihinsel model belirleme yollarını derinleştirerek TZM yaklaşımı fikri öne atılmıştır. TZM yaklaşımı işlevsel bir yaklaşım olup yapılandırılmış veri toplama araçları kullanılarak öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemeyi amaçlamaktadır. TZM en genel ifadesiyle, bireyin gerçeklik hakkındaki bilişsel temsilini, bireye sunulan temellendirilmiş belirli sınırlar dâhilinde açıklamak için kullanılan düşünce sistemidir. Bu zihinsel model yaklaşımının temellendirilmiş olarak ifade edilmesinin sebebi zihinsel model tespitinin sunulan çerçeveye bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu teorinin eğitim araştırmalarındaki uygulamalarına dair ilk örnekler, Kurnaz’ın danışmanlığında yürütülen doktora tezlerinde (Ezberci Çevik, 2018; Yüzbaşıoğlu, 2022; Yaz, 2022) görülmektedir. Öğrencilerin zihinsel modelleri yapılandırılmış veri toplama aracıyla belirlenebilir. Buna göre zihinsel model belirlemedeki çerçeve, veri toplama aracının zihinsel modelleri yansıtmaya yeterliliği ile ortaya çıkan sınırları ifade etmektedir. Bu sebeple veri toplama aracının alanyazında yer alan öncül çalışmalara dayalı olarak tüm olası cevapları içermesi mecburidir. TZM yaklaşımı ile zihinsel model tespitinde ortaya çıkan zorlukların azaltılması ve ilgili tüm eğitim paydaşlara pratiklik sunulabilir. Böylece öğrencilerin durumuna göre öğrenme ortamları düzenlenebilir. Yapılandırılmış veri toplama aracıyla TZM tespitinde öğrencilerin cevapları doğru yanlış olarak ayrılmadan bütüncül olarak analiz edilmektedir. Gerçekleştirilen analizler matematiksel algoritmalar aracılığıyla yapılabilir (Kurnaz, 2022). Mevcut araştırmada öğrencilerin TZM’lerini tespit etmek için yapılandırılmış veri toplama aracından yararlanılmıştır. Böylece pratik bir şekilde öğrencilerin TZM’lerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mevcut araştırmada öğrencilerin TZM’leri, öğrencilerin yapılandırılmış veri toplama aracına verdikleri bütün yanıtların matematiksel algoritmalar ile değerlendirilerek belirlenmek istenmiştir.

Bağlam temelli hazırlanan öğretim materyali ile dersler bağlam temelli yürütülebilir. Bu anlamda bağlam temelli yürütülen derslerin yine bağlam temelli veri toplama ve

değerlendirme araçlarıyla incelenmesi daha uygun olacaktır (Kabuklu ve Kurnaz, 2019). Öğrencilerin bilimsel bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmesine, akıl yürütmesine, ezberden uzaklaşmasına bağlam temelli sorular yardımcı olmaktadır (Ahmed ve Pollitt, 2007; Elmas ve Eryılmaz, 2015; Sak ve Kaltakçı-Gürel, 2018). Bağlam temelli sorular günlük yaşamdan alınan bağlamlardan oluşturulduğu için geleneksel sorulara göre öğrencilerin bilgilerinin günlük hayatla ilişkilendirmesine daha fazla katkı sunmaktadır (Benckert, 1997). Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri bilgilerini gerçek yaşamda karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullanıp kullanmadıkları da araştırılabilecektir. Bu çalışmada Elektriğin İletimi ünitesinin öğretimi için bağlam temelli çizgi roman kullanılarak ve öğretim sonunda öğrencilerin TZM'lerinin belirlenmesinde yine bağlam temelli yapılandırılmış çoktan seçmeli test ile belirlenmiştir. Bu nedenlerden hareketle mevcut araştırmanın problem durumu Elektriğin İletimi ünitesiyle ilgili bağlam temelli olarak hazırlanan çizgi romanların öğrencilerin TZM gelişimine olan etkisini, öğrencilerin ve öğretmenin bağlam temelli çizgi romanlar hakkındaki görüşlerini araştırmaktır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Araştırmada, Elektriğin İletimi ünitesiyle ilgili bağlam temelli olarak hazırlanan çizgi romanların öğrencilerin TZM gelişimine olan etkisinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaca gerçekleştirmek için belirlenen problem durumu “Elektriğin İletimi ünitesiyle ilgili bağlam temelli olarak hazırlanan çizgi romanların öğrencilerin TZM gelişimine olan etkisi nedir?” şeklindedir.

1.3 Alt Problemler

Araştırmanın alt problemleri aşağıda verilmiştir.

1- Bağlam temelli öğrenme durumları testine kontrol ve deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci öncesinde ve sonunda verdikleri cevapların dağılımları ve TZM değişimleri nasıldır?

2- "Elektriğin İletimi" ünitesine yönelik kontrol ve deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci öncesinde ve sonunda sınıf TZM eğilim değişimi nasıldır?

3- EİBTÇR ile yapılan öğretim sonucunda deney grubu öğrencilerindeki değişim durumları nasıldır?

1.4 Araştırmanın Önemi

Ulusal fen öğretim programımızda (MEB,2018) öğrencilerin ulaşmasını beklenen hedefleri arasında günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemlerin çözümünde okulda öğrendikleri bilgileri kullanmaları yer almaktadır. Bu bakımdan altıncı sınıf “Elektriğin İletimi” ünitesi fen bilimleri öğretim programı kazanımları incelendiğinde, öğrencilerden tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırmaları, maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklamaları hedeflenmektedir. Ayrıca bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin etmeleri ve tahminlerini deneyerek test etmeleri, elektriksel direnci tanımlamaları, ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark etmeleri amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Öğretim programının belirtilen hedeflerin gerçekleştirilmesi için öğrencilere, öğrendikleri konuları günlük yaşamları ile ilişkilendirmelerine yardımcı olabilecek bir öğrenme ortamı düzenlenmesi yararlı olabilir. BTÖ yaklaşımı ile öğrencilere sunulacak olan bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirme olanağı doğabilir (Akdeniz ve Paniç, 2012). Bu araştırmada Elektriğin İletimi ünitesine yönelik hazırlanan bağlam temelli çizgi roman ile öğrencilere, “öğrendiklerim günlük yaşamımda ne işime yarayacak?” sorusuna cevap verme ve bilimsel bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirme imkânı sunulmuştur. Böylece öğrencilerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştirecekleri düşünülmektedir.

Çizgi romanların öğretim ortamlarında kullanımı her geçen gün artmaktadır (Shaltout, 2016). Bunun sebebinin çizgi romanların popüleritesi, günümüz öğrencilerinin hem görsel okuryazarlığının yüksek olmasının hem de okuma becerilerinin azalmasının olduğu öne sürülmüştür (Tatalovic, 2009). Buradan yeni neslin geleneksel metin tabanlı iletişimlerini tercih etmedikleri anlamına geldiği de söylenebilir. Mevcut çalışmaların çoğunda çizgi roman kullanımı, bilim iletmenin heyecan verici bir yolu olarak benimsenmesinden kaynaklandığı söylenmektedir (Tatalovic, 2009). Dolayısıyla çizgi romanlar fen bilimleri öğretiminde ilgi çekici bir araç olarak

kullanılabilirler. Mevcut araştırmada, çizgi romanın öğrenme ortamında kullanılmasıyla öğrencilerin ilgilerinin Elektriğin İletimi ünitesine çekilebileceği inanılmaktadır.

Çizgi romanlar, bilimle ilgili bağlamları ve görevleri sunma bağlamında, öğrenciler için doğrudan sezgisel anlayışı dahil etmek ve onu daha motive edici ve anlaşılır kılmak için farklı bir araç olarak önerilmiştir. Çizgi romanlar, görselleri kullanarak bilgi sağlamak ve onu anlaşılır öğrenme durumlarına yerleştirmek için özellikle önemli görölmektedir (Affeldt vd., 2018). Çizgi romanlar, metin ve resimlerin birbirleriyle etkileşiminden yararlanılarak tasarlanabilir. Metin ve görseller bir hikâye etrafında kurgulanabilir. Çizgi romanların, bilimsel bilgi için tutarlılık ve bağlam oluştırmaya yardımcı olabileceği, geleneksel ders kitabı öğrenimini aşabileceği düşünölmektedir. Böylece çizgi romanlar, öğrencileri belirli bir konuya dahil edebilen, onları ilgili bilgileri kavramaya motive edebilen, içeriği hatırlamaya yardımcı olan ve fen öğrenimine daha fazla eğlence katan pedagojik bir araç olmaktadır (Spiegel vd., 2013). Bu sebeplerden dolayı mevcut araştırmada Elektriğin İletimi ünitesinin öğretiminde çizgi roman kullanımının etkili olacağı düşünölmektedir.

Bu araştırmada geliştirilen çizgi roman, bağlam temelli bir kurguya sahiptir ve öğrencilerin bilimsel bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebilecekleri şekilde gerçek hayat problemlerini sınıf ortamına taşıyacak senaryolardan oluşturulmuştur. Öğrencilerin bağlamlarının işlendiği farklı bir öğrenme ortamında akademik başarılarının yanı sıra, ilgi ve motivasyonlarının da artırılması hedeflenmektedir. Belirlenen hedeflerin gerçekteşmesi durumunda fen eğitime yeni bir bakış açısı kazandırılacağı düşünölmektedir.

Bağlam temelli çizgi romanlarla yapılan öğretim sonunda, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri zihinlerinde nasıl yapılandırdıkları TZM'lerin belirlenmesi yoluyla araştırılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan öğretim materyali bağlam temelli olduğu için veri toplama aracı da bağlam temelli olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin TZM değişimlerini belirlemek için bağlam temelli öğrenme durumları belirleme testi geliştirilmiştir. Bağlam temelli öğrenme durumları belirleme testi gerçek yaşam problemlerinden yola çıkılarak hazırlanan sorulardan oluşmaktadır. Bu şekilde fen

eğitimi araştırmacılarına öğrencilerin TZM'lerinin pratik bir şekilde belirleyebilecekleri öğrenim durumları testinin sunulmasının yararlı olacağı dűřünölmektedir.

Araştırma verilerinden elde edilen sonuçlar ışığında, öğrenme ortamı tasarımına yardımcı olacağı, eğitimcilere ve araştırmacılar farklı bakış ačíısı kazandıracağı, öğrenme durumları belirleme testi ve öğretim materyalinin literatűre katkı sunacağı dűřünölmektedir. Araştırma için geliştirilen bağlam temelli çizgi romanın öğrenme ortamında tesirli olduğunun ispatlanması durumunda araştırmacılar yeni bir çalışma yolu oluşturabilir. Öđretmenler etkili bir öğrenme ortamı tasarımında geliştirilen çizgi romandan yararlanabilir ve kitap yazarlarına geleneksel ders kitapları yerine farklı bir kaynak geliştirme anlayışı için yol gösterebilir. Bu bakımdan öğrencilerin kendilerine sunulan bilgileri zihinlerinde yapılandırma biçimlerinin tespit edilebilmesi için TZM değişimleri araştırılmıştır. Araştırma kapsamında, bağlam temelli öğrenme durumları testi hazırlanmıştır. Hazırlanan Elektriđin İletimi üniteleri öğrenme durumları testinde yer alan maddeler günlük hayattan bağamlar ve problemler içermektedir. Bu şekilde öğrencilere gerçek yaşamlarında karşılaşabilecekleri problemleri çözme becerisi kazandırılması hedeflenmektedir. Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük yaşamalarıyla ne derece ilişkilendirme yapabildikleri görölebilecektir. Öđrenim durumları testi, çoktan seçmeli sorulardan oluştuğundan öğrencilerin TZM'lerinin belirlenmesine imkân vermektedir (Ezberci evik, 2018; Yűzbařıođlu, 2022; Yaz, 2022). Literatűrde Elektriđin İletimi ünitelerine yönelik bağlam temelli öğrenim durumları testi ile bağlam temelli çizgi roman ve TZM analizi olmaması sebebiyle bu çalışmanın alandaki araştırmacılar için örnek niteliği taşıyacağı dűřünölmektedir. Elektriđin İletimi ünitelerine yönelik hazırlanan bağlam temelli çizgi roman ile derslerin yürütöldüğü mevcut araştırmada geliştirilen bağlam temelli öğretim materyali eğitimciler için yararlı olacağı için önemlidir. Bundan sonra yapılacak araştırmalar için bağlam temelli öğrenim durumları testi, bağlam temelli çizgi roman ve TZM analizi zemin oluşturacağı dűřünölmektedir. Mevcut araştırmada elde edilen sonuçlar fen eğitimcilerine, araştırmacılar, öğretmen ve öğretmen adaylarına, öğrenciler ve ailelerine farklı bir bakış ačíısı kazandıracağı ve onlara yeni fikirler vereceğinden dolayı kıymetlidir.

1.5 Varsayımlar

Bu tez çalışmasının planlanması ve uygulanmasında aşağıda ifade edilen varsayımlar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu tez araştırmasında aşağıda verilen durumlar varsayılmıştır:

1. Araştırmanın uygulama aşamasında kontrol edilemeyen değişkenlerin araştırma grubunda yer alan tüm öğrencileri eşit düzeyde etkilediği varsayılmıştır.
2. Bağlam temelli çizgi roman ve bağlam temelli öğrenme durumları testinin geliştirilmesinde öğrencilerin samimi cevaplar verdikleri varsayılmıştır.
3. Görüşüne başvurulmuş uzmanların yansız ve samimi oldukları varsayılmıştır.

1.6 Sınırlılıklar

Araştırmanın planlanmasında ve gerçekleştirilmesindeki sınırlılıklar aşağıda ifade edilmiştir.

1. Araştırmanın uygulaması, üç hafta ve haftada dört ders saati ile sınırlıdır.
2. Araştırma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Kastamonu merkez ilçede yer alan öğrencilerle sınırlıdır ve verilerin genellenebilirliği sadece benzer koşullara sahip öğrenci ve öğretmenlerle sınırlıdır.
3. Konu olarak ortaokul altıncı sınıf fen bilimleri dersi Elektriğin İletimi ünitesi kazanımları ile sınırlıdır.
4. Yöntem olarak ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma modeliyle sınırlıdır.
5. Araştırmada incelenen TZM'ler "Bağlam Temelli Öğrenme Durumları Testi"nin ölçebildiği nitelikler ve gerçekleştirilen analizlerle sınırlıdır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde bağlam temelli öğrenme (BTÖ) yaklaşımı, bağlam temelli sorular, bağlam bilgisi, bağlamlaşmış bilgi, model, zihinsel model, TZM, çizgi roman, çizgi romanın eğitimdeki yeri ve araştırmanın zeminini oluşturan Elektriğin İletimi konusuyla ilgili bilgiler verilmiştir.

2.1 Bağlam Temelli Öğrenme Yaklaşımı

BTÖ yaklaşımı, gerçek yaşam bağlamlarının öğrencilerin öğrendikleri bilimsel bilgileri ile ilişkilendirilmesi temeline dayanmaktadır (Glynn ve Koballa, 2005). Öğrenciler, bilimsel bilgilerini günlük yaşamları ile ilişkilendirebilirse anlamlı ve etkili öğrenmeler gerçekleştirebilmektedir (Gilbert, 2006). Öğrencilerin zihinlerinde bir konu veya kavramı öğrenirken günlük yaşamda ne işine yarayacağıyla ve niçin öğrenmesi gerektiğiyle ilgili sorular olabilmektedir. BTÖ yaklaşımıyla bu sorulara öğrenme ortamında cevap verilebilmektedir (Glynn ve Koballa, 2005).

BTÖ yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarında, bilgi ve pratik arasındaki ilişki günlük yaşamdan alınan bağlam örnekleriyle sağlanmaktadır. Böylece kavram veya konular öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirilebilmektedir. BTÖ, ilgi ve motivasyonu artıran öğrenme-öğretme yaklaşımıdır (Clifford ve Wilson, 2000). Bağlamlar öğrencinin içinde bulunduğu sosyal ve kültürel çevreyi ifade eder (Whitelegg ve Parry, 1999). Yakın çevreden seçilen bağlamlar, öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik güdülenmelerini ve konu veya kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmelerini sağlar (Bennett ve Holman, 2003).

BTÖ ilk kez 1980'li yıllarda ortaya çıktığı ve İngiltere'de, York üniversitesinde, öğrencilere dersi ilgi çekici hale getirmek için bir grup araştırmacı tarafından ortaya atılan bir yaklaşımdır (Benneth ve Lubben, 2006). Bağlam kelimesi İngilizce karşılığı olan "contex" birbirine bağlama manasında kullanılmaktadır (Gilbert, 2006). Burada öğrencilerin çevreleriyle ilişkisinin öğrenme ortamlarına taşınmasıyla, bilimsel bilgiler ve günlük yaşamın birbirine bağlanması amaçlanmaktadır (Johnson, 2002). Bu

sebeple öğrencinin çevresi ve bilimsel bilgiler arasındaki ilişki kurulurken kullanılacak materyal ve bağlamlar önemlidir.

BTÖ materyali, bilimsel bilgilerin günlük yaşamla ilişkisini göstermeli ve sınıf içi öğrenme ortamına günlük yaşam problemlerini yansıtan etkinlikleri taşıyabilmelidir (Parnell, 2001). BTÖ materyali, öğrencilere fen konularının günlük yaşamdaki yerini, bilimsel bilgilerin gerçek yaşamla ilişkisini ve hangi problemlerin çözümünde kullanıldığını öğrencinin çevresinden alınan bağlamlarla göstererek her birinin hangi teorik bilgiyle ilişkili olduğunu kavratmaya çalışmalıdır (Gökçe, 2018). Bağlamlar, öğrencilerin mevcut durumları tanımasına ve gerçek yaşantıları ile durumları birbiriyle ilişkilendirilmesine yardımcı olmalıdır. Bu sayede öğrencilerin bilimsel bilgileri ile günlük yaşamları arasında ilişki kurulmuş olur (Yıldırım ve Gültekin, 2017). Bağlamlar günlük yaşam içinden alınan örnek durumlardır. Örnek durumların öğrencilerin günlük yaşamı ile ilişkisi bağlamların etkililiğinde önemlidir. Öğrencilerin günlük yaşamından seçilen bağlamlar öğrencilerde merak uyandırabilir. Böylece bağlamlar öğrencileri öğrenmeye teşvik edebilir (Koroğlu Gürsoy, 2011). Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını sağlayan BTÖ, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendikleri bilgileri yapılandırmalarını sağlayabilen bir süreçtir (Gökçe, 2018).

Öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilimsel fikirler ortaya koyabilmeleri için BTÖ'ye göre dizayn edilebilir. Öğrenciler, günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm sunmakta zorlanmaktadır ve öğrendikleri bilgileri günlük yaşama aktaramamaktadırlar (Acet, 2019). BTÖ öğrencilerin fen konuları ile günlük yaşamları arasında ilişki kurmalarına imkân verdiği için edindikleri bilgileri günlük yaşama aktarmaları kolaylaşmaktadır. BTÖ, öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştıkları problemlerin çözümünde okulda öğrendikleri bilgileri kullanabilmelerine yardımcı olmaktadır (Ünal, 2008).

'Bağlam temelli dersler', fen eğitiminde hedef eksikliği, aşırı içerik yüklemesi, öğrenciler tarafından tutarsız öğrenme gibi başlıca zorluklara yönelik olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (Gilbert, 2006; Sözbilir vd., 2007). Konuların öğrencilerle ilgili olmaması, öğrenmenin yeni bağlamlara aktarılmaması ve öğretilen bilgilerin öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkisizliği BTÖ'nin etkili olduğu alanlardır. Fen

bilimlerinin öğrenciler tarafından neden öğrenilmesi gerektiği konusunda kafa karışıklığı vardır (Glynn ve Koballa, 2005; Tekbıyık, 2010). Bu problemler çözülmeden gerçekleştirilen öğretimler toplumda bilime olan ilgideki düşüşe neden olmaktadır (Gilbert, 2006).

Bağlam temelli fen öğretiminin orijinal fikri, hem kavramların kullanıldığı bağlamları hem de bu kavramlar arasındaki ilişkileri daha açık bir şekilde ifade etmektir. Böylece konuyu öğrenciler için daha ilgili hale getirecektir. Bu tür ders tasarımında kavramlar ve bağlam arasındaki ilişkiyi göstermek için uygulama örnekleri, günlük yaşam deneyimleri, laboratuvar deneyleri ve belirli problem çözme görevleri yapılandırılmış bir şekilde öğrenme materyallerine dahil edilerek öğrencinin 'Bu konuyu neden öğrenmeliyim?' sorusuna yanıt verebileceği düşünülmüştür. Bağlamların öğrencilerle ilgili olması ve öğrencilerin fen öğrenmesinin başlaması için gereklidir. Etkili bir bağlama dayalı ders tasarımı, içinde öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine dair net bir varsayım içermelidir (Gilbert, 2006).

Bilginin öğrenciler tarafından aktif olarak yapılandırıldığı varsayımı, ileriye yönelik en iyi yoldur. Öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılaştıkları örnek bir durumla başlayan BTÖ'ye dayalı derslerde öğrenciler, konu veya kavramları günlük yaşamlarından bildikleri kavramlarla açıklamaya çalışırlar (Glynn ve Koballa, 2005; Bozdemir-Yüşbaşıoğlu, Ezberci-Çevik ve Kurnaz, 2020). BTÖ modeline göre tasarlanan dersler, öğrencilerin ilgileri toplamalarını sağlayacağı için öğrenmelerin etkili bir biçimde gerçekleşmesini sağlayacaktır (Gilbert vd., 2011).

Özetle, bu tez çalışmasında, BTÖ'ye göre tasarlanan öğrenme ortamlarında öğrencilerin fen konu veya kavramları neden öğrenmeleri gerektiğine cevap bulmalarına ve daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerine yardımcı olmaya odaklanılmaktadır.

2.2 Bağlam Bilgisi ve Bağlamlaşmış Bilgi

Fen eğitiminin etkili bir biçimde gerçekleşmesi için önemli bir yaklaşım olan BTÖ yaklaşımı ile tasarlanan dersler öğrencilerin günlük yaşamlarından alınan bir örnek durumla başlar ve öğrenciler bilimsel bilgileri bildikleri kavramlar ile açıklamaya

çalışırlar. Buradaki temel hedef öğrencilerin ilgilerini, bilimsel bilgiler ve günlük yaşam arasındaki ilişki ile çekebilmektir (Acet ve Kurnaz, 2024). Böylece öğrenciler ön bilgileri ile verilen bağlamları ilişkilendirerek yeni öğrenmeler inşa etmektedirler. Öğrencilerin yakın çevrelerinden verilen örnek durumlar, öğrencilerin bağlam bilgilerini meydana getirmektedir. Bu nedenle seçilen bağlamların öğrencilerin yaşadıkları çevrelerinden olmasına dikkat edilmelidir.

Bağlamlar birkaç şekilde tanımlanabilir. Çoğu zaman bağlamlar, öğrencilerin kavramlara, kurallara, yasalara vb. anlam vermelerine yardımcı olan durumlardır. BTÖ geliştirmenin önemli bir koşulu, bağlamların dikkatli bir şekilde seçilmesidir. Uygun bağlamları seçmek için bazı kriterlere literatürde yer verilmiştir. Bağlamların şu özelliklere sahip olması beklenir (De Jong, 2006):

- * Bağlamlar iyi bilinmeli ve öğrenciler için uygun olmalıdır (kız ve erkek).
- * Bağlamlar öğrenciler için çok karmaşık olmamalıdır.
- * Bağlamlar, öğrencilerin dikkatini ilgili kavramlardan uzaklaştırmamalıdır.
- * Bağlamlar öğrencilerin kafasını karıştırmamalıdır.

BTÖ yaklaşımı yapılandırmacı öğrenme teorisinin özünden yola çıkılarak öğrencilerin ön bilgileri ve yeni öğrenmeleri arasındaki ilişkiyi göstermede öğrencilerin bildiği bağlamlardan yararlanmayı hedeflemektedir (Ültay ve Çalık, 2011). Öğrencilere verilen örnek bağlamın öğrenilecek konu veya kavramlarla ilişkili olması gerekmektedir. Öğrenme ortamında öğrenilecek konu veya kavramlarla bağlam arasındaki ilişki bağlam bilgisidir (Bozdemir Yüzbaşıoğlu vd., 2020; Kurnaz, 2020).

Öğrencilerde öğrenilecek konular ve bağlam arasındaki bağlantı ilişkilendirme seviyesindedir. Öğrenciler yeni öğrenmeleri günlük yaşamdan seçilen bağlama aktarabildikleri zaman bu artık bağlamlanmış bilgi (contextualized knowledge) olur (Kurnaz, 2020). Yani bağlamlanmış bilginin bağlam bilgisinden farkı öğrenilecek konularla ilgili verilen bağlam ile ilişkilendirmenin yanında kullanmayı da gerektirmesidir (Kurnaz, 2020). Bu özelliklerin yanı sıra BTÖ örneklendirmek için

Stolk, Bulte, De Jong ve Pilot (2005), bağlamlarda kimya kavramlarını öğretmek için fen bilimleri öğretmeni geliştirme kursu çalışmasında, deneyimli öğretmenlerin kimya içeriği ile giriş bağlamını ilişkilendirmesinin oldukça zor olduğunu bulmuşlardır. Ders başlangıcında verilen metinde, bebekler için bebek bezlerinin özellikleri ele alınmış ve bir bebek bezi tarafından emilebilecek maksimum su miktarını bulmak için yapılan öğrenci deneyi yer almaktadır. Öğrenciler, bebek bezinin (üç yaşında bir bebek için) beklenmedik şekilde büyük miktarda (yaklaşık bir litre) su aldığını görünce şaşırmışlardır. Bununla birlikte, deneyden sonra öğretmenler, kimya kavramlarıyla bağlantı kurmak için bir başlangıç noktası olarak öğrencilerin fenomenlerle ilgili sorularını kullanmamışlar ve doğrudan öğrencilerin ders kitabında organik kimya ile ilgili genel bir bölüme atıfta bulunmuşlardır. Başka bir deyişle, giriş deneyinden sonra geleneksel olarak öğretime devam etmişlerdir. Eğer öğretmenler bu bağlamı kimyanın ötesindeki (polimer ağların özellik-yapı ilişkileri) durumlara aktarabilseydiler bu onlar için bağlamlaşmış bilgi olarak ifade edilebilirdi.

Özellikleri yeterli olmayan bağlamların öğrencileri motive etmeyeceği aşıkardır. Örneğin, De Jong, (2006) kimya dersinde kimyasal silahların yapımından bahsedilirken teknolojik bir bağlamın kullanılması pek çok kız öğrencinin ilgisini kimyaya çekmeyeceği gibi, çeşitli ruj ve diğer kozmetiklerin özellikleri ve bileşimi olarak kişisel bir yaşam bağlamının kullanılması pek çok erkek öğrenciyi kimyaya teşvik etmeyeceğini ifade etmiştir. Verilen örneğin yanı sıra bağlamların günlük yaşamdaki anlamları fen anlamlarıyla örtüşmeyebilir. Örneğin, asit yağmurunun asitliği bir sayı (pH) ile ifade edilir. Günlük yaşamda insanlar, yüksek bir asitliğin yüksek bir sayıya karşılık geleceğini düşünmektedirler. Ancak bilimsel çalışmalarda asitlik düşük bir sayıya ile betimlenir (De Jong, 2006).

Öğrencilere sunulan bağlamların yeterli özelliğe sahip olması gerektiğinden, derslerde öğretilecek konuyla ilgili, öğrencilerin daha aşına oldukları bağlamlara yer vermek önemli olabilir. Öğrencilerin konu ve kavramlara motive olabilmeleri için BTÖ yaklaşımında bağlam seçilirken belirli özelliklere dikkat edilmelidir. Öğrenciler aşına oldukları bağlamlarla ilişkilendirme yapıp yeni durumlara aktardıkları zaman bağlam bilgileri bağlamlaşmış olur. Her öğretim süreci etkililiğinin belirlenmesi için yapılan veri toplama ve değerlendirme, öğrencilerin bağlam bilgilerinin bağlamlaşma

durumlarının belirlenmesi içinde önemlidir. Çünkü BTÖ yaklaşımına göre dizayn edilen öğrenme ortamının etkinliği belirlenebilir. BTÖ yaklaşımına göre yapılan öğrenme ortamlarında öğrencilerin bağlamlaştırmış bilgilerinin belirlenmesinde bağlam temelli sorularla mümkün olacağı düşünülmektedir. Örneğin Bozdemir Yüzbaşıoğlu vd. (2020) tarafından yürütülen araştırmada öğrencilere balonun gölde ters bir kopyasını oluşturduğu bir resim gösterilmiştir. Öğrenciler gördükleri resmi yansıma kırınım seçeneklerinden birisiyle açıkladıkları zaman bu onların bağlam bilgilerini göstermektedir. Daha sonra öğrenciler seçtikleri olguyu resimdeki bağlam dahilinde fizik bilgileri açıkladıkları zaman bu onların bağlamlaştırmış bilgilerini ifade etmektedir (Doğru ve Kurnaz, 2023). Bu sebeple mevcut araştırmada fen konu ve kavramlarının günlük yaşamdan bir örnek ile ilişkilendirilmesi bağlam bilgisini, ilave olarak bağlam bilgisinin yeni durumlara ilişkilendirilmesi de bağlamlaştırmış bilgiyi ifade eder.

2.3 Bağlam Temelli Sorular

BTÖ öğrencilerin günlük yaşamları içindeki fen konu veya kavramlarını fark etmelerini sağlar. BTÖ, öğrenme ortamlarında öğrendikleri bilgilerin öğrenme ortamı dışındaki ilişkisini anlamalarına ve bu bilgilerin öğrenme ortamı dışına transferine yardımcı olmaktadır. BTÖ yaklaşımı doğrudan yaşamdan alınan bağlamları ele alarak öğrenmeyi ihtiyaç haline getirmektedir (Ünal, 2008). BTÖ yaklaşımında bağlamlardan yararlanılırken derslerde bağlamların bütüncül olarak sunulması gerekmektedir. Bağlamların öğrencilere yeni kavramları fark etmelerini sağlayacak şekilde verilmesi sağlanmalıdır. Böylece öğrencilerin yeni öğrendikleri kavramları bağlamlarda fark etmeleri, karşılaştırmaları ve benzerlik kurmaları sağlanmış olur (Gilbert, 2006).

Fen bilimleri dersi ile öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları olaylar iç içedir. Öğrencilerin sıradan günlük yaşamlarının yansıması olan fen bilimleri dersiyle öğrenciler, yaşadıkları çevreyi daha iyi tanırlar ve fen bilimleri dersinin hayatın bir parçası olarak açıklarlar (İlhan ve Hoşgören, 2017). Öğrencilerin yaşantıları konu ve kavramların öğretiminde göz önünde bulundurulması öğrenmeyi kolaylaştırabilir.

Öğrenciler, fen bilimleri dersi ile kendi yaşamları arasındaki ilişkiyi fark edip çevrelerini tanımaya başladıkları zaman öğrendikleri bilgileri kullanarak karşılaştıkları

problemlerin çözümünde kullanma imkanına kavuşmuş olurlar. Fen bilimleri dersi ve öğrencilerin yaşamları arasındaki ilişkiyi göstermek için kullanılan bağlamlar öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük yaşamlarına aktarabilmelerini kolaylaştırmaktadır (İlhan ve Hoşgören, 2017). BTÖ yaklaşımına göre işlenen derslerin etkililiğinin belirlenmesinde bağlam temelli sorulardan yararlanılması önemli bir unsurdur. Çünkü öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılarına çıkan problemlerin çözümünde öğrendikleri bilgilerden yararlanmalarının sağlanması açısından bağlam temelli soruların kullanılması gerekir (Elmas ve Eryılmaz, 2015). Fen bilimleri derslerinden kullanılan klasik sorular fen bilimleri dersinin günlük yaşamla ilişkisinin kurulmasında problemlere yol açmaktadır (Benckert, 1997). Bu problemlerin yaşanmaması için bağlamlarla senaryolaştırılmış soruların kullanılması elzemdir. Böylece veri toplama ve değerlendirme faaliyetleri için kullanılan sorular öğrencilere daha anlamlı gelmektedir (Elmas ve Eryılmaz, 2015).

BTÖ yaklaşımı ile işlenen derslerin öğrenme durumlarının belirlenmesinde bağlam temelli olarak hazırlanan sorulara ihtiyaç duyulmaktadır (Bennett, Lubben ve Hogarth, 2007). Çünkü öğrenme ortamlarında öğrenciler bağlama dayalı öğrendikleri bilgileri farklı bağlamlara uygulayabildiklerinin görülmesi gerekmektedir (Elmas ve Eryılmaz, 2015). Diğer bir deyişle öğrencilerin bilimsel bilgilerini ne derece transfer edebildiklerinin belirlenmesi önemlidir. Bağlam temelli sorular, öğrencilerin günlük yaşamlarından alınan kurgulardan yola çıkılarak ele alınan konu veya kavramlara ilişkin öğrencilerin bilgilerinden yararlanarak çözümler üretmeleri beklenen problem durumlarıdır (Bennett, Lubben ve Hogarth, 2007). Bu sayede öğretmenler, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük yaşamlarında ne derece kullanabildiklerini belirleme imkânına sahip olacaklardır. Bunun yanı sıra bağlam temelli sorular öğrencilerin problemleri somutlaştırmalarına ve zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olur (Elmas ve Eryılmaz, 2015). Bağlam temelli sorular ile öğrenciler ezberden uzaklaşabilir ve öğrencilere akıl yürütmeleri için fırsat verilebilir.

Bağlam temelli soruların hazırlanması beraberinde bazı problemleri ve zorlukları getirmektedir. Soruların içine bağlam yerleştirilirken bağlamın bilinirliği, bağlama konsantre olunması, daha fazla okuma gerektirmesi ve akıl yürütme gibi süreçlerde dikkatli olunması gerekmektedir. Nitekim bağlam seçilirken dikkatli olunmadığında

hazırlanan soruların geçerlilik ve güvenilirliklerini tehlikeye düşürme riski vardır (Elmas ve Eryılmaz, 2015).

Bağlam temelli soruların hazırlanmasında bağlam seçimindeki sorunlara ilaveten eğitimcilerinde bağlam temelli ve geleneksel sorular arasındaki farkı bilmedikleri eklenirse (Kurnaz, 2013), bağlam temelli soru hazırlamanın oldukça dikkat gerektiren bir durum ve pek çok süreçten oluştuğu söylenebilir. Bütün bunlara dikkat edilmediğinde eğitim-öğretim süreci ile veri toplama- değerlendirme süreci farklı noktalarda olacağından öğrenme ortamlarının sağlıklı bir biçimde ele alınması düşünülemez. Bağlam temelli sorular hazırlamada dikkat edilmesi gereken hususlarla ilgili literatürde çalışmalar bulunmaktadır (bkz. Ahmed ve Pollitt, 2007; Kurnaz, 2013; Elmas ve Eryılmaz, 2015; Kabuklu vd., 2019). Bağlam temelli sorular hazırlanması da dikkat edilecek hususları nitel bir problem cümlesinin yazılması, bağlamla ilgili kurgusu olan bir problem durumunun oluşturulması ve bağlamların belirlenmesi şeklinde özetlenebilir (Kabuklu vd., 2019).

Bağlam temelli sorular için seçilen bağlamların öğrencilerin ilgi ve seviyelerine uygun olması gerekir. Kullanılacak bağlamların öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri durumlardan seçilmesi önemlidir (Elmas, Bülbül ve Eryılmaz, 2011). Bağlam temelli sorularda okuma ihtiyacı diğer sorulara göre fazla olduğundan, bağlamlar kurgulanırken gereksiz ayrıntılardan uzak durulması yararlı olabilir. Bağlam senaryolaştırılırken öğrencinin soruya değil bağlama odaklanma ihtimaline karşı dikkatli olunmalıdır (Elmas ve Eryılmaz, 2015). Bağlam belirlendikten sonra ölçülmek istenen konu veya kavramlar soruya dahil edilerek senaryolaştırılması gerekmektedir. Soruların senaryosu hazırlanırken fen konu veya kavramlarını günlük yaşamla iç içe sunmalıdır (İlhan ve Hoşgören, 2017).

Literatür verilerinden hareketle bu tez çalışmasında bağlam temelli öğretim yapıldığından öğretim faaliyetini değerlendirmek için bağlam temelli sorulara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir. Bağlam temelli soru hazırlamada dikkat edilmesi gereken hususları göz önünde bulundurarak bağlam temelli sorular hazırlanmasına odaklanılmıştır.

2.4 Çizgi Romanın Tarihsel Gelişimi, Tanımı ve Özellikleri

Çizgi romanların tarihsel gelişimiyle ilgili farklı fikirler bulunmaktadır. Harrington (1945) çizgi romanın tarihsel gelişiminin çölde yer alan Sümer ordusunun hareketlerine ve Mısır mezarlarının günlük yaşamı içeren resimlerine dayandığını ifade etmiştir. 1828’de İsviçreli karikatürist Rodolphe Töpffer tarafından yayınlanan “Mr. Obadiah Oldbuck’ın Maceraları” adıyla modern çizgi romanın yayınlanmasıyla gazetelerin bir basımdaki sayısı artmaya başlamıştır (Greenfield, 2017). Çizgi romanın öncüsü olarak kabul edilen Töpffer, görseller ve metinlerin birbiri olmadan anlamsal bütünlüğün sağlanamayacağını ifade etmiştir (Yağlı, 2017).

Dünyanın ilk süper kahraman çizgi romanı 1938’de Süpermen serisiyle önemli bir dönüm noktası olmuştur. Akabinde Captain Marvel adıyla bir süper kahraman çizgi roman serisi onu takip etmiştir (Cantek, 2014). Bu tarihten sonra çizgi romanlarda II. Dünya Savaşının etkileri görülmeye başlanmıştır. Önce askerlere eğitim ve moral amaçlı hazırlanan çizgi romanlar gitgide savaş çizgi romanlarına dönüşmüştür. Böylece çizgi romanlar oluşturdukları dönemin özelliklerini gösterme özellikleri bir kez daha ortaya konulmuştur (Şentürk-Çiçek, 2020).

1930’lu yıllarda çizgi romanlar Türkiye’de de boy göstermeye başlamışlardır. Daha çok başka dillerde hazırlanan çizgi romanların çevirilerinden oluşan çizgi romanların Türkiye’deki “Kara Maske” ilkidir (Tuncer, 1993). Daha sonraki yıllarda Afacan adlı dergiyi yöneten öğretmen Mehmet Faruk Gürtunca’nın çizgi romanları sevdirdiği büyük etkisi olmuştur. Türkiye’de de tüm dünyada olduğu gibi ikinci dünya savaşının etkileriyle oluşan ekonomik ve siyasal sıkıntılar çizgi romanların yayınlanmasını olumsuz etkilemiştir (Cantek, 2014).

Türkiye’de çeviri çizgi romanların yanı sıra, çizgi romanlarda değişiklikler yapılarak kültürümüze uyumlu hale getirilip yayınlanmıştır. Ülkemizin ilk yerli ve milli çizgi romanı ünlü halk kahramanı “Köroğlu” isimli çizgi romandır (Kireççi, 2008). Daha sonra çizgi romanlar Türkiye’de yerleşme başlamış, kendi özgün çizgi romanlarımız "Karaoğlu", "Kara Murat", "Malkoçoğlu" ve "Tarkan" isimleriyle yayınlanmıştır (Tuncer, 1993).

Televizyon dünyasının yaygınlaşması çizgi romanı olumsuz yönde etkilemiştir. Film-sinemanın güçlenmesi ve insanlar tarafından tercih edilmesi çizgi romanların bilinirliğini azaltmanın yanı sıra çizgi roman karakterlerinin de unutulmasına yol açmıştır (Cantek, 2004). Günümüzde mizah dergilerinin tercih edilmesinin etkisiyle çizgi romanın bilinirliği tekrar canlanmaya başlamıştır. Bu denli ilginin yoğun olması yayın sayısının artmasıyla sonuçlanmıştır (Şentürk-Çiçek, 2020). Yayınlara bakıldığı zaman siyasetten mizaha, eğitimden bilime farklı niteliklerde olduğu görülebilir.

"Bir görüntü bin kelimeye bedeldir" sözünün karşılığı olan çizgi romanların belirli kurallara dayandığı ifade edilebilir. Çizgi roman belirli bir senaryo çerçevesinde metin ve görselin uyumlu bir şekilde sunulduğu bir anlatım sanatıdır (Einsner, 1985). Çizgi romanlar, öğrencilerin sözel ve görsel yorumlama becerilerini geliştirirler ve içeriğinde yer alan görsel ile metinler yardımıyla öğrencilere bilgi iletirler (Şentürk Çiçek, 2020). Bunun yanı sıra çizgi romanlar öğrencilerin okuryazarlık becerilerinin gelişmesine yardımcı olurlar. Kısa yayınlardan oluşan çizgi romanlar belirli bir olay akışı içerisinde bir ya da birden fazla hikâyeyi ele alırlar (Greenfield, 2017).

Yıllar içerisinde çizgi romanların yapısında değişimler meydana gelmiş ve ortaya çıktığı dönemin özelliklerini yansıtacak şekilde gelişmiştir (Yüzbaşıoğlu, 2022). İngilizce "comics" veya "funnies" adıyla da bilinen çizgi romanlar, tarihte bilinen ilk örnekleri günümüzden farklı olarak daha çok komedi unsurları barındırmaktadır (Alsaç, 1994). Çizgi romanlarda olaylar geçmiş veya geleceğe yönelik olabileceği gibi şimdiki zamanla da ilgili olabilir. Olaylar metinler, çizimler, karma medya ve ikonografi kullanılarak sıralı bir anlatım biçiminde öğrencilere aktarılır (Arroio, 2011). Çizgi romanlarda çizerler, bir anlatı oluşturmak için ya resimlerin tek başına ya da kelime(ler) ve resim(ler)in düzenlenmesi ve yan yana getirilmesi yoluyla ifadeyi iletirler (Arroio, 2011). Çizgi roman oluşturma disiplinler arası bir etkinliktir. Çünkü bilgisayar ve araştırma becerisinin yanında okuma-yazma ve çizim gerektiren bir aktivitedir (Şentürk Çiçek, 2020).

Çizgi romanlar dünyanın farklı coğrafyalarında popülerite kazanmıştır. Çin'in manhua'sından Japonya'nın mangasına kadar dünya çapında farklı kültürler çizgi roman geliştirmişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri'nin çizgi romanları ve

Avrupa'daki çizgi roman dergileri oldukça yaygındır. Çizgi romanları resimli kitaplardan ayıran şey, resimlerin doğal sıralaması ve kelimeler üzerindeki baskınlığıdır. Ancak iki ortam arasında bazı benzerlikler bulunmaktadır. Çoğu çizgi roman, sözcükleri resimlerle birleştirir ve genellikle konuşmayı sözcük balonları biçiminde gösterirler. Konuşma balonları ve kutuları genellikle diyalog kurulan bilgileri gösterir. Paneller, düzen, oluklar ve fermuarlı şeritler hikâyenin akışını göstermeye yardımcı olabilir. Çizgi roman, sıralı bir anlatıyı iletmek için görüntülerin kullanıldığı grafik bir ortamdır (Arroio, 2011).

Kelimeler ve çizimler hikâyeler anlatmak ve mesaj iletmek için muazzam bir güce sahip olabilir. Öğrenciler, resimler arasındaki boşlukları doldurmak için hayal güçlerini kullanarak çizgi romanlara aktif olarak katılırlar (Rota ve Izquierdo, 2003). Çizgi romanların bu güce sahip olduğu söylenebilir. Çizgi romanlar olaylar anlatılırken görseller ve metinlerden yararlandığı için öğrenciler kendilerine iletilen bilgiyi daha etkili bir şekilde alırlar (Topkaya, 2017). Çizgi romanlarda konuşan karakteri belirlemek için konuşma balonları kullanılır. Hangi karakterin konuştuğunu belirtmek için konuşma balonu ona doğru çizilir. Karakterin iç sesinden konuşma tonuna kadar her türlü ifade biçimini belirtmek için konuşma balonlarından yararlanılır. Konuşma balonları içinde verilmek istenen kısa mesajlar metin, ses öğeleri ya da kelimeler ile ifade edilir (Kireççi, 2008).

Çizgi romanların diğer anlatı sanatlarında üstün yönü, görsel ve metni bir araya getirerek kalıcılığı sağlamasıdır (Şentürk Çiçek, 2020). Çizgi romanlarda sadece hikâyeyi anlamaya yardımcı olan görselleri izleyerek, okuyarak ve yorumlayarak anlamlar çıkarmak ve mesajları anlamak mümkündür. Hikayeler, dünyadaki olayları anlamlandırmanın ve iletişim kurmanın bir yolu olarak her gün kullanılmaktadır (Avraamidou ve Osborne, 2008).

Çizgi romanların içeriklerine bakıldığında zaman çok farklı bileşenlerden meydana geldiği görülebilir. Bu bileşenlerden bazıları, arka planlar, sahneler (nesne, insan, havyan görüntüleri), efektler, konuşma balonları, karakterler ve karakterlerin jest ve mimikleridir. Öğrenciler tüm bu bileşenler arasında bağlantı kurarlar (Jacobs, 2007).

Çizgi romanlarda metin yoğunluğuna dikkat edilmesi gerekmektedir. Çizgi roman akışının bozulmaması için görsel-metin dengesinin korunması önemlidir. Çizgi romanın konusunu sade, açık ve anlaşılır olmalıdır. Kurulan cümle sayısının az olması çizgi romanın okunurluğunun artmasına fırsat verir (Kireççi, 2008). Okumaya karşı isteksiz olan öğrencilerin okumalarının kolaylaştırılması için kullanılan dilin sade ve kısa olması önemlidir (Tuncer, 1993).

Çizgi romanlarda bir diğer husus konu seçimidir. Çizgi romanların konusu seçilirken geniş bir öğrenci kitlesine hitap edecek şekilde, öğrencilerin anlayabileceği seviyede ve onların ilgisini çekecek şekilde olması gerekir (Tuncer, 1993). Çizgi romanların öğrenciler tarafından kendileriyle ilişkilendirilmesinde ve içselleştirilmesinde çizgi roman senaryosunun günlük yaşamla ilişkili olması etkilidir (Alsaç, 1994). Karakterlerin olaylara ve durumlara verdikleri tepkilerde bu içselleştirme önemlidir. Çizgi roman karakterlerinin insan ya da hayvanlardan seçilebilmesi mümkündür.

Özetle çok eski zamanlardan beri insanların yaşamlarında önemli yer tutan çizgi romanlar oluşturulduğu dönemin özelliklerini iyi bir şekilde yansıtabilme gücüne sahiptir. Çizgi romanlar çeşitli konuları ele almak üzeri dünyanın farklı coğrafyalarında kullanıldığı görülmektedir. Çizgi romanların metin ve görseli uyumlu bir şekilde bir arada sunma özelliğine sahip olduğu ifade edilebilir. Çizgi romanlar oluşturulurken konunun sade olmasına ve dilinin açık, anlaşılır olmasına dikkat edilebilir. Çizgi romanlar oluşturulduğu konunun zihinlerde kalıcılığını sağlayabilir. Çizgi romanlarda görseller konuyu yansıttıkları için görsellere bakılarak konu hakkında fikir edinilebilir.

2.4.1 Çizgi Romanın Eğitimdeki Yeri

Öğretim programında yer alan amaçların gerçekleştirilmesinde yararlanılan araçlardan birisi de öğretim materyalidir. Öğretim materyalleri, öğrenme ortamlarını daha verimli kılmak için öğrencilere çeşitli biçimlerde sunulan araçlardır (Aküzüm, 2015). Öğrenmeyi kolaylaştırmak ve bilgileri daha somut hale getirmeyi amaçlayan öğretim materyalleri, öğretim programının amaçlarıyla uyumlu bir şekilde, öğrenci seviyesine

uygun ve konuların niteliklerine göre geliştirilip kullanılmalıdır (Şentürk-Çiçek, 2020).

Derslerin yapısına uygun olarak sunulan öğretim materyalleri ile öğrencilerin öğretim sürecine aktif katılımları gerçekleştirilmelidir (Greenfield, 2017). Öğretim ortamlarında sunulan öğretim materyallerinden birisinin de çizgi romanlar olduğu ifade edilebilir. Çizgi romanlar bilinirliği sebebiyle birçok araştırmacının dikkatini çekebilir. Çizgi romanın bilinirlik özelliği nedeniyle araştırmacılar tarafından öğretim materyali olarak tercih edildiği söylenebilir.

Çizgi romanların neden tercih edildiğiyle ilgili Marston (1943) tarafından yapılan araştırmada, geleneksel metinlere göre çizgi romanların görsel ve metinlerin birbiriyle uyumlu şekilde sunulmasından kaynaklandığı bulunmuştur. Çizgi romanların öğretim materyali olarak kullanımını inceleyen Hutchinson (1949) ise öğrencilerin motivasyonlarını artırmanın yanı sıra eğlenceli olduğunu ve öğrencilerin öğretim sürecine daha aktif katılımı sağladığını ifade etmiştir.

Çizgi romanlarla ilgili yapılan araştırmalar, çizgi romanların öğretim ortamlarında kullanımına karşı tereddüt ve çekinceleri gidermiştir (Şentürk Çiçek, 2020). Öğrencilerde görülen belirgin değişimler meydana getirmesi bunda etkilidir. Öğrencilerin tutumları, duyarlılıkları ve derse yönelik motivasyonlarının artması bu değişimlerden bazılarıdır (Greenfield, 2017). Böylece çizgi romanların eğlence dışında öğretim ortamlarında kullanımına karşı yeni bir tutum ve anlayış ortaya çıkmıştır (Greenfield, 2017).

Fen bilimleri derslerinin öğrenciler için eğlenceli hale gelmesi öğrencilerin ilgilerinin artmasını sağlamaktadır. Öğrenciler derslerde eğlenerek öğrendikleri zaman motivasyonlarının arttığı söylenebilir (Lazzarich, 2013). Çizgi romanlar mizahi unsurlarla birlikte verilmek istenen bilgileri görsel ve metinlerle bir bütünlük içerisinde sunulabilmektedir. Böylece öğrencilerin derse güdülenmesi çizgi romanlar ile artırılabilir (Hosler ve Boomer, 2011). Çizgi romanlar ilgi çekmeleri ve görsellerle metinler arasında ilişki kurma fırsatı verdikleri için öğrencilerin okuryazarlıklarını da geliştirir (Cheesman, 2006).

Çizgi romanlar öğretim ortamlarında geleneksel ders kitaplarına üstünlük sağlayabilir (Akın Yanmaz, 2021). Bunun sebebi çizgi romanların aktaracağı bilgileri görsel ve metinleri aracılığıyla bütün olarak vermesinden kaynaklanabilir. Bu özelliğinden dolayı çizgi romanlar öğretim ortamlarında kullanılan bir öğretim aracı olmasını teşvik edebilir. Ders içerikleri çizgi romanlarla eğlenceli bir biçimde sunulabilmektedir. Fen konu veya kavramları görsellerle desteklenerek sunulması öğrencilerin bilgileri zihinlerinde anlamlı bir şekilde yapılandırmalarını sağlamaktadır (Cheesman, 2006; Hosler ve Boomer, 2011).

Çizgi romanlar, öğretim uygulamaları açısından öğrenme ortamlarının güçlü bir destekçisidir. Çünkü her yaştaki öğrencilere ve her türlü öğretim ortamına ilgi çekici şekilde bilgileri sunarak öğrencilerin metinlerle etkileşime girerek öğrenmelerine imkân verebilir. Bir öğretim materyali olarak motivasyonu sağlaması (Hosler ve Boomer, 2011), sürekli kullanılabilirliği (Şentürk Çiçek, 2020) ve kalıcılığı sağlaması (İlhan, 2016; Kurt, 2019; Mutlu, 2019; Sarıbiyık, 2018; Wood, 2015) çizgi romanların güçlü yanlarıdır. Çizgi romanlar kullanımı kolay öğretim materyalleridir. Öğrencilerin dikkatlerini canlı tutmalarını, çalıştıkları konuya odaklanmalarını, okuma sırasında aktif düşüncelerini sağlayan çizgi romanlar, görsel ve edebi sanatlardandır (Cheesman, 2006; Greenfield, 2017; Rota ve Izquierdo, 2003).

Çizgi romanların bilgi vermek için kullanılması da anlamlı olabilir (Affeldt vd., 2018). Çünkü çizgi romanlarda yer alan metinler görseller ile bütün içerisinde yer aldığından öğrenciler için ilgi çekici ve motive edici olabilir. Öğrenciler çizgi romanları okurken merak duygusu içerisinde herhangi bir noktayı atlamadan dikkatlice okuyabilirler. Böylece öğrencilerin okumaya olan ilgileri artarken yorumlama becerileri gelişebilir (Wood, 2015). Öğrenci kendi okuma hızına göre ilerleyebildiğinden, çizgi romanlar öğrencilere bireysel ilerleme imkânı sunabilir (Affeldt vd., 2018). Çağdaş yaşam tarzlarını ve değerlerini, popüler kültür ve konuları çizgi romanlar vasıtasıyla öğretmenler öğrencilerine rahatlıkla tanıtabilirler. Çizgi romanlar çizim, tasarım, sanat ve görsel anlama gibi konularda öğretmenlere tartışma fırsatı oluşturabilirler. Öğretmenler çizgi romanlar ile öğrencilerine empati yapabilmeyi, öğrenmeye aktif katılabilmeyi ve temel kavramları kazandırmayı sağlayabilirler.

Çizgi romanlar ile öğretmenler öğrenme ortalarına görsel kültürü kolayca taşıyabilirler. Çizgi romanlar, eğitimde disiplinler arası bir öğrenme ortamı sunmada öğretmenlere yardımcı olabilirler. Öğretmenler, öğrencilerin kelime-görsel ilişkisi ve güçlü görsel okuryazarlık becerilerini çizgi romanlar aracılığıyla geliştirebilirler. Öğretmenler, öğrencilerin öğrenme ortamı dışındaki gençlik kültürünü öğrenmelerini çizgi roman vasıtasıyla gerçekleştirebilirler. Çizgi romanlar öğrenciler için bağlamlar içerdiğinden bilgilerin daha anlaşılabilir olmasını ve fikir yürütmelerini sağlayabilir. Çizgi romanlar öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırabilir. İyi motive olmuş öğrenciler metinlerdeki bilgileri daha iyi anlarlar (Berkowitz ve Packer, 2001; Cheesman, 2006; Şentürk Çiçek, 2020).

Çizgi romanlar, öğrencilerin öğrenme ortamlarında aktif olmaları sağlarken öğretmenlerin sınıf içerisindeki rolünü de etkileyebilir ve öğretmenler öğrenme ortamlarında öğrencilerin öğrenme süreçlerinde rehber rolünü üstlenebilirler. Böylece öğrenciler kendi öğrenmelerinde sorumluluk almış olurlar (Cheesman, 2006). Öğretmenler, karmaşık bilgileri bile öğrencilerine çizgi romanların motive edici özelliğinden yararlanarak aktarabilirler (Green ve Myers, 2010). Öğretmenler, zor konuların derslerde ele alınırken çizgi romanlar kullanılarak öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırabilirler (Hutchinson, 1949).

Çizgi romanlar günlük yaşamla ilişkili olarak hazırlandıklarında öğrenciler öğrenme ortamlarında öğrendikleri bilgileri rahatlıkla günlük yaşama aktarabilirler (Cheesman, 2006). Çizgi romanlarda kullanılan bağlamlar öğrencilerin öğrenme ortamları ve günlük yaşamları arasında ilişki kurmasına yardımcı olabilir (Cheesman, 2006). Çizgi roman kullanımı ile günlük yaşamla öğrenme ortamları arasında bağlantı kuran öğrencilerin, yaratıcı düşünme becerileri, problemlere bakış açılarının, çözüm üretme becerilerinin, geçmiş ve gelecek arasındaki ilişki kurma ve tasarım becerilerinin daha da geliştiği söylenebilir (Orçan, 2013).

Öğrenciler kendi günlük yaşamlarını içeren bağlamlar ile kendilerini çizgi romanın içinde bulabilirler. Oradaki karakterle duygusal bağ kurup kendilerini onlarla özdeşleştirebilirler. Böylece çizgi romanlar aracılığıyla toplumsal sorunlara farkındalık oluşturulabilir. Çizgi romanlar öğrencilerin düşünmesine fırsat verdiği için

empati yeteneklerini geliştirebilir ve eleştirel bir bakış açısına sahip olmalarına katkı sunabilir (Cheesman, 2006; Williams, 2008).

Fen öğretiminde çizgi romanlar günlük yaşamla ilişkilendirerek kullanılabilir. İçerisinde ilgi çekici hikayeler bulunması nedeniyle, öğrencilerin fen bilimleri derslerindeki başarılarını, ilgilerini ve motivasyonlarını artırabilir (Olson, 2008). Çizgi romanlarda yer alan bağlamlar öğrencilere öğrenme ortamlarını okul dışına taşımalarına imkân sunabilir. Çizgi romanlar aracılığıyla öğrenciler fen bilimleri derslerinde yer alan konu ve kavramları disiplinler arası bir tartışmayla ele alabilirler (Olson, 2008; Tatalovic, 2009).

Yukarıda verilen literatüre dayalı hususlardan hareketle çizgi romanların fen bilimleri derslerinde öğretim materyali olarak kullanılabileceği söylenebilir. Çizgi romanlar fen bilimleri öğretim programının amaçlarına uygun olarak fen öğretimi sürecine dahil edilebilir. Çizgi romanlar öğrencilerin bilişsel ve görsel seviyesine uygun olarak hazırlanıp öğretim materyali olarak kullanılabilir. Bu tez çalışmasında Elektriğin İletimi ünitesinin öğretimi için bağlam temelli çizgi roman hazırlanmasına odaklanılmıştır.

2.5 Elektriği İletimi

Milli Eğitim Bakanlığı'nın (2018) hazırladığı fen bilimleri öğretim programı incelendiğinde, öğrenciler üçüncü sınıftan itibaren elektrik konusu ile ilgili öğrenim görmeye başlamaktadırlar. Öğretim programında elektrik konusu ile ilgili yer alan kazanımlar Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1 Öğretim programında elektrik konusu ile ilgili yer alan kazanımlar (MEB, 2018)

Sınıf seviyesi	Kazanımlar
3	Elektrikli araç-gereçlere yakın çevresinden örnekler vererek elektriğin günlük yaşamdaki önemini açıklar. Elektrikli araç-gereçleri, kullandığı elektrik kaynaklarına göre sınıflandırır. Pil atıklarının çevreye vereceği zararları ve bu konuda yapılması gerekenleri tartışır. Elektriğin güvenli kullanılmasına özen gösterir.
4	Basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarını işlevleri ile tanıır. Çalışan bir elektrik devresi kurar. Evde ve okuldaki elektrik düğmelerinin ve kabloların birer devre elemanı olduğunu bilir.

Tablo 2.1'in devamı

5	Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar. Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek tahminlerini test eder.
6	Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder. Elektriksel direnci tanımlar. Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder.

Öğretim programında sarmal bir şekilde ele alınan elektrik konusu öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor konulardan biridir (Mırçık, 2018). Literatürde yapılan araştırmalar, elektrikle ilgili kavramları anlamakta öğrencilerin zorluklar yaşadığını göstermektedir (Ateş ve Polat, 2005; Çıldır ve Şen, 2006). Öğrencilerin elektrik konusunda başarılarını artırmak için yapılan çalışmaların yoğunluğu (Cokelez ve Yurumezoglu, 2009; Ivanjek vd., 2021; Kallunki ve Lavonen, 2010; Kazaklı, 2020; Lin, 2017; Mırçık, 2018; Yıldız vd., 2020), günlük yaşamın önemli bir parçası olan elektrik konusu öğretiminde güçlükler yaşandığını gösterebilir. Bu sebeplerle literatürde elektrikle ilgili kavramların nasıl öğretildiği ve nasıl öğrenilmesi gerektiğiyle ilgili yoğun bir çalışma yapıldığı söylenebilir.

Elektrikle ilgili literatürde öğrencilerin her öğrenim kademesinde alternatif fikirlere veya eksik öğrenmelere sahip olabildiğini göstermektedir (A.Şengüleç vd., 2017; Chambers ve Andre, 1997; Hussain vd., 2013; Karal vd., 2009; Kapartzianis ve Kriek, 2014; Karşı Baydere ve Bülbül, 2021; Küçüközer, 2003; Villarino, 2018). Öğrencilerin elektrikle ilgili sahip oldukları eksik öğrenmeler ve alternatif fikirlerinin giderilmesine yönelik farklı öğretim uygulamalarının yapıldığı görülmektedir. Karşı Baydere ve Bülbül (2021) tarafından yapılan araştırmada bağlam temelli yaklaşıma dayalı REACT stratejisini “Ampullerin Bağlanma Şekilleri” konusundaki kavramsal anlamalarına etkisini incelemişlerdir. Kömürcü (2010) yapılandırmacı yaklaşımının Elektriğin İletimi ünitesinde öğrencilerin bilgilerini zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarını incelemiştir. Kapartzianis ve Kriek (2014) ise elektrikle ilgili öğrencilerin kavramsal değişimlerini incelemişlerdir. Günaydın (2019) Elektriğin İletimi ünitesinde kavramsal anlamaları üzerine V diyagramlarının etkisini araştırmıştır. Bu çalışmalardan yola çıkılarak farklı öğretim uygulamalarının elektrik konusunun daha iyi anlaşılmasına ve öğrencilerin kavramsal değişimlerine katkı

sunduğu söylenebilir. Buna göre elektrik konusunun öğretiminde çizgi romanların kullanılması, eksik öğrenmelerin ve alternatif fikirlerin giderilmesine yardımcı olabilir yapıdadır.

Elektrik konusu ile ilgili yapılan çalışmalarda elektrikteki kavramsal sorunların üstesinden gelmek için çözümler önerilmiş olsa da sınırlı bir başarı elde edilmiştir (Kapartzianis ve Kriek, 2014). Bu durumda elektrik konusu ile farklı bir öğretim stratejisine ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Buradan hareketle elektrikle ilgili derslerin öğretim süreçlerinde, elektrik konu veya kavramlarının günlük yaşamla ilişkilendirilmesi, öğrenme ortamına bağlamların taşınması önemli olabilir. Bunun sonucunda öğrencilerin ilgileri elektrik konu veya kavramlarına toplamalarına yardımcı olunacağı düşünülmektedir.

Öğretim amaçlı hazırlanan çizgi romanların günlük yaşamla ilişki kurabilme özelliğinden dolayı öğrenme ortamlarından kullanılması faydalı olabilir. Bu sebeple Elektriğın İletimi ünitesinin öğretiminde bağlam temelli çizgi romanların kullanılması yararlı olabilir. Elektriğın İletimi ünitesinde öğretim sorunlarına, bağlam temelli çizgi roman çözüm noktasında katkı sunabilir. Öğrencilerin çizgi roman vasıtasıyla Elektriğın İletimi ünitesiyle etkileşim içinde bulunabilirler. Çizgi roman, Elektriğın İletimi ünitesine öğrencilerin ilgilerini artırabilir. Elektriğın İletimi ünitesinin öğretiminde çizgi roman kullanılmasıyla öğrencilerin bu üniteyle duygusal bir bağ kurmasına yardımcı olabilir. Öğrenciler çizgi romanda yer alan karakterlerle kendilerini özdeşleştirebilir ve Elektriğın İletimi ünitesini daha kolay öğrenebilirler. Öğrenciler çizgi romanda yer alan mizahi unsurlar ile eğlenerek derse motive olabilirler. İfade edilen bu hususlardan hareketle çizgi roman aracılığıyla Elektriğın İletimi ünitesinde meydana gelebilecek eksik öğrenmeler ve alternatif fikirlerin daha fazla giderilebileceğine inanılmaktadır. Bunların yanı sıra veri toplama ve değerlendirme faaliyetlerine derinlemesine bilgi sunacak bireysel ve sınıfsal olarak modeller oluşturulmasıyla öğrencilerin TZM'leri belirlenmiş olacaktır. Öğrencilerin TZM'lerinin belirlenmesiyle, zihinsel model tespitine kolaylıklar getirmenin yanı sıra farklı analiz yöntemiyle alternatif bir bakış açısı geliştirilmesi düşünülmektedir. Böylece öğtimi zor olan ve her seviyedeki öğrencilerde bulunan elektrikle ilgili öğrenme eksiklerinin en aza indirilebileceğı düşünülmektedir.

2.6 Model Nedir?

Zor ve karmaşık halde olan bilimsel bilgilerin basitleştirilmiş gösterimleri, bireyler tarafından bu bilgilerin doğru biçimde algılanmasına yardımcı olabilir. Günümüzde bilimsel bilgilerin baş döndürücü şekilde fazlaştığı ve daha da karmakarışık hale geldiği düşünüldüğünde, bireylerin bilimsel bilgileri doğru şekilde algılayabilmeleri için sadeleştirilmesi gerekmektedir. Bilimsel bilgilerin sadeleştirilmesinde modeller kullanılmaktadır. Böylece bilimsel bilgilerin bireyler tarafından daha anlamlı olarak yapılandırılmasında modellerden yararlanılmaktadır (Güneş ve Çelikler, 2010)

Bilim kavramları, fiziksel dünya ile etkileşimlerini yorumlamak için bireyler tarafından inşa edilen terimlere veya süreçlere verilen sosyal olarak müzakere edilen anlamları temsil eder. Bilim modelleri nesnelerin, olayların, fikirlerin, sistemlerin veya süreçlerin temsilleridir. Bilimsel modeller, bilimin ana ürünlerinden biridir ve davranış tahminlerinin yapılabilmesi ve test edilebilmesi için soyut teorilerin daha görsel bir şekilde yeniden üretilmesine izin vererek fenomenlerin karmaşıklığını azaltmada çok önemli bir rol oynamaktadır. Verileri özetlemek, sonuçları gerekçelendirmek ve iletişimi kolaylaştırmak için modellerden yararlanılmaktadır. Bilimsel model ile gerçeklik ve gerçeklik hakkındaki fikirler veya kavramlar arasında açık bir ayrım olduğunu öne sürülmektedir. Model, gerçeklikle ilgili fikirlerin veya kavramların hizmetindedir ve bunlar modelde açıkça temsil edilir. Modelden öğrenilenler ışığında fikirler revize edilir. Bilimsel model, bireylerin gerçekliği kavramsallaştırmasına yardımcı olur ve zihin ile maddi dünya arasında bir köprü görevi görür (Hubber, 2006).

Modellemenin temel bir düşünme becerisi olması için birçok sebep bulunduğu söylenebilir. Bunlardan bazıları; birçok bilim olgusu soyut olması (örneğin, manyetik alanlar), gözlemlenemez olması (örneğin, atomlar ve moleküller) veya analogi dışında açıklanamaz olması (örneğin, ışığın kırılması) örnek olarak verilebilir. "Modellerin bilimin ana ürünlerinden biri olduğu, modellemenin bilimsel metodolojinin bir unsuru olduğu ve modellerin fen eğitiminde önemli bir öğrenme ve öğretme aracı olduğu" düşünülmektedir (Harrison, 2001). Modellerden yararlanılarak öğrencilerin bilimsel bilgileri zihinlerinde nasıl yapılandıkları hakkında fikirler edinilebilir

(Yüzbaşıoğlu, 2022). Ancak modellerin gerçeğin birebir kopyası olması beklenmemesi gerektiği ifade edilebilir.

Modellerin fen öğretiminde kullanılmasıyla konu veya kavramların açıklanmasında öğretmenlere büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Van de Walle, 2004). Modellerin öğretimde kullanılması öğrencilerin konu veya kavramları öğrenilmesini basitleştirirken zihinsel yapılandırmalarını daha anlamlı hale getirmektedir (Ezberci Çevik, 2018). Böylece soyut olan konular somut hale getirilebilir.

DNA'nın yapısı gibi fen bilimleri öğretiminde birçok soyut konu ve kavram bulunmaktadır. Atomların yapısı, elektriksel direnç gibi konular soyut oldukları için öğrenciler tarafından öğrenilmesi oldukça zor olabilir. Bu konularla ilgili modeller hazırlamak soyut olan konu ve kavramları soyut hale getirebilir. Örneğin elektriksel direnç için kalın ve ince hortumdan suyun akması ile temsil edilmesi, DNA'nın yapısı için sarmal merdiven şeklinde üç boyutlu model oluşturulması bu konuların öğrenimini kolaylaştırmakta ve fen öğretiminde model kullanımının gerekli olduğunu ortaya koyabilir. Buna benzer daha birçok konunun modellerine fen bilimleri öğretim materyallerinde bulunmaktadır (Matthews, 2007). Modellerin öğrenme ortamlarında kullanılması öğrencilerin problemleri çözmelerine katkı sunduğu söylenebilir. Modeller anlaşılması güç olan konuları öğrenciye somut bir şekilde sunma imkânı verebilmektedir. Dolayısıyla fen bilimleri öğretimine modellerin katkısının büyük olacağı söylenebilir. Öğrencilerin günlük yaşamlarından alınan örneklerle model oluşturmak öğrenme ortamlarında bilimsel bilgilerin öğrenimini kolaylaştıracaktır. Çünkü modeller bilimsel bilgilerin daha sade hale getirilmiş örnekleridir (Harrison, 2001).

Literatür incelendiğinde modellerin öğrencilerin zihinlerinde yer alan bilgileri daha anlamlı bir şekilde yapılandırmaları ve konu veya kavramları anlama düzeylerine katkı sağlamak için kullanıldığı görülmektedir (Bozdemir Yüzbaşıoğlu ve Sarıkaya, 2019; Günbatar ve Sarı, 2005; Jong, 2009). Literatürde modellerin sınıflandırılmasına ilişkin farklı görüşler mevcuttur. Örnek (2008), modelleri zihinsel modeller ve kavramsal modeller olmak üzere iki başlık altında sınıflandırmıştır. Modeller, teorik ve zihinsel, simülasyonlar, simgesel, pedagojik analogik, senteze dayalı, tablolar, haritalar,

diyagramlar, kavram-süreç, ölçeklendirme, matematiksel, kavramsal, öğretim, bilimsel ve öğretim, uzlaşılan, paylaşılan modeller olarak sınıflandırılabilir. (Gobert ve Buckley, 2000; Harrison ve Treagust, 2000). Bu tezde ise model sınıflamalarının içinde zihinsel modellere odaklanılmıştır.

2.7 Zihinsel Model ve Belirlenmesi

Bireylerin dış dünyayı algıladıkları içsel sunumları zihinsel model olarak tanımlanmaktadır (Durukan İyibil, 2019). Bir başka ifadeyle, bireylerin dış dünyadaki herhangi bir olgu veya durumu anlamlandırmak için kullandığı bilişsel gösterimlerdir. Bireylerin olayları ve durumları anlamak için zihinlerinde oluşturdukları yapılar zihinsel modellerdir (Franco ve Colinviaux, 2000). Yapısal benzetim yapan bireyler bilişsel süreçlerle ilgili tahmin etme, kontrol etme, mantık yürütme ve tanımlama işlemleri yaparlar. Bireylerin kullandığı bu bilişsel süreçlerle ilgili gösterimleri zihinsel model olarak ifade edilebilir (Buckley ve Boulter, 2000; Örnek, 2008). Zihinsel modeller, bireylerin dış dünyaya hakkında sahip oldukları deneyimlerinin içselleştirilmiş bilgi yapıları olarak ifade edilebilir (Rapp, 2005). Bireylerin zihinlerinde bulunan olguları açıklamak için kullandıkları yapılar zihinsel modellerdir (Coll ve Treagust 2003).

Zihinsel modeller bilgilerin bireylerin zihinlerindeki kavramsal organizasyonlarıdır (Rapp, 2005). Craik (1943) zihinsel modelleri çıkarımların üretilmesine izin veren dış dünyanın dahili temsilleri olarak tanımlamıştır. Zihinsel modellerin, özellikle deneyimlenen bazı olguların (bir ders veya ders kitabındaki materyal gibi) ötesine geçmek için kullanılabileceği fikri, zihinsel modellerin zihinsel benzetim olduğu fikrini ortaya çıkarmıştır (Kahneman ve Tversky, 1982).

Zihinsel modeller bireylerin gerçek dünyaya ilişkin davranışlarını açıklamaya ve tahminde bulunmaya yardımcı olmaktadır (Greca ve Moreira, 2001). Bireylerin gerçek dünyayı algılamalarına ilişkin bilişsel gelişimleri sırasında zihinsel modeller ortaya çıkmaktadır (Harrison ve Treagust, 1996). Her bireyin kendine özgü zihinsel modeli vardır. Zihinsel modeller sürekli gelişim halindedirler. Bireylerin etkileşimde bulundukları bilgi ve beceriler ile zihinsel modeller değişim göstermektedir (Greca ve

Moreira, 2001). Bireylerin bilgileri zihinlerinde nasıl algıladıkları ile ilgili zihinsel modeller temsili olarak fikir verebilir (Günbatır ve Sarı 2005). Zihinsel modellerin düzenlenmesi ile bilimsel bilgilerin öğrenilmesi mümkündür (Greca ve Moreira, 2001). Zihinsel modellerden yararlanılarak var olan bilgiler ile problem çözme, karar verme, tahminde bulunma gibi bilişsel faaliyetler gerçekleştirilebilir (Rapp, 2005). Bireyler, problemlerin çözümü için gerekli olan zihinsel modeli uzun süreli hafızalarından getirebilir. Zihinsel modeller, öğrenilen yeni bilgiler ve günlük yaşam etkileşimleri ile değişip gelişebilirler.

Zihinsel modeller, bireylerin var olan bilgilerini temsil eder (Vosniadou, 1994). Bireylerin konu veya kavramları nasıl öğrendikleri ve zihinlerinde nasıl yapılandırdıkları, zihinsel modellerden yararlanarak belirlenebilir (Vosniadou ve Brewer, 1992). Bireylerin sahip oldukları zihinsel modellere göre düzenlenen öğrenme ortamları daha etkili ve anlamlı öğrenmeler sağlamaktadır (Bozdemir-Yüzbaşıoğlu ve Sarıkaya, 2019; Güneş ve Çelikler, 2010; Kurnaz, 2011; Stocklmayer, 2010). Zihinsel modeller, bireylerin sahip oldukları bilgilerin içsel sunumlar olduğundan doğrudan belirlenemezler. Ancak zihinsel modeller bireylerin gözlenebilir davranışları ile ilişkilendirilerek bireylerin zihinsel modelleriyle ilgili tahminlerde bulunabilir (Rapp, 2005).

Bireylerin bilimsel olmayan zihinsel modellere de sahip olabilir ve bu durum kavram yanlışlarından kaynaklanmaktadır (Chi, 2013). Öğrencilerin bilimsel olmayan modellerinin öğrenme ortamlarında dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü zihinsel modeller öğrenme süreçlerinde önemli yer tutmaktadır. Öğrenme ortamları düzenlenirken öğrencilerin mevcut zihinsel modellerinin dikkate alınması öğrenme faaliyetlerine katkı sağlayabilir. Böylelikle öğrenciler öğrenme ortamlarında bilimsel modeller oluşturabilirler (Micheal, 2004). Zihinsel modeller öğrencilerin içsel yapılarıdır. Öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesinde araştırma sonuçlarından da yararlanılabilir (Kurnaz ve Ekşi, 2015; Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2020). Literatürde yer alan araştırmalar incelendiğinde zihinsel modellerin tespitinde yoğun olarak çizimler, açık uçlu sorular ve görüşmelerden faydalandığı göze çarpmaktadır (örn. Hamdiyatı vd., 2018; Hermita vd., 2021; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Vosniadou ve Brewer, 1992; Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2020). Betimsel analiz

yöntemi gerektiren zihinsel model belirlemede kullanılan çizimler, açık uçlu sorular ve görüşmeler araştırmacılar için zor olmakta ve zaman almaktadır. Bunun yerine literatürde yer alan çalışmalardan yararlanılarak öğrencilerin olası cevapları belirlenebilir. Bu şekilde oluşturulan iyi yapılandırılmış veri toplama araçlarıyla öğrencilerin zihinsel modelleri belirlenebilir. Bu yöntemle öğrencilerin iyi yapılandırılmış veri toplama aracı ile zihinsel modellerinin belirlenmesi önemli olduğu ifade edilmektedir (Ezberci Çevik, 2018; Yüzbaşıoğlu, 2022; Yaz, 2022). Bu tezde öğrencilerin zihinsel modelleri literatüre dayalı hazırlanan iyi yapılandırılmış veri toplama aracı kullanılarak TZM teorisine ve belirlemeye odaklanılmıştır.

2.8 TZM ve Belirlenmesi

Zihinsel modeller, bilgilerinin birbirine sıkı bir biçimde bağlanmış, birbirinden kolay ayrılmayan ve uyumlu yapılardan oluşmaktadır (Bao ve Redish 2006). Bireylerin öğrenme süreçleri devam ettikçe sahip oldukları zihinsel modellerde değişimler meydana gelmektedir (Greca ve Moreira, 2000). Alan yazında öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemeye yönelik çalışmalarda veri toplama aracı bakımından araştırılmıştır. Araştırmaların veri toplamak için kullandıkları araçlar incelendiğinde; Çakır (2011) iletkenlik ve yalıtkanlık ile ilgili üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi amacıyla üç - aşamalı test, TGA yöntemi ve kavram haritası yöntemi kullanılmış ve öğrencilerle mülakat yaparak araştırmasını yürütmüştür. Başka bir çalışmada 98 öğrencinin zihinsel modelleri çizim, çizimlere ilişkin açıklamalar ve yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanan verilerin analizi neticesinde belirlenmiştir (Harman, 2016). Bu tür araştırmalarda genellikle zihinsel modelleri belirlemek için açık uçlu sorular ve çizimlerden yararlanılmıştır (Ültay vd., 2017). Çizimlerden ve açık uçlu sorulardan öğrencilerin zihinsel modelleri belirlenebilir. Ancak öğrencilerin yapmış oldukları çizimler ve açık uçlu sorulara verdikleri cevapların oldukça geniş bir kapsamda olduğu söylenebilir. Öyle ki öğrencilerin cevapları sorudan bağımsız ve anlamsız bile olabilmektedir (Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2020). Bu durumların ortaya çıkması öğrenci cevaplarının analizini zor ve zaman alan bir şekile getirmektedir. Zihinsel modellerle ilgili veri toplamak zahmetlidir (Ültay vd., 2017). Bireylerin zihinsel modellerinin gelişiminin sürekliliği düşünüldüğünde, zihinsel modellerin ortaya çıkarılması zor süreçleri de beraberinde getirmektedir (Kurnaz, 2022). Oysa

öğrencilerin konuları ne düzeyde yapılandırdıklarına dair zihinsel modellerinin ortaya çıkarılması önem arz etmektedir (Vosniadou ve Brewer, 1992). Öğrenme ortamlarında eğitimciler için öğrencilerin zihinsel modellerinin pratik bir biçimde belirlenmesine ihtiyaç olduğu ifade edilebilir. Bu sebeple literatüre dayalı olarak, amacına uygun bir biçimde oluşturulmuş iyi yapılandırılmış veri toplama araçlarıyla öğrencilerin zihinsel modelleri ortaya çıkarılabilmektedir (Ezberci Çevik, 2018; Kurnaz, 2022).

Öğrencilerin zihinsel modellerinin çoktan seçmeli sorularla belirebileceği fikri Kurnaz (2012, 2018, 2019) tarafından zihinsel model belirme yaklaşımları üzerine yapılan araştırmalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Kurnaz (2022) bu fikri TZM teorisine dönüştürmüş ve çerçevesini çizmiştir. Pratik bir yaklaşım olan TZM belirleme öğrencilere verilen yapılandırılmış veri toplama aracının çerçevesinde zihinsel modellerin belirlenebilmesine dayanmaktadır. TZM teorisi, öğrenciye sunulan belirli sınırlar içerisinde temellendirilmiş ölçekler kullanılarak öğrencilerin bilişsel temsillerinin belirlenebileceği düşünce sistemidir.

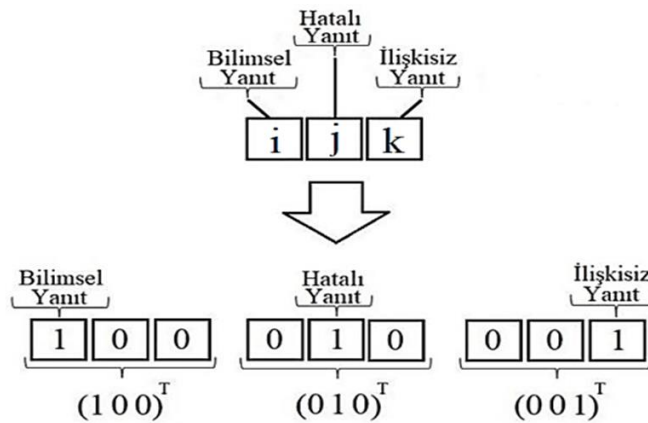
TZM belirleme sadece öğretim sonrası değil öğretim öncesinde de kullanılabilir. Bu öğrenme ortamlarının düzenlenmesi bakımından bir fırsat olarak görülebilir. Çünkü öğrencilerin ön bilişsel yapıları belirlenip buna göre öğrenme ortamları düzenlenirse bu durum öğrenme açısından avantaj sağlayacaktır. Öğretim süreci sonrasında da öğrencilerin bilişsel yapılarında meydana gelen değişimler görülebilecektir. Burada önemli noktalardan birisi TZM belirleme için geliştirilecek olan veri toplama aracıdır. TZM için çoktan seçmeli sorulardan oluşan veri toplama araçları kullanılabileceği için bu veri toplama araçlarının klasik başarı testi olarak görülme tehlikesi vardır. TZM için kullanılacak veri toplama aracı sadece başarı testi olarak görülmemelidir. TZM için kullanılan veri toplama aracında doğru cevapların yanı sıra yanlış cevaplarında analize dahil edilmesi söz konusudur. Literatürde daha önce konu ile ilgili yapılan çalışmalardan yararlanılarak titizlikle oluşturulan çoktan seçmeli sorular, TZM belirleme için kullanılabilir. Çoktan seçmeli sorularda öğrencilerin alternatif fikirlerini yansıtan seçeneklerinde daha önceki çalışmalardan yararlanılarak bulundurulması gerekmektedir. Öğrenci cevapları bu şekilde bilimsel cevap, hatalı cevap (alternatif fikirleri içeren) ve ilişkisiz cevap olarak gruplandırmak mümkündür (Kurnaz, 2022).

TZM yaklaşımının amacı yukarıda bahsedilen zihinsel model belirleme iş ve işlemlerini kolay hale getirerek konunun tüm muhataplarına pratiklik sunmaktır. TZM tespitinin "yapılandırılmış ölçekle" belirlenebilmesi için ölçekte yer alan sorulara verilecek yanıtların doğru veya yanlış olarak kodlanması tek başına yeterli değildir. Aynı zamanda yanlışların da analizinin bütüncül analize dahil edilmesi gerekmektedir. TZM tespitinde doğru ve yanlışların holistik analizi, rubrikler aracılığıyla veya matematiksel algoritmalar yoluyla yapılabilir (Kurnaz, 2022). Dolayısıyla bu tezde öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesinde TZM belirleme yaklaşımına odaklanılmıştır.

TZM belirlenirken iyi yapılandırılmış veri toplama aracından faydalanılır. Akabinde bu veriler aşamalı olarak analiz edilir. Analizin daha iyi anlaşılması için analiz aşamaları ayrı ayrı açıklanmıştır. İlk olarak öğrenci cevap vektörleri belirlenmektedir (Ezberci Çevik, 2018; Kurnaz, 2022; Yüzbaşıoğlu, 2022; Yaz, 2022). Yapılması gerekenler aşağıda aşamalı olarak sunulmuştur.

Öğrenci birim cevap vektörleri belirlenmesi

Öğrencilerin her bir soru için cevaplarına ilişkin birim vektörler belirlenmektedir. Öğrenci cevaplarına ilişkin birim vektör örneği Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 Öğrenci cevaplarının temel vektörler tarafından sınıflanması

Şekil 2.1’de verilen vektör bileşenleri üzerinde gösterilen "T" sembolü matrislerde kullanılan 'transpozu' ifade etmektedir.

Öğrenci cevap yoğunluk matrisi

Öğrencilerin iyi yapılandırılmış veri toplama aracına verdikleri cevaplar hatalı (alternatif fikir içeren), ilişkisiz ve doğru (bilimsel) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Bu üç cevap setlerine göre temel vektörler belirlenmektedir. Örneğin bir öğrencinin iyi yapılandırılmış veri toplama aracında birinci maddeye ilişkin cevabı ‘A’ olsun ve hatalı cevap vermiş olduğu düşünüldüğünde, buna ilişkin bu öğrencinin birinci madde için birim cevap vektörü (0 1 0) olur. Aynı öğrenci veri toplama aracında yer alan 3. maddeye cevabı ‘C’ olsun ve doğru cevap vermiş olduğu varsayıldığında, bu öğrencinin birim cevap vektörü (1 0 0) olur. Aynı öğrenci 15. soruya cevabı ‘E’ olsun ve ilişkisiz cevap vermiş olsun. Bu durumda birim cevap vektörü (0 0 1) olur. Bu şekilde bu öğrencinin bazı cevapları için oluşturulmuş cevap vektörü Tablo 2.2’ de örnek olarak verilmiştir.

Tablo 2.2 Örnek öğrencinin maddelere ilişkin cevap vektörü

Soru	Cevap Niteliği			Öğrenci Cevabı	Cevap Vektörü	Bileşke Cevap Vektörü
	Bilimsel	Hatalı	İlişkisiz			
1	C	A,D,E	B	A	(0 1 0)	(1 3 1)
2	C	D,E,F,G	A,B	E	(0 1 0)	
3	C	B,E,F	A	C	(1 0 0)	
4	A	C,D,E	B	C	(0 1 0)	
15	B	A,C,D,F	E	E	(0 0 1)	

Tablo 2.2’ de görüldüğü gibi her bir öğrencinin tüm cevaplarına ilişkin TZM vektörleri belirlenmektedir. Öğrenci cevap vektörleri ile her bir soruya ilişkin her bir öğrencinin yanıtların birim vektörler tarafından (i,j ve k) belirlenmesi yapılmaktadır. Daha sonra bir soru grubuna ait öğrenci cevaplarının bileşke vektörü olan C_k belirlenmektedir. İki vektörün iç çarpımının reel sayı ve bir vektörün transpozuyla iç çarpımının normun karesine eşit olduğu göz önüne alındığında, bir soruya ait cevabı gösteren (norm/uzunluk koşulunu -1- sağlayacak şekilde) C_k vektörü aşağıdaki gibi belirlenir (Kurnaz, 2022). Buradan harekete örnek öğrenciye ait bileşke vektörü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Kurnaz, 2022).

$$C_k = \begin{pmatrix} \sqrt{i} \\ \sqrt{j} \\ \sqrt{k} \end{pmatrix} C_k = \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$$

Soru grubunun tamamına ait bileşke vektörü ise aşağıdaki formülle belirlenir. Yukarıda verilen örnek öğrenciye ait soru grubunun bileşke vektörü şu şekilde hesaplanmaktadır (Kurnaz, 2022).

$$C_k = \frac{1}{\sqrt{ss}} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{x} \\ \sqrt{y} \\ \sqrt{z} \end{pmatrix} C_k = \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$$

‘ss’ soru sayısını ifade etmektedir. Örnek öğrenciye ait 5 sorudan oluşan soru grubu ele alındığı için ‘ss’ 5 olmuştur. Bir soru grubunda cevaplanan soru sayısı ‘ss’ ile ifade edilmektedir. Daha sonra öğrenci yanıtlarının niteliğini yansıtan yoğunluk matrisi oluşturulmaktadır (Kurnaz, 2022). Tüm soruların 1 veya 0 durumlarının birlikte ele alınması, matristen yararlanmayı gerektirmektedir ve C_k vektörünün transpozuyla çarpılması durumunda D_k matrisi bulunur (Kurnaz, 2022). Örnek öğrenciye ait hesaplama örneği ve formül aşağıda verilmiştir (Ezberci Çevik ve Kurnaz, 2022; Kurnaz, 2022).

$$D_k = \frac{1}{ss} \begin{bmatrix} x & \sqrt{xy} & \sqrt{xz} \\ \sqrt{yx} & y & \sqrt{yz} \\ \sqrt{zx} & \sqrt{zy} & z \end{bmatrix} D_k = \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 1 & \sqrt{3} & \sqrt{1} \\ \sqrt{3} & 3 & \sqrt{3} \\ \sqrt{1} & \sqrt{3} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,17 & 0,29 & 0,17 \\ 0,29 & 0,50 & 0,29 \\ 0,17 & 0,29 & 0,17 \end{bmatrix}$$

Formülden hareketle örnek öğrencinin TZM yoğunluk matrisi hesaplanmıştır. Belirlenen bu matris TZM yoğunluk matrisidir. TZM’ye yönelik anlam yüklemesi, matrisin diyagonal elemanlarından yola çıkılarak yapılmaktadır (Kurnaz, 2022). Belirlenen matrisler D_k ’dan yola çıkılarak yapılan TZM anlamlandırmalarına ilişkin sınıflandırma Tablo 2.3’te verilmiştir.

Tablo 2.3 Bireysel yoğunluk matrisine göre TZM sınıflaması (Kurnaz, 2022)

Bilimsel Model	Birinci diyagonal elemanın 1 olması gerekir (örn. 800 veya 900 gibi).
Bilimsel Baskın Model	Birinci diyagonal elemanın diğer diyagonal elemanlardan büyük olması, diğer elemanların neredeyse sıfır olması gerekir (örn. 800 veya 710 gibi).

Tablo 2.3'ün devamı

Bilimsel Olmayan Model	İkinci diyagonal elemanın diğer diyagonal elemanlardan daha büyük olması, diğer elemanların neredeyse sıfır olması gerekir (örn. 260 veya 071 gibi).
Tutarsız (Karma) Model	Üç diyagonal elemanın birbirine yakın değerlere sahip olması, diğer elemanların nispeten sıfırdan büyük olması gerekir (örn. 332, 323 veya 233 gibi).
İlkel Baskın Model	Üçüncü diyagonal elemanın diğer diyagonal elemanlardan büyük olması, diğer elemanların neredeyse sıfır olması gerekir (örn. 107 veya 026 gibi).
İlkel Model	Üçüncü diyagonal elemanın 1 olması gerekir (örn. 007 veya 006 gibi).

Tablo 2.3'e göre örnek öğrencinin ikincil diyagonal elemanın diğerlerinden daha büyük olması (0,50) nedeniyle TZM sınıflaması bilimsel olmayan model olacaktır.

Sınıf TZM yoğunluk matrisinin eğilimi

Sınıf yoğunluk matrislerinden yola çıkılarak bir öğrenci grubunun TZM eğilimleri belirlenebilir. Sınıf yoğunluk matrisi aşağıdaki formülle belirlenir (Kurnaz, 2022; Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2023).

$$D = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{k=1}^N D_k$$

'N' ile ifade edilen öğrenci sayısıdır. Buradan elde edilen matrisler sınıfın TZM eğilimlerini belirlemede kullanılmıştır. Matrislerinden yola çıkılarak eğilimler üç gruba ayrılmıştır (Kurnaz, 2022):

Tutarlı Eğilim: Öğrenci grubunda yer alan tüm öğrencilerin yaklaşık olarak aynı TZM'ye sahip olma eğiliminde olmasıdır. Örneğin 0,95-0,03-0,02; 0,15-0,66-0,19; 0-0,01-0,99 vb. şeklinde de dağılım gösterebilir. Örneklerde görüldüğü gibi Öğrencilerin TZM'leri bilimsel, hatalı veya ilişkisiz cevaplarda kümelenmiştir.

1 0 0	0 0 0	0 0 0
0 0 0	0 1 0	0 0 0
0 0 0	0 0 0	0 0 1

Tutarlı Karma Eğilim: Öğrenci grubunda yer alan öğrencilerin birkaç farklı TZM'ye sahiptir. Ancak her öğrencinin bir tek TZM'si vardır. Bu durum tutarlı karma eğilim olarak ifade edilmektedir.

0,77	0	0	0,49	0	0	0,05	0	0
0	0,20	0	0	0,50	0	0	0,30	0
0	0	0,03	0	0	0,01	0	0	0,65

Tutarsız Karma Eğilim: Öğrenci grubunda yer alan öğrenciler farklı TZM'ye sahiptir. Ancak öğrencilerin TZM'leri tutarlı olmadığından bu durum tutarsız karma eğilim olarak ifade edilebilir. Yani diyagonal elemanların tümü sıfırdan büyük olmalıdır.

0,20	0,38	0,12	0,38	0,39	0,17	0,35	0,45	0,11
0,38	0,73	0,22	0,39	0,49	0,23	0,45	0,59	0,15
0,12	0,22	0,07	0,17	0,23	0,13	0,11	0,15	0,06

Daha sonra yukarıda ifade edilen formüllerden yararlanılarak iyi yapılandırılmış veri toplama aracında yer alan maddelerden elde edilen veriler ışığında öğrenci gruplarına ait sınıf yoğunluk matrislerinin eğilimleri de belirlenmektedir (Ezberci Çevik ve Kurnaz; 2022; Kurnaz, 2022; Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2023). Bu tez çalışmasında verilen analiz aşamalarına göre TZM tespitine odaklanılmıştır.

2.9 İlgili Araştırmalar

Araştırmanın bu bölümünde bağlam temelli yaklaşım, çizgi roman, Elektriğin İletimi ve TZM konularıyla ilgili yapılmış olan ulusal ve uluslararası çalışmalar verilmiştir.

2.9.1 Bağlam Temelli Yaklaşım Konusunda Yapılan Ulusal Çalışmalar

Bu konu alanında yapılan çalışmalar; soru yazma ölçütleri, bağlam temelli test geliştirme, öğrenci ve öğretmenlerin bağlam temelli öğretimle ilgili görüşleri, bağlam temelli öğretim materyalleri geliştirme, bağlam temelli farklı öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin ilgi, tutum ve başarılarına etkisi şeklinde sınıflandırılabilir.

Ünal (2008) madde ve ısı konusunun yaşam temelli yaklaşım ile öğretiminin etkisini incelenmiştir. Altıncı sınıf 46 öğrenciyle gerçekleştirilen araştırmada veriler Fen ve Teknoloji dersi başarı testi, Fen ve Teknoloji dersi tutum ölçeği ve öğrencilerle birebir görüşmeler yapılarak toplanmıştır. Deneysel olarak yürütülen araştırma sonucunda başarı testi ve öğrencilerin bağlam temelli yaklaşıma yönelik düşüncelerinde anlamlı bir farklılık görülürken, derse karşı tutumlarında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Tekbıyık ve Akdeniz (2010) tarafından geleneksel fizik problemleri ile bağlam temelli hazırlanan fizik problemlerinin karşılaştırmak için yapılan araştırmada bağlam temelli ve geleneksel iki test geliştirilmişlerdir. 30 öğrenci ile yapılan araştırmada bağımlı t testi analizinden yararlanılmıştır. Başarı yönünden anlamlı bir farklılık olmasa da öğrencilerin, bağlam temelli soruları daha anlaşılır, somutlaştırılabilir ve ilgi çekici buldukları saptanmıştır.

Ayvaci (2010) fizik öğretmenlerinin bağlam temelli yaklaşımla ilgili görüşlerini araştırmıştır. 20 fizik öğretmeni ile yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak açık uçlu sorulardan yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda fizik öğretmenlerinin bağlam temelli öğrenme yaklaşımı hakkında yeterince bilgilerinin olmadığı saptanmıştır.

Köroğlu Gürsoy (2011) öğretmen adaylarının yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ile yapılan öğretim neticesinde çevreye yönelik ilgi, tutum ve çevre bilinçli tüketici davranışlarına etkisini araştırmıştır. Veri toplama aracı olarak biyolojik Çeşitlilik ve Doğa Koruma Tutum Ölçeği, Çevreye İlgi Ölçeği, Çevre Bilinçli Tüketici Davranış Ölçeği, Açık Uçlu Sorular ve Görüşme Tekniği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda yaşam temelli öğrenme yaklaşımının öğretmen adaylarının tutum, ilgi, çevre bilinçli tüketici davranışlarına anlamlı bir katkı sunduğu saptanmıştır.

Acar ve Yaman (2011) yaptıkları araştırmada 191 9.sınıf öğrencisinin ilgi ve bilgilerine bağlam temelli öğrenme yaklaşımının etkisini incelemişlerdir. Deney grubunda bağlam temelli işlenen dersler işlenmiş ve veri toplama aracı olarak bilgi testi ve ilgi anketi kullanılmıştır. Araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin ilgi ve başarılarının arttığı, kontrol grubu öğrencilerinin ise ilgilerinin azaldığı başarılarının ise daha az artış gösterdiği belirlenmiştir.

Kurnaz (2013) fizik öğretmenlerinin bağlam temelli fizik problemleri hakkındaki görüşlerini incelemek için 27 fizik öğretmeninden açık uçlu sorularla verileri toplamıştır. Yaptığı içerik analizi neticesinde fizik öğretmenlerinin bağlam temelli sorular hakkında yeterli bilgilerinin olmadığını ortaya koymuştur.

Topuz vd. (2013) tarafından Amasya ilinde görev yapan 8 fen bilimleri öğretmeni ile yapılan araştırmada bağlam temelli yaklaşımı hakkındaki görüşleri ve derslerinde uygulayabilme durumları incelenmiştir. Veri toplamak için yarı-yapılandırılmış mülakatlardan, açık-uçlu anketten ve ders-içi uygulama gözlemlerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonunda öğretmenlerin bağlam temelli yaklaşımı istenilir seviyede önemsemedikleri sadece günlük yaşamdan örnekler sunmak şeklinde yorumladıkları, bağlam temelli yaklaşımı uygulamaya kısmen çalıştıkları ve bu yaklaşımın öğrencilere olumsuz olduğu kadar olumlu katkı sağladığına inandıkları ortaya konulmuştur

Çetin (2014) 94 lise öğrencisiyle yaptığı araştırmada öğrenciler 9, 10, 11. sınıflarda öğrenim görmektedir. Yapılan araştırmanın amacı bağlam temelli öğrenme sırasında kullanılabilecek günlük hayattan konuların belirlenmesi, bu konuların sınıf seviyelerine ve cinsiyetlere göre sınıflandırmasının yapılmasıdır. Veri toplama aracı olarak posterlerden yararlanılmıştır. Mekanik, elektrik, uçan cisimler, astronomi ve uzay, gökyüzü, modern fizik, optik ve dalgalar olmak üzere fizik dersinde 8 başlık altında toplanmıştır. 9. sınıf öğrencilerinin en çok gökyüzü, 10. Sınıfların uzay ve astronomi konularına karşı meraklı oldukları tespit edilmiştir. 9. sınıfların erkek öğrencilerin uçan cisimler, mekanik, astronomi ve uzay konularına kız öğrencilerden daha çok ilgi duydukları bulunmuştur. Dalgalar konusunda ise kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha çok ilgili oldukları saptanmıştır.

Elmas ve Eryılmaz (2015) fen bilgisiyle ilgili bağlam temelli soru yazma ölçütlerini belirlemek için literatürü taramış ve bağlam temelli soru yazma ölçütleri için 3 ana 11 alt kriter belirlemişlerdir. Fen bilgisinde ideal soruları bilgi ve problem çözümü odaklı ve bağlam içermeye kaygısından uzak olduğunu ifade etmişlerdir. Daha sonra belirlenen kriterlere göre bağlam temelli soruları idealleştirilmiş sorular ile kıyaslayıp farklarını

belirtmişlerdir. Bağlam temelli sorular oluşturulurken yapılan yanışları açıklamışlardır.

Ayvacı vd. (2016) Bağlam temelli REACT öğretim modeliyle hazırlanan rehber materyalin iletken ve yalıtkan maddeler konusuyla ilgili kavramsal değışime etkisi incelenmişlerdir. 34 öğrenci ile yapılan yarı deneysel araştırma da kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan yararlanılarak veriler toplanmıştır. Bağlam temelli rehber materyalin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine anlamlı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İlhan ve Hoşgören (2017) 8.sınıf fen bilimleri dersinde yer alan asit ve bazlarla ilgili olarak yaşam temelli başarı testi geliştirmişlerdir. Çalışma sonunda 17 maddeden oluşan ve testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.85 olan başarı testi geliştirmişlerdir.

Yıldırım ve Gültekin (2017) tarafından yapılan bağlam temelli öğrenme REACT modeline göre düzenlenmiş etkinliklerin öğrenme sürecine yansımalarını belirlemek amacıyla yapılan araştırmada, veri toplama aracı olarak akademik başarı testi, bilimsel tutum ölçeği, fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği, öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemlerden yararlanılmıştır. Araştırma sonunda ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve hatırd tutma düzeyleri ile fen öğrenmeye yönelik motivasyon etkisinin anlamlı olduğu, bilimsel tutumlar üzerinde anlamlı etki olmadığı saptanmıştır.

Şensoy ve Gökçe (2017) ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik başarı ve tutumlarına yaşam temelli yaklaşımın etkisini araştırmışlardır. Altıncı sınıf öğrencileri ile Elektriğin İletimi ünitesinde yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak Elektriğin İletimi Ünitesine Yönelik Başarı Ölçeği ve Fen Bilimleri Dersi Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda geleneksel öğretim yapıldığı kontrol grubu ile yaşam temelli işlenen deney grubu arasında başarı ve motivasyonlarında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur.

Kurnaz vd. (2018) tarafından yapılan araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının yansıma ve kırımın konusundaki bağlanmış bilgileri incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak iki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan test kullanılmıştır. Araştırma

sonucunda öğretmen adaylarının, ilk aşama sorularından hareketle, çoğunluğunun bağlam bilgisine sahip olduğu, ikinci aşama sorularında, sorulardaki bağlamlarla ilgili fizik bilgilerini kullanamadıkları, alternatif fikirler ve çizimler içeren cevaplar verdikleri ve öğretmen adaylarının kırım ve yansıma konularına dair bağlam bilgisi olduğu ancak bu bilgilerini bağlamlaştırmada başarılı olamadıkları bulunmuştur.

Yıldırım (2018) STEM uygulamalarını bağlam temelli olarak hazırlamıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının çevreye karşı duyarlılıkları, davranışları ve tutumları, doğaya olan bağlılıkları ve teknolojiye karşı tutumları incelenmiştir. 26 öğretmen adayı ile yapılan araştırma veri toplama aracı olarak veriler teknolojiye karşı tutum ölçeği, çevre sorunlarına karşı duyarlılık ölçeği, çevre davranış ölçeği, çevreye yönelik tutum ölçeği ve doğaya bağlılık ölçeğinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda doğaya olan bağlılıkları, teknolojiye karşı tutumları, çevreye karşı duyarlılıkları ve davranışları olumlu etki yaptığı bulunmuştur.

Kurnaz vd. (2018) tarafından yapılan araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının yansıma ve kırım konusundaki bağlamlanmış bilgileri incelenmiştir. Veri toplama aracı olarak iki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan test kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının, ilk aşama sorularından hareketle, çoğunluğunun bağlam bilgisine sahip olduğu, ikinci aşama sorularında, sorulardaki bağlamlarla ilgili fizik bilgilerini kullanamadıkları, alternatif fikirler ve çizimler içeren cevaplar verdikleri ve öğretmen adaylarının kırım ve yansıma konularına dair bağlam bilgisi olduğu ancak bu bilgilerini bağlamlaştırmada başarılı olamadıkları bulunmuştur.

Yıldırım (2018) STEM uygulamalarını bağlam temelli olarak hazırlamıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının çevreye karşı duyarlılıkları, davranışları ve tutumları, doğaya olan bağlılıkları ve teknolojiye karşı tutumları incelenmiştir. 26 öğretmen adayı ile yapılan araştırma veri toplama aracı olarak veriler teknolojiye karşı tutum ölçeği, çevre sorunlarına karşı duyarlılık ölçeği, çevre davranış ölçeği, çevreye yönelik tutum ölçeği ve doğaya bağlılık ölçeğinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda doğaya olan bağlılıkları, teknolojiye karşı tutumları, çevreye karşı duyarlılıkları ve davranışları olumlu etki yaptığı bulunmuştur.

Karslı Baydere ve Aydın (2019) 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve kavramsal anlamalarındaki kalıcılığına etkisini incelemek için Göz” konusu ile ilgili Bağlam Temelli Yaklaşım (BTY)’ın açıklama destekli REACT stratejisine uygun olarak yapılan öğretim yapmışlardır. Basit deneysel desene göre yapılan araştırmada veriler Göz Kavram Testi (GKT) ve yarı yapılandırılmış mülakat aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonunda BTY’nin açıklama destekli REACT stratejisinin, öğrencilerin göz konusundaki kavramsal anlamalarına ve bu kavramsal anlamalarındaki kalıcılığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Kabuklu ve Kurnaz (2019) fen eğitimiyle ilgili Türkiye’de yapılan çalışmaları tematik olarak incelemişlerdir. Çalışmada doküman incelemesi yöntemi kullanılmış ve 2008 2018 yılları arasında bağlam temelli öğretim yaklaşımını konu alan 35 çalışma tematik analizden geçirilmiştir. Gerçekleştirilen araştırma sonucunda, bağlam temelli öğretim ile ilgili çalışmalar içinde son yıllarda doktora tezlerinin yer almadığı ve örneklemelerin belirli illerde yoğunlaştığı belirlenmiştir. İncelenen araştırmalarda veri toplama aracı çeşitliliğinin fazla olduğu ve deneysel yöntemin daha sık kullanıldığı belirlenmiştir.

Yıldırım ve Dağıstanlı (2020) 7.sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik başarı, tutum ve davranış düzeylerini incelemek için yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ile çevre eğitimi vermişlerdir. Veri toplama aracı olarak Çevre Davranış Ölçeği, Çevre Tutum Ölçeği, Çevre Başarı Testi kullanılan araştırma yarı deneysel olarak yürütülmüştür. Araştırma neticesinde BTÖ yaklaşımı öğrencilerin çevreye yönelik tutum, davranış ve başarı düzeylerinde anlamlı bir düzeyde etkili olduğu bulunmuştur.

Yüzbaşıoğlu (2022) kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesiyle ilgili hazırladığı bağlam temelli çizgi romanların öğrencilerin TZM gelişimine etkisini incelemiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen bağlam temelli sorular ile veriler toplanmış ve çalışma sonunda bağlam temelli çizgi romanların etkili bir öğretim materyali olduğu bulunmuştur.

2.9.2 Bağlam Temelli Yaklaşım Konusunda Yapılan Uluslararası Çalışmalar

Bağlam temelli yaklaşım konusunda yapılan uluslararası çalışmaları; alan yazın taraması, bağlam temelli öğretim programı tasarlama, bağlam modeli ortaya koyma,

bağlam temelli ders tasarımı, bağlam temelli öğretim uygulamalarındaki zorluklar, bağlam temelli öğretimin öğrenciler üzerindeki etkisi şeklinde sınıflandırılabilir.

Whitelegg ve Parry (1999) tarafından yapılan araştırma fizik içeriğini öğrenme konusunu gerçek yaşam bağlamları aracılığıyla incelemekte ve enerji bağlamına odaklanmaktadır. Öncelikle bağlama dayalı öğrenmenin çeşitli anlamlarını incelemekte ve bağlama dayalı öğrenme yaklaşımı kullanan biri İngiltere'den diğeri Avustralya'dan iki projeyi ele almıştır.

Choi ve Johnson (2005) öğrenmeyi geliştirmek için bağlama dayalı video öğretimine yapılandırmacı bir yaklaşımın potansiyelini araştırmışlardır. Yapılandırmacı teori kullanılarak geliştirilen video tabanlı öğretimin öğrencilerin öğrenme (yani anlama ve akılda tutma) ve motivasyonlarını (yani dikkat, ilgililik, güven ve memnuniyet) etkileyip etkilemediği karşılaştırmalı incelemiştir. Çevrimiçi bağlama dayalı bir derste hem video tabanlı öğretim hem de geleneksel metin tabanlı öğretim yapılmıştır. Video tabanlı öğretim ile geleneksel metin tabanlı öğretim arasında dikkat açısından öğrencilerin motivasyonunda önemli bir fark bulunmuştur. Ek olarak, öğrenciler video tabanlı öğretimin geleneksel metin tabanlı öğretime göre daha akılda kalıcı olduğunu belirtmişlerdir.

Bennett vd. (2006) tarafından yapılan araştırmada, bağlam temelli ve STS yaklaşımlarının etkileri üzerine sekiz farklı ülkede gerçekleştirilen 17 deneysel araştırmanın bulguları gözden geçirilmektedir. Araştırma bulguları, bağlama dayalı/STS yaklaşımlarının bilime yönelik tutumlarda iyileşme sağladığını ve geliştirilen bilimsel fikirlerin anlaşılmasının geleneksel yaklaşımlarla karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir. Yaklaşımlar aynı zamanda hem kızlarda hem de erkeklerde bilime karşı daha olumlu tutumlarla sonuçlanmakta ve tutumlardaki cinsiyet farklılıklarını azaltmaktadır. Makale ayrıca, müdahalelerin etkisine dair kanıt toplarken deneysel araştırma tasarımlarının kullanılmasına karşı çıkabilen çalışma tasarımı ve kısıtlamalarla ilgili olarak alanda yapılan çalışmalardan ortaya çıkan sorunları da ele almaktadır.

Gilbert (2006) bağlam temelli kimya öğretim program tasarımının temeli olarak kimya eğitiminde şu anda kullanılan veya bir şekilde kullanılabilecek dört jenerik 'bağlam' modeli tanımlanmıştır. Kültürel gerekçeleriyle birlikte fiziksel ortamlara dayanan ve öğrenmeye sosyo-kültürel bir bakış açısıyla öğretilen bir modelin bu zorlukları en iyi şekilde karşılaması muhtemeldir. Bu dört yaklaşım modelinin göreceli etkinliklerinin mevcut araştırma literatüründen değerlendirilememesinin birkaç nedeni ileri sürülmektedir. Araştırma sonunda bağlam temelli kimya öğretim programının geliştirilmesini ve değerlendirilmesini tartışmak için öğretim program gelişiminin temsili için yerleşik bir model sunulmuştur.

De Jong (2006) tarafından yapılan çalışmada kimya eğitim programı reformu birçok ülkede devam etme nedeni olarak daha olumlu bir tutum geliştirmek ve kimyanın daha iyi anlaşılmasını teşvik etmek için bağlamlar kullanıldığı ifade edilmiştir. Ancak, bağlama dayalı derslerin uygulanmasının görüldüğü kadar basit olmadığı ve öğrencilerin kimya kavramlarını anlamaları üzerindeki etkilerinin biraz hayal kırıklığı yarattığı görülmektedir. Araştırma, bağlama dayalı kimya eğitimi geliştirmek için bazı önemli koşulları ortaya koymuştur.

Bennett ve Holman (2006) tarafından kimya öğretiminde bağlam esaslı yaklaşımların neler olduğu ve etkileri araştırılmıştır. STS yaklaşımı ve bağlama dayalı yaklaşımın benzer yanları ortaya konmuştur.

Stolk vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada kimya öğretmenleri için mesleki gelişim programı hazırlamışlardır. Kimya dersi için öğretmenlerin katılımı, endişeleri ve mesleki gelişimleri için tartışmalar yapılmış ve beklenen tasarımlar için ihtiyaçları ortaya koymuşlardır. Araştırma sonucunda bağlam temelli öğrenme yaklaşımına yönelik mesleki gelişim programı taslağı öğretmenlerin kullanımına sunulmuştur.

Gilbert vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada bilim eğitiminin karşı karşıya olduğu başlıca zorluklara yönelik bağlama dayalı derslerin kullanılması ve bu zorlukların üstesinden gelmede başarılı olabilecek bağlam temelli derslerin tasarımı için dört kriter incelenmiştir. Araştırmada Yalnızca 'sosyal koşullar olarak bağlama' dayalı bir modelin başarı için dört kriteri karşılayacağı sonucuna varılmıştır.

Overton ve Potter (2011) 200'ün üzerinde öğrenciyle yaptıkları araştırmada bağlam temelli sorular geliştirmişlerdir. Öğrencilere tutum ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin bağlam kullanma, problem çözme ve kimya dersine yönelik tutumlarına bağlam temelli açık uçlu soruların olumlu yönde etkilediği bulunmuştur.

Avargil vd. (2012) sekiz kimya öğretmeni ile yaptıkları araştırmada veri toplama aracı olarak öğrenci ödevleri, sınıf gözlemleri ve görüşmelerden yararlanmışlardır. Çalışma kimya öğretmenler derslerinde bağlam temelli işlemelerinin olumlu yönlerini ve karşılaştıkları güçlükleri belirlemeyi hedeflemiştir. Öğretmenler bağlam temelli yaklaşım uygulamalarını dikkat çekici ve ilgiyi artırıcı bulduklarını, bazı konularda hazırlık yapmaları gerektiğini ifade etmişlerdir.

De Putter-Smits vd. (2012) yaptıkları çalışmada 25 bağlam temelli ders materyali hazırlama tecrübesi olan ve 8 bağlam temelli ders materyali hazırlama tecrübesi olmayan öğretmenleri bilişsel ve davranışsal boyutlarda karşılaştırarak incelemişlerdir. Araştırma neticesinde bağlam temelli materyal hazırlama tecrübesi olan öğretmenlerin bağlam kullanma ve bağlamları düzenlemede daha yetkin oldukları bulunmuştur.

Overman vd. (2013) kimya ders kitabında yer alan soruları öğretim programı merkezinde içerik ve öğrenme etkinlikleri açısından incelemişlerdir. 971 sorunun incelendiği araştırmada bağlam temelli öğretim programının içerisinde azımsanamayacak kadar geleneksel kimya içeriğinin olduğu ve öğrenmeye daha az odaklanıldığı saptanmıştır. Araştırma sonucunda geliştirilen araçlar, kimya müfredatı tasarımında, vurgulanan içeriğe ve öğrencilerin öğrenmeye katılmak için ders kitabı sorularıyla nasıl etkinleştirildiğine dair iç görüler elde etmek için yardımcı olabileceği ifade edilmiştir.

Kuhn ve Müller (2014) yaptıkları çalışmada fen öğretiminde bağlam temelli yaklaşımın öğrencilerin motivasyon ve akademik başarılarına etkisini incelemişlerdir. Geleneksel öğretimin yapılan öğrencilere göre bağlam temelli öğretim yapılan öğrencilerin motivasyon ve akademik başarılarının daha fazla arttığı tespit edilmiştir.

Ummels vd. (2015) bağlam temelli öğrenmeye dayalı ders tasarımına yönelik rehberlik yapabilmek için veriler video kayıtlar ile toplanmıştır. Bağlam temelli ders tasarımlarının uygulanabilirliği, değerlendirilmesi ve nasıl olması gerektiğiyle ilgili öğretmen ve öğrenci faaliyetlerinin ulaşılmak istenen hedeflerle karşılaştırılması sonucunda tasarlanan araştırma planının bağlam temelli öğrenme ile yürütülen derslerin hazırlanması ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi için yeterli olduğu tespit edilmiştir.

John vd. (2017) bağlam temelli soruları kullanarak öğrencilerin ışık ile ilgili bilgilerini incelemeyi hedeflemişlerdir. 70 lise düzeyinde öğrenci ile yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak açık uçlu sorular ve çoktan seçmeli sorulardan yararlanılmışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerin açık uçlu sorulara bilimsel cevap veremedikleri, çoktan seçmeli testte başarılı oldukları ve ışık konusunu günlük hayatla ilişkilendiremedikleri saptanmıştır.

Prins vd. (2018) fen derslerinde kullanılabilmesi için bağlam temelli öğretim materyali geliştirmişlerdir. Öğretmenler bağlam temelli öğretim ile ilgili bilgilendirildikten sonra yapılan uygulamalar sonucunda bağlam temelli öğretim materyalinin eksiksiz öğrenme imkânı sunduğu ve öğrenciler tarafından çok fazla beğenildiği tespit edilmiştir.

Boonsathit vd. (2020) tarafından yapılan araştırmada 10. Sınıf 45 öğrenci ile bağlam temelli öğretimin katı, sıvı ve gazlar konusunda öğrencilerin başarılarına etkisini incelemişlerdir. Veri toplama aracı olarak başarı testi ve analitik düşünme testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bağlam temelli yapılan etkinliklerin akademik başarıyı ve analitik düşünme becerisini artırdığını saptanmıştır.

Lagerström vd. (2021) öğrencilerin fen öğrenimlerinde bağlam temelli öğretimin etkisini araştırmışlardır. Ders faaliyetleri kapsamında öğrencilere bağlamlardan yararlanılarak öğretim amacı ve içerik arasındaki bağlantı kurmaları sağlanmıştır. Ortaokuldaki bir fen bilgisi dersi, bağlam olarak Ebola hastalığının kullanıldığı bir Biyoloji öğretim ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmenler öğretim faaliyetlerini

bağlamlar ile desteklemişlerdir. Çalışma neticesinde öğrencilerin fen öğretiminde bağlamlardan yararlanmanın önemli olduğu saptanmıştır.

2.9.3 Çizgi Roman Konusunda Yapılan Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar

Çizgi romanların eğitici faaliyetlerde kullanımı konusunda yapılan çalışmalar; çizgi romanların farklı ders ve konularda kullanılmasının öğrencilerin algıları, eleştirel düşünceleri, ilgileri, motivasyonları ve başarılarına etkisi, çizgi romanlara ilişkin öğrenci ve öğretmen görüşleri, çizgi romanların ders materyali olarak kullanımına ilişkin sonuçlar şeklinde sınıflandırılabilir.

Hutchinson (1949) öğretmenlerin öğretim faaliyetleri kapsamında çizgi romanları sınıflarında kullanmalarıyla ilgili görüşlerini almak için yaptığı araştırmada öğretmenlerin, başarı seviyesi düşük öğrenciler için çizgi romanların öğretim materyali olarak kullanılabileceği ve çizgi romanların öğrencilerin derse yönelik motivasyon, ilgilerini ve başarılarını artırdığı görüşüne sahip oldukları bulmuştur.

Cheesman (2006) yaptığı araştırmada çizgi romanların fen derslerinde kullanımın öğrencilerin eleştirel düşüncelerini, derse odaklanmalarını, sınıf ortamını daha eğlenceli ve olumlu bir öğrenme ortamına dönüştürmesini ve derslerin başlamasını dört gözle beklemelerini sağladığı bulunmuştur.

Olson (2008) yaptığı araştırmasında çizgi romanların fen kavramlarını öğrenciler tarafından tartışılmasına ve düşünülmesine imkân verdiğini tespit etmiştir. 141 8. sınıf öğrencisi ile yapılan araştırmada çizgi romanının öğrencilerin test, kısa sınav, ilgi puanlarını ve motivasyonlarını artırdığı saptanmıştır.

Özdemir (2010) altıncı sınıf ısı ve sıcaklık kavramlarının öğretiminde çizgi roman kullanarak yaptığı araştırmada öğrencilerin başarısını ve katılımlarını artırmada çizgi romanların etkili olduğunu bulmuştur. 113 öğrenci ile yapılan araştırmada veriler başarı testi ile toplanmıştır.

Hosler ve Boomer (2011) üniversite öğrencilerinin çizgi romanlarla yapılan öğretimin biyoloji dersine yönelik tutumlarına ve evrimle ilgili öğrenmelerine etkisini

incelemişlerdir. Çizgi romanların derslerden önce bilgi seviyesi düşük öğrenciler başta olmak üzere tüm öğrencilerin bilgi ve tutumlarını anlamlı şekilde artırdığı saptanmıştır.

Ertemsir (2011) interaktif çizgi romanların 215 lisansüstü öğrencinin bilişsel ve duyuşsal alanda etkisini incelemiştir. Yükseköğretimde kullanılan öğretim yöntemlerine alternatif olarak kullanılan interaktif çizgi romanların öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal alanda olumlu etki yaptığı ve öğretim üyeleri çizgi roman kullanımını faydalı ve yenilikçi buldukları tespit edilmiştir.

Kılıçkaya ve Krajka (2012) yaptıkları araştırmada çizgi romanların dilbilgisi ve cümle yazımı öğrenmeye etkisini incelemişlerdir. Dil öğrenme kurumunda 25 öğrenciyle yapılan araştırmada çizgi roman oluşturma, görev ve dilbilgisi öğeleriyle uğraşırken öğrencilerin motivasyonunu artırdığını tespit etmişlerdir. Araştırma, Türkiye’de yaşları 14-18 arasında değişen öğrencilerle yapılmıştır.

Ishikura (2013) çizgi romanların dil öğrenen öğrencilerin devamlılık ve motivasyonlarına etkisini araştırmıştır. 93 üniversite öğrencisiyle yaptığı araştırmada çizgi romanların öğrencilere özgün bir materyal olarak kullanılabileceği, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Orçan (2013), çizgi roman tekniği ile geliştirilen bilim kurgu hikâyelerinin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini ve fizik tutumlarını artırmada etkili olduğunu bulmuştur. Ayrıca bu şekilde geliştirilen bilim kurgu hikâyelerinin öğretim aracı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Lise fizik dersinde 30 öğrenciyle yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak farklı düşünme testi, tutum ölçeği ve açık uçlu sorular kullanılmıştır.

Lazzarich (2013) mizah içerikli çizgi romanların öğretmenler ile öğrenciler arasındaki ilişkinin kalitesine ve öğretimin verimliliğine etkisini incelemiştir. 315 öğrenciyle yapılan araştırmada mizah içerikli çizgi romanların öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı ve öğretmen-öğrenci ilişkisine de olumlu katkı sunduğu tespit edilmiştir.

Topkaya (2014) 152 sekizinci sınıf öğrencisiyle yaptığı araştırmada çizgi romanların öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine etkisini incelemiştir. Vatandaşlık ve demokrasi eğitimi dersi kapsamında yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak algı ölçeği, tutum ölçeği ve akademik başarı testinden yararlanılmıştır. Araştırma neticesinde çizgi romanların öğrencilerin tutumlarını, demokratik algılarını ve akademik başarılarını artırdığı saptanmıştır.

Popa ve Tarabuzan (2015) yaptıkları araştırmada çizgi romanın öğretim materyali olarak kullanılmasının dil öğrenen öğrencilerin motivasyonlarına etkisini incelemiştir. 29 öğrenci ile yapılan araştırmada çizgi romanının dil öğrenen öğrencilerde kaygıyı azalttığı, motivasyonu artırdığı ve metinler ve görüntüler yoluyla gerçek bir bağ kurulmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Richter, Rendigs ve Maminirina (2015) çizgi romanın öğretim materyali olarak kullanımının çevre eğitim programında etkisini araştırmışlardır. 542 ilköğretim öğrencisi ile yapılan araştırma, çizgi romanın öğrencilerin çevre bilgisinin artışında ve kalıcılığa etkisinde önemli olduğunu göstermiştir.

Lin, Lin, Lee ve Yore (2015) yaptıkları araştırmada çizgi romanların nanoteknoloji kavramlarını aktarmada başarılı olduğunu ve öğrenmeye ilgilerini artırdığını bulmuşlardır. 194 katılımcıyla gerçekleştirilen araştırma çizgi roman ile yapılan öğretim ve soru kitapçığı ile yapılan öğretimin karşılaştırılması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Topkaya (2016) yaptığı araştırmada 5.sınıfların çevreye duyarlılık değerinin öğretilmesinde çizgi romanların daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Sosyal bilgiler dersi kapsamında yapılan araştırmada çizgi roman ve kavram karikatürü ile yapılan öğretim karşılaştırılmıştır. Araştırmanın verileri başarı testi ile toplanmış ve araştırmaya 62 öğrenci katılmıştır.

Lin ve Lin (2016) yaptıkları araştırmada çizgi romanların fen öğrenme çıktılarına olan etkisini incelemiştir. Çizgi roman ve kitapçığın karşılaştırıldığı araştırma 697 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırma neticesinde çizgi romanların tüm başarı seviyelerinde daha etkin bir materyal olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım (2016) çizgi romanlarla ilgili öğretmen adaylarının görüşlerini araştırmıştır. Araştırmanın verileri görüşme formu ile toplanmıştır. Sınıf öğretmeni 12 adayın katıldığı araştırma neticesinde çizgi romanların yazı puntoları ve sayfalarda bulunan yazılarda kusurlar bulunmasına rağmen, öğretmen adayları çizgi romanların ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir.

Affeldt vd. (2018) günlük yaşamla ilişkili çizgi roman tabanlı laboratuvar kullanımının öğrencilerin algıları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Altıncı sınıf öğrencileri ile yapılan araştırmada suyun kimyası üzerine odaklanılmıştır. Araştırma sonucunda çizgi romanların bilimsel konularda öğrencilerin motivasyonlarını ve katılımlarını artırmanın yanı sıra kendi bağlamlarını üretmelerini de sağladığı tespit edilmiştir.

İlhan ve Oruç (2019) 7.sınıf öğrencilerine yönelik yaptıkları araştırmada, sosyal bilgiler derslerinde çizgi roman kullanımının öğrencilerin motivasyon ve başarılarını araştırmışlardır. Yarı deneysel desene göre yapılan araştırmada deney ve kontrol grubu öğrencilerini toplamı 39'dur. Başarı testi ve motivasyon ölçeği kullanılarak araştırmanın verileri toplanmıştır. Üç haftalık öğretim süreçleri sonucunda geleneksel yaklaşımla yapılan öğretime göre çizgi romanla yapılan öğretimin öğrencilerin başarılarını ve motivasyonları daha çok artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kurt (2019) öğretmen adaylarının sosyal bilgiler öğretiminde çizgi romanların kullanımına ilişkin yaptığı araştırmada, veri toplama aracı olarak gözlem ve yarı yapılandırılmış görüşme formlarından yararlanmıştır. 14 öğretmen adayıyla yapılan çalışma sonucunda, çizgi romanların kalıcı öğrenmeler sağlanmasına, öğretmen adaylarının derse olan ilgilerin artmasına ve verimli derslerin gerçekleştirilmesine olumlu yönde yardımcı olacağı tespit edilmiştir.

Ünal ve Demirkaya (2019) 50 5.sınıf öğrencisiyle yaptıkları araştırmada çizgi romanların öğrenci başarısı üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Sosyal bilgiler dersi kapsamında yapılan araştırmanın verileri başarı testi ve tutum ölçeği yardımıyla toplanmıştır.

Şentürk (2020), çizgi film ve çizgi romanları altıncı sınıf sosyal bilgiler dersinde kullanarak yaptığı araştırmasında çizgi roman ve çizgi film kullanımının öğrencilerin

tutum, motivasyon ve akademik başarıları üzerinde etkili olduğunu saptamıştır. 266 öğrenci ile yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak başarı testi, tutum ölçeği, motivasyon ölçeği ve görüşme formlarından yararlanılmıştır. Öğrencilerin bu şekilde gerçekleştirilen eğitimi eğlenceli ve öğretici buldukları saptanmıştır.

Çiçek-Şentürk (2020) yaptığı araştırmada argümantasyon destekli çizgi romanların 5. sınıf öğrencilerinin ilgi, motivasyon ve başarılarına etkisini araştırmıştır. Fen bilimleri dersi kapsamında çevre ünitesine odaklanılmıştır. Araştırmaya 290 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın verileri çevre ilgi ölçeğinden, çevre motivasyon ölçeğinden, başarı testinden, görüşmelerden ve gözlemlerden yararlanılarak elde edilmiştir. Çizgi romanların 5.sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik ilgi, motivasyon ve akademik başarı puanlarını artırdığı ve yeni bilgiler öğrenme imkânı verdiği tespit edilmiştir.

Topkaya ve Doğan (2020) 83 yedinci sınıf öğrencisiyle yaptıkları araştırmada, çizgi romanın çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde ve akademik başarılarını artırdığını tespit etmişlerdir. Sosyal bilgiler dersi kapsamında çevre sorunları ve çevre örgütleri konularında yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak tutum ölçeği, başarı testi ve görüşme formu kullanılmıştır.

Akcanca (2021) 129 öğretmen adayıyla yaptığı çalışmada dijital çizgi romanların tasarımına ve eğitim ortamlarında kullanımına ilişkin fen eğitimi çerçevesinde öğretmen adaylarının görüşlerini anketler ve görüşmeler aracılığıyla belirlemiştir. Araştırmanın neticesinde dijital çizgi romanların öğretim materyali olarak kullanımının artırılması gerektiği ve öğretmen adaylarının dijital çizgi roman tasarımında zorlandıkları soncuna ulaşılmıştır

2.9.4 Elektrik Konusunda Yapılan Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar

Elektrik konusunda yapılan araştırmaları; elektrik konusundaki kavramsal değişimler, elektrik konusunda test geliştirme, elektrik konusunda alternatif fikirleri belirleme, elektrik konusunu anlama düzeyleri, elektrik konusundaki kavram yanlışlıkları, farklı öğretim yaklaşımları ile gerçekleştirilen elektrik öğretimlerinin öğrencilerin ilgi, motivasyon, başarı ve tutumlarına etkisi şeklinde sınıflandırılabilir.

Brna (1988) yaptığı araştırmada öğrencileri kendi inançlarının gerektirdiği tutarsızlıklarla yüzleştirerek öğrenmenin teşvik edildiği varsayımından yola çıkılarak basit DC devreleri bağlamında elektrik konusunu incelemiştir. Çalışmada temel olarak bir grup öğrenci tarafından üstlenilen bir çalışma programının oluşturulması kullanılmıştır. Bu program, ELAB adı verilen bilgisayar tabanlı bir modelleme ortamının geliştirilmesini gerektirmiştir. Temel tasarım ilkesi, öğrencilerin elektrik devrelerini, ilgili kavramlar hakkındaki bazı açık (muhtemelen yanlış) inançlarını ifade etmelerine izin verecek düzeyde modelleyebilmeleridir. Gözlemden elde edilen sonuçlar, bilgisayar tabanlı modelleme olanaklarının, diğer ortamları kullanan yaklaşımlara göre avantajlar sağlayabileceğini göstermektedir.

Chambers ve Andre (1997) yaptıkları çalışmada, cinsiyet, ilgi ve elektronik deneyim arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Temel doğru akım kavramlarının öğrenilmesinde kavramsal değişim metinlerinden yararlanılmıştır. Kavramsal değişim metninin, elektrik kavramlarının geleneksel didaktik metinden daha iyi kavramsal olarak anlaşılmasına yol açtığı gösterilmiştir. Araştırma sonucunda ilgi düzeyi, deneyim ve ön bilgi analize dâhil edildiğinde, kavramsal değişim metni elektrik kavramlarının geleneksel metinden daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve cinsiyetin etkisini ortadan kaldırmıştır. Kavramsal değişim metni manipülasyonlarının hem erkekler hem de kadınlar için etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Örgün (2002) lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarında yapıcı öğretim yaklaşımının etkisini yüksek lisans tezi kapsamında incelemiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak açık uçlu sorulardan yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda yapıcı öğretim yaklaşımının kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Küçüközer (2004) lise 1. sınıf öğrencilerinin yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisini yaptığı doktora tezinde araştırmıştır. Toplam 23 öğrencinin katıldığı araştırmada veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda yapılandırılmış öğrenme kuramına dayalı yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çepni ve Keleş (2006) yaptıkları çalışmada Türk öğrencilerin iki ampul ve bir pilden oluşan elektrik devrelerini anlama düzeyleri açık uçlu sorular kullanılarak incelenmişlerdir. Yaşları 11 ile 22 arasında değişen 250 öğrenci Türkiye'de Trabzon'da ilkokul, ortaokul ve üniversite düzeyinde beş farklı gruptan seçilmiştir. Öğrencilerin çizimleri ve açıklamaları analiz edilirken hem nitel hem de nicel yöntemlerden yararlanılmıştır. Öğrencilerin cevaplarını kategorize etmek için ilgili literatürden belirlenen tek kutuplu model (Model A), çatışan akımlar modeli (Model B), akım tüketen model (Model C) ve akım korunan bilim adamı modeli (Model D) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, Türk öğrencilerin elektrik devreleri hakkında birçok kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca Model C'de olduğu gibi özellikle Model A'nın 1. gruptaki (5. sınıf) öğrenciler arasında yaygın kabul gördüğü ve 3. gruptaki (9. sınıf) öğrencilerin yarısının elektrik devreleri anlayışına sahip olduğu görülmüştür.

Satır (2007) yaptığı yüksek lisans tezi kapsamında lise öğrencilerinin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlıklarını incelemiştir. Araştırmaya 40 öğretmen, 60 lise öğrencisi ve 120 öğretmen adayı katılmıştır. Veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda sabit akım kaynağı, bölgesel akıl yürütme ve akımın azalması kavram yanlışlıkları üç grupta da gözlenmiştir. Ayrıca ilk olarak bu çalışmada “akım açık anahtar üzerinden geçtikten sonra kaybolur” kavram yanlışlığı tespit edilmiştir.

Wainwright (2007) elektriği öğretimi ve anlaşılması için yanlışlara kalıcı çözümler üretmek için yaptıkları çalışmada basit DC devreleri kullanarak giriş niteliğindeki elektrik kavramlarına ilişkin yanlış anlamalar üzerine yayınlanmış literatürü gözden geçirmişlerdir. Araştırma sonucunda daha önce alıntılanmayan elektrikle ilgili yanlış alanlarını belirlenmiş ve bu yanlışların kaynağına ilişkin olası açıklamalar getirmişlerdir. Bu yanlışlara meydan okumada başarılı olduğu kanıtlanmış öğretim stratejilerini tartışmışlardır.

Karal vd. (2009) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada akım, direnç ve potansiyel konularında kavram yanlışlıklarını ve bilgi düzeylerini araştırmışlardır. 26 öğretmen adayı ile yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak açık uçlu 5 sorudan

oluşan bir alan bilgisi testi ile mülakatlar kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının akım, direnç ve potansiyel fark kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarına ve bilgi eksikliğine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Nkopane vd. (2011) yaptıkları çalışmanın amacı, lise FET bandı öğrencilerinin basit elektrik devreleri hakkındaki alternatif kavramlarını ortaya çıkarmak ve belirli alternatif kavramların Güney Afrikalı öğrencilere özgü olup olmadığını belirlemektir. 10, 11 ve 12. sınıflardaki lise öğrencilerinden veri toplamak için basit elektrik devreleri sorularını içeren bir kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin kullanıldığı bir görüşmede her sınıftan üç öğrenciden oluşan bir örneklem yer almıştır. Görüşmeye katılan öğrencilerden, kavramsal anlama testinde verdikleri yanıtları açıklamaları istenmiştir. Bulgular, literatürde bildirilen alternatif kavramların Güney Afrika'da da bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, Güney Afrikalı öğrencilere özgü alternatif kavramlar da olduğu tespit edilmiştir.

Hussain vd. (2012) tarafından yapılan çalışmanın amacı, açık devre ve kısa devre kavramları hakkında öğrenciler arasındaki alternatif kavramları değerlendirmek ve analiz etmektir. Araştırma, elektrik mühendisliği birinci sınıf öğrencileri arasında yürütülmüştür. Bu alternatif kavramların neler olduğunu ortaya çıkarmak için öğrencilerin kavram testinde yer alan üç soruya ön test ve son test cevapları incelenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin araştırılan kavramla ilgili çok güçlü alternatif kavramlara sahip olduklarını tespit edilmiştir.

Kurnaz vd. (2013) yaptıkları çalışmada öğrencilerin zihinsel modellerini incelemişlerdir. Lise de öğrenim gören 110 öğrencinin katıldığı araştırma elektriklenme, yıldırım ve şimşek konusunda yapılmıştır. Zihinsel modellerin tespitinde veri toplama aracı olarak 6 açık uçlu soru kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elektriklenme, yıldırım ve şimşek konusunda öğrencilerin zihinsel modellerinin dağılımının önemli bir kısmının sentez modellerde olduğu saptanmıştır.

Hussain vd. (2013) yaptıkları çalışmanın amacı, öğrenciler arasında akım, gerilim ve dirençleri içeren açık ve kısa devre kavramları hakkında sahip olunan alternatif kavramları araştırmaktır. Malezya'da gerçekleştirilen çalışmaya birinci sınıf Elektrik

Mühendisliği öğrencileri katılmıştır. Öğrencilerin kavram testine verdikleri ön test ve son test yanıtları analiz edilmiştir. Öğretme ve öğrenme stratejileri olarak, beyaz tahta ve PowerPoint sunumu kullanan geleneksel ders verme tarzı kullanılmıştır. Kavramsal anlamalarını araştırmak için görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin test edilen kavramlar üzerinde çok güçlü alternatif kavramlara sahip olduklarını göstermiştir. Bu sonuca göre, yeni öğretme ve öğrenme etkinliklerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında veya mevcut olanları kendi kavramlarına yardımcı olacak şekilde uyarlamada faydalı olacağı ifade edilmiştir.

Kapartzianis ve Kriek (2014) çalışmalarını, kavramsal değişime çok boyutlu ve pragmatik bir yaklaşım önererek meslek öğrencilerinin elektriğe ilişkin kavramsal anlayışlarını araştırmak ve literatüre katkıda bulunmak için yapmışlardır. Araştırmada kavramsal değişim modeline dayalı etkinlikler, altı aşamalı bir kavramsal değişim modelinde tasarlanmış ve dört haftalık bir kurs verilmiştir. Bu etkinliklerin etkililiği, öğrencilerin basit elektrik devreleri hakkındaki yanlışlarını bilimsel olarak kabul edilen fikirlere doğru değiştirme açısından, devrimsel ve evrimsel doğaları ve öğrenmenin aktarımı kapsamında ölçülmüştür. 15 öğrencinin test puanları için eşleştirilmiş t-testi analizi, öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Hem ön hem de son testlerde yapılan frekans analizi sonuçları, belirlenen kavram yanlışlarına sahip öğrencilerin sayısında önemli bir düşüş olduğunu göstermektedir.

Harman (2016) yaptığı araştırmada pil ve lamba sayısının ampul parlaklığına etkisiyle ilgili öğrencilerin hazır bulunurlukları belirlenmeyi amaçlamıştır. Araştırmaya 98 5.sınıf öğrencisi katılmış ve veri toplama aracı olarak dört açık uçlu soru kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bazı öğrencilerin devreye eklenen lamba ve pilin konumu ile lamba ve pil arasındaki mesafeye bağlı olarak ampul parlaklığının değiştiğini ve ampul sayısının artması ampul parlaklığını azaltmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin çoğunun hazır bulunurlukları pil sayısının ampul parlaklığına etkisiyle ilgili yeterli olduğu ve ampul sayısının ampul parlaklığına etkisinde ise yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Bostan-Sarioğlan ve Abacı (2017) 5.sınıf öğrencileriyle yaptıkları araştırmada sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımlının öğrencilerin kavramsal anlamalarına, tutumlarına ve başarılarına etkisini incelenmişlerdir. 30 öğrenciyle yapılan araştırma elektrik ünitesinin lamba parlaklığı konusunda yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak sekiz sorudan oluşan açıklamaalı-çoktan seçmeli kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımlının öğrencilerde kavram yanlışlarını azalttığı tespit edilmiştir.

Tiftikçi vd. (2017) “Elektrik Akımı” konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek için yaptıkları araştırmada TGA yöntemine dayalı etkinliklerden yararlanmışlardır. 57 Fen bilgisi öğretmen adayıyla yapılan araştırmada veri toplama aracı olarak elektrik akımı kavram testi kullanılmıştır. 8 hafta süre öğrenim neticesinde TGA Yöntemi ile doğrulayıcı laboratuvar yaklaşımı karşılaştırılmış ve TGA’nın kavram yanlışlarının giderilmesinde ve başarının artmasında daha etkin olduğu bulunmuştur.

Ramnarain ve Moosa (2017) yaptıkları çalışmada, 10. Sınıf Güney Afrikalı öğrencilerin elektrik devreleri hakkında sahip oldukları kavram yanlışlarının ele alınmasında etkileşimli bilgisayar simülasyonlarının kullanımını araştırmışlardır. 130 öğrencinin katıldığı araştırma veri toplama aracı olarak kavram yanlışları, üç aşamalı bir tanılama testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda fen sınıflarında simülasyonların kullanılmasının, öğrenenler tarafından önceden sahip olunan kavram yanlışlarının sayısını bir dereceye kadar azalttığını tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, diğer ülkelerde yürütölen çalışmaların bulgularını desteklemektedir ve simülasyonların, öğrencilerin ön kavramlarını araştırmalarını ve böylece kavramsal değişimi etkilemelerini sağlamada geçerli bir bilişsel öğrenme aracı olabileceği ifade edilmiştir.

Şengüleç vd. (2017) tarafından argümantasyon yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisini incelenen araştırma elektrik konusunda yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak bireysel-giriş, grup tartışması, tüm-sınıf tartışması ve bireysel-son olarak isimlendirilen 4 bölümden oluşan argü-formlar kullanılmıştır. Araştırma neticesinde öğretmen adaylarının elektrikle ilgili konularda sundukları iddia gerekçelerinin bilimsellik seviyesinde artış tespit edilmiştir. Ayrıca

argümantasyon sürecinin öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına olumlu etki yaptığı ortaya konmuştur.

Villarino (2018) yaptığı çalışmanın amacı, üniversite birinci sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri hakkındaki alternatif kavramlarını araştırmaktır. Bu amaçla, öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili kavramlarını değerlendirmek için ses kaydına kaydedilmiş sınıf tartışması, görüşmeler ve 25 maddelik açık uçlu alternatif kavramlar testi yoluyla toplanan veriler kullanılmıştır. Tane boyutu bilgi analizi yoluyla yapılan ön testin sonuçları, öğrencilerin farklı önyargı modellerine sahip olduğunu ve bireysel öğrencilerin belirli bir duruma farklı açıklamaları olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, elektrik devreleriyle ilgili öğretim stratejilerinin önemli ölçüde gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Saputro vd. (2018) yaptıkları araştırmada, öğrencilerin çeşitli elektrik kavramlarına ilişkin kavramlarını analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma grubu 2017/2018 eğitim-öğretim yılında fen bilgisi eğitimi, fizik eğitimi, kimya eğitimi, biyoloji eğitimi ve matematik eğitimi gibi çeşitli bölümlerden oluşan denek sayısı 279 öğrencidir. Veri toplama aracı argümanlı çoktan seçmeli testtir. Araştırma ve analiz sonuçlarına göre, seri ve paralel dizilişte elektrik akımının karakteristiği, kondansatör kapasitans değeri gibi alt konularda öğrencilerin büyük bir kısmının hala elektrik kavramını anlamadıkları ve kavram yanlışlarına sahip oldukları söylenebilir.

Günaydın (2019) Elektriğin İletimi Ünitesiyle ilgili yaptığı araştırmada V Diyagramları ile öğretim gerçekleştirmiştir. Altıncı sınıfta öğrenim gören 33 öğrenciyle yapılan çalışmanın amacı kavramsal anlamalarındaki etkiyi görmektir. Veri toplama aracı olarak iki aşamalı kavramsal anlama testi, çizim testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. V diyagramları ile yürütülen derslerin neticesinde kavramsal anlamalarındaki değişim deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

Acet ve Akyüz (2020) altıncı sınıf fen bilimleri dersi “Elektrik İletimi” Ünitesinin öğretiminde etkileşimli PowerPoint sunumları ve etkileşimsiz PowerPoint sunumları ile yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarıları ve fen tutumları üzerindeki

etkilerini karşılaştırmışlardır. Veri toplama aracı olarak akademik başarı testi ve fen tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler ışığında ortaokul altıncı sınıf öğrencilerine elektrik iletim ünitesinin öğretiminde etkileşimli PowerPoint sunumlarının kullanılmasının akademik başarıyı artırdığı ancak fen tutumlarına aynı etkiyi yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Gökdoğan (2021) tarafından yapılan tez çalışmasında öğrencilerin elektrik konusunda kavram yanlışlarını araştırmıştır. Kavram yanlışlarını belirlerken yapılandırılmış grid ve üç aşamalı test yöntemi karşılaştırılmıştır. Araştırmaya 7.sınıf 222 öğrenci katılmış ve veri toplama aracı olarak 13 adet açık uçlu soru ile, yapılandırılmış grid ve üç aşamalı test türleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda yapılandırılmış grid ve üç aşamalı test karşılaştırılmış ve yapılandırılmış grid yönteminin kavram yanlışlarını belirleme de daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ivanjek vd. (2021) iki katmanlı basit elektrik devreleri testi (2T-SEC Testi) geliştirmek için araştırma yapmışlardır. İlk olarak, Avusturya'daki ortaokul öğrencileriyle dokuz yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Görüşmeler yazıya dökülmüş ve analiz edilmiştir. Basit elektrik devreleriyle ilgili (yaygın) öğrenci zorlukları belirlenmiştir. İkinci olarak, bu konuda yapılan görüşmelerden ve önceki araştırmalardan elde edilen sonuçlara dayanarak, 25 adet iki aşamalı çoktan seçmeli maddeden oluşan bir veri toplama aracı geliştirilmiş ve Avusturya ve Almanya'daki ortaokul öğrencilerine uygulanmıştır. Son olarak veriler Rasch analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen testin madde güvenirliği 0.99, ikili puanlamanın kişi güvenirliği 0.62 ve ayrı puanlama güvenirliği 0.75 olarak bulunmuştur. Basit elektrik devrelerine ilişkin temel kavramların (açık ve kapalı devreler, elektrik akımı, direnç, seri ve paralel devreler, elektrik gerilimi) ortalama güçlükleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda gerilim kavramının öğrenciler için en zor olduğunu, açık ve kapalı devreleri ayırt etmenin ise en kolay olduğunu göstermiştir.

Atun ve Aktan (2024) yaptıkları çalışmada, Fen Bilimleri dersi kapsamında okutulan ders kitaplarında öğrencilere bilimsel anlayış kazandırmasına yönelik inceleme yapmışlardır ve elektriğin iletimi ünitesinde kod ilişkilendirmelerinin en az olduğunu bulmuşlardır.

2.9.5 TZM Konusunda Yapılan Çalışmalar

TZM yeni bir çalışma alanı olduğundan az sayıda araştırma mevcuttur. Bu çalışmalardan üçü doktora tezidir. Diğer çalışmalar ise TZM'yi tanımlayan, açıklayan kitap bölümleri olduğu ifade edilebilir.

Kurnaz tarafından ortaya konulan TZM Teorisi, ilk olarak, Ezberci Çevik (2018) doktora tezinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldızlarla ilgili TZM'leri gelişimini incelemiştir. 73 fen bilgisi öğretmen adayı ile yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak yıldız konusu kavram testinden yararlanılmıştır. Araştırmada skor, yoğunlaşma faktörü ve yoğunluk sapması ile algoritmalar ve matrislerden yararlanılarak yapılan analizler neticesinde yıldız kavramına ilişkin öğretim öncesinde sahip oldukları TZM'lerinin Tutarsız Karma Model durumunda olduğu, öğretim sonundaysa, adayların çoğunluğunun Tutarlı Baskın Bilimsel Model durumunu yansıtan TZM'lere sahip oldukları belirlenmiştir.

Kurnaz (2022) 'Temellendirilmiş Zihinsel Model Teorisi' tanıtımı yapmış ve TZM tespit etmeye dair örneklendirme yapmıştır. Zihinsel model teorisi ve belirleme hakkındaki çalışmaları inceleyerek zihinsel model teorisini tamamlayacağı düşünülen TZM teorisinin temellerini ve çerçevesini çizmiştir.

Yüzbaşıoğlu (2022) yaptığı çalışmada, 5. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket ünitesiyle ilgili TZM gelişimlerini incelemiştir. Bağlam Temelli Çizgi Roman ile yapılan öğretim ile geleneksel öğretim karşılaştırılmıştır. Toplam 34 öğrencinin katıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak bağlam temelli öğrenme durumları testi ve çizgi roman görüşme formu kullanılmıştır. Başlangıçta "Tutarsız Karma Model" TZM'ye sahip öğrenciler araştırma sonucunda bağlam temelli çizgi romanla yapılan öğretimin daha fazla gelişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Yaz (2022) doktora tezi kapsamında yaptığı çalışmada, enerji çeşitleri, enerjinin dönüşümü ve enerjinin korunumu ile ilgili olarak hazırlanan öğrenim durumları testinin öğretmen adaylarının TZM gelişimine olan etkisinin belirlenmesi ve yapay zekâ alt birimi olan derin sinir ağları ile sınıflandırma başarısının test edilmesi amaçlanmıştır.

Ezberci-Çevik ve Kurnaz (2022) yayınladıkları kitap bölümünde modeli, modellemeyi, zihinsel modeli, zihinsel model belirlemeyi ve TZM'yi açıklamışlardır. TZM ve TZM'lerin belirlenmesi, model ve modelleme, fen öğretiminde modelleme ve zihinsel model olmak üzere beş alt başlık altında detaylı bir şekilde ele almışlardır.

Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz (2023) yayınladıkları kitap bölümünde bilişsel yapıların ortaya çıkarılmasının önemi anlatmışlardır. Öncelikle modelin ne olduğunu akabinde modellemenin ve sonrasında zihinsel modellerin ne olduğunu belirtmişlerdir. TZM belirleme süreçlerini detaylı bir şekilde ele almışlar ve TZM'nin tanıtımını yapmışlardır.



3. YÖNTEM

Araştırmanın yöntem kısmında, çalışmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları ve geliştirilmesi, bağlam temelli çizgi romanın geliştirilmesine, öğretim uygulamaları, verilerin toplanması ve verilerin analizi açıklanmıştır.

3.1 Araştırma Modeli

Araştırmada, altıncı sınıf Elektriğin İletimi ünitesine yönelik geliştirilen bağlam temelli çizgi romanın TZM gelişimine etkisi incelenmiştir. Bunun için araştırma nicel bir yaklaşımla yürütülmüştür. Araştırma, yarı deneysel kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Deneysel araştırmalar nicel yaklaşımının uygulama dönük açıklamalarından birisidir. Deneysel desenlerde yarı deneysel desen ön-son test kontrol gruplu yapılmaktadır. Böylece değişkenler arasında neden-sonuç bağlantısı kurulabilmektedir. Belirli bir değişkene yönelik yapılan tesir etme faaliyetlerini içeren araştırma türü deneysel desenlerdir (Fraenkel vd., 2012; Mertens, 2015). Bir veya daha fazla bağımsız değişkenin bağımlı değişkenler üzerine etkilerinin araştırıldığı yöntem deneysel yöntemdir. Bağımsız değişkenlere bağlı olarak bağımlı değişkenlerde meydana gelen değişimler araştırmanın neticeleri veya çıktılarıdır (Fraenkel vd., 2012). Mevcut araştırmada Elektriğin İletimi ünitesine yönelik geliştirilen bağlam temelli çizgi roman kullanılarak yapılan öğretimin TZM gelişimine etkisi incelendiğinden çalışmanın nicel yaklaşım boyutu bu şekilde araştırılmıştır. Buradan anlaşılabileceği gibi, araştırmanın bağımsız değişkenini Elektriğin İletimi ünitesine yönelik bağlam temelli çizgi romanla yapılan öğretim uygulamaları oluşturmaktadır. Tasarlanan içeriğin öğretim uygulamaları sonucunda öğrencilerin TZM'lerinde meydana gelen değişimler de bağımlı değişkeni oluşturmaktadır. TZM meydana gelen değişimleri veri toplamak için kullanılan Bağlam Temelli Elektriğin İletimi Öğrenim Durumları Testine (BTEİÖDT) verilen cevapların analizi sonucunda ortaya çıkan öğrencilerin TZM'leridir.

Araştırmanın deney ve kontrol grupları öğrencileri yansız olarak belirlenmiştir. Mevcut sınıflarında öğrenciler derslerine devam etmişlerdir. Deney ve kontrol grupları ilişkisiz belirlenmemiştir. Bu sebeple araştırma yarı deneysel desen olarak yürütülmüştür (Fraenkel vd., 2012). Kontrol grubu öğrencilerine “Elektriğin İletimi” ünitesi mevcut öğretim programı doğrultusunda ders kitapları ve EBA (Eğitim Bilişim Ağı) temellinde dersler işlenmiştir. Deney grubu öğrencilerine ise bunlara ilaveten dersler bağlam temelli çizgi roman kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında yapılan öğretimler öncesi ve sonrasında BTEİÖDT ön-son test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın yarı deneysel desenine ilişkin gösterim Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Yarı deneysel uygulamalara ilişkin gösterim

Grup	Ön-test	Deneysel işlem	Son-test
Kontrol	BTEİÖDT	Mevcut Öğretim programı	BTEİÖDT
Deney	BTEİÖDT	Mevcut öğretim programı ve bağlam temelli çizgi roman	BTEİÖDT

Tablo 3.1 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarına BTEİÖDT ön-son test olarak uygulandığı görülmektedir. Kontrol grubuna mevcut öğretim programı ile deney grubuna ise mevcut öğretim programının yanı sıra bağlam temelli çizgi roman ile dersler işlenmiştir.

3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu bir devlet ortaokulunda öğrenim gören altıncı sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışma grubu uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmanın doğasına uygun, gönüllü olma esaslı, erişebilir, ulaşılabilir gibi ölçütler doğrultusunda araştırmanın çalışma grubu belirlenmektedir (Dörnyei, 2007). Uygun örnekleme, araştırmanın amaçlarına, popülasyonun özelliklerine ve çalışmanın gereksinimlerine uygun olarak seçilir. Araştırmada 27 deney grubu öğrencisi, 32 kontrol grubu öğrencisi olmak üzere iki farklı şubede öğrenim gören 59 öğrenci yer almıştır. Araştırmanın çalışma gruba ait bilgiler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Çalışma grubu öğrencilerine ait bilgiler

Grup	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
Deney	7	20	27
Kontrol	16	16	32

3.3 Veri Toplama Araçları

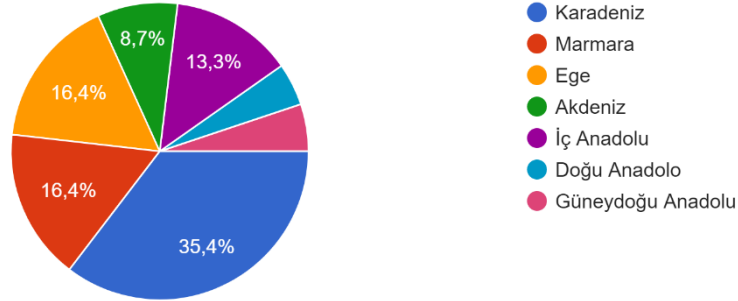
Araştırmanın verileri BTEİÖDT deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön-son test uygulanarak toplanmıştır.

3.3.1 Bağlam Temelli Elektriğin İletimi Öğrenim Durumları Testi

Araştırmada, öğrencilerin TZM değişimlerini belirlemek için veri toplama aracı olarak BTEİÖDT kullanılmıştır. BTEİÖDT araştırmacı tarafından mevcut araştırma için geliştirilmiştir. BTEİÖDT geliştirilmesinde, Elektriğin İletimi ünitesiyle alakalı alternatif fikirleri belirlemek için literatür taraması yapılmıştır (Ayvacı vd., 2016; A.Şengüleç vd., 2017; Brna, 1988; Canpolat ve Ayyıldız, 2019; Caymaz ve Aydın, 2019; Gökçe, 2018; Gökdoğan, 2021; Günaydın, 2019; Hussain vd., 2013; Ivanjek vd., 2021; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Keser ve Başak, 2013; Kömürcü, 2010; Kurnaz vd., 2013; Nkopane vd., 2011; Ramnarain ve Moosa, 2017; Saputro vd., 2018; Tiftikçi vd., 2017; Villarino, 2018; Wainwright, 2007). Ulaşılan olası alternatif fikirlere de seçeneklerde yer verilerek öğrencinin zihnindeki bilgiye en yakın cevabın sunulabilmesi amaçlanmıştır.

BTEİÖDT için Türkiye’de farklı coğrafi bölgelerde görev yapan 178 fen bilimleri öğretmeninden çevrim içi olarak bağlam örnekleri toplanmıştır. Böylece BTEİÖDT’nin ülke genelinde kullanılabilir olması amaçlanmıştır. Çevrim içi olarak toplanan bağlam örnekleri içerik analizine tabi tutulmuş ve uygun olan bağlamlar seçilmiştir. Formu dolduran öğretmenlerin 60’ı erkek ve 118’i kadındır. Öğrenim durumlarına göre 1’i doktora, 48’i yüksek lisans ve 129’u lisans derecesine sahiptir. Öğretmenlerin 90’ı il merkezi, 58’i ilçe merkezi ve 30’u köyde görev yapmakta olup ülke genelindeki dağılımları 60’ı Karadeniz, 30’u Ege, 30’u Marmara, 22’si İç Anadolu, 10’u Güneydoğu Anadolu ve 9’u Doğu Anadolu bölgesi şeklindedir. Çevrim

içi olarak gerçekleştirilen araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerine göre dağılımları Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Fen bilimleri öğretmenlerinin Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerine göre dağılımları

Böylece analizler neticesinde bağlam çeşitliliği elde edilmiştir. Ardından fen bilimleri öğretim programında yer alan altıncı sınıf “Elektriğin İletimi” ünitesi kazanımları incelenmiştir. Hazırlanan maddelerin kazanımlara uygun olmasına ve kazanımları yeterince yansıtmalarına dikkat edilmiştir (bkz. Tablo 2.1).

Eğitim Bilişim Ağı (EBA), ders kitaplarının ve merkezi sınavların incelenmesi gerçekleştirilmiştir. EBA’da bulunan, altıncı sınıf “Elektriğin İletimi” ünitesine ait konu anlatımları ve sunular incelenmiştir. Ders kitaplarında yer alan etkinlikler, konu anlatımları ve madde örnekleri taranmıştır. Daha sonra DPY, OKS, SBS, TEOG ve LGS ile TIMMS merkezî sınavları incelenmiştir. Bunların yanı sıra literatürde yer alan bağlam temelli madde hazırlamaya yönelik çalışmalar incelenmiştir (Elmas ve Eryılmaz, 2015; Kabuklu vd., 2019; Kurnaz, 2013; Tekbıyık ve Akdeniz, 2010). Bütün incelemeler sonucunda, bağlam temelli madde yazımında dikkat edilecek durumlar ve maddelerin öğrencilerin seviyesine uygun olması için gerekli şartlar belirlenmiştir. “Elektriğin İletimi” ünitesi kazanımlarıyla ilgili 34 maddeden oluşan bağlam temelli madde havuzu oluşturulmuştur (EK A). Oluşturulan madde havuzuna ilişkin belirtke tablosu ve madde numaraları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3 Bağlam temelli maddelere ait belirtke tablosu

Madde numarası	Kazanım No	Kapsam geçerliliği
1	F.6.7.1.1.	8 madde
2	F.6.7.1.1.	
3	F.6.7.1.1.	
4	F.6.7.1.1.	
5	F.6.7.1.1.	
6	F.6.7.1.1.	
7	F.6.7.1.1.	
8	F.6.7.1.1.	
9	F.6.7.1.2.	9 madde
10	F.6.7.1.2.	
11	F.6.7.1.2.	
12	F.6.7.1.2.	
13	F.6.7.1.2.	
14	F.6.7.1.2.	
15	F.6.7.1.2.	
16	F.6.7.1.2.	
17	F.6.7.1.2.	8 madde
18	F.6.7.2.1.	
19	F.6.7.2.1.	
20	F.6.7.2.1.	
21	F.6.7.2.1.	
22	F.6.7.2.1.	
23	F.6.7.2.1.	
24	F.6.7.2.1.	
25	F.6.7.2.1.	9 madde
26	F.6.7.2.2.	
27	F.6.7.2.2.	
28	F.6.7.2.2.	
29	F.6.7.2.2.	
30	F.6.7.2.2.	
31	F.6.7.2.2.	
32	F.6.7.2.2.	
33	F.6.7.2.2.	
34	F.6.7.2.2.	

Oluşturulan maddelerin yeterliliği hususlarında “kazanıma uygunluk, anlaşılabilirlik ve açıklık, bağlam temelliye uygunluk, araştırmaya uygunluk, dil ve anlatım” bakımlarından uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlar; 4 fen eğitimi, 1 Türkçe eğitimi ve 1 program geliştirme uzmanı olmak üzere 6 kişidir. Uzman görüşlerinin alınması için form oluşturulmuştur. Formda her bir maddenin değerlendirilmesi, yeterli ve yetersiz

(gerektiğinde açıklama da gerektirecek) şeklinde yapılmıştır. Hazırlanan formun kısa örneği Şekil 3.2’de verilmiştir.

F.6.7.2.2. Elektriksel direnci tanımlar. <u>(a. Ohm Yasası’na girilmez.</u> <u>b. Elektriksel direnç, “maddelerin, elektrik enerjisinin iletimine karşı gösterdikleri zorluk” olarak tanımlanır.</u> <u>c. Akım kavramına girilmez.</u> <u>ç. Direncin büyüklüğünün ölçülmesine ve birimine girilmez.)</u> F.6.7.2.3. Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder. (4 ders saati)	Doğru Seçenek	İlişkisiz Seçenek (Alakasız)	Hatalı Seçenek	Yeterli	Yetersiz	Açıklama
Yaz tatilinde aile ekonomisine katkı sunmak isteyen Murat elektrikli olan babasına yardım etmek istiyor. Babası yokken gelen bir müşteri ondan aydınlatma cihazının parlaklığını artırmasını istiyor. Hangi boydaki ve kalınlıktaki kabloyu kullanacağını şaşırarak Murat buna çözüm bulmak için aynı cins iletkenler kullanarak özdeş ampul ve pillerle üç farklı devre kurarak bir deney tasarlıyor. Murat: “iletkenin boyu arttıkça elektriksel direnç de artar ve buda ampul parlaklığını etkiler”. Hipotezini kurup test etmek istiyor. (L: iletkenin boy uzunluğunu, S: iletkenin kesit alanını temsil etmektedir.)  (26 ve 27. Soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.) 26. Murat’ın deneyiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur? A) Hipotezi test etmek için I ve III. devreleri kullanılmalıdır. B) Deneyde bağımlı değişken dirençtir. C) Deneyde bağımlı değişken iletkenin boyudur. D) Hipotezi test etmek için II ve III. devreleri kullanılmalıdır. E) Pile yakın olan lamba daha parlak olur. (Altun, 2009) (Çaymaz & Aydın, 2019) (Çepni & Keleş, 2006) (İvanjek et al., 2021) (Sönmez et al., 2001) (Satır, 2007) F) III. devreye ikinci bir kablo eklenirse parlaklık artar. (Chambers & Andre, 1997) G) Deneyde çok parlak olan lamba gözümüzü alır.	A	G	B,C,D,E,F			

Şekil 3.2 Uzman görüşü formu örnek bölüm

Uzman görüşleri neticesinde şekil, dil ve anlatım yönünden düzeltmeler yapılmıştır. Uzmanların görüşleri incelenmiş ve ortak kanaatleriyle testin amacına uygun olmayan 2. ve 31. maddeler testten çıkarılmıştır. Böylece uzman görüşü sonrasında madde sayısı 32’ye düşmüştür. Uzman görüşü sonrasında maddelerin kazanımlara dağılımları kontrol edilmiş ve kapsam geçerliliğini sağladığı görülmüştür. Uzman görüşleriyle birlikte yapılan düzenlemeler ile testin pilot uygulamasına geçilmiştir. Gerekli izinler alınarak 293 altıncı sınıf öğrencisine uygulanmıştır. SPSS programı ile her bir madde için madde güçlükleri hesaplanmıştır. Maddelerin güçlükleri ve kazanım numaraları Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4 Pilot Uygulama Sonrası Analiz Sonuçları

Madde numarası	Madde Güçlük İndeksi	Kazanım No	Açıklama	Kapsam geçerliliği
1	,77	F.6.7.1.1.	Çıkarıldı	3 madde
2	Çıkarıldı	F.6.7.1.1.	Madde görselleri ve seçeneklerinde ki eksiklikler nedeniyle uzman görüşü sonrası çıkarıldı. (pilot uy. öncesi)	
2	,13	F.6.7.1.1.	Çıkarıldı	
3	,54	F.6.7.1.1.	Çıkarıldı	
4	,66	F.6.7.1.1.	Çıkarıldı	
5	,63	F.6.7.1.1.	Çıkarıldı	

Tablo 3.4'ün devamı

6	,33	F.6.7.1.1.		
7	,43	F.6.7.1.1.		
8	,48	F.6.7.1.2.		
9	,61	F.6.7.1.2.	Çıkarıldı	
10	,65	F.6.7.1.2.	Çıkarıldı	
11	,68	F.6.7.1.2.	Çıkarıldı	
12	,52	F.6.7.1.2.		5 madde
13	,71	F.6.7.1.2.	Çıkarıldı	
14	,56	F.6.7.1.2.		
15	,36	F.6.7.1.2.		
16	,40	F.6.7.1.2.		
17	,37	F.6.7.2.1.		
18	,33	F.6.7.2.1.		
19	,45	F.6.7.2.1.		
20	,42	F.6.7.2.1.		7 madde
21	,42	F.6.7.2.1.		
22	,28	F.6.7.2.1.	Çıkarıldı	
23	,40	F.6.7.2.1.		
24	,43	F.6.7.2.1.		
25	,28	F.6.7.2.2.	Çıkarıldı	
26	,33	F.6.7.2.2.		
27	,43	F.6.7.2.2.		
28	,39	F.6.7.2.2.		
29	,43	F.6.7.2.2.		6 madde
30	,30	F.6.7.2.2.		
31	,41	F.6.7.2.2.		
31	Çıkarıldı	F.6.7.2.2.	Uzman görüşü sonrası çıkarıldı (pilot uy. öncesi).	
32	,25	F.6.7.2.2.	Çıkarıldı	

Pilot uygulama toplam 32 madde ile gerçekleştirilmiştir. Literatürde madde güçlük indeksi maddelerin değerlendirilmesinde kullanılırken 0.29 ve altında zor, 0.30-0.50 arası orta güçlükte, 0.51-0.69 kolay, 0.70-1 çok kolay olarak ifade edilmektedir (Hasançebi, Terzi ve Küçük, 2020). BTEİÖDT'nin orta güçlükte maddelerden oluşmasına dikkat edilmiştir. Maddelerin seçenek sayısı arttıkça maddelerin zorluk derecesinin artacağı düşünüldüğünden pilot uygulama sonrası madde güçlüğü 0,30-0,60 arasında olmayan 11 madde çıkarılmıştır. Böylece BTEİÖDT toplam 21 maddeden oluşmuştur. Maddelerin çıkarılma sebeplerinden biri de öğrencilerin konuyla ilgili muhakeme yapabilmelerini sağlamaktır. Öğrencilerin maddenin zorluğu ve kolaylığıyla ilgilenmeden zihinlerindeki ortaya koyabilmeleri amaçlanmıştır. Maddelerin kazanımlara dağılımları incelendiğinde kapsam geçerliliğinin sağlandığı görülmüştür. BTEİÖDT tamamı EK B'de verilmiştir.

Geliştirilen BTEİÖDT'nin amacı, "Elektriğin İletimi" ünitesinde TZM'leri belirlemek olduğu için 21 maddenin seçeneklerinin durumları belirlenmiştir. Her bir maddenin

seçenekleri bilimsel yanıt, hatalı yanıt ve ilişkisiz cevap olarak gruplandırılmıştır. Her maddede mümkün olduğunca öğrencinin alternatif fikirlerini yansıtacak seçeneklere yer verilmiştir. Seçeneklerin yazılmasında literatürde yer alan alternatif fikirlerden yararlanılmıştır. Konuyla ilgili Kurnaz’ın (2022) ortaya koyduğu çerçevede, seçenek sayısı en az 5 olacak şekilde düzenlenmiştir. Burada altıncı sınıf öğrencilerinin seviyesi ve alışık oldukları çoktan seçmeli testler düşünüldüğünde, seçenek sayısının çokluğu ve farklı sayıda seçenek bulunması farklılık olarak görülebilir. Bu noktada odaklanılması gereken BTEİÖDT’nin standart bir başarı testi olmadığı, asıl amacının TZM belirlemek olduğudur.

TZM analizinde öğrencinin seçtiği seçeneğin modeline göre analizler yapılacaktır. Böylece öğrencinin belirli çerçevede “Elektriğin İletimi” ünitesinde TZM’si belirlenebilecektir. Tablo 3.5’da madde seçeneklerinin cevap setleri verilmiştir.

Tablo 3.5 Madde Cevap Setleri

Madde numarası	Doğru Seçenek	Hatalı Seçenek	İlişkisiz Seçenek
1	A	C,D,E	B
2	C	D,E,F,G	A,B
3	D	B,C,E,F	A
4	A	C,D,E	B
5	B	A,C,E,F	D
6	D	A,B,E	C
7	C	B,D,F,G	A,E
8	A	B,C,D	E
9	A	C,D,E	B
10	D	A,B,E,F,G,H	C
11	A	B,C,E,F	D
12	D	A,C,E,F	B
13	D	A,B,C	E
14	A	B,C,E,F	D
15	A	B,C,D,E,F	G
16	B	A,C,D,E,G	F
17	A	B,C,D,E,F	G,H
18	C	A,B,D	E
19	A	C,D,E,F	B,G
20	A	B,C,D,E,F	G
21	B	A,C,D	E

3.4 Bağlam Temelli Çizgi Roman

Araştırmada altıncı sınıf Elektriğin İletimi ünitesine yönelik bağlam temelli çizgi roman geliştirilmiştir. Bağlam temelli çizgi roman geliştirilmesi için ilk önce senaryo oluşturulmuştur. Senaryo oluşturulurken aşağıdaki aşamalar izlenmiştir.

3.4.1 Literatür Tarama Aşaması

Bağlam temelli çizgi roman geliştirme aşamalarında ilk önce literatür taraması yapılmıştır. Yapılan araştırmalardan elektrik konusuyla ilgili öğrencilerin sahip oldukları alternatif fikirler ve öğrenmede zorluk yaşadıkları kavramlar belirlenmiştir. Öğrencilerin seviyesine uygun ve bağlam temelli çizgi romanın amacına uygun alternatif fikirler seçilmiştir (Ayvacı vd., 2016; A.Şengüleç vd., 2017; Brna, 1988; Canpolat ve Ayyıldız, 2019; Caymaz ve Aydın, 2019; Günaydın, 2019; Gökçe, 2018; Gökdoğan, 2021; Hussain vd., 2013; Ivanjek vd., 2021; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Keser ve Başak, 2013; Kurnaz vd., 2013; Kömürcü, 2010; Nkopane vd., 2011; Ramnarain ve Moosa, 2017; Saputro vd., 2018; Tiftikçi vd., 2017; Villarino, 2018; Wainwright, 2007). Araştırmalardan elde edilen alternatif fikirlerin ortadan kalkmasına yönelik senaryo düzenlenmiştir.

3.4.2 Eğitim Bilişim Ağındaki (EBA), Ders Kitaplarının ve Öğretim Programının İncelenmesi

Bağlam temelli çizgi romanın senaryosunun öğretim programına uygunluğunu sağlamak için EBA’da yer alan videolar incelenmiştir. Ders kitaplarında yer alan örneklerden faydalanılmıştır. Öğretim programında yer alan her bir kazanımın sırasına dikkat edilerek senaryo oluşturulmuştur. Altıncı sınıf Elektriğin İletimi ünitesine ait kazanımlar Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6 Konuyla İlgili Öğretim Programı Kazanımları (MEB, 2018)

Seviye	Ünite	Kazanımlar
6.sınıf	Elektriğin İletimi	1. Kazanım F.6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.

Tablo 3.6'nın devamı

2. Kazanım	F.6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar.
	F.6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.
3. Kazanım	(a. Ampulün parlaklığının değiştirilmesinde devredeki iletkenin uzunluğu, dik kesit alanı ve iletkenin cinsi değişkenleri üzerinde durulur. b. Elektriksel direnç ve bağlı olduğu faktörlerle ilgili olarak matematiksel bağıntıya girilmez.)
4. Kazanım	F.6.7.2.2. Elektriksel direnci tanımlar.
	(a. Ohm Yasası'na girilmez. b. Elektriksel direnç, "maddelerin, elektrik enerjisinin iletimine karşı gösterdikleri zorluk" olarak tanımlanır. c. Akım kavramına girilmez. ç. Direncin büyüklüğünün ölçülmesine ve birimine girilmez.)
5. Kazanım	F.6.7.2.3. Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder.

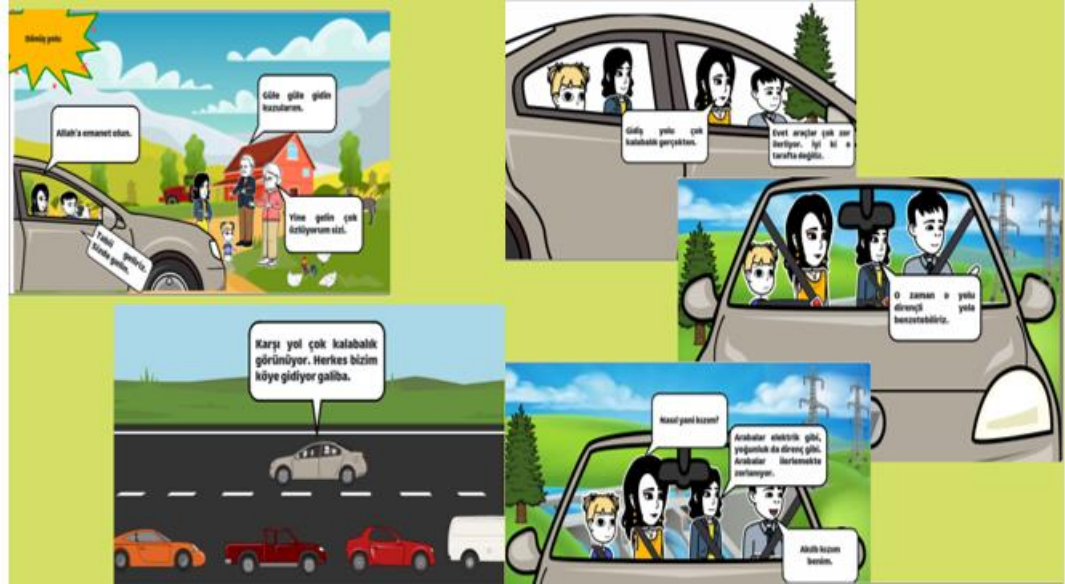
3.4.3 Bağlam Örneklerinin Toplanması

Bağlam temelli çizgi romanın Türkiye genelinde kullanılabilir olması ve tüm altıncı sınıf öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi için öğretmen örnekleri araştırılmıştır. Türkiye genelinde görev yapan 178 fen bilimleri öğretmeninden bağlam örnekleri toplanmıştır. Araştırmaya tüm coğrafi bölgelerden katılımlar olmuştur. Öğretmenlerin Elektriğin İletimi ünitesi kazanımlarını günlük yaşama ilişkilendirme örneklerinden uygun olanlar seçilip senaryoda yer verilmiştir. Bu bağlamlara ait bir cevap örneği Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.7 Öğretmen kazanım bağlam ilişkilendirme örneği

Kazanım	F.6.7.2.2.Elektriksel direnci tanımlar." Kazanımını günlük yaşamınızdan hangi durumla/olayla ilişkilendirebilirsiniz. Örnek(ler) veriniz.
Bağlam	Yoğun bir trafik ortamında araçların çok zor şartlarda ilerleyebilmesi, Bahçe sulama hortumunun normal şartlarda sulama işlevini iyi bir şekilde gerçekleştirirken, hortum bir iki yerinde katlandığında su akışı yavaşlamakta ya da su akışı tamamen durmaktadır.

Tablo 3.7’de örneği verilen bağlam örneklerinden faydalanarak bağlam temelli çizgi roman senaryosu oluşturulmuştur. Elde edilen bağlam örneğinden yola çıkılarak oluşturulan senaryoya ait örnek bir bölüm Şekil 3.3’te verilmiştir.



Şekil 3.3 Bağlam örneğinden tamamlanmış çizim örneği

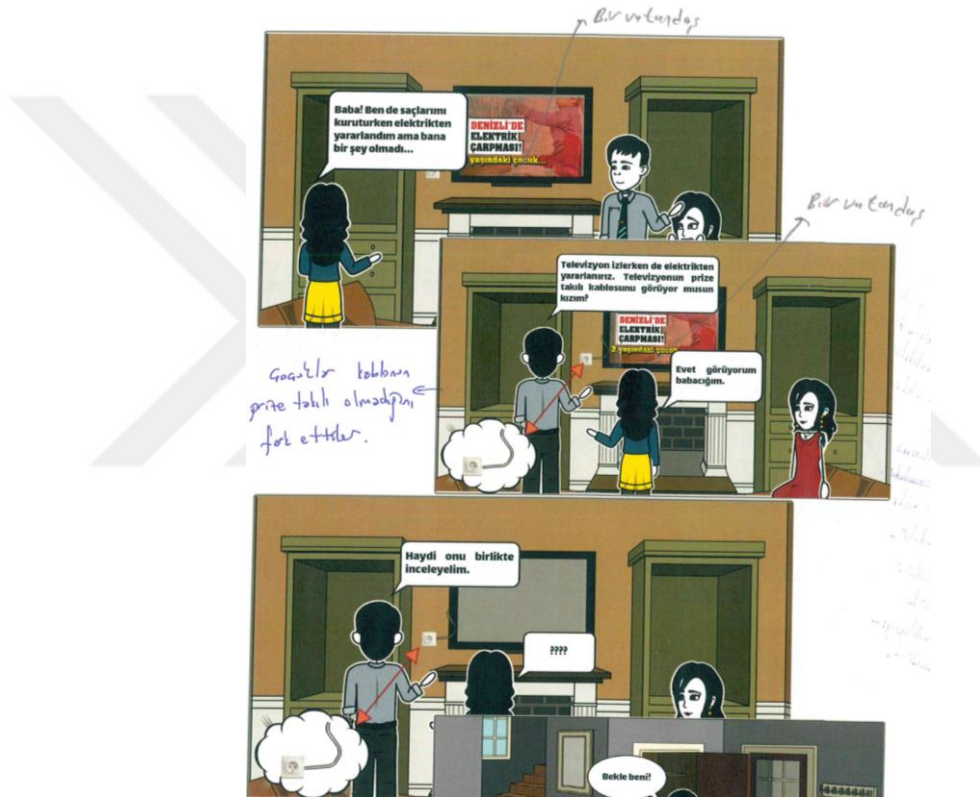
Bu şekilde oluşturulan senaryoların çizimleri "storyboardthat" programı ile yapılmıştır. Çizimlerin içerisine konuşma balonları yerleştirilirken sağdan sola yukarıdan aşağıya doğru okunacak şekilde yerleştirilmiştir.

3.4.4 Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Geliştirilen bağlam temelli çizgi romanın geçerlilik ve güvenirlilik kapsamında uzman görüşüne başvurulmuştur. Bağlam temelli çizgi romanın ders materyali olarak kullanılabilmesi için uzmanlardan, kazanımlara uygunluğu, dil ve anlatım ile bağlama uygunluğu konularında görüş alınmıştır. 3 fen eğitimcisi, 1 program geliştirme uzmanı, 1 dil ve anlatım uzmanı olmak üzere 5 uzmandan görüş alınmıştır. Görüşler doğrultusunda bağlam temelli çizgi romanda düzeltmeler yapıp pilot uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

3.4.5 Bağlam Temelli Çizgi Romanın Uygulanması

Geliştirilen bağlam temelli çizgi romanın giriş bölümünde karakterlerin tanıtımı yapılmıştır. Bağlam temelli çizgi romana son halini vermeden önce pilot uygulama altıncı sınıfta öğrenim gören 17 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama esnasında ortaya çıkacak gözlemlere göre ders öğretmeni ve öğrencilerin çizgi romanla ilgili görüşleri alınmıştır. Alınan öğrenci ve öğretmen görüşlerine ilişkin bir örnek Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4 Pilot uygulama esnasındaki gözlemlere göre görüş örneği

Öğrenci ve öğretmen görüşleri sonrasında çizimler tekrar gözden geçirilmiştir. Şekil 3.4'teki örneğin düzeltilmiş hali Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 Pilot uygulama sonrası düzeltme örneği

Bu şekilde tüm düzeltmeler yapıldıktan sonra Elektriğin İletimi ünitesine yönelik geliştirilen bağlam temelli çizgi romana son şekli verilmiştir. Bağlam temelli çizgi romanın tamamı EK C’de verilmiştir.

3.5 Deneysel İşlem Süreci

Deney ve kontrol gruplarında dersler kendi öğretmenleri ile işlenmiştir. Mevcut ders kitabı ile kontrol grubunda dersler işlenirken deney grubunda bağlam temelli çizgi roman öğretim materyali olarak kullanılmıştır. Öğretim uygulamaları üç hafta boyunca sürmüştür. Haftalık dört ders saati toplam 12 ders saati olarak uygulama gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda normal öğretimle dersler işlenirken öğretim materyali olarak ders kitabı kullanılmıştır. Deney grubunda normal öğretim ile dersler işlenmiş ve öğretim materyali olarak bağlam temelli çizgi roman kullanılmıştır. Tablo 3.8’de yapılan öğretim süresi ve kazanımlar verilmiştir.

Tablo 3.8 Öğretim süresi ve kazanımlar

Hafta	Süre	Kazanım
1. Hafta	2 ders saati	F.6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.
1. Hafta	2 ders saati	F.6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar.
2. Hafta	4 ders saati	F.6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.
3. Hafta	2 ders saati	F.6.7.2.2. Elektriksel direnci tanımlar.
3. Hafta	2 ders saati	F.6.7.2.3. Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder.

3.6 Verilerin Toplanması

BTEİÖDT ile araştırma kapsamında nicel veriler toplanmıştır. Öğretim uygulamaları öncesi ve sonrası ön-son test olarak BTEİÖDT uygulanmıştır. BTEİÖDT uygulanırken öğrencilere yeterince zaman verilmesine dikkat edilmiştir.

3.7 Verilerin Analizi

Araştırmada nicel verilerin analiziyle öğrenci TZM'leri belirlenmiştir. Öğrencilerin her bir soru için cevapları doğru cevap (nitelikli cevaplar-bilimsel), hatalı cevap (alternatif fıkirden oluşan cevaplar) ve ilişkisiz cevap (ilişkisiz cevap) olmak üzere üç niteliğe ayrılmıştır. BTEİÖDT'ne verilen cevaplar, TZM analizinde öğrencinin seçtiği seçeneğin niteliğine göre analizler yapılmıştır. Böylece öğrencinin belirli çerçevede öğrencinin Elektrik İletimi ünitesinde TZM'si belirlenmiştir. Tablo 3.9'da BTEİÖDT'ne ait soru seçeneklerinin cevap setleri verilmiştir.

Tablo 3.9 Madde Cevap Setleri

Soru numarası	Doğru Seçenek (Bilimsel Cevaplar)	Hatalı Seçenek (Alternatif fikir içeren)	İlişkisiz Seçenek (İlişkisiz cevap)
1	A	C,D,E	B
2	C	D,E,F,G	A,B
3	D	B,C,E,F	A
4	A	C,D,E	B
5	B	A,C,E,F	D
6	D	A,B,E	C
7	C	B,D,F,G	A,E
8	A	B,C,D	E
9	A	C,D,E	B
10	D	A,B,E,F,G,H	C
11	A	B,C,E,F	D
12	D	A,C,E,F	B
13	D	A,B,C	E
14	A	B,C,E,F	D
15	A	B,C,D,E,F	G
16	B	A,C,D,E,G	F
17	A	B,C,D,E,F	G,H
18	C	A,B,D	E
19	A	C,D,E,F	B,G
20	A	B,C,D,E,F	G
21	B	A,C,D	E

BTEİÖDT’ne verilen cevaplar analiz edilmiş ve analiz aşamaları ayrı ayrı verilmiştir. İlk olarak öğrenci cevap vektörleri belirlenmiştir.

3.7.1 Öğrenci birim cevap vektörleri belirlenmesi

TZM ve belirlenmesi başlığı altından sunulan yöntemle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin her bir soru için cevaplarına ilişkin birim vektörler belirlenmiştir.

3.7.1.1 Öğrenci cevap yoğunluk matrisi

Öğrencilerin BTEİÖDT verdikleri cevapların Tablo 3.9’da yer alan cevap setlerine göre vektörler belirlenmiştir. Deney grubunda yer alan Ö4 öğrencisinin cevabını örnek olarak inceleyelim. Ö4 ön test olarak uygulanan BTEİÖDT iletkenler ve yalıtkanlar soru grubu için birinci soruya ilişkin cevabı ‘C’ ise, Tablo 3.9’a göre hatalı cevap vermiş olur. Buna ilişkin Ö4 öğrencisinin birinci soru için cevap vektörü (0 1 0) olur. Ö4 öğrencisi BTEİÖDT yedinci sorusuna cevabı ‘C’ olduğundan Tablo 3.10’a göre doğru cevap verdiği için cevap vektörü (1 0 0) olur. Ö4 sekizinci soruya cevabı ‘E’ olduğu için Tablo 3.10’a göre cevap vektörü (0 0 1) olur. Bu şekilde Ö4 öğrencinin bazı cevapları için oluşturulmuş cevap vektörü Tablo 3.10’da örnek olarak verilmiştir.

Tablo 3.10 Ö4’ün sorulara ilişkin cevap vektörü bileşenleri

Soru	Cevap Niteliği			Öğrenci cevabı	Cevap vektörü	Bileşke Cevap Vektörü
	Bilimsel	Hatalı	İlişkısiz			
1	A	C,D,E	B	C	(0 1 0)	(2 5 1)
2	C	D,E,F,G	A,B	E	(0 1 0)	
3	D	B,C,E,F	A	B	(0 1 0)	
4	A	C,D,E	B	C	(0 1 0)	
5	B	A,C,E,F	D	B	(1 0 0)	
6	D	A,B,E	C	B	(0 1 0)	
7	C	B,D,F,G	A,E	C	(1 0 0)	
8	A	B,C,D	E	E	(0 0 1)	

Tablo 3.10’da görüldüğü gibi Ö4’ait iletkenler ve yalıtkanlar soru grubu cevaplarına ilişkin TZM vektörleri belirlenmiştir. Buradan harekete Ö4’e ait bileşke vektörü aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$C_k = \begin{pmatrix} \sqrt{i} \\ \sqrt{j} \\ \sqrt{k} \end{pmatrix} C_k = \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$$

Soru grubunun tamamına ait bileşke vektörü ise aşağıdaki formülle belirlenir. Ö4'e ait soru grubunun bileşke vektörü şu şekilde hesaplanmıştır.

$$C_k = \frac{1}{\sqrt{ss}} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{x} \\ \sqrt{y} \\ \sqrt{z} \end{pmatrix} C_k = \frac{1}{\sqrt{8}} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$$

İletkenler ve yalıtkanlar soru grubu 8 sorudan oluşan soru grubu ele alındığı için 'ss' 8 olmuştur. Daha sonra Ö4'e ait yanıtlarının niteliğini yansıtan yoğunluk matrisi oluşturulmuştur. Ö4'e ait hesaplama örneği ve formül aşağıda verilmiştir.

$$D_k = \frac{1}{ss} \begin{bmatrix} x & \sqrt{xy} & \sqrt{xz} \\ \sqrt{yx} & y & \sqrt{yz} \\ \sqrt{zx} & \sqrt{zy} & z \end{bmatrix} D_k = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} 2 & \sqrt{10} & \sqrt{2} \\ \sqrt{10} & 5 & \sqrt{5} \\ \sqrt{2} & \sqrt{5} & 1 \end{bmatrix}$$

Belirlenen bu matris TZM yoğunluk matrisidir. Ö4'e ait TZM yoğunluk matrisinin sonucu şekil 3.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 Deney 1

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar		
	Ön test		
Ö1	0,25	0,40	0,18
	0,40	0,63	0,28
	0,18	0,28	0,13
Ö2	0,50	0,35	0,35
	0,35	0,25	0,25
	0,35	0,25	0,25
Ö3	0,63	0,40	0,28
	0,40	0,25	0,18
	0,28	0,18	0,13
Ö4	0,25	0,40	0,18
	0,40	0,63	0,28
	0,18	0,28	0,13

Şekil 3.6 Ö4'e ait TZM yoğunluk matrisi

TZM'ye yönelik anlam yüklemesi, matrisin diyagonal elemanlarından yola çıkılarak yapılmıştır. Dolayısıyla Ö4'ün TZM'si tutarsız karma model olarak belirlenmiştir. Araştırmada yukarıda ifade edilen formüllerden yararlanılarak Elektriğin İletimi ünitesine ait iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarından elde edilen veriler ışığında kontrol ve deney gruplarına ait sınıf yoğunluk matrislerinin

eğilimleri de belirlenmiştir. Benzer süreç deney ve kontrol grubu öğrencileri için gerçekleştirilmiştir ve böylelikle TZM sınıf eğilimi belirlenmiştir.

3.7.1.2 EİBTÇR ile Yapılan Öğretimin Deney Grubu Öğrencilerindeki Değişimlerinin Derinlemesine Analizi

Deney grubu öğrencilerinin EİBTÇR ile yapılan öğretim neticesinde cevap setlerine (Bilimsel, Hatalı, İlişkısız) göre değişimleri derinlemesine incelenmiştir. Öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin alternatif fikirlerindeki değişimler karşılaştırılarak yapılan öğretimin etkililiğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin TZM değişimlerinin anlamlandırılması bu analiz neticesinde yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırma problemleri doğrultusunda elde edilen bulgular sunulmuştur. İlk olarak öğrencilerin TZM durumlarını yansıtan matrisler hesaplanmış ve TZM'leri belirlenmiştir. Sınıf yoğunluk matrisleri ile deney ve kontrol grubunun TZM eğilimleri sunulmuştur. Son olarak EİBTÇR'ye yönelik yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular verilmiştir.

4.1 Kontrol Grubu Öğrencilerine Ait Bireysel Olasılık Vektörleri

32 öğrenciden oluşan kontrol grubu öğrencilerine (N=32) ait ön-son test cevaplarının temel vektörleri belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin BTEİÖDT verdikleri cevaplarının soru gruplarına ait bireysel cevap vektörleri bileşenleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Kontrol grubu öğrencilerinin bireysel olasılık vektörleri

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar		Elektriksel Direnç	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
Ö1	(2 3 3)	(3 3 2)	(2 5 6)	(0 7 6)
Ö2	(3 4 1)	(2 5 1)	(1 7 5)	(3 10 0)
Ö3	(2 5 1)	(6 1 1)	(4 7 2)	(7 4 2)
Ö4	(1 5 2)	(1 6 1)	(3 10 0)	(2 9 2)
Ö5	(2 4 2)	(2 4 2)	(0 11 2)	(4 7 2)
Ö6	(1 6 1)	(3 3 2)	(3 9 1)	(7 6 0)
Ö7	(1 7 0)	(3 4 1)	(2 9 2)	(2 9 2)
Ö8	(2 5 1)	(5 2 1)	(0 10 3)	(3 8 2)
Ö9	(2 6 0)	(1 6 1)	(2 10 1)	(3 6 4)
Ö10	(2 5 1)	(2 6 0)	(1 10 2)	(2 8 3)
Ö11	(1 6 1)	(2 6 0)	(1 6 6)	(4 9 0)
Ö12	(2 5 1)	(4 2 2)	(0 11 2)	(2 10 1)
Ö13	(2 4 2)	(2 6 0)	(4 7 2)	(3 9 1)
Ö14	(4 3 1)	(4 3 1)	(5 6 2)	(5 7 1)
Ö15	(5 2 1)	(7 1 0)	(7 6 0)	(6 7 0)
Ö16	(1 7 0)	(1 4 3)	(1 9 3)	(4 7 2)
Ö17	(3 3 2)	(3 3 2)	(5 7 1)	(7 5 1)
Ö18	(3 4 1)	(2 5 1)	(2 11 0)	(8 5 0)
Ö19	(1 6 1)	(0 5 3)	(2 6 5)	(4 8 1)
Ö20	(4 4 0)	(5 2 1)	(6 5 2)	(5 8 0)
Ö21	(0 5 3)	(1 5 2)	(3 7 3)	(5 8 0)
Ö22	(1 5 2)	(3 4 1)	(4 6 3)	(4 9 0)
Ö23	(1 4 3)	(2 4 2)	(2 8 3)	(2 9 2)
Ö24	(1 5 2)	(5 2 1)	(2 7 4)	(5 8 0)
Ö25	(1 7 0)	(3 3 2)	(2 7 4)	(2 10 1)
Ö26	(2 4 2)	(2 5 1)	(2 10 1)	(3 10 0)
Ö27	(3 4 1)	(5 1 2)	(5 8 0)	(6 7 0)

Tablo 4.1'in devamı

Ö28	(2 4 2)	(3 2 3)	(4 7 2)	(4 7 2)
Ö29	(1 6 1)	(2 4 2)	(4 8 1)	(4 6 3)
Ö30	(3 4 1)	(6 1 1)	(5 8 0)	(3 10 0)
Ö31	(1 3 4)	(4 2 2)	(5 8 0)	(7 5 1)
Ö32	(3 3 2)	(8 0 0)	(3 10 0)	(12 1 0)

Tablo 4.1 incelendiğinde, iletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda toplam 8 soru bulunmaktadır. İletkenler ve yalıtkanlar soru grubuna yönelik öğrenci cevaplarına ait bireysel cevap vektörleri bileşen değerleri yer almaktadır. Ön test neticesinden öğrenci cevapları genellikle 'Hatalı Cevap' olduğu görülmektedir. Son testte ise Ö3, Ö8, Ö15, Ö30 ve Ö32 öğrencilerinin baskın durumda bilimsel cevap durumunda olduğu tespit edilmiştir. Ö10, Ö11, Ö12, Ö15 ve Ö32 öğrencileri 8 soruluk iletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda hiçbir soruda ilişkisiz cevap vermedikleri saptanmıştır. Diğer öğrencilerde hatalı cevap durumunun devam ettiği belirlenmiştir.

Elektriksel direnç soru grubunda 13 soru yer almaktadır. Elektriksel direnç soru grubuna yönelik öğrenci cevaplarına ait bireysel olasılık vektörü yer almaktadır. Elektriksel direnç soru grubu ön test sonuçlarına göre bütün öğrencilerin 'Hatalı Cevap' durumunda olduğu görülmektedir. Bilimsel cevap durumunda öğrenci tespit edilememiştir. Son test sonuçlarına göre Ö3, Ö6, Ö18, Ö31 ve Ö32 bilimsel cevap durumunda oldukları tespit edilmiştir. Ö2, Ö6, Ö11, Ö15, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24, Ö26, Ö27, Ö30 ve Ö32 öğrencilerinin 13 sorunun tamamında ilişkisiz cevap vermedikleri saptanmıştır. Öğrencilerin genellikle hatalı cevap durumlarının baskın olduğu bulunmuştur.

4.2 Deney Grubu Öğrencilerine Ait Bireysel Olasılık Vektörleri

27 öğrenciden oluşan deney grubu öğrencilerine (N=27) ait ön-son test cevaplarının temel vektörleri belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin BTEİÖDT verdikleri cevaplarının soru gruplarına ait bireysel olasılık vektörleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 Deney grubu öğrencilerinin bireysel olasılık vektörleri

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar		Elektriksel Direnç	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
Ö1	(2 5 1)	(7 0 1)	(1 11 1)	(8 4 1)

Tablo 4.2'nin devamı

Ö2	(4 2 2)	(3 3 2)	(2 7 4)	(5 7 1)
Ö3	(5 2 1)	(5 2 1)	(4 8 1)	(9 4 0)
Ö4	(2 5 1)	(5 2 1)	(0 12 1)	(7 6 0)
Ö5	(5 2 1)	(4 3 1)	(1 9 3)	(4 8 1)
Ö6	(2 2 4)	(5 2 1)	(2 9 2)	(4 9 0)
Ö7	(1 5 2)	(6 2 0)	(0 10 3)	(10 3 0)
Ö8	(3 3 2)	(3 4 1)	(2 11 0)	(2 9 2)
Ö9	(2 3 3)	(2 3 3)	(4 6 3)	(7 6 0)
Ö10	(2 3 3)	(5 1 2)	(0 10 3)	(8 5 0)
Ö11	(2 5 1)	(5 1 2)	(3 8 2)	(6 6 1)
Ö12	(2 6 0)	(3 5 0)	(4 7 2)	(4 5 4)
Ö13	(3 3 2)	(3 5 0)	(1 10 2)	(10 3 0)
Ö14	(5 2 1)	(6 2 0)	(4 9 0)	(13 0 0)
Ö15	(6 0 2)	(8 0 0)	(3 9 1)	(12 1 0)
Ö16	(6 1 1)	(6 2 0)	(6 3 4)	(10 3 0)
Ö17	(5 2 1)	(7 1 0)	(4 9 0)	(12 1 0)
Ö18	(3 4 1)	(5 2 1)	(3 9 1)	(5 8 0)
Ö19	(2 6 0)	(4 3 1)	(0 9 4)	(9 4 0)
Ö20	(3 5 0)	(4 2 2)	(2 7 4)	(9 4 0)
Ö21	(2 5 1)	(3 5 0)	(1 10 2)	(4 7 2)
Ö22	(5 2 1)	(4 3 1)	(4 8 1)	(5 7 1)
Ö23	(2 4 2)	(4 4 0)	(1 9 3)	(2 8 3)
Ö24	(2 2 4)	(5 2 1)	(1 10 2)	(11 2 0)
Ö25	(3 4 1)	(2 6 0)	(3 9 1)	(4 9 0)
Ö26	(1 4 3)	(6 2 0)	(5 8 0)	(10 3 0)
Ö27	(4 4 0)	(5 2 1)	(1 6 6)	(9 3 1)

Tablo 4.2 incelendiğinde iletken ve yalıtkanlar konusunda deney grubu öğrencileri ait bireysel olasılık vektörleri bileşen değerleri görülmektedir. Ön test sonuçlarına göre genel itibarıyla öğrencilerin hatalı cevap durumunda oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin baskın olarak 6'sı bilimsel cevap, 12'si hatalı cevap ve 9'u ise ilişkisiz cevaplar verdikleri görülmektedir. İletkenler ve yalıtkan soru grubunda son test verilerine göre baskın olarak 17 öğrenci bilimsel cevap, 5 öğrenci hatalı cevap durumunda olduğu saptanmıştır. İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda hiçbir öğrencinin baskın olarak ilişkisiz cevap durumunda olmadığı tespit edilmiştir. Ö15'in tüm soruları doğru yanıtladığı belirlenmiştir. Bu sebeple cevap vektörü (8 0 0) olmuştur. 11 öğrencinin ise hiçbir soruya ilişkisiz cevap vermediği bulunmuştur.

Elektriksel direnç konusuna ait soru grubunda deney grubu öğrencilerinin bireysel cevap vektörleri incelendiğinde ön test sonuçlarına göre, 25 öğrencinin baskın olarak

hatalı cevap, 1 (Ö16) öğrencinin bilimsel cevap durumunda olduğu tespit edilmiştir. 4 öğrencinin ise 13 soruluk elektriksel direnç soru grubunda hiçbir soruya bilimsel cevap vermedikleri saptanmıştır. Elektriksel direnç son test soru grubunda ise baskın olarak 16 öğrencinin bilimsel cevap, 10 öğrencinin hatalı cevap durumunda oldukları belirlenmiştir. İlişkisiz cevabın baskın olduğu hiçbir öğrenciye rastlanmamıştır. 17 öğrencinin ise hiçbir soruda ilişkisiz yanıt vermediği tespit edilmiştir.

4.3 Kontrol Grubu Öğrencilerine Ait TZM Bileşke Vektörü

Araştırmanın yöntem kısmında bahsedildiği gibi öğrencilerin bireysel cevap vektör bileşen değerleri belirlendikten sonra TZM bileşke vektörleri bulunmuştur. Tablo 4.3'te kontrol grubu öğrencilerinin bireysel TZM bileşke vektörleri verilmiştir.

Tablo 4.3 Kontrol grubu öğrencilerinin bireysel TZM bileşke vektörleri

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar		Elektriksel Direnç	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
Ö1	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{6} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{0} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{6} \end{pmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{5} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{10} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{1} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{7} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{10} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{0} \\ \sqrt{11} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{7} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$

Tablo 4.3'ün devamı

[illegible]

Tablo 4.3'te Elektriğin İletimi ünitesi iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarına ait ön-son test TZM bileşke vektörleri verilmiştir.

4.4 Deney Grubu Öğrencilerine Ait TZM Bileşke Vektörü

Deney grubu öğrencilerine ait TZM bileşke vektörleri belirlenerek, Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4 Deney grubu öğrencilerinin bireysel TZM bileşke vektörleri

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar		Elektriksel Direnç	
	Ön test	Son test	Ön test	Son test
Ö1	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{7} \\ \sqrt{0} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{11} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{8} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$
Ö2	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{4} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{7} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$
Ö3	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{8} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{9} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö4	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{0} \\ \sqrt{12} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{7} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö5	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{8} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$
Ö6	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{4} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö7	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{0} \\ \sqrt{10} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{10} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö8	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{11} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$
Ö9	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{7} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$

Ö14	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{13} \\ \sqrt{0} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö15	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{0} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{8} \\ \sqrt{0} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{12} \\ \sqrt{1} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö16	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{10} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$

92

Tablo 4.4'ün devamı

Ö23	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{8} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$
Ö24	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{4} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{10} \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{11} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö25	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{2} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{13} \begin{pmatrix} \sqrt{3} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{9} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö26	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{6} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{8} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{10} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$
Ö27	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{4} \\ \sqrt{4} \\ \sqrt{0} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{pmatrix} \sqrt{5} \\ \sqrt{2} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{1} \\ \sqrt{6} \\ \sqrt{6} \end{pmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{13}} \begin{pmatrix} \sqrt{9} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{1} \end{pmatrix}$

Tablo 4.4'te Elektriğin İletimi ünitesi iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarına ait deney grubu öğrencilerinin ön-son test TZM bileşke vektörleri verilmiştir. Bu verilerden hareketle öğrencilerin yoğunluk matrisleri hesaplanmıştır.

4.5 Kontrol Grubu Öğrencilerine Ait TZM Yoğunluk Matrisi

Araştırmada bireysel TZM bileşke vektörlerinden yararlanılarak TZM yoğunluk matrisleri hesaplanmıştır. İletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarına ait yoğunluk matrisleri ayrı ayrı bulunmuştur. Tablo 4.5'te kontrol grubu öğrencilerinin yoğunluk matrisleri verilmiştir.

Tablo 4.5 Kontrol grubu öğrencilerinin TZM yoğunluk matrisleri

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar						Elektriksel Direnç					
	Ön test			Son test			Ön test			Son test		
Ö1	0,25	0,31	0,31	0,38	0,38	0,31	0,15	0,24	0,27	0,00	0,00	0,00
	0,31	0,38	0,38	0,38	0,38	0,31	0,24	0,38	0,42	0,00	0,54	0,50
	0,31	0,38	0,38	0,31	0,31	0,25	0,27	0,42	0,46	0,00	0,50	0,46
Ö2	0,38	0,43	0,22	0,25	0,40	0,18	0,08	0,20	0,17	0,23	0,42	0,00
	0,43	0,50	0,25	0,40	0,63	0,28	0,20	0,54	0,46	0,42	0,77	0,00
	0,22	0,25	0,13	0,18	0,28	0,13	0,17	0,46	0,38	0,00	0,00	0,00
Ö3	0,25	0,40	0,18	0,75	0,31	0,31	0,31	0,41	0,22	0,54	0,41	0,29
	0,40	0,63	0,28	0,31	0,13	0,13	0,41	0,54	0,29	0,41	0,31	0,22
	0,18	0,28	0,13	0,31	0,13	0,13	0,22	0,29	0,15	0,29	0,22	0,15

Tablo 4.5'in devamı

Ö4	0,13	0,28	0,18	0,13	0,31	0,13	0,23	0,42	0,00	0,15	0,33	0,15
	0,28	0,63	0,40	0,31	0,75	0,31	0,42	0,77	0,00	0,33	0,69	0,33
	0,18	0,40	0,25	0,13	0,31	0,13	0,00	0,00	0,00	0,15	0,33	0,15
Ö5	0,25	0,35	0,25	0,25	0,35	0,25	0,00	0,00	0,00	0,31	0,41	0,22
	0,35	0,50	0,35	0,35	0,50	0,35	0,00	0,85	0,36	0,41	0,54	0,29
	0,25	0,35	0,25	0,25	0,35	0,25	0,00	0,36	0,15	0,22	0,29	0,15
Ö6	0,13	0,31	0,13	0,38	0,38	0,31	0,23	0,40	0,13	0,54	0,50	0,00
	0,31	0,75	0,31	0,38	0,38	0,31	0,40	0,69	0,23	0,50	0,46	0,00
	0,13	0,31	0,13	0,31	0,31	0,25	0,13	0,23	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö7	0,13	0,33	0,00	0,38	0,43	0,22	0,15	0,33	0,15	0,15	0,33	0,15
	0,33	0,88	0,00	0,43	0,50	0,25	0,33	0,69	0,33	0,33	0,69	0,33
	0,00	0,00	0,00	0,22	0,25	0,13	0,15	0,33	0,15	0,15	0,33	0,15
Ö8	0,25	0,40	0,18	0,63	0,40	0,28	0,00	0,00	0,00	0,23	0,38	0,19
	0,40	0,63	0,28	0,40	0,25	0,18	0,00	0,77	0,42	0,38	0,62	0,31
	0,18	0,28	0,13	0,28	0,18	0,13	0,00	0,42	0,23	0,19	0,31	0,15
Ö9	0,25	0,43	0,00	0,13	0,31	0,13	0,15	0,34	0,11	0,23	0,33	0,27
	0,43	0,75	0,00	0,31	0,75	0,31	0,34	0,77	0,24	0,33	0,46	0,38
	0,00	0,00	0,00	0,13	0,31	0,13	0,11	0,24	0,08	0,27	0,38	0,31
Ö10	0,25	0,40	0,18	0,25	0,43	0,00	0,08	0,24	0,11	0,15	0,31	0,19
	0,40	0,63	0,28	0,43	0,75	0,00	0,24	0,77	0,34	0,31	0,62	0,38
	0,18	0,28	0,13	0,00	0,00	0,00	0,11	0,34	0,15	0,19	0,38	0,23
Ö11	0,13	0,31	0,13	0,25	0,43	0,00	0,08	0,19	0,19	0,31	0,46	0,00
	0,31	0,75	0,31	0,43	0,75	0,00	0,19	0,46	0,46	0,46	0,69	0,00
	0,13	0,31	0,13	0,00	0,00	0,00	0,19	0,46	0,46	0,00	0,00	0,00
Ö12	0,25	0,40	0,18	0,50	0,35	0,35	0,00	0,00	0,00	0,15	0,34	0,11
	0,40	0,63	0,28	0,35	0,25	0,25	0,00	0,85	0,36	0,34	0,77	0,24
	0,18	0,28	0,13	0,35	0,25	0,25	0,00	0,36	0,15	0,11	0,24	0,08
Ö13	0,25	0,35	0,25	0,25	0,43	0,00	0,31	0,41	0,22	0,23	0,40	0,13
	0,35	0,50	0,35	0,43	0,75	0,00	0,41	0,54	0,29	0,40	0,69	0,23
	0,25	0,35	0,25	0,00	0,00	0,00	0,22	0,29	0,15	0,13	0,23	0,08
Ö14	0,50	0,43	0,25	0,50	0,43	0,25	0,38	0,42	0,24	0,38	0,46	0,17
	0,43	0,38	0,22	0,43	0,38	0,22	0,42	0,46	0,27	0,46	0,54	0,20
	0,25	0,22	0,13	0,25	0,22	0,13	0,24	0,27	0,15	0,17	0,20	0,08
Ö15	0,63	0,40	0,28	0,88	0,33	0,00	0,54	0,50	0,00	0,46	0,50	0,00
	0,40	0,25	0,18	0,33	0,13	0,00	0,50	0,46	0,00	0,50	0,54	0,00
	0,28	0,18	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ö16	0,13	0,33	0,00	0,13	0,25	0,22	0,08	0,23	0,13	0,31	0,41	0,22
	0,33	0,88	0,00	0,25	0,50	0,43	0,23	0,69	0,40	0,41	0,54	0,29
	0,00	0,00	0,00	0,22	0,43	0,38	0,13	0,40	0,23	0,22	0,29	0,15
Ö17	0,38	0,38	0,31	0,38	0,38	0,31	0,38	0,46	0,17	0,54	0,46	0,20
	0,38	0,38	0,31	0,38	0,38	0,31	0,46	0,54	0,20	0,46	0,38	0,17
	0,31	0,31	0,25	0,31	0,31	0,25	0,17	0,20	0,08	0,20	0,17	0,08
Ö18	0,38	0,43	0,22	0,25	0,40	0,18	0,15	0,36	0,00	0,62	0,49	0,00
	0,43	0,50	0,25	0,40	0,63	0,28	0,36	0,85	0,00	0,49	0,38	0,00
	0,22	0,25	0,13	0,18	0,28	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ö19	0,13	0,31	0,13	0,00	0,00	0,00	0,15	0,27	0,24	0,31	0,44	0,15
	0,31	0,75	0,31	0,00	0,63	0,48	0,27	0,46	0,42	0,44	0,62	0,22
	0,13	0,31	0,13	0,00	0,48	0,38	0,24	0,42	0,38	0,15	0,22	0,08
Ö20	0,50	0,50	0,00	0,63	0,40	0,28	0,46	0,42	0,27	0,38	0,49	0,00
	0,50	0,50	0,00	0,40	0,25	0,18	0,42	0,38	0,24	0,49	0,62	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,28	0,18	0,13	0,27	0,24	0,15	0,00	0,00	0,00
Ö21	0,00	0,00	0,00	0,13	0,28	0,18	0,23	0,35	0,23	0,38	0,49	0,00
	0,00	0,63	0,48	0,28	0,63	0,40	0,35	0,54	0,35	0,49	0,62	0,00
	0,00	0,48	0,38	0,18	0,40	0,25	0,23	0,35	0,23	0,00	0,00	0,00
Ö22	0,13	0,28	0,18	0,38	0,43	0,22	0,31	0,38	0,27	0,31	0,46	0,00
	0,28	0,63	0,40	0,43	0,50	0,25	0,38	0,46	0,33	0,46	0,69	0,00
	0,18	0,40	0,25	0,22	0,25	0,13	0,27	0,33	0,23	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.5'in devamı

Ö23	0,13	0,25	0,22	0,25	0,35	0,25	0,15	0,31	0,19	0,15	0,33	0,15
	0,25	0,50	0,43	0,35	0,50	0,35	0,31	0,62	0,38	0,33	0,69	0,33
	0,22	0,43	0,38	0,25	0,35	0,25	0,19	0,38	0,23	0,15	0,33	0,15
Ö24	0,13	0,28	0,18	0,63	0,40	0,28	0,15	0,29	0,22	0,38	0,49	0,00
	0,28	0,63	0,40	0,40	0,25	0,18	0,29	0,54	0,41	0,49	0,62	0,00
	0,18	0,40	0,25	0,28	0,18	0,13	0,22	0,41	0,31	0,00	0,00	0,00
Ö25	0,13	0,33	0,00	0,38	0,38	0,31	0,15	0,29	0,22	0,15	0,34	0,11
	0,33	0,88	0,00	0,38	0,38	0,31	0,29	0,54	0,41	0,34	0,77	0,24
	0,00	0,00	0,00	0,31	0,31	0,25	0,22	0,41	0,31	0,11	0,24	0,08
Ö26	0,25	0,35	0,25	0,25	0,40	0,18	0,15	0,34	0,11	0,23	0,42	0,00
	0,35	0,50	0,35	0,40	0,63	0,28	0,34	0,77	0,24	0,42	0,77	0,00
	0,25	0,35	0,25	0,18	0,28	0,13	0,11	0,24	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö27	0,38	0,43	0,22	0,63	0,28	0,40	0,38	0,49	0,00	0,46	0,50	0,00
	0,43	0,50	0,25	0,28	0,13	0,18	0,49	0,62	0,00	0,50	0,54	0,00
	0,22	0,25	0,13	0,40	0,18	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ö28	0,25	0,35	0,25	0,38	0,31	0,38	0,31	0,41	0,22	0,31	0,41	0,22
	0,35	0,50	0,35	0,31	0,25	0,31	0,41	0,54	0,29	0,41	0,54	0,29
	0,25	0,35	0,25	0,38	0,31	0,38	0,22	0,29	0,15	0,22	0,29	0,15
Ö29	0,13	0,31	0,13	0,25	0,35	0,25	0,31	0,44	0,15	0,31	0,38	0,27
	0,31	0,75	0,31	0,35	0,50	0,35	0,44	0,62	0,22	0,38	0,46	0,33
	0,13	0,31	0,13	0,25	0,35	0,25	0,15	0,22	0,08	0,27	0,33	0,23
Ö30	0,38	0,43	0,22	0,75	0,31	0,31	0,38	0,49	0,00	0,23	0,42	0,00
	0,43	0,50	0,25	0,31	0,13	0,13	0,49	0,62	0,00	0,42	0,77	0,00
	0,22	0,25	0,13	0,31	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ö31	0,13	0,22	0,25	0,50	0,35	0,35	0,38	0,49	0,00	0,54	0,46	0,20
	0,22	0,38	0,43	0,35	0,25	0,25	0,49	0,62	0,00	0,46	0,38	0,17
	0,25	0,43	0,50	0,35	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,20	0,17	0,08
Ö32	0,38	0,38	0,31	1,00	0,00	0,00	0,23	0,42	0,00	0,92	0,27	0,00
	0,38	0,38	0,31	0,00	0,00	0,00	0,42	0,77	0,00	0,27	0,08	0,00
	0,31	0,31	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.5'te, TZM bileşke vektörlerinden hareketle kontrol grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarına ait yoğunluk matrisler görülmektedir.

4.6 Deney Grubu Öğrencilerine Ait TZM Yoğunluk Matrisi

Araştırmada bireysel TZM bileşke vektörlerinden yararlanılarak TZM yoğunluk matrisleri hesaplanmıştır. İletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarına ait yoğunluk matrisleri ayrı ayrı bulunmuştur. Tablo 4.6'da deney grubu öğrencilerinin yoğunluk matrisleri verilmiştir.

Tablo 4.6 Deney grubu öğrencilerinin TZM yoğunluk matrisleri

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar						Elektriksel Direnç					
	Ön test			Son test			Ön test			Son test		
Ö1	0,25	0,40	0,18	0,88	0,00	0,33	0,08	0,26	0,08	0,62	0,44	0,22
	0,40	0,63	0,28	0,00	0,00	0,00	0,26	0,85	0,26	0,44	0,31	0,15
	0,18	0,28	0,13	0,33	0,00	0,13	0,08	0,26	0,08	0,22	0,15	0,08
Ö2	0,50	0,35	0,35	0,38	0,38	0,31	0,15	0,29	0,22	0,38	0,46	0,17
	0,35	0,25	0,25	0,38	0,38	0,31	0,29	0,54	0,41	0,46	0,54	0,20
	0,35	0,25	0,25	0,31	0,31	0,25	0,22	0,41	0,31	0,17	0,20	0,08
Ö3	0,63	0,40	0,28	0,63	0,40	0,28	0,31	0,44	0,15	0,69	0,46	0,00
	0,40	0,25	0,18	0,40	0,25	0,18	0,44	0,62	0,22	0,46	0,31	0,00
	0,28	0,18	0,13	0,28	0,18	0,13	0,15	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö4	0,25	0,40	0,18	0,63	0,40	0,28	0,00	0,00	0,00	0,54	0,50	0,00
	0,40	0,63	0,28	0,40	0,25	0,18	0,00	0,92	0,27	0,50	0,46	0,00
	0,18	0,28	0,13	0,28	0,18	0,13	0,00	0,27	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö5	0,63	0,40	0,28	0,50	0,43	0,25	0,08	0,23	0,13	0,31	0,44	0,15
	0,40	0,25	0,18	0,43	0,38	0,22	0,23	0,69	0,40	0,44	0,62	0,22
	0,28	0,18	0,13	0,25	0,22	0,13	0,13	0,40	0,23	0,15	0,22	0,08
Ö6	0,25	0,25	0,35	0,63	0,40	0,28	0,15	0,33	0,15	0,31	0,46	0,00
	0,25	0,25	0,35	0,40	0,25	0,18	0,33	0,69	0,33	0,46	0,69	0,00
	0,35	0,35	0,50	0,28	0,18	0,13	0,15	0,33	0,15	0,00	0,00	0,00
Ö7	0,13	0,28	0,18	0,75	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,42	0,00
	0,28	0,63	0,40	0,43	0,25	0,00	0,00	0,77	0,42	0,42	0,23	0,00
	0,18	0,40	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,23	0,00	0,00	0,00
Ö8	0,38	0,38	0,31	0,38	0,43	0,22	0,15	0,36	0,00	0,15	0,33	0,15
	0,38	0,38	0,31	0,43	0,50	0,25	0,36	0,85	0,00	0,33	0,69	0,33
	0,31	0,31	0,25	0,22	0,25	0,13	0,00	0,00	0,00	0,15	0,33	0,15
Ö9	0,25	0,31	0,31	0,25	0,31	0,31	0,31	0,38	0,27	0,54	0,50	0,00
	0,31	0,38	0,38	0,31	0,38	0,38	0,38	0,46	0,33	0,50	0,46	0,00
	0,31	0,38	0,38	0,31	0,38	0,38	0,27	0,33	0,23	0,00	0,00	0,00
Ö10	0,25	0,31	0,31	0,63	0,28	0,40	0,00	0,00	0,00	0,62	0,49	0,00
	0,31	0,38	0,38	0,28	0,13	0,18	0,00	0,77	0,42	0,49	0,38	0,00
	0,31	0,38	0,38	0,40	0,18	0,25	0,00	0,42	0,23	0,00	0,00	0,00
Ö11	0,25	0,40	0,18	0,63	0,28	0,40	0,23	0,38	0,19	0,46	0,46	0,19
	0,40	0,63	0,28	0,28	0,13	0,18	0,38	0,62	0,31	0,46	0,46	0,19
	0,18	0,28	0,13	0,40	0,18	0,25	0,19	0,31	0,15	0,19	0,19	0,08
Ö12	0,25	0,43	0,00	0,38	0,48	0,00	0,31	0,41	0,22	0,31	0,34	0,31
	0,43	0,75	0,00	0,48	0,63	0,00	0,41	0,54	0,29	0,34	0,38	0,34
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,29	0,15	0,31	0,34	0,31
Ö13	0,38	0,38	0,31	0,38	0,48	0,00	0,08	0,24	0,11	0,77	0,42	0,00
	0,38	0,38	0,31	0,48	0,63	0,00	0,24	0,77	0,34	0,42	0,23	0,00
	0,31	0,31	0,25	0,00	0,00	0,00	0,11	0,34	0,15	0,00	0,00	0,00
Ö14	0,63	0,40	0,28	0,75	0,43	0,00	0,31	0,46	0,00	1,00	0,00	0,00
	0,40	0,25	0,18	0,43	0,25	0,00	0,46	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,28	0,18	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ö15	0,75	0,00	0,43	1,00	0,00	0,00	0,23	0,40	0,13	0,92	0,27	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,69	0,23	0,27	0,08	0,00
	0,43	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,13	0,23	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö16	0,75	0,31	0,31	0,75	0,43	0,00	0,46	0,33	0,38	0,77	0,42	0,00
	0,31	0,13	0,13	0,43	0,25	0,00	0,33	0,23	0,27	0,42	0,23	0,00
	0,31	0,13	0,13	0,00	0,00	0,00	0,38	0,27	0,31	0,00	0,00	0,00
Ö17	0,63	0,40	0,28	0,88	0,33	0,00	0,31	0,46	0,00	0,92	0,27	0,00
	0,40	0,25	0,18	0,33	0,13	0,00	0,46	0,69	0,00	0,27	0,08	0,00
	0,28	0,18	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.6'nın devamı

Ö18	0,38	0,43	0,22	0,63	0,40	0,28	0,23	0,40	0,13	0,38	0,49	0,00
	0,43	0,50	0,25	0,40	0,25	0,18	0,40	0,69	0,23	0,49	0,62	0,00
	0,22	0,25	0,13	0,28	0,18	0,13	0,13	0,23	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö19	0,25	0,43	0,00	0,50	0,43	0,25	0,00	0,00	0,00	0,69	0,46	0,00
	0,43	0,75	0,00	0,43	0,38	0,22	0,00	0,69	0,46	0,46	0,31	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,25	0,22	0,13	0,00	0,46	0,31	0,00	0,00	0,00
Ö20	0,38	0,48	0,00	0,50	0,35	0,35	0,15	0,29	0,22	0,69	0,46	0,00
	0,48	0,63	0,00	0,35	0,25	0,25	0,29	0,54	0,41	0,46	0,31	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,35	0,25	0,25	0,22	0,41	0,31	0,00	0,00	0,00
Ö21	0,25	0,40	0,18	0,38	0,48	0,00	0,08	0,24	0,11	0,31	0,41	0,22
	0,40	0,63	0,28	0,48	0,63	0,00	0,24	0,77	0,34	0,41	0,54	0,29
	0,18	0,28	0,13	0,00	0,00	0,00	0,11	0,34	0,15	0,22	0,29	0,15
Ö22	0,63	0,40	0,28	0,50	0,43	0,25	0,31	0,44	0,15	0,38	0,46	0,17
	0,40	0,25	0,18	0,43	0,38	0,22	0,44	0,62	0,22	0,46	0,54	0,20
	0,28	0,18	0,13	0,25	0,22	0,13	0,15	0,22	0,08	0,17	0,20	0,08
Ö23	0,25	0,35	0,25	0,50	0,50	0,00	0,08	0,23	0,13	0,15	0,31	0,19
	0,35	0,50	0,35	0,50	0,50	0,00	0,23	0,69	0,40	0,31	0,62	0,38
	0,25	0,35	0,25	0,00	0,00	0,00	0,13	0,40	0,23	0,19	0,38	0,23
Ö24	0,25	0,25	0,35	0,63	0,40	0,28	0,08	0,24	0,11	0,85	0,36	0,00
	0,25	0,25	0,35	0,40	0,25	0,18	0,24	0,77	0,34	0,36	0,15	0,00
	0,35	0,35	0,50	0,28	0,18	0,13	0,11	0,34	0,15	0,00	0,00	0,00
Ö25	0,38	0,43	0,22	0,25	0,43	0,00	0,23	0,40	0,13	0,31	0,46	0,00
	0,43	0,50	0,25	0,43	0,75	0,00	0,40	0,69	0,23	0,46	0,69	0,00
	0,22	0,25	0,13	0,00	0,00	0,00	0,13	0,23	0,08	0,00	0,00	0,00
Ö26	0,13	0,25	0,22	0,75	0,43	0,00	0,38	0,49	0,00	0,77	0,42	0,00
	0,25	0,50	0,43	0,43	0,25	0,00	0,49	0,62	0,00	0,42	0,23	0,00
	0,22	0,43	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ö27	0,50	0,50	0,00	0,63	0,40	0,28	0,08	0,19	0,19	0,69	0,40	0,23
	0,50	0,50	0,00	0,40	0,25	0,18	0,19	0,46	0,46	0,40	0,23	0,13
	0,00	0,00	0,00	0,28	0,18	0,13	0,19	0,46	0,46	0,23	0,13	0,08

Tablo 4.6'da, TZM bileşke vektörlerinden hareketle deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru gruplarına ait yoğunluk matrisler görülmektedir.

4.7 Kontrol Grubu Öğrencilerinin TZM Durumları

Araştırmada yapılan öğretim öncesi ve sonrasındaki bireysel model TZM bileşke vektörlerinden hareketle model TZM yoğunluk matrisi hesaplanmıştır. TZM yoğunluk matrislerinden de öğrencilerin TZM durumları belirlenmiştir. Mevcut incelenen ünite de iki soru grubu olan 'iletkenler ve yalıtkanlar' ile 'elektriksel direnç' soru gruplarıyla ilgili her bir öğrencinin TZM durumları bulunmuştur. Tablo 4.7'de kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test iletkenler ve yalıtkanlar soru grubuna ait TZM durumları verilmiştir.

Tablo 4.7 Kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları

Öğrenciler	İletkenler ve Yalıtkanlar					
	Ön test			Son test		
	BOM	TZKM	BOM	TZKM	BBM	BM
Ö1		✓		✓		
Ö2		✓		✓		
Ö3		✓		✓		
Ö4		✓		✓		
Ö5		✓		✓		
Ö6		✓		✓		
Ö7	✓			✓		
Ö8		✓		✓		
Ö9	✓			✓		
Ö10		✓	✓			
Ö11		✓	✓			
Ö12		✓		✓		
Ö13		✓	✓			
Ö14		✓		✓		
Ö15		✓			✓	
Ö16	✓			✓		
Ö17		✓		✓		
Ö18		✓		✓		
Ö19		✓	✓			
Ö20		✓		✓		
Ö21	✓			✓		
Ö22		✓		✓		
Ö23		✓		✓		
Ö24		✓		✓		
Ö25	✓			✓		
Ö26		✓		✓		
Ö27		✓		✓		
Ö28		✓		✓		
Ö29		✓		✓		
Ö30		✓		✓		
Ö31		✓		✓		
Ö32		✓				✓

BM: Bilimsel Model; BBM: Bilimsel Baskın Model; TZKM: Tutarsız Karma Model; BOM: Bilimsel Olmayan Model; İBM: İlkel Baskın Model; İM: İlkel Model

Tablo 4.7 incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM'ye sahip oldukları görülmektedir. Öğretim öncesi ön test sonuçlarına göre 5 öğrenci BOM ve 27 öğrenci TZKM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır.

Araştırmada kapsamından kontrol grubu öğrencileri ile yapılan öğretim sonrasında öğrencilerin TZM'leri belirlenmiştir. Tablo 4.7 incelendiğinde öğrencilerin en fazla

TZKM sahip oldukları görülmüştür. Öğretim sonrası son test sonuçlarına göre 4 öğrenci BOM, 26 öğrenci TZKM, 1 öğrenci BBM ve 1 öğrenci BM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır. Öğretim öncesi 5 öğrenci BOM ve 27 öğrenci TZKM durumundayken yapılan öğretim neticesinde 4 öğrenci BOM, 26 öğrenci TZKM, 1 öğrenci BBM ve 1 öğrenci BM durumuna gelmiştir. Bu durumda çok az TZM değişimi olduğu söylenebilir. Kontrol grubu öğrencilerinin bilgi edinmede eksiklikleri olduğu söylenebilir. BTEİÖDT iletken ve yalıtkanlar soru grubuna verdikleri cevaplar sonucunda TZM durumlarındaki değişim bunu göstermektedir.

Araştırmada yapılan öğretim öncesi ve sonrasındaki bireysel TZM bileşke vektörlerinden hareketle TZM yoğunluk matrisi hesaplanmıştır. TZM yoğunluk matrislerinden öğrencilerin TZM durumları belirlenmiştir. Mevcut ünite de elektriksel direnç soru grubu ile ilgili her bir öğrencinin TZM durumları bulunmuştur. Tablo 4.8’de kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test elektriksel direnç soru grubuna ait TZM durumları verilmiştir.

Tablo 4.8 Kontrol grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları

Öğrenciler	Elektriksel Direnç					
	Ön test			Son test		
	BOM	TZKM	BOM	TZKM	BBM	BM
Ö1		✓		✓		
Ö2		✓	✓			
Ö3		✓		✓		
Ö4	✓			✓		
Ö5	✓			✓		
Ö6		✓		✓		
Ö7		✓		✓		
Ö8	✓			✓		
Ö9		✓		✓		
Ö10		✓		✓		
Ö11		✓	✓			
Ö12	✓			✓		
Ö13		✓		✓		
Ö14		✓		✓		
Ö15		✓		✓		
Ö16		✓		✓		
Ö17		✓		✓		
Ö18	✓				✓	
Ö19		✓		✓		

Tablo 4.8'in devamı

Ö20	✓	✓	
Ö21	✓	✓	
Ö22	✓	✓	
Ö23	✓		✓
Ö24	✓	✓	
Ö25	✓		✓
Ö26	✓	✓	
Ö27	✓		✓
Ö28	✓		✓
Ö29	✓		✓
Ö30	✓	✓	
Ö31	✓		✓
Ö32	✓		✓

BM: Bilimsel Model; BBM: Bilimsel Baskın Model; TZKM: Tutarsız Karma Model; BOM: Bilimsel Olmayan Model; İBM: İlkel Baskın Model; İM: İlkel Model

Tablo 4.8'de kontrol grubu öğrencilerinin elektriksel direnç soru grubuna ait ön test TZM durumları verilmiştir. Tablo 4.8 incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM sahip oldukları görülmüştür. Öğretim öncesi ön test sonuçlarına göre 9 öğrenci BOM ve 23 öğrenci TZKM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır.

Araştırmada kapsamından kontrol grubu öğrencileri ile yapılan öğretim sonrasında öğrencilerin TZM'leri belirlenmiştir. Tablo 4.8 incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM sahip oldukları görülmüştür. Bu durum öğretim sırasında bilgi edinmede eksiklikler olduğunu gösterebilir. Öğretim sonrası son test sonuçlarına göre 8 öğrenci BOM, 22 öğrenci TZKM ve 2 öğrenci BBM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır. Öğretim öncesi 9 öğrenci BOM ve 23 öğrenci TZKM iken, gerçekleştirilen öğretim sonrasında 8 öğrenci BOM, 22 öğrenci TZKM ve 2 öğrenci BBM durumuna sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretim öncesi BOM sahip olan Ö18 ve Ö32 öğretim sonrasında BBM sahip oldukları görülmüştür. Bu durumda öğretim sonrası öğrencilerin TZM değişimlerinin oldukça sınırlı kaldığı söylenebilir.

4.8 Deney Grubu Öğrencilerinin TZM Durumları

Araştırmada yapılan öğretim öncesi ve sonrasındaki TZM durumları belirlenmiştir. İletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç ile ilgili her bir öğrencinin TZM

durumları bulunmuştur. Tablo 4.9’da deney grubu öğrencilerinin ön-son test iletkenler ve yalıtkanlar soru grubuna ait TZM durumları verilmiştir.

Tablo 4.9 Deney grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları

Öğrenci	İletkenler ve Yalıtkanlar					
	Ön test			Son test		
	BOM	TZKM	BOM	TZKM	BBM	BM
Ö1		✓			✓	
Ö2		✓		✓		
Ö3		✓		✓		
Ö4		✓		✓		
Ö5		✓		✓		
Ö6		✓		✓		
Ö7		✓			✓	
Ö8		✓		✓		
Ö9		✓		✓		
Ö10		✓		✓		
Ö11		✓		✓		
Ö12	✓		✓			
Ö13		✓	✓			
Ö14		✓			✓	
Ö15		✓				✓
Ö16		✓			✓	
Ö17		✓			✓	
Ö18		✓		✓		
Ö19	✓			✓		
Ö20	✓			✓		
Ö21		✓	✓			
Ö22		✓		✓		
Ö23		✓		✓		
Ö24		✓		✓		
Ö25		✓	✓			
Ö26		✓			✓	
Ö27		✓		✓		

BM: Bilimsel Model; BBM: Bilimsel Baskın Model; TZKM: Tutarsız Karma Model; BOM: Bilimsel Olmayan Model; İBM: İlkel Baskın Model; İM: İlkel Model

Tablo 4.9’da deney grubu öğrencilerinin ön test TZM durumları verilmiştir. Tablo 4.9 incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM sahip oldukları görülmüştür. Öğretim öncesi ön test sonuçlarına göre 3 öğrenci BOM ve 24 öğrenci TZKM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır.

Araştırmada kapsamından deney grubu öğrencileri ile yapılan öğretim sonrasında öğrencilerin iletken ve yalıtkanlar konusunda TZM’leri belirlenmiştir. Tablo 4.9

incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM sahip oldukları görülmüştür. Öğretim sonrası son test sonuçlarına göre 4 öğrenci BOM, 16 öğrenci TZKM, 6 öğrenci BBM ve 1 öğrenci BM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır. Öğretim öncesi 3 öğrenci BOM ve 24 öğrenci TZKM durumundayken EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında 4 öğrenci BOM, 16 öğrenci TZKM, 6 öğrenci BBM ve 1 öğrenci BM sahip oldukları görülmüştür. EİBTÇR ile yapılan öğretimin 7 öğrencinin TZM'sinde değişim meydana getirdiği söylenebilir. Başlangıçta TZKM sahip Ö1, Ö7, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17 ve Ö26 öğrencilerinin EİBTÇR ile yapılan öğretimin sonucunda Ö1, Ö7, Ö14, Ö16, Ö17 ve Ö26 BBM sahip oldukları saptanmıştır. Ö15 ise iletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda yer alan tüm sorulara doğru cevap vermiştir. Bu durumda Ö15 BM sahip olduğu bulunmuştur.

Araştırmada elektriksel direnç soru grubu ile ilgili deney grubunda yer alan her bir öğrencinin TZM durumları bulunmuştur. Tablo 4.10'da deney grubu öğrencilerinin ön-son test elektriksel direnç soru grubuna ait TZM durumları verilmiştir.

Tablo 4.10 Deney grubu öğrencilerinin ön-son test TZM durumları

Öğrenci	Elektriksel Direnç					
	Ön test		Son test			
	BOM	TZKM	BOM	TZKM	BBM	BM
Ö1		✓		✓		
Ö2		✓		✓		
Ö3		✓			✓	
Ö4	✓			✓		
Ö5		✓		✓		
Ö6		✓	✓			
Ö7		✓			✓	
Ö8	✓			✓		
Ö9		✓		✓		
Ö10	✓				✓	
Ö11		✓		✓		
Ö12		✓		✓		
Ö13		✓			✓	
Ö14	✓					✓
Ö15		✓			✓	
Ö16		✓			✓	
Ö17	✓				✓	
Ö18		✓	✓			
Ö19	✓				✓	
Ö20		✓			✓	
Ö21		✓		✓		

Tablo 4.10'un devamı

Ö22	✓		✓	
Ö23	✓		✓	
Ö24	✓			✓
Ö25	✓	✓		
Ö26	✓			✓
Ö27	✓		✓	

BM: Bilimsel Model; BBM: Bilimsel Baskın Model; TZKM: Tutarsız Karma Model; BOM: Bilimsel Olmayan Model; İBM: İlkel Baskın Model; İM: İlkel Model

Tablo 4.10'da deney grubu öğrencilerinin elektriksel direnç soru grubuna ait ön test TZM durumları verilmiştir. Tablo 4.10 incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM sahip oldukları görülmüştür. Öğretim öncesi ön test sonuçlarına göre 7 öğrenci BOM ve 20 öğrenci TZKM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır.

Deney grubu öğrencileri ile yapılan öğretim sonrasında öğrencilerin elektriksel direnç soru grubuna yönelik TZM durumları incelendiğinde öğrencilerin en fazla TZKM sahip oldukları görülmüştür. Öğretim sonrası son test sonuçlarına göre 3 öğrenci BOM, 12 öğrenci TZKM, 11 öğrenci BBM ve 1 öğrenci BM sahip oldukları tespit edilmiştir. Diğer TZM durumlarında öğrenci olmadığı saptanmıştır. Öğretim öncesi 7 öğrenci BOM ve 20 öğrenci TZKM durumundayken EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında 3 öğrenci BOM, 12 öğrenci TZKM, 11 öğrenci BBM ve 1 öğrenci BM sahip oldukları tespit edilmiştir.

Başlangıçta BOM durumda olan Ö10, Ö14, Ö17, Ö19 ve Ö26 ile TZKM durumunda olan Ö3, Ö7, Ö13, Ö15, Ö16, Ö20 ve Ö24 öğrencilerinden EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında Ö3, Ö7, Ö13, Ö15, Ö16, Ö20, Ö24, Ö10, Ö17, Ö19 ve Ö26 'Bilimsel Baskın Model'ine sahip oldukları tespit edilmiştir. Ö14 ise elektriksel direnç soru grubunda yer alan tüm sorulara doğru cevap verdiği için 'Bilimsel Model'e sahip olduğu saptanmıştır. Böylece 12 öğrencinin TZM'sinde değişim meydana gelmiştir.

4.9 Kontrol Grubuna Ait TZM Yoğunluk Matrisi Eğilimlerinin İncelenmesi

Araştırmada öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin bireysel TZM'leri belirlenmiştir. TZM'lerin kategorilendirilmesinden hareketle de sınıf yoğunluk matrisleri

belirlenerek sınıf TZM eğilimleri saptanmıştır. Tablo 4.11’de kontrol grubu sınıf yoğunluk matrisi verilmiştir.

Tablo 4.11 Kontrol grubu sınıf TZM yoğunluk matrisleri

Sınıf	İletkenler ve Yalıtkanlar						Elektriksel Direnç					
	Ön test			Son test			Ön test			Son test		
Kontrol	0,25	0,35	0,17	0,40	0,34	0,21	0,22	0,33	0,13	0,33	0,40	0,11
	0,35	0,58	0,27	0,34	0,43	0,24	0,33	0,62	0,26	0,40	0,57	0,17
	0,17	0,27	0,18	0,21	0,24	0,17	0,13	0,26	0,16	0,11	0,17	0,09

Tablo 4.11 incelendiğinde gruptaki öğrenciler farklı TZM'lere sahip ve bu TZM'leri kullanırken tutarlı olmadıkları anlaşılmaktadır. Bu sebeple kontrol grubu sınıfının tutarsız karma eğilim durumunda olduğu saptanmıştır. İletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru soru gruplarına bakıldığında üç diyagonal elemanlarına dağılım görülmektedir. Buda gerçekte bu grupta yer alan öğrencilerin TZM’leri tutarsız karma eğilime sahip olduklarını göstermektedir.

İletkenler ve yalıtkanlar soru grubuna bakıldığında ikincil diyagonal elemanın ön testte (a22:0,58) ve son testte (a22:0,43) aldığı değerlere bakıldığında hatalı yanıt verme durumunun öğretim uygulamaları sonucunda (%25,86) azaldığı saptanmıştır. İletkenler yalıtkanlar soru grubunda birincil diyagonal elemanın ön testte (a11:0,25) ve son testte (a11:0,40) aldığı değerlere bakıldığında bilimsel cevapta (%60) artış olduğu görülmektedir. İletkenler yalıtkanlar soru grubunda üçüncü diyagonal elemanın ön testte (a33:0,18) ve son testte (a33:0,17) aldığı değerlere bakıldığında ilişkisiz cevapta (%5,88) azalma olduğu tespit edilmiştir.

Elektriksel direnç soru grubuna bakıldığında ikincil diyagonal elemanın ön testte (a22:0,62) ve son testte (a22:0,57) aldığı değerlere bakıldığında hatalı yanıt verme durumunun öğretim uygulamaları sonucunda (%8,06) azaldığı saptanmıştır. Elektriksel direnç soru grubunda birincil diyagonal elemanın ön testte (a11:0,22) ve son testte (a11:0,33) aldığı değerlere bakıldığında bilimsel cevapta (%50) artış olduğu görülmektedir. Elektriksel direnç soru grubunda üçüncü diyagonal elemanın ön testte (a33:0,16) ve son testte (a33:0,09) aldığı değerlere bakıldığında ilişkisiz cevapta (%43,75) azalma olduğu tespit edilmiştir.

4.10 Deney Grubuna Ait TZM Yoğunluk Matrisinin Eğilimlerinin İncelenmesi

Araştırmada öğretim öncesi ve sonrası sınıf yoğunluk matrisleri belirlenmiştir. Sınıf yoğunluk matrislerinden hareketle sınıf TZM eğilimleri saptanmıştır. Tablo 4. 12’de deney grubunun sınıf TZM yoğunluk matrisi verilmiştir.

Tablo 4.12 Deney grubu sınıf TZM yoğunluk matrisleri

Sınıf	İletkenler ve Yalıtkanlar						Elektriksel Direnç					
	Ön test			Son test			Ön test			Son test		
Deney	0,39	0,36	0,23	0,58	0,38	0,18	0,18	0,29	0,12	0,57	0,40	0,07
	0,36	0,42	0,23	0,38	0,32	0,12	0,29	0,66	0,28	0,40	0,38	0,09
	0,23	0,23	0,19	0,18	0,12	0,10	0,12	0,28	0,16	0,07	0,09	0,05

Tablo 4.12 incelendiğinde deney grubundaki öğrenciler farklı TZM'lere sahip ve bu TZM'leri kullanırken tutarlı olmadıkları anlaşılmaktadır. Bu nedenle deney grubu sınıfının tutarsız karma eğilim durumunda olduğu söylenebilir. İletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç soru soru gruplarına bakıldığında üç diyagonal elemanlarına dağılım görülmektedir. Buda gerçekte deney grubunda yer alan öğrencilerin TZM'leri tutarsız karma eğilime sahip olduklarını göstermektedir. İletkenler ve yalıtkanlar soru grubuna bakıldığında ikincil diyagonal elemanın ön testte (a22:0,42) ve son testte (a22:0,32) aldığı değerlere bakıldığında hatalı yanıt verme durumunun öğretim uygulamaları sonucunda (%23,80) azaldığı saptanmıştır. İletkenler yalıtkanlar soru grubunda birincil diyagonal elemanın ön testte (a11:0,39) ve son testte (a11:0,58) aldığı değerlere bakıldığında bilimsel cevapta (%74,3) artış olduğu görülmektedir. İletkenler yalıtkanlar soru grubunda üçüncü diyagonal elemanın ön testte (a33:0,19) ve son testte (a33:0,10) aldığı değerlere bakıldığında ilişkisiz cevapta (%47,36) azalma olduğu tespit edilmiştir.

Elektriksel direnç soru grubuna bakıldığında ikincil diyagonal elemanın ön testte (a22:0,66) ve son testte (a22:0,38) aldığı değerlere bakıldığında hatalı yanıt verme durumunun öğretim uygulamaları sonucunda (%42,42) azaldığı saptanmıştır. Elektriksel direnç soru grubunda birincil diyagonal elemanın ön testte (a11:0,18) ve son testte (a11:0,57) aldığı değerlere bakıldığında bilimsel cevapta (%161,11) artış olduğu görülmektedir. Elektriksel direnç soru grubunda üçüncü diyagonal elemanın ön testte (a33:0,16) ve son testte (a33:0,05) aldığı değerlere bakıldığında ilişkisiz

cevapta (%68,75) azalma olduğu tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerine EİBTÇR ile yapılan öğretim neticesinde TZM eğilimlerindeki değişimler verilmiştir.

4.11 EİBTÇR ile Yapılan Öğretimin Deney Grubu Değişim Durumları İncelemesi ve TZM'lerin Anlamı

Bu başlık altında deney grubu öğrencilerinin EİBTÇR ile yapılan öğretim neticesinde cevap setlerine (Bilimsel, Hatalı, İlişkisiz) göre değişimlerinin derinlemesine incelenmesi verilmiştir. Öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin alternatif fikirlerindeki değişimler karşılaştırılarak yapılan öğretimin etkililiğinin gösterilmesi amaçlanmaktadır. Tablo 4.13'te deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubu öğretim öncesi ve sonrası cevap niteliği değişimleri verilmiştir.

Tablo 4.13 Deney grubu öğrencilerine ait iletkenler ve yalıtkanlar soru grubu cevap niteliği değişimleri

İletkenler ve Yalıtkanlar														
Sorular	Cevap Niteliğine Göre Öğrenci Sayıları													Değişimin Yönü**
	Ön test						Son test							
	Bilimsel	Hatalı*	İlişkisiz		Bilimsel	Hatalı	İlişkisiz							
S1	15	$\frac{C}{D}{E}$ $\frac{5}{2}{2}$	9	B	3	3	23	$\frac{C}{D}{E}$ $\frac{3}{1}{-}$	4	B	-	-	↑	
S2	8	$\frac{D}{E}{F}{G}$ $\frac{4}{3}{5}{5}$	17	$\frac{A}{B}$ $\frac{2}{-}$	2	15	$\frac{D}{E}{F}{G}$ $\frac{1}{4}{3}{2}$	10	$\frac{A}{B}$ $\frac{2}{-}$	2	↑ → ↓			
S3	7	$\frac{B}{C}{E}{F}$ $\frac{2}{4}{3}{5}$	14	A	6	6	11	$\frac{B}{C}{E}{F}$ $\frac{5}{5}{-}{3}$	13	A	3	3	↑ ↓	
S4	12	$\frac{C}{D}{E}$ $\frac{7}{4}{-}$	11	B	4	4	18	$\frac{C}{D}{E}$ $\frac{2}{4}{-}$	6	B	3	3	↑	
S5	13	$\frac{A}{C}{E}{F}$ $\frac{7}{3}{1}{2}$	13	D	1	1	14	$\frac{A}{C}{E}{F}$ $\frac{6}{3}{2}{1}$	12	D	1	1	↑ ↓	

Tablo 4.13'ün devamı

S6	16	$\frac{A}{B}$	$\frac{4}{5}$	11	-	22	$\frac{A}{B}$	$\frac{2}{2}$	4	C	1	1	$\updownarrow$						
		E	2				E	-											
S7	8	$\frac{B}{D}$	$\frac{2}{-}$	10	$\frac{A}{E}$	3	9	12	$\frac{B}{D}$	3	9	$\frac{A}{E}$	4	6	$\updownarrow$				
		F	5													F	2		
		$\frac{G}{3}$	E													6	$\frac{G}{2}$	E	2
S8	5	$\frac{B}{C}$	$\frac{2}{2}$	6	E	16	16	10	$\frac{B}{C}$	3	11	E	6	6	$\updownarrow$				
		D	2													D	6		

*Bu sütunda harflerle ifade edilen ilgili cevap niteliğinde öğrencilerin tercih ettiği seçenekleri ve rakamlarla ifade edilenler ise seçeneklerin frekansdır.

** Pozitif değişimi $\uparrow$, negatif değişimi $\downarrow$ ve yatay değişimi $\rightarrow$ ifade etmektedir.

Tablo 4.13 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki değişimleri görülmektedir. S1'de öğretim öncesi 15 olan bilimsel cevap sayısı 23'e çıkmıştır. Hatalı cevap sayısında 9'dan 4'e düşmüştür. Buradan yola çıkılarak EİBTÇR ile yapılan öğretimin S1'deki alternatif fikirleri %55,55 oranında azalttığı tespit edilmiştir. İlişkisiz cevap verenlerin sayısına bakıldığında 3'ten sıfıra inmiştir. Bu sebeple S1'deki pozitif değişimi temsilen yukarı yönlü ok ile gösterilmiştir.

S2'de %87,5 oranında bilimsel cevapta artışı saptanmıştır. Hatalı cevap sayısında azalma %41,17 olurken hatalı cevap (alternatif fikir) içeren "E" seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı 3'ten 4'e çıkmıştır. İlişkisiz cevap içeren seçenekleri tercih eden öğrenci sayısında ise değişim meydana gelmemiştir. Bu nedenle S2'deki değişim, pozitif değişimi temsilen yukarı yönlü ok, değişim olmadığını temsilen gösteren yatay ok, negatif değişimi temsilen aşağı yönlü ok ile gösterilmiştir. Yapılan öğretimin S2 için alternatif fikirleri gidermede yetersiz kaldığı saptanmıştır. S3'te yapılan öğretimin ilişkisiz cevap öğrenci sayısını %50 oranında azalttığı bulunmuştur. Bilimsel cevaplardaki artış %54,17 oranında gerçekleşmiştir. Hatalı cevap (alternatif fikir) sayısındaki azalma sadece 1 öğrenci ile sınırlı kalmıştır. Dikkat çeken bir başka husus ise hatalı cevap içeren "E" seçeneğini tercih eden öğrenci sayısının öğretim sonunda sıfır olmasıdır. Hatalı cevap içeren B ve C seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında

artış F seçeneğinde ise azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan öğretim, S4’de bilimsel cevap sayısında %50 oranında artış sağlarken, ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısını azaltmada %25 ile sınırlı kalmıştır. Hatalı cevap (alternatif fikir) sayısında %45,45 oranında azalma saptanmıştır. Öğretim öncesi ve sonrası “E” seçeneğini hiçbir öğrenci tercih etmemiştir. S5’te bilimsel cevaptaki artış ve hatalı cevaplardaki (alternatif fikir) azalış %7,6 ile sınırlı kalmıştır. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısında ise bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bu sebeple değişim okları aşağı ve yukarı yönlü olarak gösterilmiştir.

Bilimsel cevap artış oranının %37,5 olarak gerçekleştiği S6’da öğretim sonrasında 1 öğrencide ilişkisiz cevap vermiştir. Hatalı cevap (alternatif fikir) sayısında %63 oranında azalma saptanmıştır. S7’de yapılan öğretim ile bilimsel cevaplardaki artış %50 olmuştur. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %33,33 oranında azalmıştır. Hatalı cevap (alternatif fikir) veren öğrenci sayısındaki azalma ise sadece %10 olarak gerçekleşmiştir. S8’de öğretim sonrasında bilimsel cevap veren öğrenci sayısındaki artış %100 olduğu saptanmıştır. Hatalı cevap (alternatif fikir) veren öğrenci sayısındaki sayısında %83,33 oranında artış meydana gelmiştir. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısında %62,5 oranında azalma tespit edilmiştir. Tablo 4.14’te deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki değişimlerin daha iyi anlaşılması bakımından öğrenci cevap vektörleri, TZM durumları ve cevap niteliği her bir öğrenci için ayrı ayrı verilmiştir. İletkenler ve yalıtkan konusunda değişimlerin daha net olarak görülmesi açısından Tablo 4.14 oluşturulmuştur.

Tablo 4.14 Deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki değişimleri

İletkenler ve Yalıtkanlar										
Öğrenciler	Öğrenci Vektörleri		TZM Durumu		Cevap Niteliği					
	Ön test	Son test	Ön test	Son test	Ön test				Son test	
						Bilimsel	Hatalı	İlişkisiz	Bilimsel	Hatalı

Tablo 4.14'ün devamı

Ö1	(2 5 1)	(7 0 1)	TZKM	BBM	S1, S8	S2, S4, S5, S6, S7	S3	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8	-	S7
Ö2	(4 2 2)	(3 3 2)	TZKM	TZKM	S1, S2, S4, S7	S5, S6	S3, S8	S1, S2, S6	S4, S5, S7	S3,S8
Ö3	(5 2 1)	(5 2 1)	TZKM	TZKM	S1, S3, S4, S5, S6	S2, S7	S8	S1, S3, S4, S5, S6	S2, S8	S7
Ö4	(2 5 1)	(5 2 1)	TZKM	TZKM	S5, S7	S1, S2, S3, S4, S6	S8	S1, S3, S4, S6, S8	S2, S5	S7
Ö5	(5 2 1)	(4 3 1)	TZKM	TZKM	S1, S3, S4, S5, S6	S2, S7	S8	S1, S2, S5, S7	S3, S4, S6	S8
Ö6	(2 2 4)	(5 2 1)	TZKM	TZKM	S2, S4	S5, S6	S1, S3, S7, S8	S1, S3, S4, S5, S6	S7, S8	S2
Ö7	(1 5 2)	(6 2 0)	TZKM	BBM	S6	S1, S2, S3, S4, S5	S7, S8	S1, S4, S5, S6, S7, S8	S2, S3	-
Ö8	(3 3 2)	(3 4 1)	TZKM	TZKM	S1, S2, S6	S3, S4, S5	S7, S8	S4, S6, S7	S1, S2, S3, S8	S5
Ö9	(2 3 3)	(2 3 3)	TZKM	TZKM	S2, S4	S3, S5, S6	S1, S7, S8	S3, S5	S1, S2, S7	S4, S6, S8
Ö10	(2 3 3)	(5 1 2)	TZKM	TZKM	S1, S2	S4, S5, S6	S3, S7, S8	S1, S2, S3, S6, S7	S5	S4, S8
Ö11	(2 5 1)	(5 1 2)	TZKM	TZKM	S3, S6	S1, S2, S4, S7, S8	S5	S1, S2, S4, S5, S6	S8	S3, S7
Ö12	(2 6 0)	(3 5 0)	BOM	BOM	S2, S4	S1, S3, S5, S6, S7, S8	-	S1, S4, S6	S2, S3, S5, S7, S8	-

Tablo 4.14'ün devamı

Ö13	(3 3 2)	(3 5 0)	TZKM	BOM	S5, S6, S7	S1, S2, S3	S4, S8	S2, S5, S6	S1, S3, S4, S7, S8	-
Ö14	(5 2 1)	(6 2 0)	TZKM	BBM	S4, S5, S6, S7, S8	S1, S2	S3	S1, S4, S5, S6, S7, S8	S2, S3	-
Ö15	(6 0 2)	(8 0 0)	TZKM	BM	S1, S3, S4, S5, S6, S7	-	S2, S8	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8	-	-
Ö16	(6 1 1)	(6 2 0)	TZKM	BBM	S1, S2, S3, S5, S6, S8	S4	S7	S1, S2, S3, S4, S5, S6	S7, S8	-
Ö17	(5 2 1)	(7 1 0)	TZKM	BBM	S1, S3, S4, S6, S7	S2, S5	S8	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7	S8	-
Ö18	(3 4 1)	(5 2 1)	TZKM	TZKM	S1, S4, S6	S2, S3, S5, S7	S8	S1, S2, S4, S6, S7	S3, S5	S8
Ö19	(2 6 0)	(4 3 1)	BOM	TZKM	S5, S6	S1, S2, S3, S4, S7, S8	-	S1, S2, S4, S7	S3, S5, S6	S8
Ö20	(3 5 0)	(4 2 2)	BOM	TZKM	S5, S6, S8	S1, S2, S3, S4, S7	-	S1, S4, S6, S8	S3, S5	S2, S7
Ö21	(2 5 1)	(3 5 0)	BOM	TZKM	S1, S8	S3, S4, S5, S6, S7	S2	S1, S6, S7	S2, S3, S4, S5, S8	-
Ö22	(5 2 1)	(4 3 1)	TZKM	TZKM	S3, S4, S5, S6, S7	S2, S8	S1	S1, S2, S4, S5	S3, S6, S8	S7
Ö23	(2 4 2)	(4 4 0)	TZKM	TZKM	S1, S5	S2, S3, S4, S6	S7, S8	S3, S4, S6, S8	S1, S2, S5, S7	-

Tablo 4.14'ün devamı

Ö24	(2 2 4)	(5 2 1)	TZKM	TZKM	S2, S6	S1, S5	S3, S4, S7, S8	S1, S2, S6, S7, S8	S3, S5	S4
Ö25	(3 4 1)	(2 6 0)	TZKM	BOM	S1, S5, S6	S2, S3, S7, S8	S4	S1, S5	S2, S3, S4, S6, S7, S8	-
Ö26	(1 4 3)	(6 2 0)	TZKM	BBM	S1	S2, S3, S5, S6	S4, S7, S8	S1, S2, S3, S4, S6, S8	S7, S5	-
Ö27	(4 4 0)	(5 2 1)	TZKM	TZKM	S1, S4, S5, S7	S2, S3, S6, S8	-	S1, S2, S6, S7, S8	S4, S5	S3

Öğrencilerin genelinde bilimsel cevap sayılarının arttığı, hatalı ve ilişkisiz cevap sayısında azalma olduğu görülmektedir. Ö13,Ö21, Ö25 gibi öğrencilerde ise tam tersi durum söz konusudur. Bu durumda olan öğrenci sayısı deney grubu öğrencilerinin toplamının %14,8'ini oluşturmaktadır. Bazı öğrencilerde ise bilimsel cevap sayısında değişiklik değişim gözlenmezken hatalı cevap sayısında artış ve ilişkisiz cevap sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir. Örneğin Ö8'in TZM'si ön ve son-testte TZKM olmasında rağmen ilişkisiz cevap sayısında azalma hatalı cevap sayısında artma bulunmuştur. Buna rağmen Ö8'in ön ve son-testte TZM'sinin aynı olmasının sebebi daha önce açıklandığı gibi diyagonal elamanların sıfırdan büyük ve birbirine nispeten yakın değerlerde olmasından kaynaklanmaktadır. Ö8 durumunda olan öğrenci sayısı % 11,12'dir.

Öğrencilerin bazılarında ön-son TZM değişimleri incelendiğinde, aynı TZM'de oldukları görülmektedir. Ancak bu şekilde görülmesine rağmen öğrencilerin cevap nitelikleri incelendiğinde değişim daha iyi anlaşılmaktadır. Örneğin Ö18'in ön ve testte göre TZM TZM'si TZKM ve son teste göre de TZM'si yine TZKM'dir. Oysa Ö18 son öğrenim durumları testine göre bilimsel cevap sayısını 3'ten 5'e çıkarmıştır. Dolayısıyla hatalı cevap sayısını 4'ten 2'ye indirdiği görülmektedir.

Ö15'e bakıldığı zaman öğretim öncesi TZKM sahipken öğretim sonrası BM sahip olduğu görülmüştür. Bireysel bileşke cevap vektörü bileşenlerine bakıldığında öğretim öncesi (6 0 2) öğretim sonrası (8 0 0) olduğu saptanmıştır. Ö15'in iletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda bilimsel cevap sayısı 6'dan 8 çıkmıştır. Öğretim sonrasında hiçbir soruda hatalı (alternatif fikir) ve ilişkisiz içeren nitelikte cevap seçeneğini tercih etmemiştir. Bu sebeple Ö15'in TZM'si bilimsel model olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesi 3 bilimsel, 5 hatalı ve 0 ilişkisiz cevap veren Ö20'in BOM sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğretim sonrasında 4 soruda bilimsel, 2 soruda hatalı ve 2 soruda ilişkisiz cevap veren Ö21'in TZM'si TZKM olarak saptanmıştır. Ö13'te ise bu durumun tam tersi bir TZM değişimi bulunmuştur.

Öğretim öncesi 4 öğrenci bilimsel olmayan modelde, 23 öğrencinin ise tutarsız karma modelde oldukları tespit edilmiştir. Yapılan öğretim neticesinde öğrencilerden 3'ü BOM, 17'si TZKM, 6'sı BBM ve 1'inin de BM'e sahip oldukları saptanmıştır. Tablo 4.15'de deney grubu öğrencilerine ait elektriksel direnç soru grubu cevap niteliği değişimleri verilmiştir.

Tablo 4.15 Deney grubu öğrencilerine ait elektriksel direnç soru grubu cevap niteliği değişimleri

Elektriksel Direnç										
Sorular	Cevap Niteliğine Göre Öğrenci Sayısı									
	Ön test					Son test				
	Bilimsel	Hatalı		İlişkisiz		Bilimsel	Hatalı		İlişkisiz	
S9	2	C* D	1* 2	23	B 2 2	18	C - D 2	8	B 1 1	↑
		E	20				E 6			

Tablo 4.15'in devamı

S10	4	A 11	21	C 2	2	13	A 5	14	C -	-	↑
		B 2					B 2				
		E 2					E 4				
		F 2					F 3				
		G 2					G -				
S11	9	H 2	11	D 7	7	18	H -	6	D 3	3	↑
		B 3					B 4				
		C 1					C 2				
		E 1					E -				
		F 6					F -				
S12	4	A 6	19	B 4	4	16	A 4	11	B -	-	↑
		C 4					C 5				
		E 3					E 2				
		F 6					F -				
		A 3					A 1				
S13	9	B 9	16	E 2	2	18	B -	8	E 1	1	↑
		C 4					C 7				
		B 10					B 6				
		C 3					C 9				
		E 1					E -				
S14	4	F 3	17	D 6	6	12	F -	15	D -	-	↑
		B 10					B 4				
		C 5					C 4				
		D 1					D 2				
		E 1					E -				
S15	6	F 2	19	G 2	2	17	F -	10	G -	-	↑
		A 6					A 7				
		C 5					C 2				
		D 3					D -				
		E 5					E 3				
S16	3	G 3	22	F 2	2	14	G -	12	F 1	1	↑
		B 5					B 7				
		C 5					C 2				
		D 2					D 2				
		E 4					E 2				
S17	5	H 5	21	G 1	1	12	H 1	14	G 1	1	↑
		A 7					A 3				
		B 5					B 1				
		D 6					D -				
		C 2					C 3				
S18	3	D 4	12	B 3	10	17	D 2	9	B 1	1	↑
		E 5					E 3				
		F 1					F 1				
		B 3					B 3				
		C 10					C 5				
S19	5	D 4	23	G 1	1	7	D 6	16	G 4	4	↑
		E 1					E 1				
		F 5					F 1				
		B 3					B 3				
		C 10					C 5				
S20	3	D 4	15	E 7	7	17	D 6	9	E 1	1	↑
		E 1					E 1				
		F 5					F 1				
		B 3					B 3				
		C 10					C 5				
S21	5	D 4	23	G 1	1	7	D 6	16	G 4	4	↑
		E 1					E 1				
		F 5					F 1				
		B 3					B 3				
		C 10					C 5				
S22	5	D 4	15	E 7	7	17	D 6	9	E 1	1	↑
		E 1					E 1				
		F 5					F 1				
		B 3					B 3				
		C 10					C 5				

*Bu sütunda harflerle ifade edilen ilgili cevap niteliğinde öğrencilerin tercih ettiği seçenekleri ve rakamlarla ifade edilenler ise seçeneklerin frekansdır.

** Pozitif değişimi ↑, negatif değişimi ↓ ve yatay değişimi ➡ ifade etmektedir

Tablo 4.15 incelendiğinde öğretim sonrasında elektriksel direnç soru grubuna ait veriler görülmektedir. S9’da bilimsel cevaplarda %800 artış, ilişkisiz cevaplarda %50 azalma, hatalı (alternatif fikir) cevaplarda %65,21 azalma tespit edilmiştir. Bu sebeple pozitif değişimi temsilen yukarı yönlü siyah ok ile gösterilmiştir. S10’da bilimsel cevaplarda %175 artış ve hatalı (alternatif fikir) cevaplarda %33,33 azalma saptanmıştır. EİBTÇR ile yapılan öğretimin ilişkisiz cevapları gidermede S10 için %100 başarılı olduğu bulunmuştur.

S11’de öğretim öncesi 11 öğrenci hatalı (alternatif fikir) cevap verirken öğretim sonrasında bu sayı %45,45 azalmıştır. Bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %100 artarken, ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %57,14 azalmıştır. S12’de bilimsel cevap veren öğrenci sayısı dört kat artmıştır. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı sıfır olmuştur. Bu durumda EİBTÇR ile yapılan öğretim ilişkisiz cevapları tamamen giderdiği saptanmıştır. Hatalı cevap (alternatif fikir) veren öğrenci sayısı %72,72 oranında azalmıştır.

S13’te bilimsel cevap veren öğrenci sayısı iki katına çıktığı, hatalı (alternatif fikir) cevap veren öğrenci sayısı yarı yarıya azaldığı bulunmuştur. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısının ise yarıya indiği tespit edilmiştir.

EİBTÇR ile yapılan öğretim S14 için bilimsel cevap veren öğrenci sayısını %300 artırmıştır. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısının sıfır olduğu saptanmıştır. Hatalı cevap veren öğrenci sayısındaki (alternatif fikir) azalma %11,76 ile sınırlı kalmıştır. S15 incelendiğinde öğretim sonrasında ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısı sıfırdır. Bilimsel cevap veren öğrenci sayısının %216,66 arttığı ve, hatalı cevap (alternatif fikir) veren öğrenci sayısının % 47,36 azaldığı belirlenmiştir.

S16’da bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %366,66 artmıştır. Alternatif fikir içeren hatalı cevaplarda %45,45 azalma ve, konuyla ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısında ise %50 azalma olduğu görülmüştür. S17’de bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %140 artarken, alternatif fikir içeren cevaplarda sadece yedi öğrenci (%33,33) azalmıştır. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısının ise değişmediği tespit edilmiştir.

S18’de EİBTÇR ile yapılan öğretimin etkili olduğu bulunmuştur. Çünkü doğru cevabı tercih eden öğrenci sayısı %566,66 oranında yükselmiştir. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %50 azalmıştır. Alternatif fikirlerin giderilmesi oranı %66,66 olarak gerçekleşmiştir.

S19’da bilimsel cevaplarda %240 artış, hatalı cevaplarda %25 azalış ve ilişkisiz cevaplarda ise %90 azalma görülmüştür. Alternatif fikir içeren C seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında 1 artmış, D ve E seçeneklerinde azalmış ve F seçeneğinde ise bir değişiklik olmamıştır.

EİBTÇR destekli öğretim sonucunda S20’de bilimsel cevaplardaki artış %133,33 artış, hatalı cevaplarda %30,43 azalma ve ilişkisiz cevaplarda %300 yükselme meydana gelmiştir. Alternatif fikir içeren B ve E seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısında bir değişiklik görülmemiştir. C ve F seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısı azaldığı bulunmuştur. D seçeneğini tercih eden öğrenci sayısının ise arttığı tespit edilmiştir.

S21’de bilimsel cevaplar %240 yükselmiştir. Alternatif fikir içeren seçenekleri tercih eden öğrenci sayısı %40 düşmüştür. Alternatif fikir içeren seçenekleri tercih eden öğrenci sayılarındaki değişimler A 11’den 4’e, C 1’den 2’ye ve D değişiklik olmadığı şeklinde gerçekleşmiştir. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %85, 71 azalmıştır.

Elektriksel direnç konusunda değişimlerin daha net olarak görülmesi açısından Tablo 4.16 oluşturulmuştur. Tablo 4.16’da deney grubu öğrencilerinin elektriksel direnç soru grubundaki değişimleri verilmiştir.

Tablo 4.16 Deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki değişimleri

Elektriksel direnç									
Öğrenciler	Öğrenci Vektörleri		TZM Durumu		Cevap Niteliği				
	Ön test	Son test	Ön test	Son test	Ön test		Son test		
					Bilimsel	Hatalı	İlişkisiz	Bilimsel	Hatalı

Tablo 4.16'nin devamı

Ö1	(1 11 1)	(8 4 1)	TZKM	TZKM	S13	S9, s10, s12, s14, s15, s16, s17, s18, s19, s20, s21	S11	S12, s13, s14, s15, s17, s18, s19, s21	S9, s10, s16, s20	S11
Ö2	(2 7 4)	(5 7 1)	TZKM	TZKM	S11, s12	S9, s10, s15, s16, s17, s18, s20	S13, s14, s19, s21	S13, s16, s17, s18, s19	S10, s11, s12, s14, s15, s20 s21	S9
Ö3	(4 8 1)	(9 4 0)	TZKM	BBM	S11, S12, s13, s18	S9, s10, s14, s15, s16, s17, s19, s20	S21	S9, s10, s11, s12, s13, s15, s18, s19, s21	S14, s16, s17, s20	-
Ö4	(0 12 1)	(7 6 0)	BOM	TZKM	-	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s18, s20, s21	S19	S9, s12, s13, s16, s17, s18, s21	S10, s11, s14, s15, s19, s20	-
Ö5	(1 9 3)	(4 8 1)	TZKM	TZKM	S13	S9, s10, s12, s14, s15, s16, s17, s18, s20	S11, s19, s21	S17, s18, s19, s21	S9, s10, s12, s13, s14, s15, s16, s20	S11
Ö6	(2 9 2)	(4 9 0)	TZKM	BOM	S11, s14	S9, s10, s12, s13, s15, s17, s18, s20, s21	S16, s19	S9, s11, s18, s21	S10, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s19, s20	-

Tablo 4.16'nın devamı

Ö7	(0 10 3)	(10 3 0)	TZKM	BBM	-	s10, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s19, s20, s21	S9, s11, s18	S9, s10, s11, s13, s14, s15, s16, s18, s19, s21	S12, s17, s20	-
Ö8	(2 11 0)	(2 9 2)	BOM	TZKM	S13 , s19	S9, s10, s11, s12, s14, s15, s16, s17, s18, s20, s21	-	S13, s18	S9, s10, s11, s12, s14, s15, s16, s17, s19	S20 , s21
Ö9	(4 6 3)	(7 6 0)	TZKM	TZKM	S11 , s15, s19, s21	S9, s10, s12, s13, s16, s20	S14, s17, s18	S10, s11, s14, s15, s16, s19, s21	S9, s12, s13, s17, s18, s20	-
Ö10	(0 10 3)	(8 5 0)	BOM	BBM	-	s10, s11, s12, s13, s15, s16, s17, s18, s20, s21	S9, s14, s19	S9, s10, s11, s12, s13, s15, s19, s21	S14, s16, s17, s18, s20	-
Ö11	(3 8 2)	(6 6 1)	TZKM	TZKM	S14 , s17, s21	S9, s10, s11, s12, s13, s16, s19, s20	S15, s18	S9, s10, s11, s12, s14, s18	S13, s15, s16, s17, s19, s21	S20
Ö12	(4 7 2)	(4 5 4)	TZKM	TZKM	S11 , s13, s17, s19	S9, s10, s12, s14, s15, s16, s21	S18, s20	S9, s12, s16, s18	S10, s14, s15, s17, s21	S11 , s13, s19, s20

Tablo 4.16'nin devamı

Ö13	(1 10 2)	(10 3 0)	TZKM	BBM	S17	S9, s10, s11, s14, s15, s16, s18, s19, s20, s21	S12, s13	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s15, s18, s19, s21	S16, s17, s20	-
Ö14	(4 9 0)	(13 0 0)	BOM	BM	S15, s16, s18, s21	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s17, s19, s20,	-	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s18, s19, s20, s21	-	-
Ö15	(3 9 1)	(12 1 0)	TZKM	BBM	S13, s17, s19	S9, s10, s12, s14, s15, s16, s18, s20, s21	S11	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s18, s19, s20	S21	-
Ö16	(6 3 4)	(10 3 0)	TZKM	BBM	S9, s10, s12, s13, s15, s16	S11, s17, s20	S14, s18, s19, s21	S9, s11, s12, s13, s15, s17, s18, s19, s20, s21	S10, s14, s16	-
Ö17	(4 9 0)	(12 1 0)	BOM	BBM	S10, s13, s15, s17	S9, s11, s12, s14, s16, s18, s19, s20, s21	-	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s18, s19, s21	S20	-

Tablo 4.16'nın devamı

Ö18	(3 9 1)	(5 8 0)	TZKM	BOM	S11 , s15, s21	S9, s10, s12, s13, s14, s16, s18, s19, s20	S17	S9, s10, s11, s15, s16	S12, s13, s14, s17, s18, s19, s20, s21	-
Ö19	(0 9 4)	(9 4 0)	BOM	BBM	-	S9, s12, s13, s14, s15, s16, s18, s19, s20	S10, s11, s17, s21	S9, s10, s11, s14, s16, s17, s18, s19	S12, s15, s20, s21	-
Ö20	(2 7 4)	(9 4 0)	TZKM	BBM	S12 , s20	S9, s10, s13, s15, s18, s19, s21	S11, s14, s16, s17	S11, s13, s14, s15, s16, s18, s19, s20, s21	S9, s10, s12, s17	-
Ö21	(1 10 2)	(4 7 2)	TZKM	TZKM	S9	s10, s11, s12, s13, s15, s16, s17, s18, s19, s20	S14, s21	S10, s11, s15, s21	S9, s12, s13, s14, s17, s19, s20	S16 , s18
Ö22	(4 8 1)	(5 7 1)	TZKM	TZKM	S10 , s11, s18, s21	S9, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s20	S19	S9, s12, s18, s20, s21	S10, s11, s13, s14, s15, s16, s19	S17
Ö23	(1 9 3)	(2 8 3)	TZKM	TZKM	S20	S9, s10, s11, s12, s13, s14, s16, s18, s21	S15, s17, s19	S10, s15	S9, s11, s12, s13, s14, s16, s19, s21	S17 , s18, s20

Tablo 4.16'nın devamı

Ö24	(1 10 2)	(11 2 0)	TZKM	BBM	S11	S9, s10, s13, s14, s15, s16, s17, s18, s20, s21	S12, s19	S9, s11, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s18, s19, s20	S10, s21	-
Ö25	(3 9 1)	(4 9 0)	TZKM	BOM	S10 , s11, s14	S9, s13, s15, s16, s17, s18, s19, s20, s21	S12	S11, s12, s13, s19	S9, s10, s14, s15, s16, s17, s18, s20, s21	-
Ö26	(5 8 0)	(10 3 0)	BOM	BBM	S14 , s15, s16, s19, s20	S9, s10, s11, s12, s13, s17, s18, s21	-	S9, s12, s13, s15, s16, s17, s18, s19, s20, s21	S10, s11, s14	-
Ö27	(1 6 6)	(9 3 1)	TZKM	TZKM	S13	S9, s12, s14, s15, s16, s20	S10, s11, s17, s18, s19, s21	S9, s11, s12, s13, s14, s15, s16, s17, s21	S10, s19, s20	S18

Tablo 4.16'ya göre, elektriksel direnç konusunda, öğrencilerin genelinde bilimsel cevap sayılarının arttığı, hatalı ve ilişkisiz cevap sayısında azalma olduğu görülmektedir. Ö12 ve Ö8 (%7,4) öğrencilerinin bilimsel cevaplarında bir değişiklik olmamıştır. Ö12'nin TZM durumlarında öğretim öncesi ve sonrasında aynı kalmıştır. Ö8'in öğretim öncesi TZM'si BOM, öğretim sonrasında TZKM olmuştur. Bu iki öğrencide az da olsa ilerleme söz konusudur. Öğrencilerin %92,6'sında ise bilimsel cevaplarda artış ve alternatif fikir içeren hatalı cevaplarda azalma meydana gelmiştir.

Öğretim öncesinde ve sonrasında TZM'leri aynı olan öğrenciler bulunmaktadır. Bu durumda olan öğrencilerin oranı %37,03'tür. Örneğin Ö27 incelendiğinde bilimsel cevap sayısı 1'den 9'a çıkmıştır. Hatalı cevap sayısı 6'dan 3'e ve ilişkisiz cevap sayısı 6'dan 1'e inmiştir. Ö27'nin TZM'si öğretim öncesi-sonrasına göre aynı olmasına rağmen yapılan öğretimle olumlu yönde gelişim tespit edilmiştir. TZM'sinin aynı olmasının sebebi, daha önce açıklandığı gibi diyagonal elamanların sıfırdan büyük ve birbirine nispeten yakın değerlerde olmasından kaynaklanmaktadır.

TZM değişimlerinin daha iyi anlaşılması için Ö14'üne bakıldığı zaman öğretim öncesinde BOM'a sahipken olduğu ve öğretim sonrası BM'ye sahip olduğu görülmektedir. Bireysel vektörüne bakıldığında öğretim öncesi (4 9 0) öğretim sonrası (13 0 0) olduğu saptanmıştır. Ö14'ün elektriksel direnç soru grubunda bilimsel cevap sayısı 4'den 13 çıkmıştır. Öğretim sonrasında hiçbir soruda hatalı (alternatif fikir) ve ilişkisiz içeren cevap seçeneğini tercih etmemiştir. Bu sebeple Ö14'in TZM'si bilimsel model olarak belirlenmiştir.

Öğretim öncesi 1 bilimsel, 11 hatalı ve 1 ilişkisiz cevap veren Ö1'in TZKM'ye sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğretim sonrasında 8 soruda bilimsel, 4 soruda hatalı ve 1 soruda ilişkisiz cevap veren Ö1'in TZM'sinin TZKM olarak şeklinde değişim gösterdiği saptanmıştır.

Öğretim öncesi 7 öğrenci bilimsel olmayan modelde, 20 öğrencinin ise tutarsız karma modelde oldukları tespit edilmiştir. Yapılan öğretim uygulamaları neticesinde öğrencilerden 3'ünün BOM, 12'sinin TZKM, 11'inin BBM ve 1'inin BM'ye sahip oldukları saptanmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Elektriğin İletimi ünitesine yönelik geliştirilen EİBTÇR literatüre dayalı olarak öğrencilerin düşünceleri yansıtacak şekilde hazırlanmıştır. Elektriğin İletimi ünitesine yönelik geliştirilen çizgi romanın öğrencilerin TZM değişimlerine etkisi incelemek amacıyla öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. EİBTÇR ile yapılan öğretimler öncesi ve sonrası veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. BTEİÖDT iletkenler ve yalıtkanlar ile elektriksel direnç olmak üzere iki soru grubu olarak değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol grubunda üç hafta süren öğretim uygulamaları sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular bu bölümde literatürle ilişkilendirilerek tartışılmıştır.

5.1 Öğrencilerin BTEİÖDT Yer Alan İletkenler ve Yalıtkanlar Soru Grubuna verdikleri Cevapların TZM Durumları Hakkında Tartışma

İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda kontrol grubu öğrencilerinin öğretim uygulamaları öncesinde TZM'leri büyük çoğunlukla (% 84,3) TZKM'dir. Bu nedenle iletkenler ve yalıtkanlar hakkında kontrol grubu öğrencilerinin öğretim öncesi bilimsel ve bilimsel olmayan fikirlere sahip oldukları söylenebilir. Kontrol grubu öğrencileri öğretim öncesi sahip oldukları fikirleri kullanmada tutarsız durumdadırlar. Çalışmanın bu bulgusu öğrencilerin konuyla ilgili bilgilerinin yanlış ya da doğru kesin bir netlikte yapılmadığı şeklinde yorumlanabilir. Kontrol grubunda üç hafta süren öğretim uygulamaları neticesinde tutarsızlık durumunun devam ettiği ifade edilebilir. Öğretim sonrasında BOM'a (%20) ve TZKM'ye (% 3,7) sahip öğrenci sayısında sınırlı da olsa azalma görülmüştür. Ayrıca kontrol grubu öğrencilerinin % 3,1'i yapılan öğretim ile BBM ve BM sahip oldukları tespit edilmiştir. Buradan hareketle iletken ve yalıtkanlar ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinde yapılan öğretimin TZM gelişimine katkısının beklenen nitelikte olmadığı belirlenmiştir.

Öğretim uygulamaları sonucunda kontrol grubunda bazı öğrencilerin bilimsel olmayan zihinsel modellere (BOM) ve tutarsız karma modellere (TZKM) sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durum gerçekleştirilen öğretim uygulamalarında iletkenler ve yalıtkanlar konusunda yeterli düzeyde bağlamlar kullanılmamasından kaynaklanabilir.

Öğrencilerin iletkenler ve yalıtkanla konusunu zihinlerinde doğru bir biçimde yapılandıramadıkları saptanmıştır. Elektrik konusundaki zihinsel modellerle ilgili yapılan araştırmalar öğrencilerin bilimsel olmayan zihinsel modellere sahip olduklarını ortaya koymuştur. Görece-Baybars (2018) tarafından yapılan araştırma öğrencilerin akan su modeli (oklarla düz akış), eksi yük modeli ve elektronların hareketi modeline sahip olduklarını saptamıştır. Benzer sonuçlar Cokelez ve Yurumezoglu (2009) tarafından da bulunmuştur. Araştırmada 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin zihinlerinde karmaşık ve birbirinden bağımsız kopuk elektrik modellerinin olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilimsel modellerden uzak olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte uluslararası çalışmalarda bilimsel olmayan modeller varlığı ifade edilmiştir (Borges ve Gilbert, 1999; Jabot ve Henry, 2007; Koumaras, ve Tiberghien, 1988; Osborne, 1983; Psillos, Shipstone, 1985). Bu araştırmaların ortak yönü ilköğretim seviyesinde çakışan akım modelinin en çok rastlanan model olduğudur. Çakışan akım modeli pozitif bilimsel olmayan bir model olduğu ifade edilebilir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak öğrencilerin elektriksel iletken ve yalıtkan maddeleri zihinlerinde yapılandırırken problemler olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Öğrencilerin mevcut konuyu öğrenmede ve zihinlerinde bilgileri yapılandırmada eksiklikler olduğu ifade edilebilir. Dolayısıyla kontrol grubu öğrencilerinin BOM ve TZKM sahip olmasının literatür bulgularıyla uyumlu olduğu söylenebilir.

İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda, deney grubu öğrenci TZM'lerinin öğretim uygulamaları öncesinde % 88,8 oranla TZKM olduğu belirlenmiştir. Deney grubu öğrencileri de kontrol grubu öğrencileri gibi öğretim öncesinde bilimsel ve bilimsel olmayan fikirlere sahip olduğu ve fikirleri kullanmada tutarsız oldukları ifade edilebilir. Kontrol grubundan farklı olarak deney grubu ile dersler EİBTÇR ile üç hafta yürütülmüştür. Öğretim sonrasında da deney grubu öğrencilerinin en fazla TZKM'ye sahip oldukları saptanmıştır. Bu da, tıpkı kontrol grubu gibi, öğrencilerin çoğunluğunda konuyla ilgili kesinleşmiş-oturmuş bilgilerinin oluşturulamadığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak öğretim sonrası deney grubu öğrencilerinin TZKM durumlarının (%33,3) kontrol grubuna göre daha fazla azaldığı belirlenmiştir. Buna göre kontrol grubunda kullanılan mevcut öğrenme ortamı yerine deney grubu için tasarlanan öğrenme ortamının geliştirilmesinin tercih edilmesinin daha yararlı ve

ekonomik olacağı söylenebilir. Deney grubu öğrencilerinin %22,2 sinin BBM sahip oldukları bulunmuştur. Bir öğrencinin tüm soruları doğru yanıtladığı ve BM'ye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda EİBTÇR ile yapılan öğretimin öğrencilerin TZM değişimlerine katkısının, kontrol grubu öğrencilerine sağlanan öğrenme ortamına kıyasla, daha fazla olduğu söylenebilir. Buradan da deney grubu için tasarlanan öğrenme ortamının daha başarılı yordaması yapılabilir. EİBTÇR ile yapılan öğretimin bilimsel baskın modele sahip öğrencilerin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubunun tamamında tutarlı cevaplar verdikleri ve hiçbir soruda ilişkisiz seçenek (rastgele cevap) tercih etmediklerinden bahsedilebilir. BBM sahip öğrencilerin fen bilimleri öğretim programında iletkenler ve yalıtkanlarla ilgili edinmeleri beklenen kazanımları gerçekleştirme hususunda performanslarının yüksek olduğu ve akademik olarak başarılı oldukları belirlenmiştir. TZKM'ye sahip öğrencilerin doğru seçenekleri (nitelikli cevaplar-bilimsel), hatalı seçenekleri (alternatif fikir içeren) ve ilişkisiz seçenekleri tutarsız bir şekilde tercih ettikleri ifade edilebilir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında bu farkın oluşmasının nedeni EİBTÇR ile yapılan öğretim uygulamaları olabilir. EİBTÇR hem bağlam temelli hem de çizgi roman olması deney grubu öğrencilerine üstünlük sağlayabilir. Çizgi romanlar öğrencilerin bilimsel bilgileri zihinlerinde yapılandırmalarına katkı sunabilir. Bu sebeple deney grubu öğrencileri iletkenler ve yalıtkan konusunu zihinlerinde daha iyi yapılandırmalarına yardımcı olmuş olabilir. EİBTÇR, iletkenler ve yalıtkanlar konusunu öğrencilerin daha iyi anlamlandırmasını sağlayabilir (Avraamidou ve Osborne, 2008). Yapılan araştırmalar, çizgi romanlarla yapılan öğretimlerin öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve daha somut hale getirdiğini göstermiştir (Şentürk-Çiçek, 2020). EİBTÇR soyut olan elektrik konusunu deney grubu öğrencilerinin zihinlerinde somutlaştırdığı ifade edilebilir. Bu durum deney grubu öğrencilerinde TZM değişimlerinin daha fazla gerçekleşmesine fayda sağladığı söylenebilir. Şentürk-Çiçek (2020)'in ortaya koyduğu bulgular mevcut çalışmayı desteklemektedir. Çizgi romanların öğrencilerin motivasyonlarını artırdığına yönelik çalışmalar da mevcuttur (Hutchinson, 1949). EİBTÇR deney grubu öğrencilerin motivasyonunu da artırmasına katkı sunabilir. Böylece deney grubu öğrencileri iletkenler ve yalıtkanlar konusunu öğrenmeye EİBTÇR ile daha fazla teşvik edildiği için kontrol grubu öğrencilerine nazaran daha fazla performans göstermiş olabilirler. Şentürk (2020) çizgi romanların altıncı sınıf öğrencilerin tutum, motivasyon ve akademik başarıları üzerinde etkili olduğunu saptamıştır. Lazzarich

(2013) yaptığı araştırmada çizgi romanların, fen bilimleri konularını eğlenceli bir şekilde vererek öğrencilerin motivasyonlarını artırdığını ifade etmiştir. Hosler ve Boomer (2011) çizgi romanların metin ve görselleri bir arada sunarak öğrencilerin fen konu ve kavramlarını zihinlerinde anlamlı bir şekilde yapılandırıldığını belirtmişlerdir., Hosler ve Boomer (2011), Lazzarich (2013) ve Şentürk (2020)'ün elde ettikleri sonuçların bu çalışmayı desteklediği görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu arasında oluşan farklılığa EİBTÇR'nin bağlam temelli özellikte olması neden olabilir. Bağlam temelli hazırlanan öğretim materyalleri öğrenme ortamlarını günlük yaşamla ilişkilendirerek, öğrencilerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmesini sağlayabilir (Glynn ve Koballa, 2005). EİBTÇR'nin deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar konusunu günlük hayatla ilişki kurmalarına yardımcı olduğu ifade edilebilir.

Günlük yaşamla ilişki kuran deney grubu öğrencileri iletkenler ve yalıtkanlar konusunu zihinlerinde daha iyi yapılandırmış oldukları düşünülmektedir. Bu durum deney grubu öğrencilerinin TZM değişimlerinin kontrol grubuna göre olumlu şekilde farklılaşmasını sağlamıştır. Lagerström vd. (2021) yaptıkları araştırmada fen eğitiminde bağlam temelli öğretimin etkili olduğunu ve bağlamlardan yararlanılmasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Prins vd. (2018) tarafından yapılan araştırma fen derslerinde bağlam temelli öğretim materyalinin eksiksiz öğrenme imkânı sunduğu ve öğrenciler tarafından çok fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Lagerström vd. (2021) ve Prins vd. (2018) yaptıkları araştırma bu çalışmanın bulgularıyla uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Kontrol grubu öğrencilerinde meydana gelen TZM değişimlerinin deney grubuna göre az gerçekleşmesinin sebebi farklı öğretim uygulamalarıdır. Kontrol grubu öğrencilerinde gerçekleştirilen öğretim uygulamalarında normal öğretim süreci yürütülmüş ve yalnızca ders kitabı merkezli öğretimden yararlanılmıştır. İletkenler ve yalıtkanlar konusundaki kazanımların doğası gereği günlük yaşamla ilişkili olması, yapılan öğretim uygulamalarının da günlük yaşamla ilişkili olması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Ders kitabının EİBTÇR'ye göre iletkenler ve yalıtkanlar konusunu yeterince günlük yaşamla ilişkilendirmemiş olabilir. Bu durum kontrol grubunda

gerçekleşen TZM değişimlerini açıklayabilir. Kuhn ve Müller (2014) yaptıkları çalışmada fen öğretiminde, geleneksel öğretime göre bağlam temelli yapılan öğretimin öğrencilerin motivasyon ve akademik başarılarının daha fazla artışı tespit edilmiştir. Overman vd. (2013) tarafından yapılan araştırmada kimya ders kitabında yer alan soruların öğretim programı merkezinde içerik ve öğrenme etkinliklerin bağlam temelli öğretim programı açısından yetersiz olduğunu saptanmıştır. Bu hususlardan bu çalışmadan elde edilen bulguların alan yazın ile uyumlu olduğu söylenebilir.

EİBTÇR ile yapılan öğretim neticesinde deney grubu öğrencilerinde TZKM durumlarının devam etmesi öğretim uygulamalarına öğrencilerin tam devam etmemeleri de neden olmuş olabilir. Nitekim deney grubu öğrencileriyle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde bazı öğrencilerin derslere katılamadıkları tespit edilmiştir (bkz. Tablo 4.17). Devamsızlık durumunun ortaya çıkması TZKM durumların devam etmesini açıklayabilir.

TZKM durumlarının devam etme nedenlerinden birisi de iletkenler ve yalıtkanlar konusunun öğrenciler tarafından zor anlaşılan bir konu olmasından kaynaklanabilir. Literatür incelendiğinde iletken ve yalıtkanlar ile ilgili yapılan birçok çalışma öğrencilerin alternatif fikirlere sahip olduğu göstermiştir. Ayvacı vd. (2016) tarafından yapılan araştırmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrasında alternatif fikirlere sahip oldukları ifade edilmiştir. Ayvacı vd. (2016) tarafından yapılan araştırma mevcut araştırmayı desteklediği ifade edilebilir. Canpolat ve Ayyıldız (2019)'ın yaptıkları araştırmada öğrencilerin iletken ve yalıtkanlarla ilgili alternatif fikirleri olduğu saptanmıştır. Canpolat ve Ayyıldız (2019) çalışmaları ile benzer sonuçlara Taşdemir ve Demirbaş (2010)'ın çalışmasında da ulaşılmıştır (örn. Metaller yalıtkan). Günaydın (2019) yaptığı araştırma neticesinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasında alternatif fikirlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Örneğin kablonun içi iletken dışı yalıtkanken öğrenciler tamamının iletken olduğu alternatif fikrine sahip oldukları bulunmuştur. Farklı konularda TZM ile ilgili yapılan araştırmalar bu durumu desteklemektedir (örn. Ezberci Çevik, 2018; Yaz, 2022; Yüzbaşıoğlu, 2022). Bu hususlardan hareketle, alan yazında yer alan çalışmalar TZKM durumlarının devam etmesi durumunun olağan olabildiğini göstermektedir.

5.2 Öğrencilerinin Elektriksel Direnç TZM Durumları Hakkında Tartışma

Kontrol grubu öğrencilerinin elektriksel direnç soru grubu ile alakalı öğretim öncesi TZM'leri incelendiğinde, öğrencilerin % 71,87'i TZKM'ye, % 28,13'ü BOM'ye sahip oldukları bulunmuştur. Öğretim sonrasındaysa, elektriksel dirençle ilgili %68,75'i TZKM ve % 25'i BOM modelindedir. Öğretim öncesi sıfır olan BBM ise öğretim sonrası % 6,25 olarak saptanmıştır. Bu durum öğretim öncesi ve sonrasında TZM değişimin sadece iki öğrenci ile sınırlı kaldığı göstermiştir. Bir başka ifadeyle, öğretim uygulamalarının öğrencilerin TZM değişimlerinde yetersiz bir ilerleme sağladığı ve öğretim uygulamaları öncesi ve sonrasında öğrencilerin bilimsel ve bilimsel olmayan fikirlere sahip oldukları söylenebilir. Öğretim sonrasında öğrencilerin konuyla ilgili fikirlerini kullanmada tutarsızlıklarının devam ettiği belirtilebilir.

Deney grubu öğrencilerinin elektriksel dirençle ilgili TZM'lerine bakıldığında, öğrencilerin öğretim öncesi %74,07'si TZKM'ye ve %25,93'ü BOM'a sahiptir. EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında öğrencilerin, %44,4'i TZKM'ye, %11, 12'si BOM'a, %40,74'ü BBM'ye ve %3,74'ü BM modelindedir. Bu durumda öğretim sonrasında deney grubu öğrencilerinde TZKM'de %40 azalma olduğu, kontrol grubu öğrencilerinde ise % 4,34 azalma meydana geldiği anlaşılr. Kontrol grubu öğrencilerinin BOM sahip olma oranı % 11,11 ve deney grubu öğrencilerinin % 54,14 azaldığı görülmüştür. TZM değişimleri açısından EİBTÇR ile yapılan öğretimin mevcut ders kitabına kıyasla daha etkin olduğu ifade edilebilir. Kontrol grubunda az deney grubunda ise büyük oranla BBM'ye geçişler olması öğrencilerin var olan alternatif fikirlerinin giderildiğinin bir göstergesidir. Deney grubu öğrencilerinin elektriksel dirençle ilgili sahip oldukları alternatif fikirler EİBTÇR ile yapılan öğretim ile bilimsel baskın modele geçmiştir. Öğrenciler fen bilimleri öğretim programının beklentilerini karşılamışlardır. Deney grubu öğrencilerinin elektriksel direnç ile ilgili akademik başarıları daha fazla artmıştır. Bu durumda öğrencilerin TZM değişimlerinin olumlu yönde olduğu ifade edilebilir. BBM sahip öğrenciler elektriksel direnç konusunda hiçbir soruda rastgele cevap kategorisinde olan seçenekleri tercih etmemişlerdir. Öğretim öncesi bilgileri kullanmadaki tutarsızlıkları EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında % 40,74 oranında bilimsel ve tutarlı kullanıma doğru değişmiştir. Öğrenciler zihinlerinde elektriksel dirençle ilgili bilimsel bilgileri

yapılandırmada daha tutarlı oldukları ifade edilebilir. Bu durumun sebebi çizgi romanların görsel ve metinleri bir uyum içerisinde vermesinden kaynaklanabilir. Derslerin, günlük yaşamla ilişkilendirilmesi ve öğrencilerin ilgilerini çekecek bağlamlarla işlenmesi daha anlamlı ve etkili öğretim ortamları tasarlanmasını sağlamaktadır (Acar ve Yaman, 2011). Bağlam temelli olarak geliştirilen çizgi roman deney grubu lehine böyle bir farklılığın oluşmasına fayda sağlamış olabilir. Öğrencilerin öğretim programının hedeflerine ulaşmada öğrendikleri bilimsel bilgiler ve günlük yaşamları arasında bağ kurmanın önemi büyüktür (Acar ve Yaman, 2011; Gilbert, 2006). Deney grubu öğrencilerin öğretim programı amaçlarına ulaşmalarında ders materyalinin bağlam temelli olması da etkili olmuştur.

Deney grubu öğrencilerinde elektriksel direnç konusunda öğretim uygulamaları sonucunda meydana gelen TZM değişimlerinin kontrol grubu öğrencilerine göre farklılaşmasının sebebi EİBTÇR'nin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deney grubunda gerçekleştirilen öğretim uygulamalarında çizgi roman kullanımı öğrencilerin elektriksel direnç konusunu günlük yaşamları ile daha iyi ilişkilendirmelerine fayda sağladığı söylenebilir. Günlük yaşamla elektriksel direnç arasında ilişki kuran deney grubu öğrencilerinin daha yüksek performans göstermelerine yardımcı olduğu ifade edilebilir. Literatür incelendiğinde çizgi romanların konu veya kavramların öğretiminde kullanıldığı pek çok çalışma yer almaktadır. Çizgi romanların fen öğretiminde kullanılması bilimsel bilgiler ve günlük yaşam arasındaki ilişkinin kurulmasına imkân tanıyarak öğrencilere bilgilerin aktarılmasına yardımcı olmaktadır (Tatalovic, 2009). Cheesman (2006) çizgi romanların öğrencileri, öğrenme ortamlarında aktif kılarak kendi öğrenmelerinden sorumlu olduğunu söylemiştir. Kontrol grubu öğrencilerine göre deney grubu öğrencileri elektriksel direnç konusunda daha aktif öğrenmeler gerçekleştirmeleri TZM değişimlerinin farklılaşmasına yol açtığı ifade edilebilir.

Elektriksel direnç konusunun soyut ve zor bir konu olduğu ifade edilebilir. Çizgi romanların öğrenme ortamlarında kullanılması karmaşık ve zor konuların öğrenmesini kolaylaştırmaktadır (Hutchinson, 1949). EİBTÇR'nin önemli özelliğinden biriside günlük yaşamla ilişkili olarak hazırlanmasıdır. Günlük yaşamla ilişkili olarak hazırlanan öğretim materyalleri öğrencilerin öğrendiklerini günlük yaşama

aktarmalarını kolaylaştırmakta, problem çözme ve çözüm üretmelerini becerilerini daha da artırmaktadır (Yüzbaşıoğlu, 2022). Richter, Rendigs ve Maminirina (2015) çizgi romanın öğrencilerin çevre bilgisinin artışında ve kalıcılığa etkisinde önemli olduğunu göstermişlerdir. S.Lin ve Lin (2016) yaptıkları araştırmada çizgi romanların tüm başarı seviyelerinde kitapçıya göre daha etkin bir materyal olduğu tespit edilmiştir. Bu hususlardan hareketle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin TZM değişimleri arasında farklılıklar oluşmuştur. Araştırmada ulaşılan sonuçların alan yazın ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerin elektriksel direnç konusunda TZM değişimlerinde daha yüksek performans göstermişlerdir. EİBTÇR'nin bağlam temelli olması deney grubu öğrencilerinin daha yüksek performans göstermelerini sağlamış olabilir. Mevcut çalışmada deney grubu öğrencilerinin performansının yüksek çıkması alan yazında yer alan çalışmalarla da desteklenmektedir. TZM gelişimleriyle alakalı olarak Yüzbaşıoğlu (2022) tarafından yapılan araştırmada bağlam temelli çizgi romanların kuvvet ve hareket ünitesinde, deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğunu tespit etmiştir. Şensoy ve Gökçe (2017) altıncı sınıf öğrencileri geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubu ile bağlam temelli işlenen deney grubu arasında başarı ve motivasyonlarında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur.

Kontrol grubunda 3 hafta boyunca yürütülen dersler mevcut ders kitabı destekli yürütülmüştür. Üç haftalık öğretimin sonucunda öğrencilerin TZM gelişimleri incelenmiştir. Bunun için yararlanılan BTEİÖDT'nin önemli görülebilecek niteliklerinden birisi bağlam temelli olmasıdır. Deney grubu öğrencilerinde ise dersler EİBTÇR destekli yürütülmüştür. Derslerin nihayetinde öğrencilerin, TZM değişimleri BTEİÖDT ile belirlenmiştir. Bir başka deyişle deney grubunda bağlam temelli yürütülen dersler yine bağlam temelli öğrenim durumları testi ile TZM değişimleri incelenmiştir. Kontrol grubunda ise mevcut ders kitabı ile yapılan öğretim neticesinde bağlam temelli öğrenim durumları testi uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerinin TZM gelişimlerinin daha iyi olmasının sebeplerinden biriside bu durum olabilir. Çünkü bağlam temelli öğretimin yine bağlam temelli testlerle değerlendirilmesi daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamaktadır (Elmas ve Eryılmaz, 2015). Ayrıca geleneksel olarak hazırlanan testler fen bilimleri derslerinin günlük yaşamla ilişkisinin

kurulmasını güçleştirdiği yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur (Benckert, 1997). Overton ve Potter (2011) öğrencilerin bağlam kullanma, problem çözme ve kimya dersine yönelik tutumlarına bağlam temelli açık uçlu soruların olumlu yönde etkilediği bulmuşlardır. Verilen çalışmalardan hareketle deney grubu öğrencilerinde TZM değişimlerdeki yüksek performansın sebebi EİBTÇR ve BTEİÖDT'nin bağlam temelli olmasından da kaynaklanabilir.

Öğretim uygulamaları sonucunda bazı öğrencilerin BOM ve TZKM'ye sahip oldukları belirlenmiştir. Bu durumun sebebi bazı öğrencilerin elektriksel direnç konusunu zihinlerinde bilimsel olmayan bir şekilde yapılandırmalarından kaynaklandığı ifade edilebilir. Elektrik ile ilgili her öğretim kademesinde pek çok araştırma mevcuttur. Bu çalışmaların ortak özelliklerinden biriside öğrenilmesi zor bir konu olduğudur (Mırçık, 2018). Öğrenciler elektrikle ilgili kavramları anlamakta güçlükler yaşamaktadırlar (Ateş ve Polat, 2005; Çıldır ve Şen, 2006). Temel eğitimden yükseköğrenime kadar neredeyse tüm öğretim kademelerinde, öğrencilerin elektrikle alakalı alternatif fikirlere sahip olduğu ve eksik öğrenmelerinin bulunduğu yapılan araştırmalarla ortaya koyulmuştur (Chambers ve Andre, 1997; Küçüközer, 2003; Karal vd., 2009; Hussain vd., 2013; Kapartzianis ve Kriek, 2014; A.Şengüleç vd., 2017; Villarino, 2018; Karslı Baydere ve Bülbül, 2021). Bu durumda öğrencilerin elektrik konu ve kavramlarını zihinlerinde yapılandırmada sorunlar olduğu ifade edilebilir. Mevcut araştırmada öğrenim öncesi ve sonrasında devam eden bilimsel olmayan model ve tutarsız karma model TZM'lerinin devam etmesi normal karşılanabilir. Dolayısıyla EİBTÇR ile yapılan öğretimle gerçekleşen TZM değişimleri literatür ile uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Deney grubu öğrencilerinin iletkenler ve yalıtkanlar konusuna göre elektriksel direnç konusunda TZM değişimlerinde daha yüksek performans gösterdikleri saptanmıştır. Bu durum EİBTÇR'nin elektriksel direnç konusunu daha iyi günlük yaşamla ilişkilendirmesinden kaynaklanabilir. Bu çalışmada deney grubu öğrencilerinin elektriksel direnç konusundaki TZM değişimlerinde yüksek performans göstermeleri literatürle farklılaşmaktadır. Çünkü elektrik konuları içerisinde çokça çalışılan konulardan birisi de elektriksel direnç konusudur (Hussain vd., 2013). Elektriksel direnç konusunda öğrencilerin kavram yanılgıları, eksik öğrenmeleri ve alternatif

fikirlerinin olduğu yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur (Çıldır ve şen, 2006; Görece Baybars, 2018; Karal vd., 2009). Elektriksel direnç konusunun diğerk elektrik konularına göre anlaşılmasının daha zor olduğu söylenebilir. Elektriksel dirençle ilgili belirtilen eksikliklerinin giderilmesi etkili öğretim stratejileri için dahi zor ve tartışmaya açık bir konudur (Wainwright 2007; Villarino, 2018). Mevcut araştırmada deney grubu öğrencilerinin TZM gelişimleri, EİBTÇR ile yapılan öğretim sonuçları değerlendirildiğinde elektriksel direnç konusunda daha başarılı olduğu görölmektedir. Yukarıda ifade edilen durumlar göz önüne alındığında EİBTÇR ile yapılan öğretimin etkili bir öğretim olduğu söylenebilir. EİBTÇR öğretim materyalinin hem bağlam temelli olması hem de çizgi roman özelliğinden dolayı güçlü bir öğretim materyali olduğu ifade edilebilir.

Alan yazında yer alan araştırmalar öğrencilerin, elektrik konusunda eksik öğrenmelerinin ve alternatif fikirlerinin olduğunu göstermektedir. Kapartzianis ve Kriek (2014) öğrencilerin elektriğe ilişkin kavramsal anlayışlarını incelemiş ve tespit edilen bilimsel olmayan fikirlerin giderilmesine yönelik çalışma yapmışlardır. Ivanjek vd. (2021) ortaokul öğrencilerinin basit elektrik devreleriyle ilgili yaygın öğrenme zorluklarını belirlemiş ve bir veri toplama aracı geliştirmişlerdir. Hussain vd. (2013) üniversite öğrencileriyle yaptıkları araştırmada elektrik konusunda alternatif kavramları belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çok güçlü alternatif kavramlara sahip olduğu vurgulanmıştır. Çepni ve Keleş (2006) yaptıkları çalışmada farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin elektrik konusunda kavram yanlışlarının olduğunu belirlemişlerdir. Farklı ölkelerde farklı öğrenim seviyelerinde yapılan araştırmalar aynı veya benzer bilimsel olmayan fikirlerin var oluşu, elektrik konusu öğrencilerin zihinlerinde yapılandırmada zorluklar yaşadıklarının bir göstergesi olabilir.

Bu tezde ulaşılan sonuçları destekler nitelikte bir diğerk çalışma Villarino (2018) tarafından yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin elektrikle alakalı öğrencilerin farklı önyargı modellerine sahip olduğunu ve bireysel öğrencilerin belirli bir duruma farklı açıklamaları olduğunu belirtilmiştir. Yine Saputro vd. (2018) yaptıkları araştırmada öğrencilerin büyük bir kısmının hala elektrik kavramını anlamadıkları ve kavram yanlışlarına sahip oldukları ifade etmişlerdir. Kurnaz vd.

(2013) tarafından elektriklenme, yıldırım ve şimşek kavramlarıyla ilgili öğrencilerin zihinsel modelleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin en fazla sentez modelde oldukları, yani bilimsel olmayan yanılgılara sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin her öğrenim düzeyinde elektrik konusunu öğrenmede sorunları olduğu aşıkardır. Gerçekleşen öğrenmelerde alternatif fikirleri gidermede eksiklikler olduğu görülmektedir. Mevcut araştırmayı destekleyen bu sonuçlar günlük yaşamla iç içe olan elektrik konusunun öğretiminde, günlük yaşamla daha fazla ilişkilendirmesini zorunlu kılmaktadır. Öğrenme ortamlarında verilen bilgilerin günlük yaşamla ilişkili olması kavramların, öğrenciler tarafından zihinlerinde yapılandırılmalarına ve daha anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmelerini sağlamaktadır (Hırça, 2012; Taşkın ve Moğol, 2017). Bu şekilde gerçekleştirilen öğretimler öğrencilerin başarılarını artırdığı gibi öğrendikleri bilgileri günlük hayata aktarma becerilerini de geliştirmektedir (İnci, 2019; Kara, 2016; Konu, 2017). Deney ve kontrol grubu arasında sınıf yoğunluk matrislerinde ki farklılığın sebebi EİBTÇR ile deney grubunda derslerin yürütülmüş olması görülebilir. Deney grubu lehine anlamlı bu farkın olmasında EİBTÇR'nin günlük yaşamla ilişkili olarak hazırlanması gösterilebilir. Böylece öğrendiklerini ilişkilendirmede EİBTÇR öğrencilere kolaylık sağladığı söylenebilir. Mevcut araştırmada ulaşılan bu sonuç çizgi romanların TZM gelişimine olumlu katkı sağladığının da bir göstergesidir. Literatürde yer alan çalışmalar araştırma sonucu ile benzerlik göstermektedir (Çiçek-Şentürk, 2020; Hosler ve Boomer, 2011; İlhan, 2016; Kurt, 2019; Topkaya, 2014)

5.3 Sınıfların TZM Eğilimleri Hakkında Tartışma

Mevcut araştırmada, araştırmaya dahil öğrencilerin bireysel TZM'lerinin yanı sıra sınıf TZM yoğunluk matrisleri hesaplanmıştır. Sınıf TZM yoğunluk matrislerinden hareketle öğrencilerin (deney ve kontrol grubu) TZM eğilimleri belirlenmiştir. Her iki grupta yapılan öğretimler neticesinde öğrencilerden BTEİÖDT aracılığıyla veriler toplanmıştır. Buradan elde edilen bulgular ile her bir öğrencinin bireysel TZM bileşke vektörleri bulunmuştur. Bireysel TZM bileşke vektörlerinden yararlanılarak sınıf TZM yoğunluk matrislerine ulaşılmıştır. Sınıf yoğunluk matrislerinden hareketle de sınıfların TZM eğilimleri ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde elde edilen bulgular bu başlık altında değerlendirilmiştir.

BTEİÖDT detaylı bir literatür taraması yapılarak mümkün olduğunca öğrencilerin zihnindeki düşünceleri yansıtacak şekilde hazırlanmıştır. Gerçekleştirilen teferruatlı analizler neticesinde kontrol ve deney gruplarının (sınıflarının) TZM eğilimleri tespit edilmiştir. Sınıfların, BTEİÖDT'ye verdikleri cevapların neticesinde, öğretim öncesi ve sonrasında Elektriğin İletimi ünitesinde tutarsız karma eğilimde oldukları belirlenmiştir. Sınıfların elektriksel iletken ve yalıtkanlar ile direnç konularına ilişkin, alternatif ve bilimsel fikirlere sahip oldukları saptanmıştır. Sınıfların sahip oldukları fikirleri kullanmada tutarsız oldukları anlaşılmıştır (Ezberci Çevik, 2018; Kurnaz, 2022; Vadrere ve Joshi, 2009; Yaz, 2022). Deney ve kontrol gruplarının TZM eğilimleri, ağırlıklı olarak TZKM olsa da cevap setleri (bilimsel-hatalı-ilişkisiz) karşılaştırıldığında deney grubu öğrencilerinin lehine anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Deney grubu öğrencilerinin elektriksel iletkenler ve yalıtkanlar ile direnç soru grubunda hatalı ve ilişkisiz cevaplarda azalma oranlarının kontrol grubu öğrencilerine göre fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda EİBTÇR ile yapılan öğretimin ders kitabı destekli yürütülen derslere göre TZM gelişiminde daha etkili olduğu söylenebilir. Yine de deney grubu için kullanılan öğrenme ortamında da bazı eksikliklerin olduğunu da gösterir ve bunların devamsızlıktan kaynaklandığını düşünülmektedir. Bunun çözümü hususunda şu yapılabilir. Öğretim uygulamaları salgın hastalıkların az olduğu zaman aralıklarına planlanabilir. Mevcut ders kitabı destekli yürütülen derslerin TZM gelişimlerine yeterli katkıyı sunmadığı söylenebilir.

5.4 EİBTÇR ile Yapılan Öğretimin Deney Grubu Öğrencilerindeki Değişimlerinin Derinlemesine İncelenmesi İlişkin Tartışma

Deney grubu öğrencilerine EİBTÇR ile yapılan öğretim sonucunda BTEİÖDT ile veriler toplanmıştır. BTEİÖDT ile elde edilen bulgular cevap niteliğine göre analiz edilmiştir. Böylece öğrencilerin cevap niteliklerindeki değişim ile alternatif fikirlerin giderilmesinde EİBTÇR ile yapılan öğretimin etkililiği derinlemesine incelenmiştir. EİBTÇR ile yapılan öğretimin her bir öğrencide oluşturduğu TZM gelişimlerinin nasıl oluşturulduğu araştırılmıştır. Bu bölümde bu konulara ilişkin tartışma derinlemesine yer almaktadır.

BTEİÖDT yapısı iki soru grubundan oluşmaktadır. İlk olarak iletkenler ve yalıtkanlar soru grubuna ilişkin tartışmaya yer verilmiştir.

İletkenler Ve Yalıtkanlar Soru Grubuna Ait Tartışma

Soru bazında incelendiğinde iletkenler ve yalıtkanlar soru grubu 8 maddeden oluşmaktadır. Genel itibariyle cevap setlerinde bilimsel cevaplarda artış, hatalı ve ilişkisiz cevaplarda azalma meydana gelmiştir. S1’de öğrencilerden beklenen elektriksel iletken ve yalıtkan maddeleri ayırt edebilmeleridir. S1’de C, D ve E seçenekleri alternatif fikir içeren cevapları içermektedir. Alternatif fikir içeren cevap seçeneklerinden E seçeneğinde yer alan “ceket, keçe, şekerli su, ip, saf su, plastik pipet” maddelerin öğrenciler tarafından hepsinin yalıtkan madde olarak kabul edilmesi beklenmektedir. Öğretim sonrasında E seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı sıfır olduğundan yapılan öğretimin bu seçenekte yer alan alternatif fikri giderdiği söylenebilir. Bu durum bazı öğrencilerin TZM’lerinin BM ve BBM olması ile tutarlılık göstermektedir. C ve D seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısında ise azalma meydana gelmiştir. Alternatif fikirleri tercih eden öğrenci sayısı bakımından alternatif fikirleri %55,55 oranında azalmıştır. Bu durumda deney grubu öğrencilerinde S1 için alternatif fikirlerin bir kısmının devam ettiği söylenebilir. Bu sonuç bazı öğrencilerin TZM’lerinin TZKM olarak tespit edilmesini desteklemektedir. Çünkü TZKM’ye sahip öğrencilerin bilimsel bilgileri kullanmada tutarsız oldukları ifade edilmektedir (Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2023). Alternatif fikirlerin giderilmesinin zor olması bu durumuna neden olmuş olabilir. Yapılan araştırmalarda “Rüzgâr, kâğıt, cam şişe, plastik sepet, tahta, telefon, ceket, keçe, şekerli su, ip, saf su, plastik pipet” maddelerin elektriksel iletkenlikleri hakkında öğrencilerin alternatif fikirlerinin olduğunu tespit edilmiş ve çeşitli öğretim yöntemleriyle giderilmeye çalışılmıştır. (Ayvaci vd., 2016; Günaydın, 2019). Ancak öğretimler sonucunda alternatif fikirlerin bazı öğrencilerde tam giderilemediği ifade edilebilir. Buradan hareketle bu araştırma da elde edilen bulguların alan yazın da yer alan araştırmalar ile desteklendiği ifade edilebilir.

S2’de öğrencilerden beklenen, yalıtkan maddelerin çeşitli etkilerle iletken hale gelebileceğini zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırmalarıdır. EİBTÇR ile yapılan öğretimin neticesinde hatalı cevap (alternatif fikir) içeren D, E, F, G seçeneklerini

tercih eden öğrenci sayısında azalma %41,17 olmuştur. Buna rağmen “Yağmur ile nemli olan hava yalıtkan özellik kazanmış olabilir.” alternatif fikrini içeren E seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı 3’ten 4’e çıkmıştır. Bu sonuç bazı öğrencilerin TZM’lerinin BOM olarak bulunması ile tutarlılık gösterdiği ifade edilebilir. “Gazların taneciklerinin enerjileri fazla olduğu için iletken olabilir.” D seçeneğini, “Elektrik yüklü maddelerin birbirine çarpıp ışık çıkarmasıyla maddeler iletken olabilir.” F seçeneğini, “Ağaç teknolojik olmadığı için daha fazla yıldırım çekebilir.” G seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında azalma meydana gelmiştir. D, F ve G seçeneklerinde ortaya çıkan bu durum bazı öğrencilerin TZM değişimlerinin TZKM’den BBM veya BM değişmesi ile uyumludur. EİBTÇR ile yapılan öğretimin D, F ve G seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermeye yardımcı olduğu söylenebilir. Yalıtkan maddelerin belirli şartlarda iletkenlik özelliği kazanmasına ilişkin alternatif fikirlerin öğretim sonrasında devam etmesinin nedeni bu soruya ilişkin alternatif fikirlerin öğrencilerin zihinlerinde güçlü bir şekilde yer almasından kaynaklanabilir. Ayrıca EİBTÇR’de yalıtkan maddelerin iletkenlik özelliği kazanmasına ilişkin yeterince yer verilmemesinden veya vurgulanmamasından da kaynaklanabilir. D, F ve G seçeneklerindeki alternatif fikirlerin yeterince giderilmemesi sonucu bazı öğrencilerin TZKM’ye sahip olduklarının tespiti ile tutarlıdır. S2’de yer alan alternatif fikirlerin literatürde (Ayvaci vd., 2016; Kurnaz vd., 2013) farklı zaman ve çalışma gruplarıyla yapılan araştırmalarda bulunması S2’de elde edilen bulguları desteklediği söylenebilir.

S3’te alan yazından elde edilen alternatif fikirlere B, C, E, F seçeneklerinde yer verilmiştir. EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrası BTEİÖDT aracılığıyla toplanan veriler analiz edilmiştir. Öğretim öncesi alternatif fikirleri tercih eden öğrenci sayısı 14 iken öğretim sonrası 13 olmuştur. B seçeneğinde “plastığın başka maddelerin birleşiminden oluştuğu için yalıtkan olması”, C seçeneğinde “fırınlarda bulunan bakırın elektriği iletmesi ve yemekleri pişirmesi”, E seçeneğinde “kâğıttan kâğıda elektriğin geçmediği için iletken olması” ve F seçeneğinde “açık alanların yıldırımdan korunmak için uygun olması” alternatif fikirleri bulunmaktadır. Öğretim sonrası E seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı sıfır olduğundan “Kâğıttan kâğıda elektriğin geçmediği için iletken olması” alternatif fikrini yapılan öğretim ortadan kaldırmıştır. E seçeneğindeki bu durum bazı öğrencilerin BM sahip olması ile uyumludur. F seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında da azalma görülmüştür. F seçeneğindeki bu

durum BBM'e sahip öğrencilerin var olmasının saptanması ile tutarlıdır. Ancak B ve C seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısı artmıştır. Bu sebeple yapılan öğretimin B ve C seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermede yetersiz kaldığı ve hatta buna eğilime neden olduğu ifade edilebilir. Buradan hareketle bazı öğrencilerin TZM'lerinin BOM veya TZKM olmasını desteklemektedir. Bu durumun sebebi olarak yalıtkan bir maddenin çeşitli etkiler sonucunda iletken hale gelmesi durumunun anlaşılması zor olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca EİBTÇR'de bu seçeneklerdeki alternatif fikirlerin giderilmesine ilişkin yeterince örnek olmadığından da kaynaklanabilir. Literatürde yer alan çalışmalarda benzer alternatif fikirlerin bulunması bu durumu desteklediği ve S3'te elde edilen bulgularla benzerlik gösterdiği ifade edilebilir (Ayvacı vd., 2016; Gökdoğan, 2021; Kömürcü, 2010; Şengüleç, vd., 2017).

Alternatif fikirlerin C, D ve E seçeneklerinde yer aldığı S4'te, E seçeneğini öğretim öncesi ve sonrasında hiçbir öğrenci tercih etmemiştir. D seçeneğinde tercih eden öğrenci sayısı ise aynı kalmıştır. C seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında azalma meydana gelmiştir. İletkenlerin günlük yaşamdaki kullanımına yönelik bir madde olan S4'te öğrencilerin E seçeneğinde yer alan cam kablonun elektrik iletkenliğinin olmadığı bilimsel bilgisi öğrencilerin zihninde doğru şekilde yer aldığı ifade edilebilir. D seçeneğinin tercih edilmesinde bir değişikliğin olmamasının sebebi "Porselen kablo" ifadesinin öğrenciler tarafından ne olduğunun tam bilinmemesinden kaynaklanabilir. D ve C seçeneklerindeki ortaya çıkan bu sonuç Öğrencilerin bilimsel bilgileri kullanmadaki tutarsızlıklarını göstermektedir. Bu durum bazı öğrencilerin TZKM'ye sahip olmasını desteklemektedir. S4'te EİBTÇR ile yapılan öğretimin plastik kablonun iletken olması alternatif fikrini gidermeye faydalı olduğu söylenebilir. Öğrencilerin alternatif fikirlerinin devam etmesi yapılan araştırmalarla benzerlik göstermektedir (Ayvacı vd., 2016; Gökçe, 2018).

S5'te öğrencilerden beklenen elektrik kazalarından korunmada iletken ve yalıtkanların önemini zihinlerinde bilimsel bir şekilde yapılandırmalarıdır. EİBTÇR ile yapılan öğretimin neticesinde hatalı cevap (alternatif fikir) içeren A, C, E, F seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısında azalma %7,6 ile sınırlı kalmıştır. Öğretim öncesinde ve sonrasında "Elektrik kablolarının yalıtkan kısmı elektriği ileten maddelerden yapılıdır."

alternatif fikrini içeren C seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında bir değişiklik olmamıştır. “İnsan vücudu katı olduğu için atomları birbirini iterek elektriği hızla karşı tarafa iletir.” alternatif fikrini içeren E seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı ise artmıştır. Bu bakımdan EİBTÇR ile yapılan öğretimin C ve E seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermede yetersiz kaldığı ifade edilebilir. S5’te öğrenciler bilimsel olmayan modellere sahip olduğu ifade edilebilir. C ve E seçeneklerindeki bu sonuç bazı öğrencilerin BOM’a sahip olduğunun tespit edilmesiyle tutarlıdır. Bu durumun sebebi C ve E seçeneklerinde yer alan alternatif fikirlerin giderilmesindeki zorluklar olabilir. Öğrencilerin devam eden bu alternatif fikirleri literatür bulgularıyla uyumludur (Ayvacı vd., 2016; Günaydın, 2019). “İnsan vücudu elektriği hapseder bu yüzdende elektrik kazası meydana gelmiştir.” alternatif fikrini içeren A seçeneği ile “Yalıtkan maddeler enerjiyi bir yerden bir yere iletmediği için enerji sabit durur.” alternatif fikrini içeren F seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında azalma meydana gelmiştir. Deney grubunda yapılan öğretimin A ve F seçeneklerindeki alternatif fikirlerin giderilmesine katkı sağladığı ifade edilebilir.

S6’da A, B ve E seçenekleri alternatif fikir içeren seçeneklerdir. Bu maddede öğrencilerden beklenen günlük yaşamdan verilen paratoner örneğinden yola çıkarak iletkenleri yalıtkanlardan ayırt edebilmeleridir. Üç seçeneği tercih eden öğrenci sayısında azalma meydana gelmiştir. A, B ve E seçeneklerinde elde edilen bu sonuçlara göre bazı öğrencilerin bilimsel veya bilimsel baskın modele sahip olmaları ile tutarlıdır. Bazı öğrencilerde ise bu alternatif fikirlerin devam etmesi TZKM’ye sahip öğrencilerin tespit edilmesiyle uyumludur. “Paratonerler kâğıt gibi metallerden yapılmıştır.”, “Paratonerler toprağa bağlanan kısmı plastiktir.” ve “Paratonerler strafor köpük gibi maddelerden yapılmıştır.” Alternatif fikirlerini gidermede EİBTÇR ile yapılan öğretimin etkili olduğu söylenebilir. Çizgi romanlar öğrencilerin akıl yürütmelerini sağladığı gibi bilgilerin daha anlaşılır olmasına da yardımcı olmaktadır. Böylece iyi motive olan öğrenciler konuları daha iyi anlamaktadır (Cheesman, 2006). EİBTÇR öğrencilerin alternatif fikirlerini giderilmesine katkı sunduğu ifade edilebilir. Mevcut araştırmada bulunan alternatif fikirlerin bazı öğrencilerde devam etmesi alan yazında araştırma (Ayvacı vd., 2016) ile benzerlik gösterdiği ifade edilebilir.

S7’de hatalı cevap (alternatif fikir) veren öğrenci sayısındaki azalma sadece %10 olarak gerçekleşmiştir. 7 seçenekten oluşan bu maddede B, D, F, G seçenekleri alternatif fikri içermektedir. “Demir kaşıkların yalıtkan madde olarak kullanılması” alternatif fikrini içeren F seçeneği ile “Elektrik iletimi için tahta kullanılması” alternatif fikrini içeren G seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrası azalmıştır. Bu durumda EİBTÇR’nin F ve G seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermeye katkı sunduğu söylenebilir. “Akıllı telefonların çift camdan yapılması” ve “Bilgisayarlarda plastik kablo kullanılması” alternatif fikirlerini tercih eden öğrenci sayısı öğretim sonrasında artmıştır. Öğrencilerin bu seçeneklerde yer alan maddeleri iletken olmadıklarını bilmeleri beklenmektedir. Bu sebeple yapılan öğretimin B ve D seçeneklerden yer alan alternatif fikirleri gidermede yetersiz kaldığı ifade edilebilir. Öğrenciler B, D, F ve G seçeneklerini tercih etmede tutarsızlık göstermişlerdir. Bu sonuç bazı öğrencilerin TZKM’ye sahip olduklarının tespiti ile uyumludur. Öğrencilerin cam ve plastiğin buralarda ki kullanım amacının farklı olabileceğini düşünmeleri olabilir. Yani elektriksel yalıtkanlık olarak düşünmemiş olabilirler. Alan yazında yer alan çalışmalarda (Gökçe, 2018; Günaydın, 2019) aynı eğitim düzeyindeki farklı öğrencilerin benzer alternatif fikirlere sahip oldukları ifade edilebilir. Bu hususlardan hareketle S7’de elde edilen bulguların alan yazınla desteklediği söylenebilir.

İletken ve yalıtkanlar soru grubunun son maddesi olan S8’de B, C ve D seçenekleri alternatif fikirler yer almaktadır. Her ne kadar da bilimsel cevap veren öğrenci sayısında %100 artış meydana gelse de alternatif fikir içeren seçenekleri tercih eden öğrenci sayısı da artmıştır. Öğrencilerden beklenen yalıtkan maddelerin elektriği uygun şartlarda iletebileceğini bilmeleri ve elektriği güvenli kullanım konusunda dikkatli olmalarıdır. Öğretim sonrası öğrenciler bilimsel bir şekilde bu durumu yapılandıramadıkları söylenebilir. Bu sonuç bazı öğrencilerin bilimsel olmayan modele sahip olmaları ile tutarlıdır. Bu durumun sebebi olarak öğrencilerin muhakeme edebilme akıl yürütme gibi becerilerinin yeterince gelişmemesi olabilir. Öğrencilerin derslere devam etme durumları da buna yol açabilir. Öğrencilerin devamsızlık yapmaları bir önceki konu ile bir sonraki konu arasındaki ilişkiyi iyi bir şekilde kurmalarına engel teşkil edebilir. EİBÇR’de bu alternatif fikirlerin giderilmesine ilişkin yeterince yer verilmemesi de bu duruma yol açabilir. Kaplan (2009) tarafından

yapılan araştırmada derslere yeterince devam etmeyen öğrencilerin öğrenme seviyelerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda benzer alternatif fikirlerin yer alması ve bunların giderilmesindeki zorluklar mevcut çalışma ile örtüşmektedir (Keser ve Başak, 2013; Tiftikçi vd., 2017). Mevcut çalışmada alternatif fikirlerin giderilmesinde elde edilen sınırlı başarı literatür ile benzerdir. Kapartzianis ve Kriek, (2014) tarafından elektrikteki kavramsal sorunların üstesinden gelmek için çözümler önerilmiştir, ancak sınırlı bir başarı elde edilmiştir.

Öğrencilerin sekiz maddelik iletkenler ve yalıtkanlar soru grubundaki seçeneklerde sergiledikleri bu durum araştırmanın tutarlılığı için çok önemli olduğu düşünülmektedir. Tasarlanan öğrenme ortamı bazı seçeneklerdeki alternatif fikri gidermede başarılı oldu ama bazı seçeneklerindeki yer alan alternatif fikirleri gidermede yeterince başarılı olamadığından öğrencilerde halen tutarsız bir karma eğilim söz konusu olabilmekte ve bu nedenle öğrencilerin TZM'leri TZKM olarak sınıflanmaktadır. Sınıfların TZM eğilimlerinin TZKM olarak tespit edilmesi ortaya çıkan bu durumu desteklediği ifade edilebilir. Bazı öğrencilerin TZM'lerinin TZKM olarak saptanması yapılan analizlerin güvenilirliğinin bir göstergesi olabilir. Başarı testlerinde seçeneklerin yanlışlar (0) doğru (1) kodlamasında tüm yanlış seçeneklerin (0) olarak kodlanmasında ortaya çıkan analiz eksikliği, TZM analizlerinde kullanılan mantığın haklılığını gösteren bir gerekçe olabilir.

İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında tüm maddelerde bilimsel cevapta artış tespit edilmiştir. EİBTÇR'nin öğrencilerin öğretim programının hedeflerini gerçekleştirmelerine katkı sağladığı söylenebilir. EİBTÇR'nin öğrencilerin iletkenler ve yalıtkan konusunu zihinlerinde doğru bir biçimde yapılandırmalarına yardımcı olduğu ifade edilebilir. Öğrencilerin öğrenme ortamlarında edindikleri bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi, bilginin zihinlerinde daha anlamlı hale gelmesini ve daha kolay bir şekilde öğrenilmesini sağlamaktadır (Taşkın ve Moğol, 2017). Günlük yaşamla ilişkili olarak hazırlanan EİBTÇR'nin, öğrencilerin öğrenmelerini daha anlamlı kılmasından dolayı genel itibariyle bilimsel cevaplarda artışın yüksek olmasına yol açabilir. Öğrencilerin iletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda iyi performans sergiledikleri söylenebilir. Çizgi romanların bağlamlardan oluşması öğrenme ortamları ve günlük yaşam arasındaki

ilişkinin daha kolay kurulmasını sağlamaktadır (Cheesman, 2006). Bu sebeple bilimsel cevaplarda artışın EİBTÇR'nin yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Öğrencilerin alternatif fikirleri incelendiğinde yalıtkan maddelerin belirli şartlarda iletken hale gelmesi, iletken ve yalıtkan maddelerin sınıflandırılmasının yeni durumlara aktarılmasında karmaşanın devam ettiği söylenebilir. Öğrenciler edindikleri bilimsel bilgileri kullanmada tutarsız davrandıkları ifade edilebilir. Bu sebeple sınıfların TZM eğilimlerinin TZKM olması ile tutarlılık göstermektedir.

İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunun öğrenci bazlı değerlendirmesine bakıldığında üç öğrenci hariç (%14,8) tüm öğrencilerin bilimsel cevaplarında artış, hatalı ve ilişkisiz cevaplarında azalma saptanmıştır. Öğrencilerin %11,2'sinde bilimsel cevap sayısında değişiklik gözlenmezken hatalı cevap sayısında artış ve ilişkisiz cevap sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu öğrencilerden birisi Ö3'tür. Ö3'ün derse devam durumu incelendiğinde çeşitli nedenlerle büyük çoğunlukla devamsızlık yaptığı görülmüştür. Bu sebeple bu gibi öğrencilerden yeterince performans gösterememesinin nedeni devamsızlık olabilir. Öğrencilerin EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında büyük çoğunluğunun TZM'leri TZKM olduğu saptanmıştır. TZM değişimleri derinlemesine incelendiğinde öğretim sonrasında TZKM'ye sahip öğrencilerin bilimsel, hatalı ve ilişkisiz cevap sayıları aynı olmadığı görülmektedir. İletkenler ve yalıtkan soru grubunda yer alan sekiz maddeye Ö18'in verdiği cevaplar incelendiğinde ön testte 3 bilimsel, 4 hatalı ve 1 ilişkisiz cevap vermiştir. Bu durumda Ö18'in bireysel olasılık vektörü (3 4 1) olmuştur. Buradan hareketle Ö18'in yoğunluk matrisi hesaplanmış ve TZM'si TZKM olarak bulunmuştur. Ö18 son testte 5 bilimsel, 2 hatalı ve 1 ilişkisiz cevap vermiştir. Bu sebeple Ö18'in bireysel olasılık vektörü (5 2 1) olmuştur. Yoğunluk matrisi hesaplanması sonucunda Ö18'in TZM'si TZKM olduğu tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi TZM'ler aynı olsa bile Ö18'in bilimsel cevaplarında artış hatalı cevaplarında azalma saptanmıştır. Öğretim sonrasında altı öğrencinin bilimsel baskın modelde oldukları bulunmuştur. Bu öğrencilerin hiçbir soruda ilişkisiz cevap vermedikleri belirlenmiştir. Bir öğrenci ise tüm sorulara bilimsel cevap vererek bilimsel modele sahip olduğu saptanmıştır. Burada amaç her bir öğrencini TZM'sinin nasıl belirlendiğini ve değişimleri detaylı ele almaktır. TZM değişimleriyle alakalı literatürde farklı konularda yapılan çalışmalarla benzer sonuçlar

alındığı tespit edilmiştir (Yüzbaşıoğlu, 2022; Yaz, 2022). Bu sebeple mevcut araştırma sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

Elektriksel Direnç Soru Grubuna Ait Tartışma

BTEİÖDT yer alan 13 madde ise elektriksel direnç soru grubuna aittir. Deney grubu öğrencilerine EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında elektriksel direnç konusundaki değişimler derinlemesine incelenmiştir. S9’da öğrencilerden beklenen ampul parlaklığına etki eden iletkenin cinsi, kesiti ve boyu değişkenlerini zihinlerinde bilimsel bir şekilde yapılandırmalarıdır. Öğretim sonrası bilimsel cevaplarda %800 artış, ilişkisiz cevaplarda %50 azalma, hatalı (alternatif fikir) cevaplarda % 65,21 azalma tespit edilmiştir. Öğrenciler bu soruda oldukça yüksek performans gösterdiği söylenebilir. Alternatif fikir içeren C, D ve E seçeneklerine bakıldığında C seçeneğinde yer alan “Ampullerin bağlı olduğu iletken telin uzunluğunu artırması ampul parlaklığını artırır” şeklindeki alternatif fikri giderdiği ifade edilebilir. D seçeneğini öğretim öncesine göre tercih eden öğrenci sayısı değişmediğinden EİBTÇR yetersiz kaldığı söylenebilir. En büyük değişim “Mevcut iletkenleri daha dirençli iletkenler ile değiştirmesi ampul parlaklığını artıracaktır” alternatif fikrinde meydana gelmiştir. Öğretim öncesi 20 öğrenci bu (E) seçeneğini tercih ederken öğretim sonrasında 6 öğrenci tercih etmiştir. EİBTÇR büyük oranda E seçeneğinde yer alan alternatif fikri gidermeye katkı sağladığı ifade edilebilir. Öte yandan öğrencilerin öğretim sonrasında “Daha dirençli iletken kullanımının ampul parlaklığını artıracaktır” gibi alternatif fikirlerinin bulunduğu söylenebilir. Öğrenciler ampulün içindeki flaman telin direncinin yüksek olmasını düşünmüş olabilirler. Oysa burada ampulün içindeki iletkeni değil elektrik devresindeki iletkeni düşünerek cevap vermeleri gerekebilir. Literatürde yer alan çalışmalarda (Caymaz ve Aydın, 2019; Saputro vd., 2018) benzer alternatif fikirlerin bulunması S9’da elde edilen bulguları desteklediği ifade edilebilir. S9’da öğrencilerin ampul parlaklığının bağlı olduğu değişkenlere ilişkin bilgilerini kullanmadaki karmaşanın devam ettiği söylenebilir. Bu tutarsız durum bazı öğrencilerin TZKM’ye sahip olduklarının saptanması ile uyumlu olduğu belirtilebilir.

Öğrencilerden S10’da ampul parlaklığı ve elektriksel direnç arasındaki bağlantının bilimsel bir şekilde kurulması beklenmektedir. Deney grubu öğrencileri EİBTÇR ile

yapılan öğretim sonrasında S10’da bilimsel cevaplarda %175 artış ve alternatif fikir içeren cevaplarda %33,33 azalma saptanmıştır. EİBTÇR ile yapılan öğretimin ilişkisiz cevapları gidermede S10 için %100 başarılı olduğu söylenebilir. Çünkü hiçbir öğrenci S10’da ilişkisiz cevap vermemiştir. Alternatif fikirleri içeren A, B, E, F, G ve H seçenekleri incelendiğinde, öğretim sonrasında “Aydınlatmanın yeterli olmamasının nedeni direncin az olması olabilir.” alternatif fikrini içeren A seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı %54,54 azalmıştır. “Ampuller elektrik enerjisini tükettiği için diğerlerine yetmeyebilir.” alternatif fikrini içeren G seçeneği ile “Ampullerin parlaklığının elektriksel dirençle ilgisi yoktur.” alternatif fikrini içeren H seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı sıfır olmuştur. Dolayısıyla EİBTÇR ile yapılan öğretimin G ile H seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermede %100 başarılı olduğu ifade edilebilir. Buna karşı “Daha iyi aydınlatma için sadece kullanılan ampul sayısı artırılabilir.” Alternatif fikrini içeren B seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında bir değişiklik olmamıştır. “Elektrik enerjisi daha kısa telde hızlı akabilir.” alternatif fikrini içeren E seçeneği ile “İnce teller kalın tellere göre elektriğin geçmesine daha çok direnç gösterebilir.” alternatif fikrini içeren F seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı ise bir artmıştır. Öğrenciler elektriksel direnç ve ampul parlaklığı arasındaki ilişkiye dair bilimsel bilgileri kullanmada tutarsızlık göstermektedir. Bu sonuç bazı öğrencilerin TZKM’ye sahip olmalarının saptanmasını desteklemektedir. EİBTÇR’nin bu seçeneklerde yer alan alternatif fikirleri gidermede yetersiz kaldığı ifade edilebilir. Bunun sebebi olarak öğrencilerin önceki öğrenmeleri gösterilebilir. Örneğin öğrenciler 5.sınıfta ampul parlaklığını sadece pil ve ampul sayısına bağlı olduğunun vurgulanması olabilir. Literatürde S10’da yer alan alternatif fikirlerin farklı öğrenim düzeyine sahip öğrenciler de görüldüğü tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda alternatif fikirlerin giderilmesindeki zorluklar da yer almaktadır. (Brna, 1988; Keser ve Başak, 2013; Keser ve Başak, 2013; Küçüközer, 2004; Villarino, 2018; Wainwright, 2007). Bu sebeple S10’da elde edilen sonuçların literatür bulgularıyla uyumlu olduğu ifade edilebilir.

S11’de deney grubu öğrencilerin elektriksel direncin günlük yaşamdan verilen örneklerle ilişkilendirmesi beklenmektedir. S11’de öğretim öncesi 11 öğrenci hatalı (alternatif fikir) cevap verirken öğretim sonrasında bu sayı %45,45 azalmıştır. Bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %100 artarken, ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %57,14

azalmıştır. B, C, E ve F seçenekleri S11’de alternatif fikir içermektedir. B seçeneğinde yer alan “Boyu uzun iletkenin elektriksel direncin az olması” alternatif fikrini tercih eden öğrenci sayısı 3’ten 4’e çıkmıştır. C seçeneğinde yer alan “Kesit alanı küçük iletkenin elektriksel direncin az olması” alternatif fikrini seçen öğrenci sayısı 1’den 2’ye yükselmiştir. E seçeneğinde yer alan “Cinsi farklı iletkenlerin bir direncinin olmaması” alternatif fikri ile F seçeneğinde yer alan “Direnci, iletken bir yoldan ziyade bir engel olması” alternatif fikrini tercih eden öğrenci sayısı öğretim sonrası sıfır olmuştur. Bu sebeple yapılan EİBTÇR’nin E ve F seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermede %100 başarılı olduğu söylenebilir. B ve C seçeneklerinde yer alan elektriksel direnç ile iletkenin boyu ve kesiti arasındaki ilişkiye yönelik alternatif fikirlerin devam ettiği ifade edilebilir. Öğrencilerin elektriksel direncin bağlı olduğu faktörlere ilişkin bilgilerini kullanmadaki karmaşanın devam etmesi TZKM eğiliminde olmalarının bir göstergesi olabilir. EİBTÇR’nin B ve C seçeneklerine yönelik yetersiz kaldığı söylenebilir. S11’de yer alan alternatif fikirlerin devam etmesi elektriksel direnç gibi hem soyut hem de anlaşılması zor bir konu olmasından kaynaklanabilir. Öğrencilerin “kesit” kelimesinin anlamını yeterince anlamamış olabilirler. Nitekim literatürde yer alan çalışmalar S11’de yer alan alternatif fikirlere benzer öğrenme eksikliklerinin bulunduğunu göstermektedir (Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Nkopane vd., 2011; Ramnarain ve Moosa, 2017). Bu sebeple S11’de elde edilen bulguların alan yazınla uyumlu olduğu ifade edilebilir.

Elektriksel direncin iletkenin boyu, kesiti ile ilişkisinin günlük yaşamdan bir örnek olay üzerinden sorgulandığı S12’de öğretim sonrasında bilimsel cevap veren öğrenci sayısı dört kat artmıştır. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı sıfır olmuştur. Bu durumda EİBTÇR ile yapılan öğretim ilişkisiz cevapları tamamen giderdiği söylenebilir. Alternatif fikir A, C, E ve F seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısı %72,72 oranında azalmıştır. “Ampul parlaklığını azaltmak için kısa iletkenin kullanılmalıdır.” alternatif fikrinin öğrencilerde devam ettiği söylenebilir. “Ampul parlaklığını azaltmak için kalın iletkeni kullanılmalıdır.” ve “Ampul parlaklığını azaltmak için ampulün pilden uzaklaştırılmalıdır.” alternatif fikirlerini tercih eden öğrenci sayısı azalmıştır. “Ampul parlaklığı lamba sayısı ile doğru orantılıdır.” Alternatif fikri ise EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrası tamamen giderildiği söylenebilir. Bu sonuç bazı öğrencilerin TZM’lerini BM veya BBM olması ile tutarlıdır. S12’de elde edilen bulguların literatür

bulgularıyla uyumlu olduğu ifade edilebilir (Aykutlu ve Şen, 2012; Altun, 2009; Çepni ve Keleş, 2006; Ivanjek vd., 2021; Örgün, 2002; Sönmez vd., 2001). S12’de öğrencilerin yüksek performans gösterdikleri söylenebilir. Soruda öğrencilerin yaşamlarından alınan örneğe yer verilmesi bu durumda etkili olduğu ifade edilebilir.

Deney grubu öğrencilerinin EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrası S13’te bilimsel cevap veren öğrenci sayısı iki katına çıktığı, alternatif fikir içeren cevapların sayısı yarı yarıya azaldığı belirtilebilir. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı ise yarıya indiği ifade edilebilir. A, B ve C seçenekleri alternatif fikir içermektedir. Öğretim sonrasında, iletkenin kesitinin arttıkça ampul parlaklığının artacağı alternatif fikrine sahip öğrenci sayısında artış olduğu söylenebilir. Buradan hareketle öğrenciler A, B ve C seçeneklerinde elektriksel dirence ilişkin bilgilerini kullanmada tutarsız davrandıklarını göstermektedir. Bu sonuç öğrencilerin TZKM’ye sahip olduklarının tespitinin güvenilir olduğunun kanıtı olabilir. Bu durumun sebebi olarak “kesit” kelimesinin öğrenciler tarafından yeterince anlaşılmaması olabilir. Bu sebeple EİBTÇR’nin C seçeneğinde yer alan alternatif fikri gidermede yetersiz kaldığı belirtilebilir. Öte yandan EİBTÇR’nin iletkenin kesiti arttıkça ampul parlaklığının azalacağı alternatif fikrini tamamen giderdiği ifade edilebilir. EİBTÇR’nin iletkenin boyu arttıkça ampul parlaklığı da artar alternatif fikrini gidermeye katkı sağladığı söylenebilir. S13’te elektriksel direnç ve ampul parlaklığı arasındaki ilişkinin araştırıldığı ve elde edilen sonuçların literatür bulgularıyla benzer olduğu ifade edilebilir (Keser ve Başak, 2013).

EİBTÇR ile yapılan öğretim sonrasında S14 için öğrencilerin orta düzeyde performans göstermesine yardımcı olduğu ifade edilebilir. Çünkü hiçbir öğrenci bu soruda ilişkisiz cevap vermemiştir. Bilimsel cevap veren öğrenci sayısını %300 artırmıştır. S14’te alternatif fikre sahip öğrenci sayısındaki azalma %11,76 ile sınırlı kalmıştır. Alternatif fikir içeren B, C, E ve F seçenekleri detaylı incelendiğinde; C seçeneğinde yer alan “İletkenin boyu azaldıkça elektriksel direnç artar.” alternatif fikrini tercih eden öğrenci sayısı 3’ten 9’a çıktığı görülmektedir. Bu durumun sebebi tek bir soru kökünde sorulan S13 ve S14’ün uzunluğu sebebiyle C seçeneğini muhakeme edebilmelerini güçleştirmiş olmasından kaynaklanabilir. Oysa TZM için hazırlanacak soru seçeneklerinin öğrencilerin muhakeme edebilmelerini kolaylaştırıcı nitelikte olması

gerekmektedir (Kurnaz, 2022). “İletkenin kalınlığı azaldıkça elektriksel direnç azalır.” tercih eden öğrenci sayısında ise azalma olduğu görülmektedir. “İletkenlerde iki pil kullanılırsa direnç azalır.” ve “Elektrik enerjisi olmadığı için direnç artar.” alternatif fikirlerini tercih eden öğrenci sayısının sıfır olmuştur. EİBTÇR B, E ve F seçeneklerinde yer alan alternatif fikirlerin giderilmesine yardımcı olduğu ifade edilebilir. S14’te elde edilen sonuçların alanyazında yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir (Bostan Sarioğlu ve Abacı, 2017; Hussain vd., 2012; Kapartzianis ve Kriek, 2014; Karşı Baydere ve Bülbül, 2021; Keser ve Başak, 2013). Öğrencilerin S14’te elektriksel dirence ilişkin bilimsel bilgilerini kullanmadaki tutarsızlık TZKM’ye sahip olmalarını desteklediği ifade edilebilir.

S15 incelendiğinde EİBTÇR öğretim sonrasında ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısı sıfır olduğu görülmektedir. Bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %216,66 arttığı, hatalı cevap (alternatif fikir) veren öğrenci sayısının % 47,36 azaldığı belirlenmiştir. Alternatif fikir içeren B, C, D, E ve F seçenekleri incelendiğinde sadece D seçeneğini tercih eden öğrenci sayısının arttığı söylenebilir. D seçeneğinde “Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için kablosunu plastikle kaplamalı” alternatif fikrini öğretim sonrası iki öğrenci tercih etmiştir. Elektriksel direncin azaltılıp ampul parlaklığının artırılabilceğini öğrencilerin zihinlerinde eksik yapılandırdıkları söylenebilir. Buna karşın “Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için özdeş ampulle değiştirmeli” ve “Gece lambası daha parlak ışık vermesi için elektrik enerjini azaltmalı” alternatif fikirleri tamamen giderildiği saptanmıştır. B seçeneğinde “Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için direnci çok olan iletkeni kullanmalı” ve C seçeneğinde “Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için demir iletken teli kullanmalı” yer alan alternatif fikirleri tercih eden öğrenci sayısı ise azalmıştır. Öğrencilerin B, C, D, E ve F seçeneklerinde bilimsel bilgilerini kullanmada tutarsızlık göstermeleri TZKM’ye sahip olmaları ile uyumludur. EİBTÇR’nin B ve C seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermeye yardımcı olduğu söylenebilir. S15’de elde edilen sonuçların literatürde yer alan çalışmalarla benzer olduğu ifade edilebilir. Chambers ve Andre (1997) ile Harman (2016) S15’te yer alan alternatif fikirlerin tespiti ile öğrenme eksiklerinin giderilmesi için yaptıkları çalışmalarda yararlı sonuçlar aldıkları ve öğrenme eksikliklerinin devam ettiği görülmüştür.

Ampul parlaklığının elektriksel direnç (iletkenin boyu) ile ilişkisinin araştıran S16 yüzük oyunuyla bağlamlaştırılarak hazırlanmıştır. S16’da öğrenciler yüksek performans göstermişlerdir. Bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %366,66 artmıştır. Alternatif fikir içeren hatalı cevaplarda %45,45 azalma, konuyla ilişkisiz cevap veren öğrenci sayısında ise %50 azalma olduğu görülmüştür. Alternatif fikir içeren A, D, C, E ve G seçenekleri derinlemesine incelendiğinde; A seçeneği dışındaki tüm seçenekleri tercih eden öğrenci sayısında azalma olmuştur. “İletkenin kesiti azaldıkça direnç azalmaktadır.” alternatif fikrini tercih eden öğrenci sayısının artmasının sebebi iletkenin kesiti kelimelerinin anlaşılabilmesi olabilir. çünkü öğrencinin okuduğunu anlaması veya anlamlandırabilmesi ders başarısını etkilemektedir (Özdemir ve Sertsöz, 2006). “Ampul parlaklığı iletkenin cinsine bağlı değildir.” ve “Elektrik enerjisi yoksa dirençte yoktur.” alternatif fikirlerini tercih eden öğrenci sayısında azalma meydana gelmiştir. Bu sonuç öğrencilerin TZKM’ye sahip olmalarının saptanması ile tutarlıdır. EİBTÇR’nin C ve E seçeneklerinde yer alan alternatif fikirleri gidermeye yardımcı olduğu söylenebilir. EİBTÇR’nin D ve G seçeneklerinden yer alan alternatif fikirlerin gidermede %100 başarılı olduğu ifade edilebilir. “Direnç ile ampul parlaklığı doğru orantılıdır.” ile “Yalıtkan telin direnci yoktur.” alternatif fikirlerini tercih eden öğrenci sayısı öğretim sonrası sıfır olmuştur. Literatürde yer alan çalışmalarda öğrencilerin D ve G seçeneklerinde yer alan alternatif fikirlere sahip olduğu belirlenmiştir (Tiftikçi vd., 2017). Yapılan farklı uygulamalar ile alternatif fikirler giderilmeye çalışılmış ve kısmen başarılı olduğu için bu konuda, EİBTÇR’nin etkili olduğu ifade edilebilir. C ve E seçeneklerinde yer alan alternatif fikirlerin azalarak devam etmesi literatürde yer alan çalışmalar ile uyumludur (Brna, 1988; Hussain vd., 2012; Keser ve Başak, 2013; Tiftikçi vd., 2017).

Elektriksel direnç, ampul parlaklığı ve flamanlı ampulün yapısının günlük yaşamdan bir olayla bağlamlaştırılarak S17 ve buna bağlı olarak S18 hazırlanmıştır. S17’de bilimsel cevap veren öğrenci sayısı %140 artarken, alternatif fikir içeren cevaplarda %33,33 azalmıştır. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı değişmediği tespit edilmiştir. Alternatif fikir içeren B, C, D, E ve H seçeneklerinden B’yi tercih eden öğrenci sayısı beşten yediye yükselmiştir. C, E ve H seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısı yarı yarıya azalmıştır. D seçeneğinde ise bir değişiklik olmamıştır. Öğrenciler B, C, D, E ve H seçeneklerindeki gösterdikleri tutarsızlık TZKM’ye sahip olmalarını

desteklemektedir. Bu sebeple EİBTÇR'nin "Direnci artırmak için daha kalın bir tel kullanılmıştır." ile "Direncin artması elektrik enerjisini de artırmaktadır." ve "Ampuller elektrik enerjisini harcadıkları için parlaklık değişmez." alternatif fikirlerini gidermeye katkı sağladığı söylenebilir. "Direnci artırmak için ampulün içindeki tel kısa yapılmıştır." ve "Direnç elektrik enerjisinin geçişini kolaylaştırmaktadır." alternatif fikirlerini gidermede ise yetersiz kaldığı ifade edilebilir. S18'de EİBTÇR ile yapılan öğretimin etkili olduğu bulunmuştur. Çünkü doğru cevabı tercih eden öğrenci sayısı %566,66 oranında yükselmiştir. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %50 azalmıştır. Alternatif fikirlerin giderilmesi oranı %66,66 olarak gerçekleşmiştir. Alternatif fikir içeren A ve B seçeneklerini tercih edenleri sayısı azalırken, D seçeneğini tercih edenlerin sayısı sıfır olduğu saptamıştır. Deney grubu öğrencilerinin "Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin kesiti küçültülmelidir.", "Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin boyu artırılmalıdır." ve "Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin direnci artırılmalıdır." alternatif fikirlerini gidermede EİBTÇR'nin katkısının büyük olduğu söylenebilir. Deney grubu öğrencilerinin bu sorular için alternatif fikirlerinin devam etmesi literatürde yer alan çalışmalarla uyumludur (Hussain vd., 2013; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Karal vd., 2009; Keser ve Başak, 2013). Bu sonuç bazı öğrencilerin BM veya BBM sahi olmaları ile uyumludur.

Elektriksel direncin günlük hayatta trafiğin yoğunluk durumu ile ilişkilendirilerek bağlatırıldığı S19'da bilimsel cevaplarda %240 artış, hatalı cevaplarda %25 azalış ve ilişkisiz cevaplarda ise %90 azalma görülmüştür. Alternatif fikir içeren C seçeneğini tercih eden öğrenci sayısında 1 artmış, D ve E seçeneklerinde azalmış ve F seçeneğinde ise bir değişiklik olmamıştır. "Elektrik, direnci büyük olan maddelerden kolay geçebilir." ve Elektrik enerjisinin zor geçmesi direncin kuvvet olduğunu gösterebilir." alternatif fikirlerinin giderilmesinde EİBTÇR'nin yetersiz olduğu söylenebilir. "Elektrik, direnci küçük olan maddelerden zor geçebilir." ile "Arabaların az olması direncin büyük olduğunu gösterebilir" alternatif fikirlerini gidermeye EİBTÇR'nin yardımcı olduğu ifade edilebilir. Deney grubu öğrencilerinin S19'da eksik öğrenmelerinin bulunması bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar ile benzer olduğu ifade edilebilir (Apaydın vd., 2019; Aykutlu ve Şen, 2012; Çıldır ve Şen, 2006). S19

öğrencilerin elektriksel dirence ilişkin bilgilerini kullanmadaki karmaşanın devam ettiği söylenebilir. Bu sonuç öğrencilerin TZKM eğiliminde olmaları ile tutarlıdır.

İletkenin boyu, cinsi ve kesitinin (elektriksel direnç) ampul parlaklığına etkisinin günlük yaşamadan örnek bir olay ile ilişkilendirilerek S20 ve S21 hazırlanmıştır. Bu maddelerde öğrencilerden beklenen elektriksel direncin iletkenin boyu, cinsi ve kesitine bağlı olarak değişimini; ampul parlaklığı ile bilimsel bir biçimde zihinlerinde yapılandırmalarıdır. Deney grubu öğrencilerinin EİBTÇR ile yapılan öğrenim sonrasında BTEİÖDT verdikleri cevaplar neticesinde S20’de bilimsel cevaplardaki artış %133,33 artış, hatalı cevaplarda %30,43 azalma ve ilişkisiz cevaplarda %300 yükselme meydana gelmiştir. Alternatif fikir içeren B ve E seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısında bir değişiklik görülmemiştir. C ve F seçeneklerini tercih eden öğrenci sayısı azaldığı bulunmuştur. D seçeneğini tercih eden öğrenci sayısı ise arttığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin bağımlı-bağımsız değişkenleri bulmaları konusunda eksiklikleri olduğu söylenebilir. Öğrencilerin üst öğrenimlerinde dahi bu problemlerin devam etmesi S20 için bulunan sonuçlar ile benzerdir (Çakır ve Sarıkaya, 2018). EİBTÇR’nin “Deneyde bağımlı değişken dirençtir.”, “Hipotezi test etmek için II ve III. devreleri kullanmalıdır.” ve “Pile yakın olan lamba daha parlak olur.” alternatif fikirlerini gidermede yetersiz olduğu ifade edilebilir. S21’de bilimsel cevaplar %240 yükselmiştir. Alternatif fikir içeren seçenekleri tercih eden öğrenci sayısı %40 azalmıştır. Alternatif fikir içeren seçenekleri tercih eden öğrenci sayılarındaki değişimler A 11’den 4’e, C 1’den 2’ye ve D değişiklik olmadığı şeklinde gerçekleşmiştir. İlişkisiz cevap veren öğrenci sayısı %85, 71 azalmıştır. EİBTÇR’nin “Direnç arttıkça ampul parlaklığı artabilir.” ve “Direnç ile telin boyu arasındaki ilişkiyi test etmek için I ve II. devreler seçilebilir.” alternatif fikirleri gidermeye katkı sağladığı belirtilebilir. Literatürde yer alan pek çok çalışmada S20 ve S21 yer alan alternatif fikirlere öğrencilerin sahip olması mevcut araştırma sonuçları ile benzerdir (Altun, 2009; Caymaz ve Aydın, 2019; Chambers ve Andre, 1997; Çepni ve Keleş, 2006; Ivanjek vd., 2021; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Satır, 2007; Sönmez vd., 2001; Türkoğuz ve Cin, 2013). Öğrenciler bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkene ilişkin bilgilerini kullanmada tutarsızlık göstermeleri TZKM’ye sahip olmaları ile uyumludur.

Öğrencilerin 13 maddelik elektriksel direnç soru grubundaki seçeneklerde sergiledikleri bu durum araştırmanın güvenilirliği için çok önemli olduğu düşünülmektedir. EİBTÇR ile tasarlanan öğrenme ortamı bazı seçeneklerdeki alternatif fikri gidermede başarılı olduğu ama bazı seçeneklerdeki yer alan alternatif fikirleri gidermede yeterince başarılı olamadığından öğrencilerde halen tutarsız bir karma eğilim söz konusu olabilmekte ve bu nedenle öğrencilerin TZM'leri TZKM olarak sınıflanmaktadır. Sınıfların TZM eğilimlerinin TZKM olarak tespit edilmesi bu tezde ortaya çıkan bu sonucu desteklediği ifade edilebilir. Elektriksel dirençle alakalı deney grubundaki öğrencilerin farklı TZM'lere sahip oldukları ve TZM'leri kullanmada tutarsızlık gösterdikleri söylenebilir. Öğrencilerin alternatif fikirleri incelendiğinde elektriksel direncin bağlı olduğu faktörleri, elektriksel direnç ve ampul parlaklığı arasındaki ilişki ile elektriksel direncin yeni durumlara aktarılmasındaki karmaşanın devam ettiği söylenebilir. Öğrenciler elektriksel dirence ilişkin edindikleri bilimsel bilgileri kullanmada tutarsız davrandıkları ifade edilebilir. Bu sebeple sınıfların TZM eğilimlerinin TZKM olması ile tutarlılık göstermektedir.

Yukarıda verilen kaynakların büyük çoğunluğu ortaokuldan daha üst öğrenime yönelik yapılan çalışmalardır. Ortaokul düzeyinde elektriksel direnç ve bu konudaki alternatif fikirlere yönelik çalışmaların çok az olduğu ifade edilebilir. Bu bakımdan mevcut çalışma literatürdeki boşluğun dolması için önemi vurgulanabilir. Veri toplama aracı olarak kullanılan 21 maddeden oluşan BTEİÖDT ve deney grubunda öğretim materyali olarak kullanılan EİBTÇR'nin bağlam temelli olması güçlü bir özellik olarak düşünülebilir. Özellikle elektriksel direnç konusunun zor bir konu olmasına rağmen öğrencilerin bu konudaki yüksek performans gösterdiği ifade edilebilir. Hazırlanan çizgi roman öğrencilere bilimsel bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmesine yardımcı olmaktadır (Affeldt vd., 2018; Akcanca, 2021; Tatalovic, 2009). Bu durum deney grubu öğrencilerinin sergilemiş oldukları performansı desteklemektedir. 21 maddenin genelinde bilimsel cevaplar arttığı söylenebilir. EİBTÇR ile deney grubu öğrencilerine yapılan öğretimin öğrenme eksikliklerinin giderilmesine katkı sağladığı ifade edilebilir. Literatürde yapılan pek çok çalışma (Çiçek-Şentürk, 2020; Hosler ve Boomer, 2011; Olson, 2008; Richter vd., 2015; Topkaya ve Şimşek, 2016; Ünal, 2008) mevcut araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Bazı maddelerde hatalı cevaplarda ve ilişkisiz cevaplarda azalmanın yeterli düzeyde gerçekleşmemesinin en önemli sebeplerinden birisi öğrencilerin derslere devamlarının sürekli olmaması gösterilebilir. Araştırmanın yapıldığı 2022 sonbahar dönemi pandeminin tam akabinde olması ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde ortaya çıkan sonuç bu durumu destekleyebilir. Bunların yanı sıra BTEİÖDT’de yer alan her bir maddedeki seçenekler öğrencilerin sahip olduğu TZM’dir (Kurnaz, 2022). Bu sebeple öğrencilerin hatalı ve ilişkisiz cevaplarını değerlendirirken basit bir kullanım ya da dikkat dağıtan yanlış seçenekler olarak değerlendirilmemelidir. Tüm seçenekler farklı TZM’leri yansıtacak şekilde düzenlenmiştir. Seçenekler hazırlanırken literatür titiz bir incelemeye tabi tutulmuş konuyla alakalı mümkün olan tüm olasılıklar öğrenciye sunulmaya çalışılmıştır. BTEİÖDT’de yer alan her bir madde seçenekleri öğrencilerin akıl yürütmesini sağlayacak şekilde oluşturulmuştur. Maddeler hazırlanırken öğrencilerin muhakeme yapabilmeleri kolaylaştırılmaya çalışılmıştır. Bu sayede öğrencilerin TZM’leri belirlenmiştir. Öğrenci cevapları sadece doğru (bilimsel) cevaplar üzerinden değerlendirilmemiştir. Öğrencilerin tercih ettikleri her bir hatalı ve ilişkisiz cevaplar derinlemesine incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu durumun daha detaylı bilgi sağladığı ifade edilebilir. (Ezberci Çevik, 2018; Yüzbaşıoğlu,2022).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut tez çalışmasında Elektriğin İletimi ünitesine yönelik bağlam temelli çizgi roman geliştirilmiş (EİBTÇR) ve hazırlanan çizgi roman ile yapılan öğretim uygulamalarının öğrencilerin TZM değişimlerine etkisi incelenmiştir. Öğrencilerin TZM değişimlerini araştırmak için veri toplama aracı olarak Elektriğin İletimi ünitesine yönelik bağlam temelli geliştirilen öğrenim durumları testi (BTEİÖDT) kullanılmıştır. Öğretim uygulamaları öncesinde BTEİÖDT ön test olarak uygulanmış ve öğrencilerin TZM'leri belirlenmiştir. Kontrol grubunda mevcut ders kitapları ile deney grubunda ise EİBTÇR destekli öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Öğretim uygulamaları sonrasında BTEİÖDT son test olarak uygulanmış ve öğrencilerin TZM'leri saptanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinde meydana gelen TZM değişimlerinin incelenmiş aynı zamanda EİBTÇR ile yapılan öğretimin deney grubu öğrencilerinde meydana getirdiği değişimler derinlemesine araştırılmıştır.

6.1 Sonuçlar

Elektriğin İletimi ünitesiyle ilgili hazırlanan EİBTÇR öğrencilerin TZM gelişimlerine etkisinin belirlenmesine yönelik hazırlanan bu tez çalışmasında, EİBTÇR ile ilgili fen bilimleri öğretmeni ve deney grubu öğrencilerinin görüşleri belirlenmiştir. Ayrıca EİBTÇR ile yapılan öğretimin deney grubu öğrencilerin meydana getirdiği değişimler derinlemesine incelenmiştir. Bu kapsamda tezin alt problemlerine ilişkin elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Birinci alt probleme ilişki şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1- İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda öğretim öncesi hem deney (% 88,8) hem de kontrol (% 84,3) grubu öğrencilerinin TZM'leri büyük çoğunlukla TZKM olması bakımından benzerlik gösterdiği görülmüş ve öğrencilerin öğrenme ortamına TZKM ile geldikleri sonucuna varılmıştır. Öğretim uygulamaları sonrasında TZM değişimleri karşılaştırıldığında deney grubu öğrencilerinde daha fazla ilerleme olduğu görülmüş ve tasarlanan öğrenme ortamının daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

2- Elektriksel direnç soru grubunda öğretim uygulamaları öncesinde öğrencilerin TZM değişimleri incelendiğinde kontrol ve deney grubu öğrencilerinin benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Öğretim uygulamaları sonrasında deney grubu öğrencilerin TZM'leri, %44,4'i TZKM'ye, %11, 12'si BOM'a, %40,74'ü BBM'ye ve %3,74'ü ise BM sahip oldukları tespit edilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin ise öğretim sonrasında TZM'leri %68,75'i TZKM'ye % 25'i BOM'a ve % 6,25'si BBM sahip oldukları tespit edilmiştir. EİBTÇR ile yapılan öğretimin elektriksel direnç konusunda TZM değişiminde daha çok etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İkinci alt probleme ilişkin ulaşılan sonuçlar şunlardır;

3- İletkenler ve yalıtkanlar soru grubunda kontrol ve deney grubu öğrencilerinin öğretim öncesinde sınıf TZM eğilimleri Tutarsız Karma Eğilim durumundadır. Öğretim uygulamaları sonucunda kontrol grubunun Bilimsel cevap lehine kısmi gelişim gösterdiği ve TZKM eğilimde olduğu ve deney grubunda daha yüksek oranda gelişim göstererek TZKM eğilimde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4- Elektriksel direnç soru grubunda kontrol ve deney grubu öğrencilerinin öğretim öncesinde sınıf TZM eğilimleri Tutarsız Karma Eğilim durumundadır. Öğretim uygulamaları sonucunda kontrol grubunun Bilimsel Cevap lehine kısmi gelişim gösterdiği ve TZKM eğilimde olduğu ve deney grubunda çok daha yüksek oranda gelişim göstererek TZKM eğilimde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Üçüncü alt probleme ilişkin ulaşılan sonuçlar şunlardır;

5- Deney grubu öğrencilerinin öğretim öncesi iletkenler ve yalıtkanlar konusunda alternatif fikirlerinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. EİBTÇR ile yapılan öğretim sonucunda S1, S2 ve S6 yer alan alternatif fikirlerde belirgin bir azalma olduğu sonucu elde edilmiştir. S3, S4, S5, S7 ve S8 yer alan alternatif fikirlerde kısmen azalma tespit edilmiştir.

6- Deney grubu öğrencilerinin öğretim öncesi elektriksel direnç konusunda alternatif fikirlerinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. EİBTÇR ile yapılan öğretim sonucunda S9, S11, S12, S13, S15, S16, S17, S18, S19, S20 ve S21 yer alan alternatif fikirlerde

belirgin bir azalma olduğu sonucu elde edilmiştir. S10 ve S14 yer alan alternatif fikirlerde kısmen azalma tespit edilmiştir.

7- EİBTÇR ile yapılan öğretim sonucunda iletkenler ve yalıtkanlar konusuna göre elektriksel direnç konusunda alternatif fikirleri gidermede daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6.2 Öneriler

Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak yapılacak konu alanında çalışmalar yürüten tüm paydaşlar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

- 1- EİBTÇR ile yapılan öğretimin öğrenmeyi kolaylaştırması, öğrencilerin ilgilerini derse çekmesi ve öğrenilen bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmesi bakımında farklı ders ve konularda kullanılabilir.
- 2- BTÇR'nin öğrencilerin olumsuz tutuma sahip oldukları, sıkıcı veya soyut buldukları ders ve konularda geliştirilip öğrenme ortamlarında ders materyali olarak kullanılabilir.
- 3- EİBTÇR ile yapılan öğretimin sonucunda elde edilen deneyimler ders kitaplarının hazırlanmasında değerlendirilebilir.
- 4- Bu tez kapsamında altıncı sınıf Elektriğin İletimi ünitesi için geliştirilen EİBTÇR öğretim materyali ve BTEİÖDT veri toplama aracı olarak kullanılabilir.
- 5- Elektriğin İletimi ünitesinde BOM ve TZKM durumunda olan öğrencilerin TZM'lerini BBM ve BM taşımak için farklı öğretim yöntemleri tasarlanıp uygulanabilir.
- 6- Öğrencilerin Tutarsız Karma Eğilim durumlarının bilimsel Tutarlı Eğilim'e taşımak için öğrenme ortamları farklı öğrenme yaklaşımlarına göre düzenlenebilir.

Bu tez çalışması esnasında araştırmacının deneyimlerinden hareketle aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

7- Ders materyali hazırlanırken bağlamların anlaşılması için ilgili sınıf seviesindeki öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşlerinin alınmasına dikkat edilmelidir.

8- EİBTÇR'nin öğretim materyali olarak derslerde kullanılması için öğretmen ve öğretmen adaylarına bilgilendirmeler yapılabilir.

9- BTEİÖDT ile öğrencilerin TZM'leri pratik bir şekilde belirlenip öğrenme ortamları buna göre düzenlenebilir.

10- TZM belirlemesi hususunda yazılımlar geliştirilebilir. Farklı konu veya sınıf seviyelerinde TZM çalışması yapılabilir

11- TZM ile ilgili çalışma yapacak araştırmacıların cevap setleri ve tespit edilen TZM'ler arasındaki tutarlılığı incelemeleri önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, B., & Yaman, M. (2011). Bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin ilgi ve bilgi düzeylerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 1–10.
- Acet, A. (2019). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin canlılar ve enerji ilişkileri ünitesi kavramlarını günlük yaşamlarına aktarma düzeylerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Kastamonu Üniversitesi.
- Acet, I. & Akyüz, H. I. (2020). The effect of student-content interaction on students' academic achievement and attitude towards science. *Online Science Education Journal*, 5(1), 21-31
- Acet, İ & Kurnaz, M. A. (2024) Fen bilimleri öğretmenlerinin Elektriğin İletimi ünitesinin öğretiminde kullanılabilecek bağlam bilgisi önerilerinin belirlenmesi. *Anadolu University Journal of Education Faculty*, 8(1), 65-83.
- Affeldt, F., Meinhart, D., & Eilks, I. (2018). The use of comics in experimental instructions in a non-formal chemistry learning context. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 93–104. <https://doi.org/10.18404/ijemst.380620>
- Ahmed, A. & Pollitt, A. (2007). Improving the quality of contextualized questions: An experimental investigation of focus. *Assessment in Education*, 14(2), 201-232.
- Akcanca, N. (2021). The opinions of prospective teachers on the design and use of digital educational comics as a technological teaching material in science education. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(3), 2268-2288.
- Akdeniz, A. R., & Paniç, G. (2012). Yeni fizik öğretim programına ve uygulanmasına yönelik öğretmen görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 42(196), 290-307.
- Akın Yanmaz, E. (2021). *Bağlam temelli öğrenme yaklaşımına göre geliştirilen rehber materyallerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerine etkisi: “Aynalar ve ışığın soğurulması” örneği* (Yüksek lisans tezi). Giresun Üniversitesi.
- Aküzüm, Ç. (2015). *Sosyal bilgiler öğretiminde kullanılan öğretim materyalleri*. R. Sever (Ed.), *Sosyal bilgiler öğretimi içinde* (s. 275-306). Ankara: Nobel.
- Alsaç, Ü. (1994). *Türkiye'de karikatür, çizgi roman ve çizgi film* (Vol. 144). İletişim Yayınları.
- Altun, S. (2009). Determination of Prospective Science Teachers ' Misconceptions of Simple Electric Circuits Issue with Three- Stage Test. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1–2), 72–79.

- Apaydın, S., Şahin, E., Tezcan, G., & Büyükkata, M. (2019). The pre-service science teachers' pre-knowledge about the concept of the electrical resistance. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1–19. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.43815-538293>
- Arroio, A. (2011). Comics as a narrative in natural science education. *Western Anatolia Journal of Educational Science*, July 2011, 93–98. http://webb.deu.edu.tr/baed/giris/baed/ozel_sayi/93-98.pdf
- Arslan, K., & Akçay, H. (2022). Çizgi romanla fen bilimleri öğretimi nin öğrenci başarısına etkisi. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST Dergi) [Science, Education, Art and Technology Journal (SEAT Journal)]*, 6(1), 14–31. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2213632>
- Ateş, S. ve Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun giderilmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39-47.
- Atun, T., & Aktan, M. B. (2024). Fen bilimleri ders kitabı etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinde bütüncül yaklaşımı sağlayan bilimsel anlayışı kazandırması açısından incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 38(1), 1-23.
- Avargil, S., Herscovitz, O., & Dori, Y. J. (2012). Teaching thinking skills in context based learning: teachers' challenges and assessment knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 21(2), 207-225.
- Avraamidou, L.; Osborne, J. (2008) Science as Narrative: The story of the discovery of penicillin. *The pantaneto forum home page*. www.pantaneto.co.uk/issue31/ retrieved on 18 september 2010.
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111–124. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/gefad/article/view/5000078844>
- Aydoğdu, Z. (2017). *Argümantasyon tabanlı öğretimin öğrencilerin fene yönelik akademik başarı, motivasyon, ilgi ve tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi <https://acikerisim.sakarya.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12619/74508/EFT0306.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayvaci, H. Ş. (2010). Fizik öğretmenlerinin bağlam temelli yaklaşım hakkındaki görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 42–51. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/787077>
- Ayvaci, H. Ş., Ernas, S., & Dilber, Y. (2016). Bağlam temelli rehber materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisi: “İletken ve yalıtkan maddeler” örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 51–78. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/253563>
- Şengüleç, Ö.A, Bahçivan, E., & Azar, A. (2017). Argümantasyonun elektrikteki kavramsal anlama üzerine etkisi. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*,

5(1), 157–175.

- Aykutlu, I., & Şen, İ. A. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275–288. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84885449828&partnerID=40&md5=e271a30f597925519d4378ad9aa96254>
- Balaban, Z., & Ogan-Bekiroğlu, F. (2023). Lise fizik ders kitaplarının etkinliğinin incelenmesi: öğretmen adaylarının değerlendirmesi. *Erciyes Akademi*, 37(2), 455-481. DOI: 10.48070/erciyesakademi.1211874
- Bao L and Redish E F (2006) Model analysis: Assessing the dynamics of student learning. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 2(1): 1-16.
- Bennett, Judith, & Holman, J. (2006). Context-Based approaches to the teaching of chemistry: What are they and what are their effects? In *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. https://doi.org/10.1007/0-306-47977-x_8
- Bennett, Judith, Lubben, F., & Hogarth, S. (2006). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347–370. <https://doi.org/10.1002/sce>
- Bennett, J., & Holman, J. (2003). *Context-based approaches to the teaching of chemistry: What are they and what are their effects?* J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justi, D. F. Treagust, J. H. V. Driel (Ed), *Chemical education: Towards research-based practice içinde* (s.165-185) New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic.
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999–1015.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and sts approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347-370.
- Benckert, S. (1997). Conversation and context in physics education. Project Report 161/97, *Swedish Council for the Renewal of Higher Education*.
- Berkowitz, J., & Packer, T. (2001). Heroes in the classroom: comic books in art education. *Art education*, 54(6), <https://doi.org/10.1080/00043125.2001.116534s>
- Black, P. & Atkin, J. M. (1996). Changing the subject: Innovations in science, mathematics and technology education. *London: Routledge in association with OECD*.
- Boonsathit, A., Panprueksa, K., & Chaiprasert, P. (2020). A study of scientific analytical thinking and learning achievement of tenth grade students through context-based learning emphasizing analytical thinking on solid liquid gas.

- Borges, A. & Gilbert, J. (1999). Models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21 (1: 95-117.
- Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., & Sarıkaya, R. (2019). Mikroskopik canlılar konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin zihinsel model gelişimine etkisi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(2), 357-384.
- Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., Ezberci Çevik, E., & Kurnaz, M. A. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yansıma ve kırınım konusundaki bağlamlaşmış bilgileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 722-740.
- Bostan Sarioğlu, A., & Abacı, B. (2017). Sorgulamaya dayalı öğretimin “Lamba parlaklığı” kavramının ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin başarısına etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 164–171. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.366220>
- Brna, P. (1988). Confronting misconceptions in the domain of simple electrical circuits. *Instructional Science*, 17(1), 29–55. <https://www.jstor.org/stable/23369119>
- Buban, L. D. (2012). College student’s mental models of electric field in group negotiation: a one case study. *Development Education Journal of Multidisciplinary Research*, 1(2), 1–1.
- Buckley, B. C. and Boulter, C. J. (2000). *Investigating the role of representations and expressed models in building mental models*. In J. K. Gilbert, & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 119-135). New York: Springer.
- Canpolat, E., & Ayyıldız, K. (2019). 8 . Sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi bilgilerini günlük yaşam ile ilişkilendirebilme düzeyleri. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 21–39.
- Cantek, L. (2014). *Türkiye’ de çizgi roman*. İstanbul: İletişim.
- Caymaz, B., & Aydın, A. (2019). Ortak bilgi yapılandırma modelinin yedinci sınıf öğrencilerinin elektrik enerjisi ünitesi ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27, 1955–1975. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3196>
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107–123. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199702\)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199702)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X)
- Chanserm, T., Tupsai, J., & Yuenyong, C. (2019). Grade 11 student’s mental model of the nature of light. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1340, No. 1, p. 012086). IOP Publishing.

- Chi, M. T. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. *In International handbook of research on conceptual change* (pp. 61-82). Routledge.
- Choi, H. J., & Johnson, S. D. (2005). The Effect of context-based video instruction on learning and motivation in online courses. *International Journal of Phytoremediation*, 21(1), 215–227. https://doi.org/10.1207/s15389286ajde1904_3
- Cheesman, K. (2006). Using comics in the science classroom. *Journal of College Science Teaching*, 35(4), 48-51.
- Clifford, M. ve Wilson, M. (2000). Contextual teaching, professional learning, and student experiences: Lessons learned from implementation (Educational Brief, Sayı: 2), *Center on Education and Work, University of Wisconsin-Madison, Madison*.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York: Routledge.
- Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, 87(5), 685-707.
- Cokelez, A., & Yurumezoglu, K. (2009). Conceptualization forms of “ Electricity , electric current and electrical energy ” by junior high school (aged 12-14) Students. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(3), 496–505.
- Çakır, M. (2011). *Üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramları hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Çebi, H. (2018). *Farklı okul dışı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı ilgi ve tutumlarına etkisi* (Doctoral dissertation). YTÜ
- Craik, K. (1943). *The nature of exploration*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Çakır, N. K., & Sarıkaya, M. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesi. *Turkish Studies*, 13(4), 859-884.
- Çepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish Students’ conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 269–291. <https://doi.org/10.1007/s10763-005-9001-z>
- Çetin, A. (2014). Bağlam temelli öğrenme ile lise fizik derslerinde kullanılabilecek günlük hayattan konular. *Eğitim Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1), 46–62. <https://doi.org/10.12973/jesr.2014.41.3>
- Çelik, B. (2021). Fen bilimleri öğretmen adaylarının madde ve ısı ünitesinde hazırlanan bağlam temelli öğrenme etkinlikleri hakkındaki görüşleri (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi.

- Çelik, B. (2021). *Fen bilimleri öğretmen adaylarının madde ve ısı ünitesinde hazırlanan bağlam temelli öğrenme etkinlikleri hakkındaki görüşleri* (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi.
- Çiftçi, A., & Topçu, M. S., (2021). Okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik zihinsel modelleri ve görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(231), 41-65.
- Çıldır, I. ve Şen, A. İ. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 92-101.
- De Jong, O. (2006). Context-based chemical education: How to improve it? *Chemical Education International*, July, 1-7. <http://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xDeJong.pdf>
- Demircioğlu, H. (2008). *Sınıf öğretmeni adaylarına yönelik maddenin halleri konusyla ilgili bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması* (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- De Putter-Smits, L. G. A., Taconis, R., Jochems, W. M. G., & Van Driel, J. (2012). An analysis of teaching competence in science teachers involved in the design of context-based curriculum materials. *International Journal of Science Education*, 34(5), 701-721. DOI: 10.1080/09500693.2012.656291
- Doğaç, E., & Gök, F., (2020). Yapararak yaşayarak öğrenme yönteminin 5. sınıf öğrencilerinin astronomiye karşı tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 5(2), 285-301.
- Doğru, M. S., & Kurnaz, M. A. (2023). Students' contextualizing knowledge on the mirage incident, reflection and refraction: a case study. *Physics Education*, 58(6), 065004.
- Dörnyei, Z. (2007). *Research methods in applied linguistics*. Oxford University Press.
- Duit, R. (1995). Empirische physikdidaktische Unterrichtsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 2, 98-105.
- Durukan İyibil, Ü. G. (2019). *Elektrik akım konusuna yönelik tasarlanan adidaktik öğrenme ortamlarının lisans öğrencilerinin zihinsel modellerinin gelişimine etkisi* (Doktora Tezi). Trabzon Üniversitesi.
- Dündar, Ş. (2008). *İlköğretim sosyal bilgiler dersi öğrenme ortamlarının yapılandırmacı özellikler açısından değerlendirilmesi* (Doktora Tezi) Marmara Üniversitesi.
- Eisner, W. (1985). *Comics & Sequential Art*. Tamarac, FL: Poorhouse Press
- Ekici, D. İ. (2017). Ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulama becerileri algılarını etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(2), 497-516.

- Elmas, R., Bülbul, M. Ş., & Eryılmaz, A. (2011). Thematic classification of eligible contexts for a holistic perspective in curriculum development. *Paper presented at European Science Education Research Association (ESERA)*, (s. 1-6). Lyon, France.
- Elmas, R., & Eryılmaz, A. (2015). How to Write good quality contextual science questions: Criteria and myths. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 8(4). <https://doi.org/10.5578/keg.10135>
- Erdoğan, H., & Azizoğlu, N. (2022). 2018 Ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında ve fen bilimleri ders kitaplarında yaşam temelli yaklaşımın etkileri. *Ege Eğitim Dergisi*, 23(1), 18–34. <https://doi.org/10.12984/egedf.969167>
- Ertemsir, E. (2011). *Yükseköğretimde yöneticilik eğitimi ve yeni bir öğretim yöntemi olarak interaktif çizgi roman: yöntemin yarattığı faydalılık algısı üzerine bir araştırma* (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi.
- Ezberci-Çevik, E., & Kurnaz, M. A., (2022). Model, zihinsel model, temellendirilmiş zihinsel model. *Güncel gelişmeler odağında fen öğretimi* (pp.35-56), Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Ezberci-Çevik., E. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının yıldız konusundaki temellendirilmiş zihinsel modellerinin matematiksel algoritmalar yoluyla incelenmesi* (Doktora Tezi) [Kastamonu Üniversitesi]. In *YÖK.TEZ*. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Franco, C. and Colinviaux, D. (2000). Grasping mental models. In J. K. Gilbert, & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 93-118). New York: Springer.
- Furió, C., & Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, 82(4), 511–526. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<511::AID-SCE6>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<511::AID-SCE6>3.0.CO;2-E)
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of ‘context’ in chemical education. *International Journal of Science Education*, Taylor & Francis (Routledge), 28(09), 957–976.
- Gilbert, J. K., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817–837. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- Gitari, W. (2016). The application of school science by urban high school youth through problem-solving in everyday life. *Science Education International*, 27(3), 344-368.
- Glynn, S., & Koballa, T. R. (2005). The contextual teaching and learning instructional approach. In Yager, R. E. (Ed.), *Exemplary science: Best practices in*

Professional development (pp.75-84). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Gökçe, B. (2018). *Yaşam temelli öğrenme yaklaşımının 6. sınıf öğrencilerinin Elektriğin İletimi ünitesine yönelik başarı, tutum ve motivasyonları üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Ankara, Gazi Üniversitesi.

Gökdoğan, S. (2021). *Kavram yanlışlarını belirlemede yapılandırılmış grid ve üç aşamalı test yöntemlerinin karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi) [Hacettepe Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

Görece baybars, M. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının metallerin elektrik iletkenliği ile ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 36–47. <https://doi.org/10.17244/eku.328952>

Günaydın, M. (2019). *V Diyagramları ile yapılan öğretimin 6.sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi: Elektriğin İletimi ünitesi* (Yüksek lisan Tezi). Toros Üniversitesi <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.

Greca I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.

Greenfield, D. (2017). *Beyond super heroes and talking animals: Social justice in graphic novels in education* (Doctoral dissertation). <https://search.proquest.com/docview/1979947299?pq-origsite=gscholar> sayfasından erişilmiştir.

Green, M. J., & Myers, K. R. (2010). Graphic medicine: use of comics in medical education and patient care. *Bmj*, 340, 573-577.

Gülbahar, Y. (2008). Öğretim araç ve gereçleri. K. Selvi (Ed.), *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı içinde* (s. 85-126). Ankara Anı.

Güneş, M. H., & Çelikler, D. (2010). The investigation of effects of modelling and computer assisted instruction on academic achievement. *The International Journal of Educational Researchers*, 1(1), 20-27.

Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.

Güven, S. (2010). İlköğretim hayat bilgisi dersi ders ve öğrenci çalışma kitaplarının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 35(156).

Hamdiyati, Y., Sudargo, F., Fitriani, A., & Rachmatullah, A. (2018). Changes in prospective biology teachers' mental model of virus through drawing-writing

- test: an application of mental model-based microbiology course. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(3), 302-311.
- Haugen, D. M. (2005). *Comic books: Examining pop culture*. Farmington Hills. MI: Thomson Gale.
- Harman, G. (2016a). 5. Sınıf Öğrencilerinin Lamba Parlaklığı İle İlgili Hazırbulunuşlukları. *Journal of Turkish Studies*, 11(Volume 11 Issue 2), 549–549. <https://doi.org/10.7827/turkishstudies.9282>
- Harman, G. (2016b). 5.sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde kullanılan analojinin öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanlışları üzerine etkisi. (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Harman, G., & Çökelez, A. (2016). 5. sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili zihinsel modelleri. *Turkish Studies*, 11(3), 1249–1272.
- Harrington, H. L. (1945). *Comic books and children's reading interests* (Master's thesis). <https://open.bu.edu/bitstream/handle/2144/15779/comicbookschildr00harr.pdf?sequence=1> sayfasından erişilmiştir.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3), 401–435. <https://doi.org/10.1023/A:1013120312331>
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Hasançebi, B., Terzi, Y., & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 224-240.
- Hermita, N., Wijaya, T. T., Putra, Z. H., Yora, N. Y., & Suhandi, A. (2021). Measuring mental model of primary teachers and pre-service teachers on heat transfer concept. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 13(1), 196-208.
- Hırça, N. (2012). Bağlam temelli öğrenme yaklaşımına uygun etkinliklerin öğrencilerin fizik konularını anlamasına ve fizik dersine karşı tutumuna etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (17), 313-325.
- Hoşgören, G. (2018). *Bağlam temelli kavram karikatürlerinin asit-baz konusunun öğretiminde etkililiğinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kilis 7 Aralık Üniversitesi.
- Hosler, J., & Boomer, K. B. (2011). Are comic books an effective way to engage nonmajors in learning and appreciating science?. *CBE—Life Sciences Education*, 10(3), 309-317. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-07-0090>.
- Hubber, P. (2006). Year 12 students' mental models of the nature of light. *Research in Science Education*, 36(4), 419–439. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9013-x>

- Hussain, N. H., Latiff, L. A., & Yahaya, N. (2012). Alternative Conception about Open and Short Circuit Concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56(1cthe), 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.678>
- Hussain, N. H., Salim, K. R., Haron, H. N., Ali, R., & Hussain, H. (2013). Student's alternative conception in basic electric circuit. *Research in Engineering Education Symposium, REES 2013, July*, 1–6. <https://www.researchgate.net/publication/282009342%0AStudent's>
- Hutchinson, K. (1949) An experiment in the use of comics as instructional material. *Journal of Educational Sociology*, 23, 236-245. <https://www.jstor.org/stable/pdf/2264559.pdf?refreqid=excelsior%3A77cbbc1c1769b972163e79ecdfebf5> sayfasından erişilmiştir.
- Hürçan, N. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde öğrendikleri fen kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Sakarya Üniversitesi.
- İlhan, G. O. (2016). *Sosyal bilgiler öğretiminde çizgi romanların kullanımı*. (Doktora tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- İlhan, N., & Hoşgören, G. (2017). Fen bilimleri dersine yönelik yaşam temelli başarı testi geliştirilmesi: Asit baz konusu. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(2), 87–110.
- İlhan, G. O., & Oruç, Ş. (2019). Sosyal bilgiler dersinde çizgi roman kullanımı: Teksas tarihi. *Eğitim ve bilim*, 44(198), 327-341.
- İnci, T. (2019). *Bağlam temelli öğrenme ortamı algısı, derse ilgi, derse katılım ve akademik güdülenme etkileşiminin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri başarısına etkisi* (Doktora Tezi). Osmangazi Üniversitesi.
- İyibil, Ü., & Sağlam Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46
- Ishikura, N. (2013). *The impact of Japanese popular culture and motivation on language learning: Exploring the use of manga for teaching Japanese culture and reading* (Master's thesis). <https://search.proquest.com/docview/1436228543> sayfasından erişilmiştir.
- Ivanjek, L., Morris, L., Schubatzky, T., Hopf, M., Burde, J. P., Haagen-Schützenhöfer, C., Dopatka, L., Spatz, V., & Wilhelm, T. (2021). Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 20123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020123>
- Jabot, M. ve Henry, D. (2007). İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin basit pil ve ampul devrelerini çözümlemede zihinsel modelleri. *Okul Fen ve Matematik*, 107 (1), 371-381.

- Jacobs, D. (2007). More than words: Comics as a means of teaching multiple literacies. *The English Journal*, 96(3), 19-25.
- Johnson, E. B. (2002). Contextual Teaching and Learning. London: Sage UP
- John, M., Molepo, J. M. & Chirwa, M. (2017). Secondary school learners' contextualized knowledge about reflection and refraction: a case study from South Africa. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 131-146.
- Jong, O.D. (2009). How to teach scientific models and modelling: A study of prospective chemistry teachers' knowledge base. *International Journal of Science Education*, 31(6), 829-850.
- Kabuklu, Ü.N., Yüzbaşıoğlu, M. K., & Kurnaz, M. A. (2019). Fen Eğitimiyle Alakalı Araştırmalarda Bağlam Temelli Soru Yazma Ölçütlerinin Belirlenmesi. *Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi, 12- 14 Nisan, İzmir*.
- Kabuklu, Ülke Nursaç, & Kurnaz, M. A. (2019). Fen eğitimi alanında Türkiye ' de yapılmış bağlam temelli öğretim konulu çalışmaların tematik incelemesi. *Asian Journal of Instruction*, 7(1), 32–53. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/748175>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1982). The simulation heuristic. In D. Kahneman, P. Slovic, & A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 201-208). New York: Cambridge University Press.
- Kallunki, V. and Lavonen, J. (2010). Understanding of dc-circuit phenomena. In B. Lazar, R. Reinhardt (Eds.), *Proceedings of the XIV IOSTE Symposium, June 13-18 2010, Bled, Slovenia: Socio-cultural and Human values in Science and Technology Education*. Ljubljana: IRI UL, Institute for Innovation and Development of University of Ljubljana.
- Kapartzianis, A., & Kriek, J. (2014). Conceptual change activities alleviating misconceptions about electric circuits. *Journal of Baltic Science Education*, 13(3), 298–315. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.298>
- Kaplan, Z. (2009). Öğretmen adaylarının derse devamının öğrenme başarısına etkisi . *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 25 (25) , 22-32 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/pauefd/issue/11118/132969>
- Kara, F. (2016). 5. sınıf “Maddenin Değişimi” ünitesinde kullanılan bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri, akademik başarıları ve fene yönelik tutumlarına etkisi (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Karal, I. S., Alev, N., & Yiğit, N. (2009). Öğretmen adaylarının elektrikte alan bilgisi. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4(4), 1450–1466.
- Karakuyu, Y., & Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanılgıları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep University - Journal of Social Sciences*,

- Kargın Keskin, E. (2017). *Problem çözme yönteminin ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik tutum, bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi* (Doktora Tezi). Uludağ Üniversitesi.
- Karslı Baydere, F., & Aydın, E. (2019). Bağlam temelli yaklaşımın açıklama destekli REACT stratejisine göre ‘göz’ konusunun öğretimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 755–791. <https://doi.org/10.17152/gefad.345897>
- Karslı Baydere, F., & Bülbül, F. (2021). React stratejisinin 7. sınıf öğrencilerinin ampullerin bağlanma şekilleri konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 116–135. <https://doi.org/10.47714/uebt.874430>
- Karslı, F., & Yiğit, M. (2017). Effectiveness of the REACT strategy on 12th grade students’ understanding of the alkenes concept. *Research in Science & Technological Education*, 35(3), 274–291.
- Kara, F. (2016). *5. sınıf “Maddenin Değişimi” ünitesinde kullanılan bağlam temelli öğrenmenin öğrencilerin bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri, akademik başarıları ve fene yönelik tutumlarına etkisi* (Doktora Tezi). On dokuz Mayıs Üniversitesi.
- Kazaklı, T. (2020). *Sınıf dışı etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına etkisi* (Yüksel Lisans Tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Kee, T. P., & McGovan, P. M. (1998). Chemistry within; chemistry without. <http://www.chem.vt.edu/confchernl1998/kee.html> adresinden 20.02.2023 tarihinde erişilmiştir.
- Keser, Ö. F., & Başak, H. M. (2013). Yaşamımızdaki elektrik ünitesine yönelik öğrenci kazanım düzeylerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10(2), 117–127.
- Kılıç, A., & Seven, S. (2007). *Konu alanı ders kitabı incelenmesi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Kireççi, Ü. (2008). *Çizgi roman senaryosu önce yazı sonra çizgi*. İstanbul: Crea
- Kılıçkaya, F., & Krajka, J. (2012). Can the use of web-based comic strip creation tool facilitate EFL learners’ grammar and sentence writing? *British Journal of Educational Technology*, 43(6), E161-E165. doi:10.1111/j.1467-8535.2012.01298.x.
- Kıvrak, A. H., & Uyanık, G. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin çevre kirliliğine yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Eğitim ve Teknoloji*, 2(1), 1-15.

- Kömürcü, S. (2010). *Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim gören 6. sınıf öğrencilerinin yaşamımızdaki elektrik ünitesiyle ilgili düşüncelerini içeren nitel bir çalışma* (Yüksek Lisans Tezi) [Pamukkale Üniversitesi Fen]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Köroğlu Gürsoy, N. (2011). *Yaşam temelli öğrenme yaklaşımının, öğretmen adaylarında çevreye yönelik ilgi, tutum ve çevre bilinçli tüketici davranışlarının incelenmesi* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi.
- Kuhn, J. & Müller, A. (2014). Context-based science education by newspaper story problems: A study on motivation and learning effects. *Perspectives in Science*, 2, 5–21.
- Kurnaz, M. A. (2013). An investigation of physics teachers' perceptions of context based physics problems. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(1), 375–390.
- Kurnaz, M. A. (2014). Öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirmenin gerekçesi ve öğrenme değişiminin belirlenmesi hakkındaki kavramsal anlamlandırmaları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(5), 1988–1994. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.5.1671>
- Kurnaz, M. A. (2022). Temellendirilmiş zihinsel model teorisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 121–132. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/70418/1091799>
- Kurnaz, M. A., Bozdemir, H., Ezberci Ç., E., & Helvacı C., S. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı astronomi kavramlarına yönelik alternatif fikirleri. *Trakya Journal of Education*, 8, 808–821. <https://doi.org/10.24315/trkefd.339200>
- Kurnaz, M. A., & Ekşi, C. (2015). An analysis of high school students' mental models of solid friction in physics. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(3), 787-795.
- Kurnaz, M. A., Tarakçı, F., Aydın, A., & Pektaş, M. (2013). Elektriklenme, yıldırım ve şimşek ile ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4), 33–51. <https://doi.org/10.1190/segam2013-0137.1>
- Kurnaz, M. A. (2011). *Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi* (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Kutu, H., & Sözbilir, M. (2011). Yaşam temelli ARCS öğretim modeliyle 9. sınıf kimya dersi 'hayatımızda kimya' ünitesinin öğretimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 29-62, 2011.
- Küçüközer, H. (2003). Misconceptions of first year secondary school students' about simple electric circuits. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142–148.
- Küçüközer, H. (2004). *Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen*

öğretim modelinin lise 1.sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi (Yüksek Lisans Tezi) Balıkesir Üniversitesi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Lagerström, M. L., Piqueras, J., & Palm, O. (2021). “Should we be afraid of Ebola?” A study of students’ learning progressions in context-based science teaching. *Nordic Studies in Science Education*, 17(1), 64–78.
<https://doi.org/10.5617/NORDINA.7658>
- Lave, J. (1993). The practice of learning. In S. Chaiklin, & J. Lave. (Eds.), *Understanding practice* (pp. 3-32). New York: Cambridge University Press.
- Lay, Y. F., Khoo, C. H., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2013). Assessing secondary school students' understanding of the relevance of energy in their daily lives. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 199-215.
- Lazzarich, M. (2013). Comic strip humour and empathy as methodological instruments in teaching. *Croatian Journal of Education*, 15(1), 153-190.
- Lin, J. W. (2017). A cross-grade study validating the evolutionary pathway of student mental models in electric circuits. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3099–3137.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00707a>
- Lin, S. F., & Lin, H. S. (2016). Learning nanotechnology with texts and comics: The impacts on students of different achievement levels. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1373-1391.
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2016.1191089>.
- Lin, S.-F., Lin, H., Lee, L., Yore, D. L. (2015). Are science comics a good medium for science communication? The case for public learning of nanotechnology. *International Journal of Science Education*, 5(3), 276–294.
<https://doi.org/10.1080/21548455.2014.941040>.
- Marston, W. M. (1943). Why 100,000,000 Americans read comics. *The American Scholar*, 13(1), 35–44.
- Matthews, M. R. (2007). Models in science and in science education: *An introduction*. *Science and Education*, 16, 647–652.
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8.Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Temel Eğitim Genel Müdürlüğü.
- Mertens, D. M. (2015). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Michael, J. A. (2004). Mental models and meaningful learning. *Journal of Veterinary Medical Education*, 31(1), 1-5.

- Mırçık, Ö. K. (2018). *Basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri*(Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- M. Stolk, A. Bulte, O. De Jong, and A. Pilot (2005). Teaching concepts in contexts: designing a chemistry teacher course in a curriculum innovation. In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong, and H. Eijkelhof (Eds.). *Research and the Quality of Science Education* (pp. 169-180). Dordrecht, The Netherlands: Springer Publishers
- Mutlu, Z. (2019). *Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının sosyal bilgiler öğretiminde çizgi roman kullanımına yönelik görüşleri* (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
- Nasırlı, M. (2018). *Elektriğin İletimi Ünitesinde Basit Araç Gereçlerle Yapılan Etkinliklerin (Hands-On Science) Bilimsel Süreç Becerilerine Ve Akademik Başarıya Etkisinin Araştırılması*.(Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi.
- Nkopane, L., Kriek, J., Basson, I., & Lemmer, M. (2011). Alternative conceptions about simple electric circuits amongst high school fet band learners. *ISTE(İnernational Conferans)*, 339–353.
- Olson, J.C. (2008). *The comic strip as a medium for promoting science literacy* (Master's Thesis). California State University.
- Orçan, A. (2013). *Çizgi-roman tekniği ile geliştirilen bilim-kurgu hikâyelerinin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin ve fiziğe ilişkin tutumlarının gelişimine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technology Education*, 1 (1): 73-82.
- Overman, M., Vermunt, JD, Meijer, PC, Bulte, AM ve Brekelmans, M. (2013). Bağlama dayalı ve geleneksel kimya müfredatındaki ders kitabı soruları, içerik perspektifinden ve öğrenme etkinlikleri perspektifinden analiz edilmiştir. *Uluslararası Bilim Eğitimi Dergisi* , 35 (17), 2954-2978.
- Overton, T. L., & Potter, N. M. (2011). Investigating students' success in solving and attitudes towards context-rich open-ended problems in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 294-302.
- Önal, T. K., & Sarıbaş, D. (2019). Okul öncesi dönemde fen eğitimi ve önemi. *Uluslararası Karamanoğlu Mehmetbey Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 109-118.
- Örgün, E. (2002). *Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarında Yapıcı Öğretim Yaklaşımının Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi) Marmara Üniveristesi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Örnek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education*,

3(2), 35-45.

Özdemir, E. (2010). *The effect of instructional comics on sixth grade students' achievement in heat transfer* (PhD Thesis). Middle East Technical University.

Özdemir, A. Ş. & Sertsöz, T. (2006). okuduğunu anlama davranışının kazandırılmasının matematik başarısına etkisi . *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi* , 23 (23) , 237-257 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruaebd/issue/384/2443>

Parnell, D. (2001). Contextual teaching works. Texas: CCI Publishing.

Prins, G. T., Bulte, A. M., & Pilot, A. (2018). Designing context-based teaching materials by transforming authentic scientific modelling practices in chemistry. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1108-1135.

Psillos, D., Tiberghien, A. ve Kumaras, P. (1988). Voltaj, DC devreleri üzerine bir giriş öğretim dizisinde birincil kavram olarak sunuldu. *Uluslararası Fen Eğitimi Dergisi* , 10 (1), 29-43.

Popa, N. L., & Tarabuzan, E. O. (2015). Using comic strips in teaching and learning French as foreign language: Changes in motivational beliefs. *Review of Artistic Education*, 9(10), 273-278. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=285293> sayfasından erişilmiştir.

Ramnarain, U., & Moosa, S. (2017). The use of simulations in correcting electricity misconceptions of grade 10 south african physical sciences learners. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(5), 1–20.

Rapp, D. N. (2005). David N Rapp Chapter 3 Mental Models : Theoretical Issues for Visualizations in Science Education. In *Science* (pp. 43–60). Visualization in science education.

Reid, N. (2000). The presentation of chemistry logically driven or applications-led?, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (3), 381-392.

Richter, T., Rendigs, A., & Maminirina, C. P. (2015). Conservation messages in speech bubbles—evaluation of an environmental education comic distributed in elementary schools in madagascar. *Sustainability*, 7, 8855–8880. doi:10.3390/su7078855.

Rota, G.; Izquierdo, J. (2003) Comics as a tool for teaching biotechnology in primary school. *Eletronic Journal of Biotechnology*, 6 (2).

Sak, M. & Kaltakçı Gürel, D. (2018). Öğrencilerin ışık konusundaki bağlam temelli sorular ile geleneksel soruları cevaplama düzeylerinin cinsiyete göre karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 15(1), 672-697.

Saputro, D. E., Sarwanto, S., Sukarmin, S., & Ratnasari, D. (2018). Students' conceptions analysis on several electricity concepts. *Journal of Physics*:

- Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012043>
- Sari, Ö. (2010). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerine dünya ve evren öğrenme alanında bağlama dayalı yaklaşımın benimsendiği bir materyalin geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi.
- Sarıbıyık, M.S. (2018). *İlkokullarda milli tarih şuurunu kazandırmada tarihi çizgi romanların önemi: Tarkan çizgi romanları örneği* (Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi.
- Satır, S. (2007). *Lise öğrencilerinin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışları* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Schiefele, U., Schaffner, E., Möller, J., & Wigfield, A. (2012). Dimensions of reading motivation and their relation to reading behavior and competence. *Reading Research Quarterly*, 47(4), 427-463.
- Schwartz, A. T. (2006). Contextualised chemistry education: The American experience. *International Journal of Science Education*, 28(9), 977-998.
- Shaltout, M. (2016). Peda-Comical: A personal account of comics in education. *Journal of Pedagogic Development*, 6(2), 43-54.
- Shipstone, D. (1985). Electricity in Simple. *EBOOK: Children's Ideas In Science*, 33.
- Sönmez, G., Geban, Ö., & Ertapınar, H. (2001). 6. Sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımının etkisi. *Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Sempozyumunda Sunuldu*, 35–38.
- Sözbilir, M., Sadi, S., Kutu, H., & Yıldırım, A., (2007). Kimya eğitiminde içeriğe/bağlama dayalı (context-based) öğretim yaklaşımı ve dünyadaki uygulamaları, *I. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi*, s. 108.
- Spiegel, A. N., McQuillan, J., Halpin, P., Matuk, C., & Diamond, J. (2013). Engaging teenagers with science through comics. *Research in science education*, 43(6), 2309-2326.
- Stocklmayer, S. (2010). Teaching direct current theory using a field model. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1801-1828.
- Stolk, M. J., Bulte, A. W. M., De Jong, O., & Pilot, A. (2009). Towards a framework for a professional development programme: Empowering teachers for context based chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 164-175.
- Şensoy, Ö., & Gökçe, B. (2017). Yaşam Temelli Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Başarı Ve Motivasyonları Üzerine Etkisi. *International Journal of Social Science*, 56, 37–52. <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS6997>

- Şentürk Çiçek, Ö. (2020). *Argümantasyon Destekli Eğitici Çizgi Romanların Öğrencilerin Çevreye Yönelik İlgi, Motivasyon Ve Akademik Başarılarına Etkisi İle Öğrenci Deneyimleri* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi.
- Şentürk, M. (2020). *Sosyal bilgiler dersinde eğitici çizgi roman ve eğitici çizgi film kullanımının öğrencilerin, tutum, motivasyon ve akademik başarılarına etkileri* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Şirin, G. T., Tüysüz, M., & Oğuz, E. K. (2022). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerin STEM etkinliklerine uygunluğuna dair öğretmen görüşleri. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(Özel Sayı), 354-386.
- Taşdemir, C. (2011). İlköğretim 1. kademede okutulan matematik ders kitaplarının öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (16), 16-27.
- Taşdemir, A., & Demirbaş, M. (2010). The level of correlation of concepts that primary students seen topics in science and technology class with daily life. *Journal of Human Sciences*, 7(1), 124-148.
- Taşkın, T., & Moğol, S. (2017). Fizik eğitiminde yaratıcı drama yöntemine bir örnek: sürtünme kuvveti. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 198-221.
- Tatalovic, M. (2009). Science comics as tools for science education and communication: A brief, exploratory study. *Journal of Science Communication*, 8(4). <https://doi.org/10.22323/2.08040202>
- Tekbıyık, A., & Akdeniz, A. rıza. (2010). Bağlam Temelli ve Geleneksel Fizik Problemlerinin Karşılaştırılması Üzerine Bir İnceleme. *Necatibey Faculty of Education, Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 123–140. <https://doi.org/10.17522/nefmed.84579>
- Tiftikçi, İ. H., Yüksel, İ., Koç, A., & Çıbık, A. S. (2017). Tahmin gözlem açıklama yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve başarıya etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(Özel Sayı), 19–29.
- Topkaya, Y. (2014). *Vatandaşlık ve demokrasi eğitimi dersinde eğitici çizgi roman kullanımının bilişsel ve duyuşsal öğrenmelere etkisi* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Topkaya, Y. (2016). Doğal çevreye duyarlılık değerinin aktarılmasında kavram karikatürleri ile eğitici çizgi romanların etkililiğinin karşılaştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(34), 259-272
- Topkaya, Y. (2017). Demokratik algı üzerine eğitici çizgi romanların etkisi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 747-756
- Topkaya, Y., & Doğan, Y. (2020). The effect of educational comics on teaching

environmental issues and environmental organizations topics in 7th grade social studies course: *A mixed research. Education and Science*, 45(201), 167-188.

Topuz, F. G., Gençer, S., Bacanak, A., & Karamustafaoğlu, O. (2013). Bağlam Temelli Yaklaşım Hakkında Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Görüşleri ve Uygulayabilme Düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 240–261. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/19614>

Tulum, G. (2019). *Fen bilimleri dersi ışık konusuna yönelik geliştirilen bağlam temelli materyalin akademik başarı üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). On dokuz Mayıs Üniversitesi.

Tuncer, N. (1993). Çizgi roman ve çocuk. İstanbul: Çocuk Vakfı.

Türkoğuz, S., & Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 155–173.

Ummels, M. H. J., Kamp, M. J. A., De Kroon, H., & Boersma, K. Th. (2015). Designing and evaluating a context-based lesson sequence promoting conceptual coherence in biology. *Journal of Biological Education*, 49(1), 38-52, DOI: 10.1080/00219266.2014.882380

Ültay, N. & Çalık, M. (2011). Asitler ve bazlar konusu ile ilgili örnekler üzerinden 5e modelini ve REACT stratejisini ayırt etmek. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, Cilt:5, Sayı:2, Aralık 2011, 199-220.

Ültay, E., Dönmez Usta, N., & Durmuş, T. (2017). Eğitim alanında yapılan zihinsel model çalışmalarının betimsel içerik analizi. *Yaşadıkça Eğitim*, 31(1), 21-40.

Ünal, O., & Demirkaya, H. (2019). A semi-experimental study on the use of educational comics in social studies. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 40, 92-108.

Ünal, H. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin yaşam temelli yaklaşıma uygun olarak yürütülmesinin “madde-ısı” konusunun öğrenilmesine etkilerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi.

Vadnere, R., & Joshi, P. (2009). On analysis of the perceptions of standard 12 students regarding a physics concept using techniques of quantum mechanics. *Physics Education Journal*, 26(4), 279-290.

Van de Walle, J. A. (2004). Elementary and middle school mathematics-teaching developmentally. Boston, MA: Pearson Education Inc.

Villarino, G. N. B. (2018). Students’ alternative conceptions and patterns of understanding concerning electric circuits. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 26(4), 49–70.

- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. (1992). Mental models of the Earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Wainwright, C. L. (2007). Toward Learning and Understanding Electricity: Challenging Persistent Misconceptions. In *The Annual Meeting of the Association for Science Teacher Education*, 6, 1-30.
- Weitkamp, E., & Burnet, F. (2007). The Chemedian brings laughter to the chemistry classroom. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1911-1929.
- Whitelegg, E., & Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: Meanings, issues and practice. *Physics Education*, 34(2), 68-72. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/2/014>
- Williams, R. (2008). Image, text, and story: Comics and graphic novels in the classroom. *Art Education*, 61(6), 13-19. doi: 10.2307/27696303
- Wood, M. (2015). *The effect of graphic novel supplements on reading comprehension and motivation in secondary students* (PhD Thesis). University of Central Arkansas.
- Yağlı, A. (2017). *Modern bir anlatı sanatı olarak çizgi roman*. İstanbul: Kriter.
- Yaman, M., Dervişoğlu, S. & Soran, H. (2004). Ortaöğretim öğrencilerinin derslere ilgilerinin belirlenmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 232-240.
- Yaz, Ö. V. (2022). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının enerji konusuna ilişkin temellendirilmiş zihinsel modellerinin tespiti ve derin sinir ağları ile sınıflandırılması* (Doktora Tezi), Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Yıldırım, B. (2018). Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazırlanmış stem uygulamalarının etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(36), 1-20.
- Yıldırım, E. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının eğitici çizgi roman hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(11), 52-70.
- Yıldırım, G., & Gültekin, M. (2017). İlkokul 4. sınıf fen ve teknoloji dersinde bağlam temelli öğrenme uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 81-101. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1481380>
- Yıldırım, H. İ., & Dağıstanlı, F. (2020). Yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ile destekli çevre eğitiminin ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik tutum, davranış ve başarı düzeylerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 106-132. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.620466>

- Yıldız, E., Ağgöl, Ö., Çalıklar, Ş., & Şimsek, Ü. (2020). Eğitsel oyun ve işbirlikli öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, sosyal becerilerine ve öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(6), 1703–1716.
- Bozdemir-Yüşbaşoğlu, B. H., Ezberci-Çevik, E., & Kurnaz, M. A. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yansıma ve kırınım konusundaki bağlamlaşmış bilgileri. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 722–740. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1147680>
- Yüzbaşoğlu, M. K. (2022). *Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik bağlam temelli tasarlanan çizgi romanların öğrencilerin temellendirilmiş zihinsel model gelişimine etkisi*. (Doktora Tezi), Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Yüzbaşoğlu, M. K., & Kurnaz, M. A. (2020). Ses hakkında öğrenci zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 4(3), 254-275.
- Yüzbaşoğlu, M. K., & Kurnaz, M. A. (2023). Temellendirilmiş zihinsel modeller ve belirlenmesinde dikkat edilmesi gerekenler. *Eğitim bilimlerinde yenilikçi çalışmalar*, 221–241. <https://doi.org/10.59287/ebyc.430>
- Yüzbaşoğlu, M. K., & Kurnaz, M. A. (2022). *Güncel gelişmeler odağında fen öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.



EKLER

EK A. Öğrenim Durumları Testi İlk Hali

Kazanım: F.6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.

*Araştırmacının ön çalışmaları ve deneyimlerinden oluşturulmuştur.

Doğru

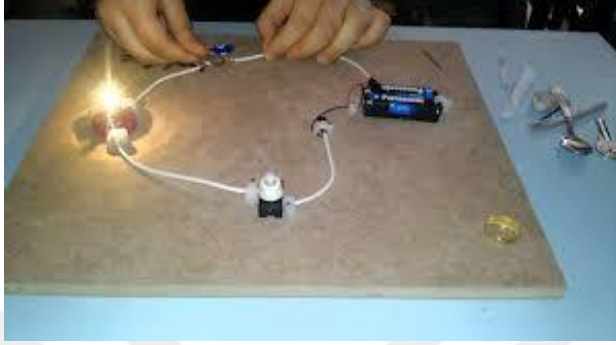
İlişkisz

Hatalı

C

D

B,A,E



1. Fatma

öğretmen maddelerin elektriksel iletkenliklerini test etmek için öğrencilerinden okula çeşitli malzemeler getirmesini istiyor. Öğrenciler getirdikleri malzemeleri aşağıdaki basit elektrik devresini kullanarak ampulün ışık verip vermeme durumlarını test edip tabloyu dolduruyorlar.

Öğrenciler	Malzemeler	Ampul ışık verdi	Ampul ışık vermedi
A)Sümeyye	Plastik kaşık		✓
B)Ahmet	Metal kaşık	✓	
C)Elif	Porselen tabak		✓
D)Hatice	Bakır tel	✓	
E)Hasan	Cam bardak		✓

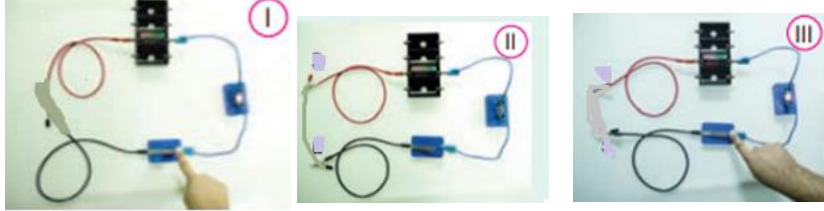
Buna göre malzemelerin elektriksel iletkenliklerine göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Plastik kaşıktaki ampulün ışık vermemesi elektriği geçirdiğini gösterir. (Ayvaci et al., 2016)
- B) Metal kaşıktaki ampulün ışık vermesi yalıtkan olduğunu gösterir*.
- C) Bakır tel ve metal kaşıktaki ampulün ışık vermesi iletken olduğunu gösterir.
- D) Cam bardağın ışık vermemesi elektriği soğurduğunu gösterir.
- E) Porselen tabağın elektriği çekmemesi iletken olmadığını gösterir. (Canpolat ve Ayyıldız, 2019)

Ek A'nın devamı

- 2) Muhammet bilim dergisinde okuduğu: “Maddelerin sınıflandırılmasında elektriksel iletkenliklerinin kullanılabileceği...” ifadesine göre maddeleri gruplandırmak için bir deney tasarlıyor. Buna göre üç farklı maddeyi deneyerek numaraları ile verilen görseldeki sonuçları elde ediyor.

D E
A,B,C

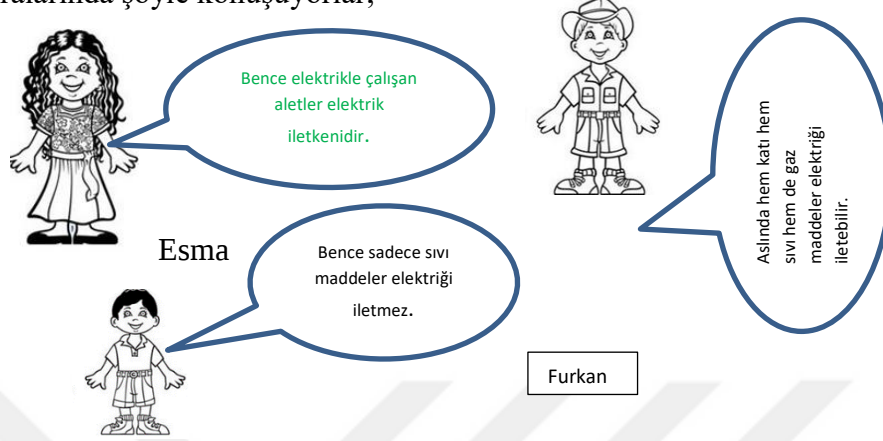


I. ve III. Görselde ampul ışık verdiğine göre Muhammed'in kullandığı maddelerin cinsi aşağıdakilerden hangileri olabilir?

	I.	II.	III.
A)	Çift Cam	Metal Kaşık	Strafor Köpük (Ayvacı vd., 2016)
B)	Plastik	Demir	Porselen*
C)	Şekerli su	Tuzlu su	Saf su (Ayvacı vd., 2016)
D)	Metal Para	Silgi	Bakır
E)	mum	Gümüş	Kâğıt (Ayvacı vd., 2016)

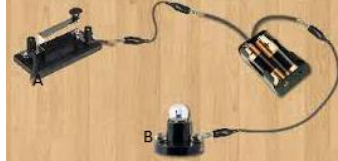
Ek A'nın devamı

3. Azize öğretmen, öğrencilerine bir sonraki derse hazırlık amacıyla maddelerin elektriksel iletkenliklerini grupça araştırma ödevi veriyor. Aynı grupta olan Esmâ, Furkan ve Yusuf araştırma ödevleriyle ilgili aralarında şöyle konuşuyorlar;



Yusuf
Öğrencilerin, maddelerin elektriksel iletkenlik hakkında konuşmalarıyla ilgili aşağıdaki yorumlardan hangisi doğrudur? (Ayvaci vd., 2016)

- A) Esmâ hangi maddelerin iletken olduğunu biliyor.
- B) Yusuf maddenin hallerinin ne olduğunu biliyor.
- C) Furkan hangi maddelerin iletken olduğunu biliyor.
- D) Yusuf ve Furkan hangi maddelerin iletken olduğunu biliyorlar.
- E) Yusuf ve Esmâ hangi maddelerin yalıtkan olduğunu biliyorlar.



Merve öğretmen sınıfında öğrencilerine maddelerin elektriksel iletkenliği ile ilgili oyun oynatmak için iki gönüllü öğrenci istiyor. Ömer ve Zehra gönüllü olarak ampulün ışık verme oyunu oynuyorlar.

Oyunda sırayla A-B uçları arasına ellerindeki malzemeleri ampulün yanıp yanmamasına göre deneyerek yanan ampul için (+3) puan, yanmayan ampul için (-1) puan alıyorlar.

4. Her biri toplamada 3 malzeme denediğine ve oyun sonunda Ömer 1 Amine 5 puan topladıklarına göre sırasıyla hangi malzemeleri kullanmışlardır?

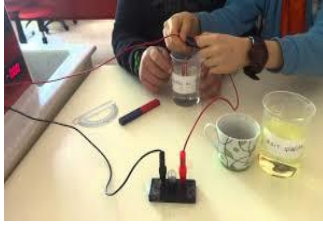
Zehra

Ömer

- A) Metal kaşık, silgi, metal kapı anahtarı
- B) Rüzgâr, kâğıt, cam şişe
- C) Metal ataş, çivi, gümüş yüzük
- D) Tuzlu su, şekerli su, limonlu su
- E) Ceket, keçe, şekerli su

- A) Alüminyum folyo, plastik çubuk, tahta kaşık
- B) Plastik sepet, tahta, telefon (Ayvaci vd., 2016)
- C) Metal kapak, defter, cam çubuk
- D) Sirkeli su, zeytinyağı, Turşu suyu
- E) İp, saf su, plastik pipet (Günaydın, 2019)

Ek A'nın devamı



5. Ahmet'in öğretmeni fen bilimleri dersinde sıvılarında iletken olabileceğini söylemiştir. Bu durumu deneyerek keşfetmek isteyen Ahmet, öğretmenin yardımıyla yandaki deney düzeneğini kuruyor.

D C,H

A,B,E,F,G,I

I. Aşamada behere saf su

koyduklarında ampul ışık vermiyor.

II. Aşamada saf suya tuz eklediklerinde ampul ışık veriyor.

Buna deneye göre Ahmet'in yorumlarından hangisi doğrudur?

- A) Tuzlu su sıvı yalıtkan maddelere örnektir*.
- B) Sudan elektrik elde edildiği için iletkenidir. (Günaydın, 2019) (Keser ve Başak, 2013)
- C) Sıvı maddelerin akışkanlığı yoktur.
- D) Yalıtkan saf su iletken özelliği kazanmıştır.
- E) Tanecikleri çok sık olması iletkenliği etkiler. (Ayvacı vd., 2016)
- F) Tuzlu su elektriği devam ettiren maddeye örnektir. (Kömürcü, 2010)
- G) Tuzlu su bulanıktır. Bu yüzden elektriği iletir. (Günaydın, 2019)
- H) Saf su ışığı emen bir maddedir.
- I) Saf su ısıyı ve ışığı geçiriyor ise elektriği de geçirir. (Keser ve Başak, 2013)

6. İkiz kardeş olan Ali ve Mehmet bayramlık ayakkabısı almak için anneleriyle beraber alışverişe gidiyorlar. Ali kendi ayakkabılarını seçerken sevdiği kırmızı renkli ve ayağının hava alıp rahat edeceği gözenekli olmasına dikkat ediyor. Mehmet ise sarı renkli, yağmurlu günleri de düşünerek gözeneksiz yapıda ve ayağının rahat edeceği ayakkabıları tercih ediyor. Ertesi gün sokakta oynarken birden yağmur bastırıyor. Yağmurdan kaçmak için evlerine doğru koşarken Ali'nin ayakkabıları suyu geçirdiği için ayakları ıslanmış ve Mehmet'in ayakkabıları ise suyu geçirmediği için ayakları ıslanmamıştır.

D A

B,C,E

Bu durumu maddelerin elektriksel iletkenliklerinden hangisine benzetilebilir?

- A) Ali'nin ayakkabıları suda ıslanan maddelere benzetilebilir.
- B) Ali'nin ve Mehmet'in ayakkabıları elektrik kaçağını engelleyen maddelere benzetilebilir. (Gökdoğan, 2021)
- C) Ali'nin ve Mehmet'in ayakkabıları elektriği ileten maddelere benzetilebilir*.
- D) Mehmet'in ayakkabıları elektriği iletmeyen maddelere benzetilebilir.
- E) Mehmet'in ayakkabılarının atomları titreyerek elektriği iletmesine benzetilebilir. (Ayvacı vd., 2016)



(7 ve 8. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

Duru iletken-yalıtkan maddelerle ilgili araştırma yaparken koyun otlatan çobanın yağmurdan korunmak için ağacın altında beklerken yıldırım düşmesi sonucu yaralandığı

haberine rastlıyor. Yıldırımın, gök gürültüsü ve şimşekten oluşan, gökyüzü ile yeryüzü arasındaki elektrik boşalması olduğunu öğreniyor. Duru Pınar öğretmenin fen bilimleri dersinde havanın yalıtkan olduğunu söylediğini hatırlayınca buna çok şaşırıyor. Bu durumun sebebini öğretmene sormaya karar veriyor. Ertesi gün Duru: “Öğretmenim hava yalıtkansa yıldırım nasıl düşüyor?” diye soruyor.

7. Buna göre öğretmenin yapacağı açıklamalardan hangisi doğrudur?

- A) Gazların atomları arası boşluk fazla olduğu için iletken olabilir.
- B) Kuru havanın atomları çok güçlü olduğu için yalıtkan olabilir. (Ayvacı vd., 2016)
- C) Yüksek elektrik enerjisi verildiğinde gazlar iletken yapabilir.
- D) Gazların taneciklerinin enerjileri fazla olduğu için iletken olabilir. (Ayvacı vd., 2016)
- E) Yağmur ile nemli olan hava yalıtkan özellik kazanmış olabilir*.
- F) Elektrik yüklü şeylerin çarpıp ışık çıkarmasıyla iletken olabilir. (Kurnaz vd., 2013)
- G) Araba teknolojik olduğu için daha fazla yıldırım çekebilir. (Kurnaz vd., 2013)

8. Yukarıda yıldırım örneğine benzer bir durum aşağıdakilerden hangisinde vardır?

- A) Floresan lambaların gazlardan oluştuğu için çok elektrik yakması
- B) Plastikğin başka maddelerin birleşiminden oluştuğu için yalıtkan olması (Ayvacı vd., 2016)
- C) Fırınlarda bulunan bakırın elektriği iletmesi ve yemekleri pişirmesi*
- D) Yalıtkan kuru tahtanın ıslak olunca iletkenlik özelliği kazanması
- E) Kâğıttan kâğıda elektriğin geçmediği için iletken olması*
- F) Açık alanların yıldırımdan korunmak için uygun olması (A.Şengüleç vd., 2017)

TOPLAM 8 SORU

F.6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar.

C A

E,F,B,D,G

D A

C,E,B,F

Ek A'nın devamı



Rukiye bayram ziyareti için Adıyaman da bulunan dedelerini ziyarete giderken yolda Atatürk barajını görüyor. Babasına barajdan akan suyun ne işe yaradığını ve devasa direklerin ne işe yaradığını soruyor.

A B

C,D,E

9.Buna göre Rukiye'nin babasının barajdan akan su ve devasa direklerle ilgili olarak aşağıdaki bilgilerden hangisini vermesi uygundur?

A) Barajda üretilen elektrik enerjisi evlerimize devasa direklerde yer alan Alüminyum kablo yardımıyla ulaşır.

B) Barajda üretilen serin hava evlerimize devasa direklerde yer alan demir kablo yardımıyla ulaşır.

C) Barajda üretilen elektrik enerjisi evlerimize devasa direklerde yer alan plastik kablo yardımıyla ulaşır. (Ayvacı vd., 2016)

D) Barajda üretilen elektrik enerjisi evlerimize devasa direklerde yer alan porselen kablo yardımıyla ulaşır.(Gökçe, 2018)

E) Barajda üretilen elektrik enerjisi evlerimize devasa direklerde yer alan cam kablo yardımıyla ulaşır*.



10. Okuldan eve üzgün bir şekilde dönen Sude'ye annesi ne olduğunu soruyor. Şarjı biten bilgisayarın fişini prize takan arkadaşını elektrik çarptığını ve hastaneye kaldırıldığını

A C

B,D,E

anlatan Sude, kendisinin de televizyonun fişini prize taktığını ancak elektrik çarpmadığını söylüyor ve bu durumun sebebini annesine soruyor.

Anne: Yalıtkanlar birçok yerde insan hayatını korur, kolaylaştırır.

Birçok elektronik araçlarda, iletkenleri kaplayarak elektrik enerjisinin bize zarar vermesini önler. Plastik Kaplı elektrik kabloları, prizler elektrik çarpmasını önler. Yine plastik çeşitleri, seramik vs. kaplı olan elektrik araçlarından elektrik geçemez ve elektrik çarpması önlenir.

Sude'nin annesinin yaptığı açıklamadan aşağıdakilerden hangisi çıkarılabilir?

A) İletken maddeler elektriği yalıtkan maddeler sayesinde güvenli bir şekilde iletir.

B) İletken maddeler elektrik veren maddeler olduğu için güvenle kullanılır. (Ayvacı vd., 2016) (Gökçe, 2018)

C) Elektrik kazalarından korunmak için yalıtkanların yansımaya ihtiyacı vardır.

D) Elektrik çarpmasından korunmak için kullanılan maddeler elektriği ileten maddelerdir.*

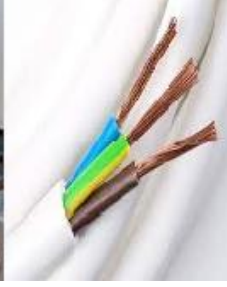
E) Yalıtkan maddeler iletken maddelerin sıcaktan yanmaması için kullanılır.(Canpolat ve Ayyıldız, 2019)

Ek A'nın devamı

(11.ve12. Soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız)

B A

D,E,C



Ömer'in babası bozulan prizlerini tamir ettirmek için eve elektrik ustası Ahmet'i çağırıyor. Elektrik ustası prizi tamir ederken kabloları açtığında şekildeki gibi durum ortaya çıkıyor. Ömer'in dikkatini

çeken bu durumla ilgili olarak;

Ömer: Ahmet amca prizden çıkan kabloların üstü ve içi farklı görünüyor. Aynı şekilde kullandığın tornavida farklı maddelerden yapılmış. Bunun nedeninin ne olduğunu anlayamadım.

Ahmet usta: Günlük yaşamımızda tost makinesinden bilgisayara, televizyondan müzik setine elektrikli pek çok aracı kullanıyoruz. Bu araçların yapımında hem iletken hem de yalıtkan maddeler kullanılır. Araçlarda elektriği iletmesi istenen parçalar iletken maddeler, iletmemesi istenen parçalar ise yalıtkan maddeler kullanılarak üretilir. Örneğin bilgisayarınızın fişinin uç kısmı iletken iken elektriğin bilgisayara ulaşmasını sağlayan telin üzeri yalıtkan madde ile kaplıdır. Şeklinde açıklama yapıyor.

11.yukarıdaki konuşmaya göre maddelerin elektrik iletkenliği ile alakalı aşağıdaki bilgilerden hangisi çıkarılabilir?

- A) İletken madde yansımayı, sesi, ışığı geçiren maddedir.
- B) İletken maddeler elektriğin iletilmesinde kullanılır.
- C) İletken maddelerin ısınmamıza sağlayan yönü vardır. (Ayvacı vd., 2016)
- D) Elektrik kabloların iç kısmı yalıtkan maddeden yapılmıştır.*
- E) İletken madde aydınlatma açısından fayda sağlayabilir. (Ayvacı vd., 2016)

12. Ahmet ustanın cevabına göre Ömer'in yorumlarından hangisi doğrudur?

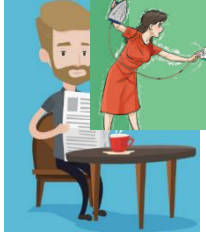
A E

C,D,B

- A) Yalıtkan maddeler elektriği iletmedikleri için bizi korurlar.
- B) Prizlerde sadece elektriği iletmemesi gereken madde kullanılır.*
- C) Tornavidanın iç kısmındaki elektrik iletken maddedir. (Gökdoğan, 2021)
- D) Tornavidanın sapının plastik olması işimize yarar.(Kömürcü, 2010)
- E) Prizin dış kısmı sıcağa dayanıklı maddeden yapılmıştır.

Ek A'nın devamı

(13 ve 14. Soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)



Gülsüm'ün babası evde gazete okurken elektrik çarpması ile ilgili bir haber Gülsüm'ün dikkatini çekmiştir. Gazetede '20 yaşlarında bir adamın elektrik enerjisini kapılan annesini kurtarmak isterken kendisinin de yaralandığı ve bu durumun genç adamın annesini çıplak elle kurtarmaya çalıştığı için meydana geldiği, devamında elektrik çarpması durumunda elektrik bağlantısını kesmek için yalıtkan malzemeler kullanılması gerektiği...' yazıyordu. Gülsüm babasına bu durumun nedenini sormuştur.

13. Gülsüm'ün babasının elektrik çarpmasıyla ilgili olarak verdiği bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) İnsan vücudu elektriği hapseder bu yüzden elektrik kazası meydana gelmiştir. (Ayvacı vd., 2016)
- B) Genç adam annesini kurtarmak için yalıtkan malzeme kullanmamıştır.
- C) Elektrik kablolarının yalıtkan kısmı tahrip olduğu için olay meydana gelmiştir*.
- D) İnsan vücudu yalıtandır bu nedenle sesi ve hiçbir şeyi geçirmez.
- E) İnsan vücudu katı olduğu için atomları birbirini iterek elektriği hızla karşı tarafa iletir. (Ayvacı vd., 2016)
- F) Yalıtkan maddeler enerjiyi bir yerden bir yere iletmediği için enerji sabit durur. (Ayvacı vd., 2016)

14. Gazete haberinde elektrik bağlantısını kesmek için yalıtkan malzeme kullanılmasının sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Yalıtkan malzemeler elektriksel iletkenliği vardır.
- B) Yalıtkan malzemeler elektriği iletmeyen maddelerdir.
- C) Yalıtkan malzemeler daha sağlam malzemelerdir.
- D) Yalıtkan malzemeler elektriği hızlandıran maddelerdir. (Günaydın, 2019)
- E) Yalıtkan malzemeler eklektiği emen maddelerdir.*

B D

C,A,F,E

B C

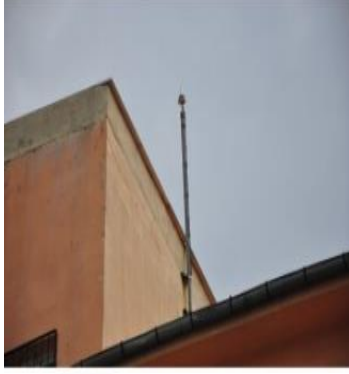
A,D,E

Ek A'nın devamı

15. Aslı teneffüste okul bahçesinde oyun oynarken okul binasının çatısında şekildeki gibi uzun bir direk görmüş ve bunun ne olduğunu anlamamıştır. Bahçede nöbetçi olan pınar öğretmenin yanına

D C

B,A,E



giderek;

Aslı: “Öğretmenim okulumuzun çatısındaki bu direği yüksek binalarda ve camilerin minarelerinde görüyorum. Bu direklerin ne için kullanıldığını merak ediyorum. Rica etsem söyleyebilir misiniz?”

Ayşe öğretmen:” Paratoner yıldırım düşmesi sonucu oluşabilecek tehlikelerden insanları koruyan bir sistemdir. Binanın en üst katına

yerleştirilir. Uç kısmında elektrik enerjisini kendine çeken sivri bir kısım bulunur. Elektrik enerjisi bu uçtan direnci düşük maddeler ile toprağa aktarılır.” diye açıklamıştır.

C A

B,G,D,E,F

(15 ve 16. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

Ayşe öğretmenin açıklamalarından yola çıkarak aşağıdaki açıklamalardan hangisi çıkarılabilir?

- A) Paratonerler kâğıt gibi metallerden yapılmıştır. (Ayvacı vd., 2016)
- B) Paratonerler toprağa bağlanan kısmı plastiktir.*
- C) Paratonerlerin uç kısmı kumanda dan yapılmıştır. (Ayvacı vd., 2016)
- D) Paratonerlerin elektriksel iletkenlikleri vardır.
- E) Paratonerler strafor köpük gibi maddelerden yapılmıştır. (Ayvacı vd., 2016)

16. Aşağıdakilerden hangisi paratonerlerin kullanım amaçlarına benzerlik göstermektedir?

- A) Akıllı tahtanın yüzeyinin dokunmatik olması.
- B) Bilgisayarlarda plastik kablo kullanılması.*
- C) Prizlerin iç kısmında alüminyum tel kullanılması.
- D) Akıllı telefonların çift camdan yapılması. (Ayvacı vd., 2016)
- E) Plastik eldiven ile fırından kek çıkarılması. (Ayvacı vd., 2016)
- F) Demir kaşıkların yalıtkan madde olarak kullanılması. (Gökçe, 2018)
- G) Elektrik iletimi için tahta kullanılması. (Günaydın, 2019)

Ek A'nın devamı



İtfaiyeciler haftası etkinlikleri kapsamında Rukiye'nin sınıflarına bilgi vermek

A E

B,C,D

için gelen itfaiye görevlileri Yandaki görselde elektrik enerjisinden faydalanırken yapılmaması gereken durumları göstermişlerdir.

17. Buna göre itfaiye görevlilerinin gösterdiği görselle ilgili olarak elektrikli aletlerin kullanılmasında oluşabilecek tehlikenin nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Yalıtkan maddeler uygun şartlarda iletken olabilirler.
- B) Yalıtkan maddelerin elektriksel direnci çok küçüktür. (Tiftikçi vd., 2017)
- C) İletken maddelerin elektriksel direnci yoktur. (Keser ve Başak, 2013)
- D) İletken maddeler yalıtkan maddeler ile kullanırlar.*
- E) Nemli ortamlarda elektrikli aletler bozulabilir.

TOPLAM 9 SORU

F.6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.

Ek A'nın devamı

(18ve 19. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)



Osman'ın abisinin kır düğünü için aydınlatma görevi Osman'a verilmiştir. Heyecanla çok sayıda ampullerin takılmasında Basri ustaya eşlik eden Osman akşam anahtarı açınca ampullerin yeterince aydınlatmadığını fark

edip üzölmüştür. Onu üzgün gören Basri usta üzölmemesi gerektiğini bu durumu çözebileceğini söyleyince Osman çok mutlu olmuştur.

A B
C,D,E

18.Buna göre Basri ustanın ampullerin parlaklığını artırmak için aşağıdakilerden hangisini yapması uygun olur?

- A) Ampullerin bağı olduğu iletken telin kesit alanını artırması
- B) Ampullerin bağı olduğu iletken telin rengini değıştirmesi
- C) Ampullerin bağı olduğu iletken telin uzunluğunu artırması*
- D) Ampullerin bağı olduğu iletken telin boyunu artırması(Caymaz ve Aydın, 2019)
- E) Mevcut iletkenleri daha dirençli iletkenler ile değıştirmesi (Saputro vd., 2018)

19. Osman'ın bu durumla ilgili yaptığı yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Aydınlatmanın yeterli olmamasının nedeni direncin az olması olabilir.*
- B) Daha iyi aydınlatma için kullanılan ampul sayısı artırılabilir. (Brna, 1988)
- C) Aydınlatmanın yeterli olması için ampuller daha yüksek bağlanabilir.
- D) Daha kalın iletken tel kullanılması ampul parlaklığını artırabilir.
- E) Elektrik enerjisi daha kısa telde hızlı akabilir. (Küçüközer, 2004)(Keser ve Başak, 2013)
- F) İnce teller elektriğın geçmesine direnç gösterebilir. (Villarino, 2018) (Keser ve Başak, 2013)
- G) Ampuller elektrik enerjisini tükettiğı için diğerklerine yetmeyebilir. (Wainwright, 2007)
- H) Ampullerin parlaklığının elektriksel dirençle ilgisi yoktur. (Hussain vd., 2013)

D C
A,B,E,F,G,H

Ek A'nın devamı



6.sınıf öğrencisi Hatice çiftçilikle geçimini sağlayan ailesine yardım etmeyi çok sevmektedir. Bahçeyi sulayan babasına yardım eden Hatice ince ve uzun hortumu kullandığında suyun daha zor

A D

B,C,E,F

geçtiğini kalın ve kısa hortum kullandığında suyun daha rahat geçtiğini görmüştür. Bu durumu fen bilimleri dersinde gördüğü elektriksel dirence benzetmiştir.

(20ve 21. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

20. Buna göre aşağıda verilen örneklerden hangisinde suyun kalın borudan daha kolay geçmesine benzer bir durum bulunmaktadır?

- A) Kesit alanı büyük iletkende elektriksel direncin az olması
- B) Boyu uzun iletkenin elektriksel direncin az olması*
- C) Kesit alanı küçük iletkende elektriksel direncin az olması(Karakuyu ve Tüysüz, 2011)
- D) Boyu kısa bir iletkende elektriğin zorlanarak akması
- E) Cinsi farklı iletkenlerin bir direncinin olmaması (Ramnarain ve Moosa, 2017)
- F) Direnç, iletken bir yoldan ziyade bir engel olması (Nkopane vd., 2011)

21. İnce borudan daha az su geçmesini iletkenlerin elektriksel direnci ile ilişkilendiren Hatice'nin yapacağı yaptığı yorumlardan hangisi doğrudur?

D B

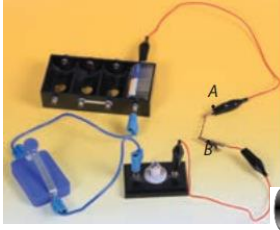
A,C,E,F

- A) Ampul parlaklığını azaltmak için kalın iletkenin kullanılması.*
- B) Ampul parlaklığını artırmak için katı iletkenin kullanılması.
- C) Ampul parlaklığını azaltmak için kısa iletkenin kullanılması. (Aykutlu ve Şen, 2012)
- D) Ampul parlaklığını artırmak için uzun iletkenin kullanılması.
- E) Ampul parlaklığını azaltmak için ampulün pilden uzaklaştırılması. (Altun, 2009) (Çepni ve Keleş, 2006) (Ivanjek vd., 2021) (Sönmez vd., 2001) (Örgün, 2002)
- F) Ampul parlaklığı lamba sayısı ile doğru orantılıdır. (Harman, 2016)

(22, 23 ve 24. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

D E

A,B,C



Hülya fen bilimleri dersinde tasarladığı elektrik devresiyle ampul parlaklığını değiştirmek istiyor. Bunun için A-B uçlarına verilen çivileri koyarak ampul parlaklığındaki değişimi test ediyor.



22. Hülya'nın yapacağı deneyle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Kalınlığı 1 mm boyu 6 cm olan çivi, kalınlığı 1 mm boyu 3 cm olana göre daha parlak olur.

(Keser ve Başak, 2013)

B) Kalınlığı 1 mm boyu 3 cm olan çivi, kalınlığı 2 mm boyu 3 cm olana göre daha parlak olur.*

C) Kalınlığı 6 mm boyu 3 cm olan çivi, kalınlığı 2 mm boyu 3 cm olana göre daha az parlak olur.*

D) Kalınlığı 1 mm boyu 3 cm olan çivi, kalınlığı 6 mm boyu 3 cm olana göre daha az parlak olur.

E) Kalınlığın artması çivinin elektriği kendine daha iyi çekmesini sağlayacağından az parlak olur.

23. Hülya deneyinde kalınlığı 1 mm boyu 6 cm olan çivi ile kalınlığı 1 mm boyu 3 cm olan çivi kullanırsa aşağıdaki sorulardan hangisine cevap verebilir?*

D C

A,B,E,F

A) İletkenin kesiti azalırsa ampul parlaklığı azalır mı?

B) İletkenin cinsi ile ampul parlaklığı arasında ilişki var mıdır?

C) İletkenin boyu elektrik hızını etkiler mi?

D) İletkenin boyu ile ampul parlaklığı arasında ilişki var mıdır?

E) İletkenin kesiti artarsa ampul parlaklığı artar mı?

F) İletkenlerin direnci elektrik üretir mi?

24. Hülya'nın deneyinden aşağıda sonuçlardan hangisi çıkarılabilir?

B D

A,C,E,F

A) İletkenin boyu arttıkça elektriksel direnç artar.*

B) İletkenin kalınlığı azaldıkça elektriksel direnç artar.

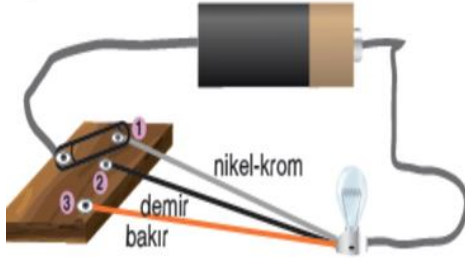
C) İletkenin boyu azaldıkça elektriksel direnç artar. (Keser ve Başak, 2013)

D) İletkenin pil ışığı ampullere eşit dağıtır. (Karlı Baydere ve Bülbül, 2021)

E) İletkenlerde iki pil kullanılırsa direnç azalır. (Kapartzianis ve Kriek, 2014) (Bostan Sarioğlu ve Abacı, 2017)

F) Elektrik enerjisi olmadığı için direnç artar. (Hussain vd., 2012)

Ek A'nın devamı



25. Gece lambasının odasını yeterince aydınlatmadığını düşünen Mehmet buna bir çözüm bulmak istiyor. Tasarladığı elektrik devresinde dirençleri demir> nikel-krom> bakır olan iletkenleri kullanıyor.

A G

B,C,D,E,F

İletkenlerin Ampul parlaklığına etkisini gözlemleyerek gece lambası için hangi iletkeni kullanacağına karar vermek istiyor.

Buna göre Mehmet'in gece lambasının daha aydınlık olması için bulacağı çözümle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Gece lambasının daha parlak yanması için direnci az olan iletkeni kullanmalı
- B) Gece lambasının daha parlak yanması için direnci çok olan iletkeni kullanmalı (Chambers ve Andre, 1997)
- C) Gece lambasının daha parlak yanması için demir iletken teli kullanmalı*
- D) Gece lambasının daha parlak yanması için kablosunu plastikte kaplamalı*
- E) Gece lambasının daha parlak yanması için özdeş ampulle değiştirmeli(Harman, 2016)
- F) Gece lambası daha parlak yanması için devreye elektrik sağlanmalı*
- G) Gece lambasının daha parlak yanması için onu duvara çivi ile asmalı

Toplam 8 soru

F.6.7.2.2. Elektriksel direnci tanımlar.

- (a. Ohm Yasası'na girilmez.
 - b. Elektriksel direnç, "maddelerin, elektrik enerjisinin iletimine karşı gösterdikleri zorluk" olarak tanımlanır.
 - c. Akım kavramına girilmez.
 - ç. Direncin büyüklüğünün ölçülmesine ve birimine girilmez.)
- F.6.7.2.3. Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder.

Ek A'nın devamı



Kaçış rampaları kontrolden çıkan araçların güvenli durmasını sağlayan yollardır. Yük taşımacılığı yapan Ali'nin babası kamyonunda meydana gelen arıza nedeniyle kaçış rampasına yönelmiş ve kaza yapmadan durabildiğini evde

C E

B,D,A,F,G

anlatmıştır. Ali o gün fen bilimleri dersinde işledikleri elektriksel direnç konusu aklına gelmiş ve kaçış rampasıyla bir benzerlik kurmuştur.

26. Ali'nin kurduğu benzerlikle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

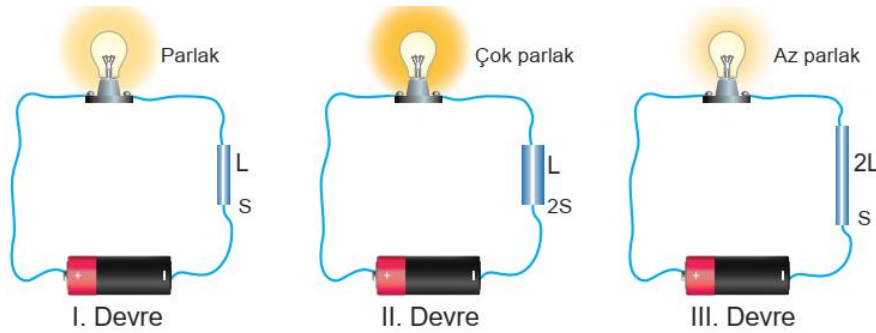
- A) Kamyon elektriksel dirence benzetilebilir.*
- B) Kaçış rampası iletken maddelere benzetilebilir.*
- C) Kaçış rampası direnci yüksek iletkene benzetilebilir.
- D) Normal yollar direnci büyük iletkene benzetilebilir.*
- E) Kaçış rampası ağır tonajlı araçlar için önemlidir.
- F) Elektrik enerjisinin dirençlerde kaybolmasına benzetilebilir. (Apaydın vd., 2019)(Çıldır ve Şen, 2006)(Karakuyu ve Tüysüz, 2011)
- G) Teller ince olursa elektrik enerjisi daha hızlı aktarılmasına benzetilebilir.(Keser ve Başak, 2013)

(27 ve 28. Soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

A G

B,C,D,E,F

Yaz tatilinde aile ekonomisine katkı sunmak isteyen Murat bir elektrikçinin yanına çırak olarak giriyor. Ustası yokken gelen bir



müşteri ondan aydınlatma cihazının parlaklığını artırmasını istiyor. Hangi boydaki ve kalınlıktaki kabloyu kullanacağını şaşırarak Murat buna çözüm bulmak için özdeş ampul ve pillerle üç farklı devre kurarak bir deney tasarlıyor. Murat: “iletkenin boyu arttıkça elektriksel direnç de artar ve buda ampul parlaklığını etkiler”. Hipotezini kurup test etmek istiyor.

27. Murat'ın deneyiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Hipotezi test etmek için I ve III. devreleri kullanılmalıdır.
- B) Deneyde bağımsız değişken dirençtir.*
- C) Deneyde bağımlı değişken iletkenin boyudur.*
- D) Hipotezi test etmek için II ve III. devreleri kullanılmalıdır.
- E) Pile yakın olan lamba daha parlak olur. (Altun, 2009) (Caymaz ve Aydın, 2019) (Çepni ve Keleş, 2006) (Ivanjek vd., 2021) (Sönmez vd., 2001) (Satır, 2007)
- F) III. devreye ikinci bir kablo eklenirse parlaklık artar. (Chambers ve Andre, 1997)
- G) Deneyde çok parlak olan lamba gözümüzü alır.

28. Deneyle ilgili olarak aşağıdaki yorumlardan hangisi çıkarılabilir?

- A) Direnç arttıkça ampul parlaklığı artar. (Türkoğuz ve Cin, 2013)
- B) İletken telin boyu azaldıkça ampul parlaklığı artar.
- C) Direnç ile telin cinsi arasındaki ilişkiyi test etmek için II ve III. devreler seçilmelidir.*
- D) Direnç ile telin boyu arasındaki ilişkiyi test etmek için I ve II. devreler seçilmelidir.*
- E) Deneyin sonucu 'iletkenin boyu arttıkça elektrik enerjisi ters döner gider' olmalıdır. (Karakuyu ve Tüysüz, 2011)



Cansu akşam ödevini yaparken odasındaki tasarruflu ampul aniden sönmüştür. Cansu bu durumu babasına haber vermiş ve babası da ampulü görseldeki ampul değiştirmiştir. Ancak ışığın rengi ve daha sönük yanmasından dolayı şaşırıp bu durumu babasına

sormuştur.

Babası: "Akkor ampullerin filaman teli, direnci büyük metalden yapılır. Böylelikle telden geçen elektrik enerjisi zorlanarak, tel kızarır ve ışık verir. Bu ampuller çalışırken tükettikleri elektrik enerjisinin yaklaşık %90'ı ısı olarak harcarlar. " şeklinde açıklama yapıyor.

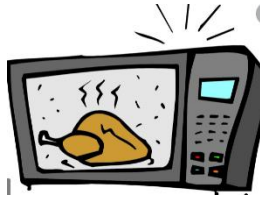
(30 ve 31. Soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

29. Cansu'nun yaptığı yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Direnç sayesinde elektrik enerjisi ısı enerjisine dönmesini sağlamıştır.
- B) Direnci artırmak için ampulün içindeki tel kısa yapılmıştır.*
- C) Direnç artırmak için daha kalın bir tel kullanılmalıdır.*
- D) Direnç elektrik enerjisinin geçişini kolaylaştırmaktadır. (Karakuyu ve Tüysüz, 2011)
- E) Direncin artması elektrik enerjisini de artırmaktadır. (Hussain vd., 2013)
- F) Ampullerin elektriksel direnci yoktur. (Keser ve Başak, 2013)
- G) Yeterli aydınlatma için masa ampule yaklaştırılmalıdır.

30. Ampul parlaklığı artırılmak istenirse aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

- A) Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin kesiti küçültülmelidir.*
- B) Ampul parlaklığını artırmak için yalıtkan kullanılmalıdır.*
- C) Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin boyu azaltılmalıdır.
- D) Ampul parlaklığını artırmak için direnci artırılmalıdır.*
- E) Ampul güç kaynağına yaklaştırılırsa parlaklığı artar.
- F) Ampuller elektrik enerjisini harcadıkları için parlaklık değişmez. (Kartal vd., 2009)



31. Ayça'nın annesi fırında tavuk pişireceğini ve tavukların 190 derecede pişmesi gerektiğini söylemiştir. Ayça'da annesine fırının sıcaklığının 190°C nasıl yükseltildiğini sormuştur. Annesi: "fırının, elektrik enerjisinin iletimine karşı gösterdiği zorluk azaltılarak daha çok elektrik enerjisi geçmesi sağlanır. Böylece direnç azaltılarak fırının sıcaklığı 190°C çıkarılmış olur." açıklamasını yapmıştır.

Buna göre Ayça'nın yaptığı yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Sıcaklığın artırılması için fırının direncinin artırıldığını*
- B) Sıcaklığın artırılması için fırının direncinin azaltıldığını
- C) Sıcaklığın artırılması için daha ince iletkenlerin kullanılması (Keser ve Başak, 2013)
- D) Sıcaklığın artırılması için daha uzun iletkenlerin kullanılması*
- E) Sıcaklığın artırılması için fırının ısı yalıtımı yapıldığını

Ek A'nın devamı



Elif öğretmen 6.sınıf öğrencilerine elektriksel direnç konusunu işlerken şekildeki gibi yüzük oyunu oynatıyor. Öğrenciler yüzüğü sağa sola hareket ettirdiklerinde iletkenin boyu değiştirerek ampul parlaklığını

B F

A,C,D,G

değiştirmektedirler. Öğrenciler oyun oynarken Elif öğretmen ampul parlaklığının nasıl değiştiğini sormaktadır.

32. Öğrencilerin verdiği cevaplardan hangisi doğrudur?

- A) Nur: 'iletkenin kesiti azaldıkça direnç azalmaktadır.'*
- B) Ali: 'iletkenin boyu azaldıkça direnç azalmaktadır.'
- C) Ömer: 'Ampul parlaklığı iletkenin cinsine bağlı değildir.' (Hussain vd., 2012)
- D) Ayşe: 'Direnç ile ampul parlaklığı doğru orantılıdır.' (Brna, 1988)
- E) Faruk: 'Elektrik enerjisi yoksa dirençte yoktur.' (Keser ve Başak, 2013)
- F) Nazlı: 'Ortamın karanlığı arttıkça ampul parlaklığı artar.'
- G) Paşa: 'Yalıtkan telin direnci yoktur.' (Tiftikçi vd., 2017)

"Maddelerin elektrik enerjisine karşı gösterdikleri zorluğa direnç denir."

A B

C,D,E,F

Hasan öğretmen direnç konusunu ilişkilendirmek için aşağıdaki görseller eşliğinde başına geleni anlatıyor. İstanbul'dan bayram



ziyareti nedeniyle memleketi olan Erzurum'a gitmek için yola çıktığını İstanbul'da trafik yoğunluğundan araçla ilerlemelerinin oldukça güç olduğunu ve bu yüzden saatlerce trafikte kaldıklarını, Erzurum'da ise trafiğin rahat olduğunu ve araçla kolayca ilerlediklerini söylüyor. Öğrencilerinden bu durumu elektriksel direnç ile ilişkilendirmelerini istiyor.

Ek A'nın devamı

C F

A,B,D,E

(33 ve 34. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

33. Buna göre öğrencilerin yorumlarından hangisi doğrudur?

- A) Yoğun trafik direnci büyük iletkene benzetilebilir.
- B) Trafiğin rahat olması yakıt tüketimini azaltabilir.
- C) Elektrik, direnci büyük olan maddelerden kolay geçer.*
- D) Elektrik, direnci küçük olan maddelerden zor geçer.*
- E) Arabaların az olması direncin büyük olduğunu gösterir.
- F) Trafiğin yoğun olması direncin kuvvet olduğunu gösterir.
(Çıldır ve Şen, 2006) (Aykutlu ve Şen, 2012)
- G) Cisimlerin büyüklüğü ile direnci daima doğru orantılıdır.
(Apaydın vd., 2019)

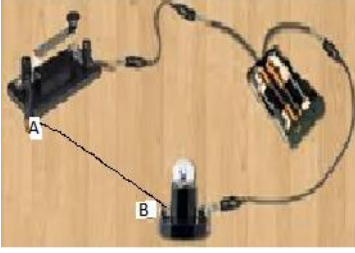
34. Trafiğin yoğun olduğu yerlerde araçla ilerlemenin zor olması ile ilgili aşağıdakilerden hangisi benzerlik göstermez?

- A) İletkenin kesit alanı az ise elektrik enerjisi zor geçer.*
- B) İletkenin boyu fazla ise elektrik enerjisi zor geçer.*
- C) Direnç az ise elektrik enerjisi kolay geçer.
- D) Yalıtkan maddelerde elektrik enerjisi zor geçer.*
- E) İletken maddelerin direnci yoktur. (Keser ve Başak, 2013)
- F) Direnç iletkenin akıma dayanma özelliğidir.

Toplam 9 soru

Genel toplam 34 soru

EK B. Öğrenim Durumları Testi



Merve öğretmen sınıfında öğrencilerine maddelerin elektriksel iletkenliği ile ilgili oyun oynatmak için gönüllü iki öğrenci istiyor. Ömer ve Zehra gönüllü olarak ampulün ışık verme oyununu oynuyorlar. Oyunun kuralları şu şekildedir:

I. Oyunda öğrenciler sırayla A-B uçları arasına ellerindeki malzemeleri yerleştiriyorlar.

II. Öğrenciler malzemeyi yerleştirip devreyi tamamladığında ampul ışık verirse (+3) puan alıyorlar.

III. Öğrenciler malzemeyi yerleştirip devreyi tamamladığında ampul ışık vermezse (-1) puan alıyorlar.

IV. Oyunun sonunda en çok puan alan öğrenci oyunu kazanıyor.

1. Her biri toplam 3 malzeme denediğine ve oyun sonunda Ömer 1 puan, Zehra 5 puan topladığına göre sırasıyla hangi malzemeleri kullanmışlardır?

Zehra

Ömer

- | | |
|--|---|
| A) Metal kaşık, Silgi, Metal kapı anahtarı | Alüminyum folyo, Plastik çubuk, Tahta kaşık |
| B) Rüzgâr, Kâğıt, Cam şişe | Plastik Sepet, Tahta, Telefon |
| C) Metal ataş, Çivi, Gümüş yüzük | Metal kapak, Defter, Cam çubuk |
| D) Tuzlu su, Şekerli su, Limonlu su | Sirkeli su, Zeytinyağı, Turşu suyu |
| E) Ceket, Keçe, Şekerli su | İp, Saf su, Plastik pipet |



Duru, iletken-yalıtkan maddelerle ilgili yaptığı araştırmada “koyun otlatan çobanın yağmurdan korunmak için ağacın altında beklerken yıldırım düşmesi sonucu yaralandığı” haberine rastlıyor. Yıldırımın, gök gürültüsü ve şimşekten oluşan, gökyüzü ile yeryüzü arasındaki elektrik boşalması olduğunu öğreniyor. Duru, açık havada elektrik direklerinde yer alan elektrik tellerinin altından geçmesine rağmen

bir problemle karşılaşmadığını düşününce buna çok şaşırıyor. Bu durumun sebebini öğretmenine sormaya karar veriyor. Ertesi gün Duru öğretmenine: “Öğretmenim hava yalıtkansa yıldırım nasıl düşüyor?” diye soruyor.

(2 ve 3. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

2. Buna göre öğretmenin yapacağı açıklamalardan hangisi doğrudur?

- A) Gazların atomları arası boşluk fazla olduğu için iletken olabilir.
- B) Kuru havanın atomları çok güçlü olduğu için yalıtkan olabilir.
- C) Yüksek elektrik enerjisi verildiğinde gazlar iletken olabilir.
- D) Gazların taneciklerinin enerjileri fazla olduğu için iletken olabilir.
- E) Yağmur ile nemli olan hava yalıtkan özellik kazanmış olabilir.

Ek B'nin devamı

- F) Elektrik yüklü maddelerin birbirine çarpıp ışık çıkarmasıyla maddeler iletken olabilir.
- G) Ağaç teknolojik olmadığı için daha fazla yıldırım çekebilir.

3. Yukarıdaki yıldırım örneğine benzer bir durum aşağıdakilerden hangisinde vardır?

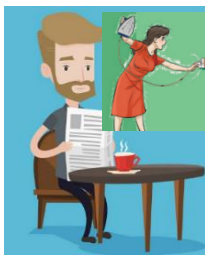
- A) Floresan lambaların gazlardan oluştuğu için çok elektrik tüketmesi
- B) Plastiğin başka maddelerin birleşiminden oluştuğu için yalıtkan olması
- C) Fırınlarda bulunan bakırın elektriği iletmesi ve yemekleri pişirmesi
- D) Yalıtkan kuru tahtanın Islak olunca iletkenlik özelliği kazanması
- E) Kâğıttan kâğıda elektrik geçmediği için iletken olması
- F) Açık alanların yıldırımdan korunmak için uygun olması



Rukiye bayram ziyareti için Adıyaman'da bulunan dedesini ziyarete giderken yolda Atatürk Barajı'nı görüyor. Babasına barajın kenarındaki devasa direklerin ne işe yaradığını soruyor.

4. Buna göre Rukiye'nin babasının barajdan akan su ve devasa direklerle ilgili olarak aşağıdaki bilgilerden hangisini vermesi uygundur?

- A) Barajda üretilen elektrik enerjisi, evlerimize devasa direklerde yer alan alüminyum kablo yardımıyla ulaşır.
- B) Barajda üretilen serin hava, evlerimize devasa direklerde yer alan demir kablo yardımıyla ulaşır.
- C) Barajda üretilen elektrik enerjisi, evlerimize devasa direklerde yer alan plastik kablo yardımıyla ulaşır.
- D) Barajda üretilen elektrik enerjisi, evlerimize devasa direklerde yer alan porselen kablo yardımıyla ulaşır.
- E) Barajda üretilen elektrik enerjisi, evlerimize devasa direklerde yer alan cam kablo yardımıyla ulaşır.

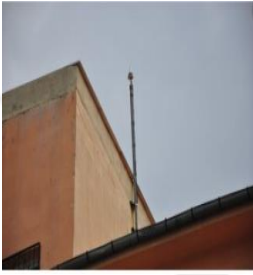


Gülsüm'ün babası evde gazete okurken elektrik çarpması ile ilgili bir haber Gülsüm'ün dikkatini çekmiştir. Gazetede '20 yaşlarında bir adamın elektrik enerjisine kapılan annesini kurtarmak isterken yaralandığı ve bu durumun genç adamın annesini çıplak elle kurtarmaya çalıştığı için meydana geldiği, elektrik çarpması durumunda elektrik bağlantısını kesmek için yalıtkan malzemeler kullanılması gerektiği' yazıyordu. Gülsüm, babasına bu durumun nedenini sormuştur.

Ek B'nin devamı

5. Gülsüm'ün babasının elektrik çarpmasıyla ilgili olarak verdiği bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) İnsan vücudu elektriği hapseder bu yüzden elektrik kazası meydana gelmiştir.
- B) Genç adam, annesini kurtarmak için yalıtkan malzeme kullanmamıştır.
- C) Elektrik kablolarının yalıtkan kısmı elektriği ileten maddelerden yapılır.
- D) İnsan vücudu yalıtandır bu nedenle sesi geçirmez.
- E) İnsan vücudu katı olduğu için atomları birbirini iterek elektriği hızla karşı tarafa iletir.
- F) Yalıtkan maddeler enerjiyi bir yerden bir yere iletmediği için enerji sabit durur.



Aslı, teneffüste okul bahçesinde oyun oynarken okul binasının çatısında şekildeki gibi uzun bir direk görmüş ve bunun ne olduğunu anlamamıştır. Bahçede nöbetçi olan Pınar öğretmenin yanına giderek,

Aslı: “Öğretmenim okulumuzun çatısındaki bu direği yüksek binalarda ve camilerin minarelerinde görüyorum. Bu direklerin ne için kullanıldığını merak ediyorum. Rica etsem söyleyebilir misiniz?”

Ayşe öğretmen “Bu direğe paratoner denir. Paratoner, yıldırım düşmesi sonucu oluşabilecek tehlikelerden insanları koruyan bir sistemdir. Binanın en üst katına yerleştirilir. Uç kısmında elektrik enerjisini kendine çeken sivri bir kısım bulunur. Elektrik enerjisi bu uçtan direnci düşük maddeler ile toprağa aktarılır.” diye açıklamıştır.

(6 ve 7. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

6. Ayşe öğretmenin açıklamalarından yola çıkarak aşağıdaki açıklamalardan hangisi söylenebilir?

- A) Paratonerler kâğıt gibi metallerden yapılmıştır.
- B) Paratonerler toprağa bağlanan kısmı plastiktir.
- C) Paratonerlerin uç kısmı kumandadan yapılmıştır.
- D) Paratonerlerin elektriksel iletkenlikleri vardır.
- E) Paratonerler strafor köpük gibi maddelerden yapılmıştır.

7. Aşağıdakilerden hangisi paratonerlerin iletken maddelerden yapılmasıyla benzerlik göstermektedir?

- A) Akıllı tahtanın yüzeyinin dokunmatik olması.
- B) Bilgisayarlarda plastik kablo kullanılması.
- C) Prizlerin iç kısmında alüminyum tel kullanılması.
- D) Akıllı telefonların çift camdan yapılması.
- E) Plastik eldiven ile fırından kek çıkarılması.
- F) Demir kaşıkların yalıtkan madde olarak kullanılması.
- G) Elektrik iletimi için tahta kullanılması.

Ek B'nin devamı



İtfaiyeciler Haftası etkinlikleri kapsamında Rukiye'nin sınıfına bilgi vermek için gelen itfaiye görevlileri, yandaki görselde elektrik enerjisinden faydalanırken yapılmaması gereken durumları göstermişlerdir.

8. Buna göre itfaiye görevlilerinin gösterdiği görselle ilgili olarak elektrikli aletlerin kullanılmasında oluşabilecek tehlikenin nedeni aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Yalıtkan maddeler uygun şartlarda iletken olabilirler.
- B) Yalıtkan maddelerin elektriksel direnci çok küçüktür.
- C) İletken maddelerin elektriksel direnci yoktur.
- D) İletken maddeler yalıtkan maddeler ile kullanırlar.
- E) Nemli ortamlarda elektrikli aletler bozulabilir



Osman'ın abisinin kır düğünü için aydınlatma görevi Osman'a verilmiştir. Heyecanla çok sayıda ampulün takılmasında Basri Usta'ya eşlik eden Osman, akşam anahtarı açınca ampullerin yeterince aydınlatmadığını fark edip üzülmüştür. Onu üzgün gören Basri Usta üzülmemesi gerektiğini, bu durumu çözebileceğini söyleyince Osman çok mutlu olmuştur.

(9 ve 10. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

9. Buna göre Basri ustanın ampullerin parlaklığını artırmak için aşağıdakilerden hangisini yapması uygun olur?

- A) Ampullerin bağlı olduğu iletken telin kesit alanını artırması
- B) Ampullerin bağlı olduğu iletken telin rengini değiştirmesi
- C) Ampullerin bağlı olduğu iletken telin uzunluğunu artırması
- D) Ampullerin bağlı olduğu iletken telin boyunu artırması
- E) Mevcut İletkenleri daha dirençli iletkenler ile değiştirmesi

10. Osman'ın bu durumla ilgili yaptığı yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Aydınlatmanın yeterli olmamasının nedeni direncin az olması olabilir.
- B) Daha iyi aydınlatma için sadece kullanılan ampul sayısı artırılabilir.
- C) Aydınlatmanın yeterli olması için ampuller daha yükseğe bağlanabilir.
- D) Daha kalın iletken tel kullanılması ampul parlaklığını artırabilir.
- E) Elektrik enerjisi daha kısa telde hızlı akabilir.
- F) İnce teller kalın tellere göre elektriğin geçmesine daha çok direnç gösterebilir.
- G) Ampuller elektrik enerjisini tükettiği için diğerlerine yetmeyebilir.
- H) Ampullerin parlaklığının elektriksel dirençle ilgisi yoktur.

Ek B'nin devamı



6.sınıf öğrencisi Hatice, çiftçilikle geçimini sağlayan ailesine yardım etmeyi çok sevmektedir. Bahçeyi sulayan babasına yardım eden Hatice, ince ve uzun hortumu kullandığında suyun daha zor geçtiğini, kalın ve kısa hortum kullandığında suyun daha rahat geçtiğini görmüştür. Bu durumu fen bilimleri dersinde gördüğü

elektriksel dirence benzetmiştir.

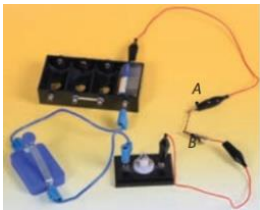
(11 ve 22. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

11. Buna göre aşağıda verilen örneklerden hangisinde suyun kalın borudan daha kolay geçmesine benzer bir durum bulunmaktadır?

- A) Kesit alanı büyük iletkende elektriksel direncin az olması
- B) Boyu uzun iletkende elektriksel direncin az olması
- C) Kesit alanı küçük iletkende elektriksel direncin az olması
- D) Boyu kısa bir iletkenin elektrik enerjisini zorlanarak itmesi
- E) Cinsi farklı iletkenlerin bir direncinin olmaması
- F) Direnç, iletken bir yoldan ziyade bir engel olması

12. İnce borudan daha az su geçmesini iletkenlerin elektriksel direnci ile ilişkilendiren Hatice'nin yapacağı yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Ampul parlaklığını azaltmak için kalın iletken kullanılmalıdır.
- B) Ampul parlaklığını artırmak için renkli iletken kullanılmalıdır.
- C) Ampul parlaklığını azaltmak için kısa iletken kullanılmalıdır.
- D) Ampul parlaklığını azaltmak için kesit alanı küçük iletken kullanılmalıdır.
- E) Ampul parlaklığını azaltmak için ampul pilden uzaklaştırılmalıdır.
- F) Ampul parlaklığı lamba sayısı ile doğru orantılıdır.



Kalınlık : 1 mm
Boy : 6 cm

Kalınlık : 1 mm
Boy : 3 cm

Kalınlık : 2 mm
Boy : 3 cm

Kalınlık : 6 mm
Boy : 3 cm

Hülya fen bilimleri dersinde tasarladığı elektrik devresindeki ampul parlaklığını değiştirmek istiyor. Bunun için A-B uçlarına

verilen I-II-III-IV numaralı

çivileri koyarak ampul parlaklığındaki değişimi test ediyor.

(13 ve 14. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

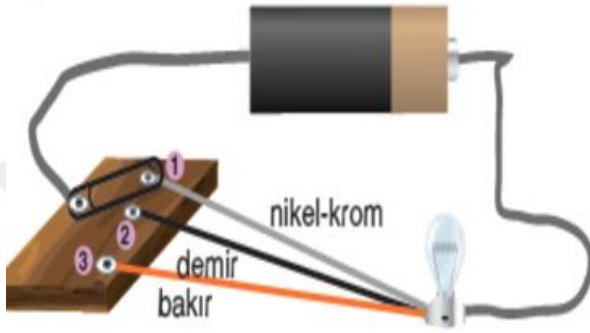
13. Hülya'nın yapacağı deneyle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) I numaralı çivinin ampul parlaklığı II numaralı çiviye göre daha fazla olur.
- B) II numaralı çivinin ampul parlaklığı III numaralı çiviye göre daha fazla olur.
- C) IV numaralı çivinin ampul parlaklığı III numaralı çiviye göre daha az olur.
- D) II numaralı çivinin ampul parlaklığı IV numaralı çiviye göre daha az olur.
- E) Kalınlığın artması çivinin elektriği kendine daha iyi çekmesini sağlayacağından ampul parlaklığı daha az olur.

Ek B'nin devamı

14. Hülya'nın deneyinden aşağıda sonuçlardan hangisi çıkarılabilir?

- A) İletkenin boyu arttıkça elektriksel direnç artar.
- B) İletkenin kalınlığı azaldıkça elektriksel direnç azalır.
- C) İletkenin boyu azaldıkça elektriksel direnç artar.
- D) İletkenin pili ışığını ampullere eşit dağıtır.
- E) İletkenlerde iki pil kullanılırsa direnç azalır
- F) Elektrik enerjisi olmadığı için direnç artar.

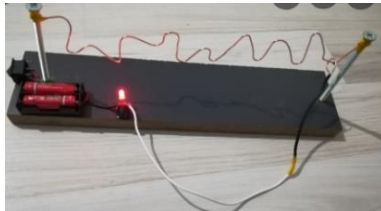


Gece lambasının odasını yeterince aydınlatmadığını düşünen Mehmet, buna bir çözüm bulmak istiyor. Tasarladığı elektrik devresinde dirençleri büyükten küçüğe doğru sıralanmış demir> nikel-krom> bakır iletkenlerini kullanıyor. Şekildeki 1-2-3 numara ile gösterilen yerlere iletkenleri

bağlayarak ampul parlaklığındaki değişimi gözlemliyor ve gece lambası için hangi iletkeni kullanacağına karar vermek istiyor.

15. Buna göre Mehmet'in gece lambasının daha parlak ışık vermesi için bulacağı çözümle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için direnci az olan iletkeni kullanmalı
- B) Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için direnci çok olan iletkeni kullanmalı
- C) Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için demir iletken teli kullanmalı
- D) Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için kablosunu plastikle kaplamalı
- E) Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için özdeş ampulle değiştirmeli
- F) Gece lambası daha parlak ışık vermesi için elektrik enerjisi azaltmalı
- G) Gece lambasının daha parlak ışık vermesi için onu duvara çivi ile asmalı



Elif öğretmen 6.sınıf öğrencilerine elektriksel direnç konusunu işlerken şekildeki gibi yüzük oyunu oynatıyor. Öğrenciler yüzüğü sağa sola hareket ettirdiklerinde iletkenin boyu değişmekte, bu da ampul parlaklığını etkilemektedir. Öğrenciler oyun oynarken Elif öğretmen ampul parlaklığının nasıl

değiştiğini sormaktadır.

16. Öğrencilerin verdiği cevaplardan hangisi doğrudur?

- A) İletkenin kesiti azaldıkça direnç azalmaktadır.
- B) İletkenin boyu azaldıkça direnç azalmaktadır.
- C) Ampul parlaklığı iletkenin cinsine bağlı değildir.
- D) Direnç ile ampul parlaklığı doğru orantılıdır.
- E) Elektrik enerjisi yoksa direnç de yoktur.

Ek B'nin devamı

- F) Ortamın karanlığı arttıkça ampul parlaklığı artar.
G) Yalıtkan telin direnci yoktur.



Cansu akşam ödevini yaparken odasındaki tasarruflu ampul aniden sönmüştür. Cansu bu durumu babasına haber vermiş ve babası da ampulü görseldeki ampul ile değiştirmiştir. Ancak Cansu, ışığın rengi ve daha sönük ışık vermesinden dolayı şaşırıp bu durumu babasına sormuştur.

Babası: “Akkor ampullerin filaman teli, direnci büyük metalden yapılır. Böylelikle telden geçen elektrik enerjisi zorlanarak, tel kızarır ve ışık verir. Bu ampuller çalışırken tükettikleri elektrik enerjisinin yaklaşık %90'ını ısı olarak harcarlar.” şeklinde açıklama yapıyor.

(17 ve 18. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

17. Buna göre Cansu'nun yaptığı yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) Direnç sayesinde elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşmesi sağlanmıştır.
B) Direnci artırmak için ampulün içindeki tel kısa yapılmıştır.
C) Direnci artırmak için daha kalın bir tel kullanılmıştır.
D) Direnç elektrik enerjisinin geçişini kolaylaştırmaktadır.
E) Direncin artması elektrik enerjisini de artırmaktadır
F) Ampullerin elektriksel direnci yoktur.
G) Odanın yeterli aydınlıkta olması için masa ampule yaklaştırılmalıdır.
H) Ampuller elektrik enerjisini harcadıkları için parlaklık değişmez.

18. Ampul parlaklığı artırılmak istenirse devrede kullanılan iletkenlerle ilgili aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

- A) Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin kesiti küçültülmelidir.
B) Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin boyu artırılmalıdır.
C) Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin boyu azaltılmalıdır.
D) Ampul parlaklığını artırmak için iletkenin direnci artırılmalıdır.
E) Ampul güç kaynağına yaklaşırsa parlaklığı artar.



Hasan öğretmen, “direnç” konusunu ilişkilendirmek için aşağıdaki görseller eşliğinde başına geleni anlatıyor. İstanbul'dan bayram ziyareti nedeniyle memleketi olan Erzurum'a gitmek için yola çıktığını, İstanbul'da trafik

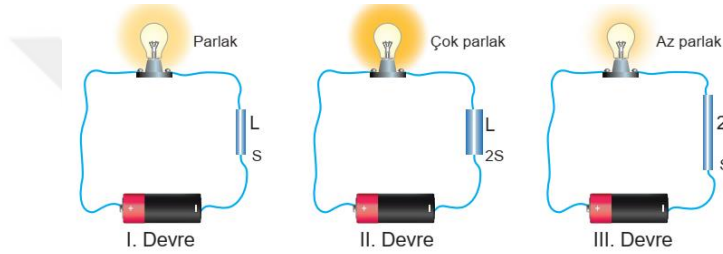
yoğunluğundan araçla ilerlemelerinin oldukça güç olduğunu ve bu yüzden saatlerce trafikte kaldıklarını, Erzurum'da ise trafiğin rahat olduğunu ve araçla kolayca

Ek B'nin devamı

ilerlediklerini söylüyor. Öğrencilerinden bu durumu elektriksel direnç ile ilişkilendirmelerini istiyor.

19. Buna göre öğrencilerin yorumlarından hangisi doğrudur?

- A) Yoğun trafik direnci büyük iletkenle benzetilebilir.
- B) Trafikğin rahat olması yakıt tüketimini artırabilir.
- C) Elektrik, direnci büyük olan maddelerden kolay geçebilir.
- D) Elektrik, direnci küçük olan maddelerden zor geçebilir.
- E) Arabaların az olması direncin büyük olduğunu gösterebilir.
- F) Elektrik enerjisinin zor geçmesi direncin kuvvet olduğunu gösterebilir.
- G) Cisimlerin büyüklüğü ve direnci doğru orantılı olabilir.



Yaz tatilinde aile ekonomisine katkı da bulunmak isteyen Murat, elektrikçi olan babasına yardım etmek istiyor. Babası yokken gelen bir müşteri ondan aydınlatma cihazının

parlaklığını artırmasını istiyor. Hangi boydaki ve kalınlıktaki kabloyu kullanacağını şaşırarak Murat buna çözüm bulmak için aynı cins iletkenler kullanarak özdeş ampul ve pillerle üç farklı devre kurarak bir deney tasarlıyor. Murat: **“iletkenin boyu arttıkça elektriksel direnç de artar ve bu da ampul parlaklığını etkiler.”** hipotezini kurup test etmek istiyor. (L: iletkenin boy uzunluğunu, S: iletkenin kesit alanını temsil etmektedir.)

(20 ve 21. soruları verilen bilgilere göre cevaplayınız.)

20. Murat'ın deneyiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Hipotezi test etmek için I ve III. devreleri kullanmalıdır.
- B) Deneyde bağımlı değişken dirençtir.
- C) Deneyde bağımlı değişken iletkenin boyudur.
- D) Hipotezi test etmek için II ve III. devreleri kullanmalıdır.
- E) Pile yakın olan lamba daha parlak olur
- F) III. devreye ikinci bir kablo eklenirse parlaklık artar.
- G) Deneyde çok parlak olan lamba gözümüzü alır.

21. Deneyle ilgili olarak aşağıdaki yorumlardan hangisi çıkarılabilir?

- A) Direnç arttıkça ampul parlaklığı artabilir.
- B) İletken telin boyu azaldıkça ampul parlaklığı artabilir.
- C) Direnç ile telin cinsi arasındaki ilişkiyi test etmek için II ve III. devreler seçilebilir.
- D) Direnç ile telin boyu arasındaki ilişkiyi test etmek için I ve II. devreler seçilebilir.
- E) Deneyin sonucu ‘iletkenin boyu arttıkça elektrik enerjisi ters döner gider’ olabilir.

AMİNE'NİN BİR TAKIM ELEKTRİKSEL MACERALARI



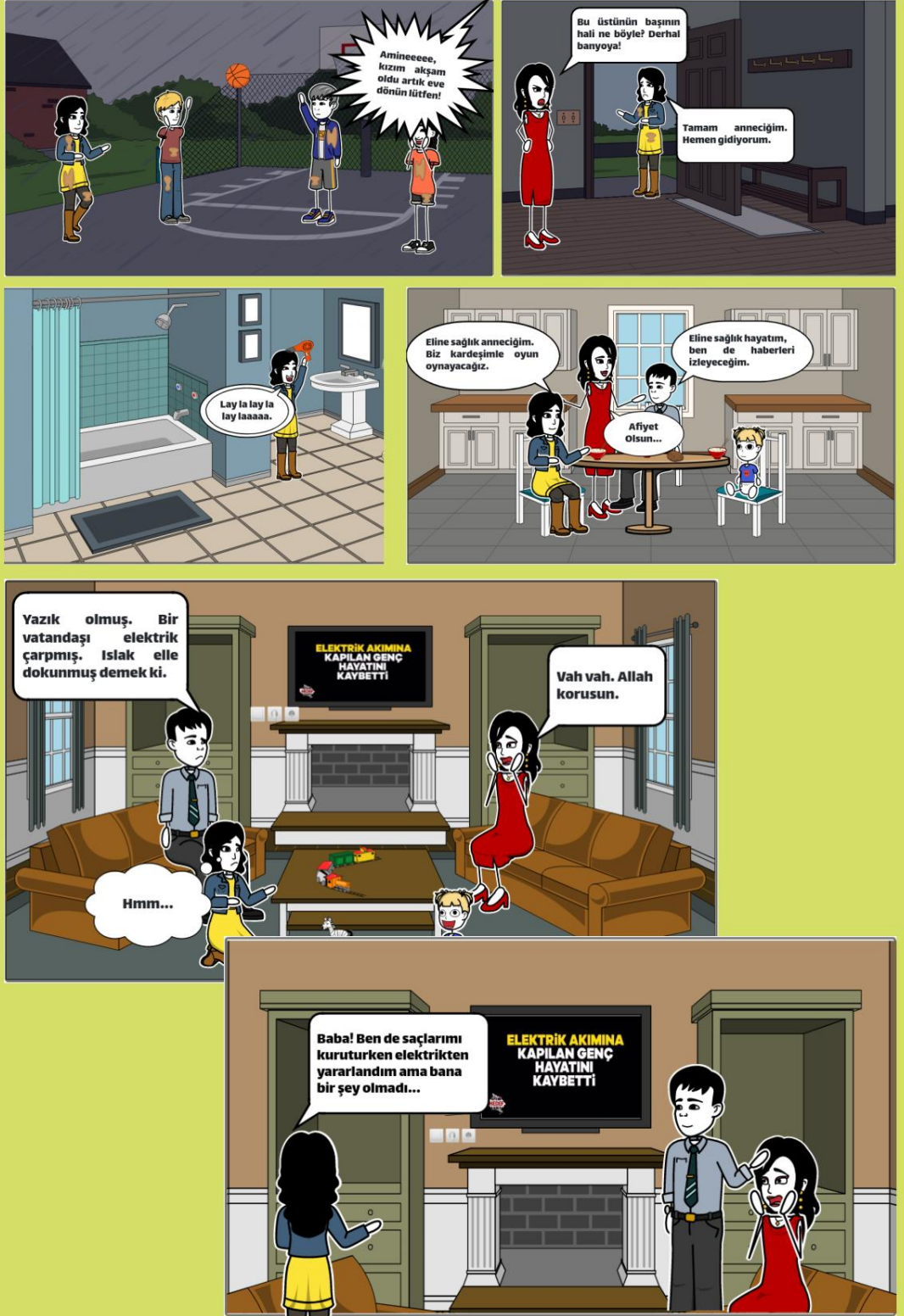
6. SINIF "ELEKTRİĞİN İLETİMİ ÜNİTESİ" ÇİZGİ ROMAN KİTABI

YAZAN:İlyas ACET

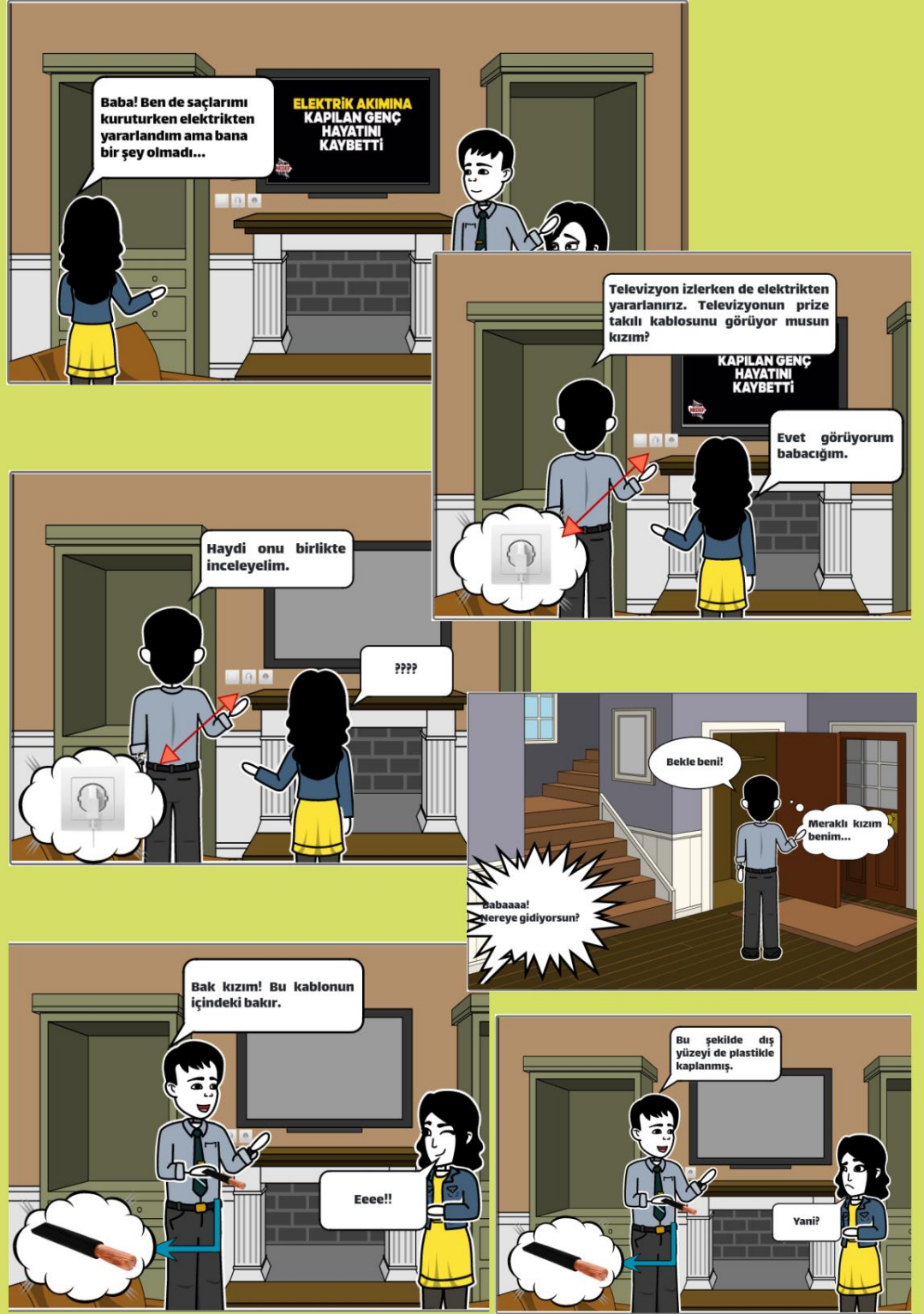
Ek C'nin devamı



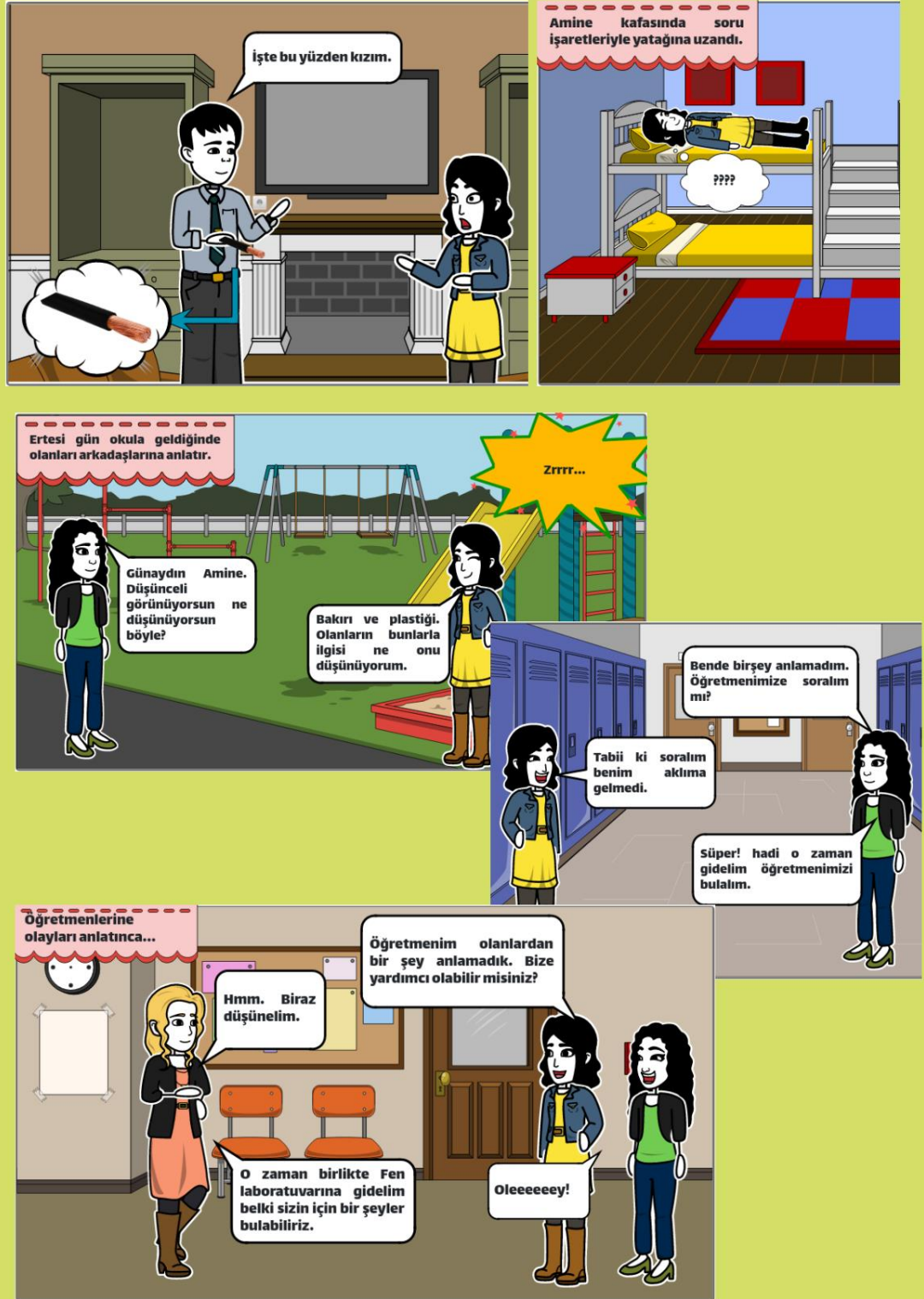
Ek C'nin devamı



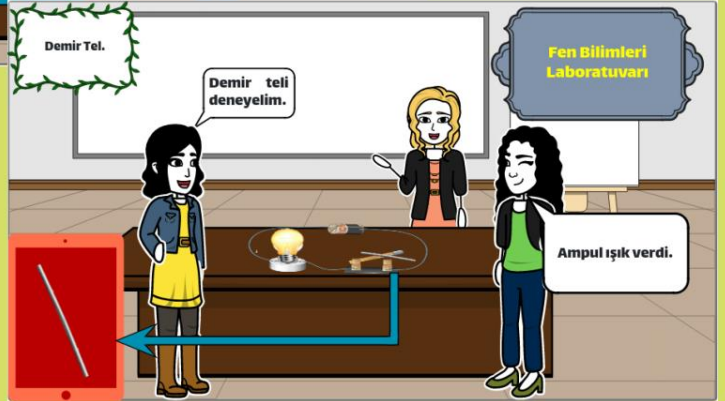
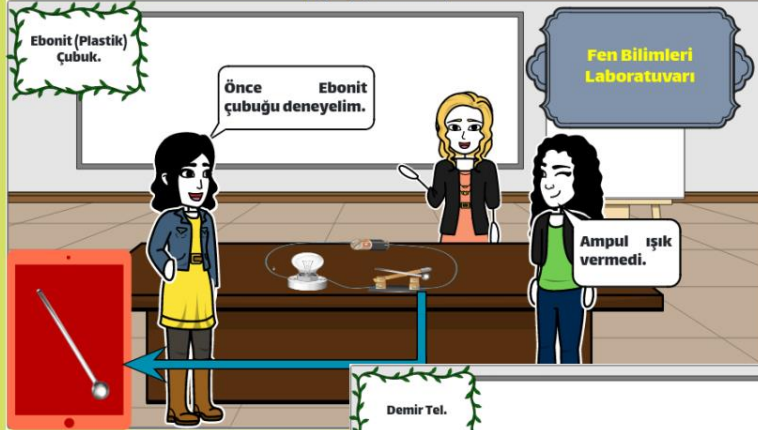
Ek C'nin devamı



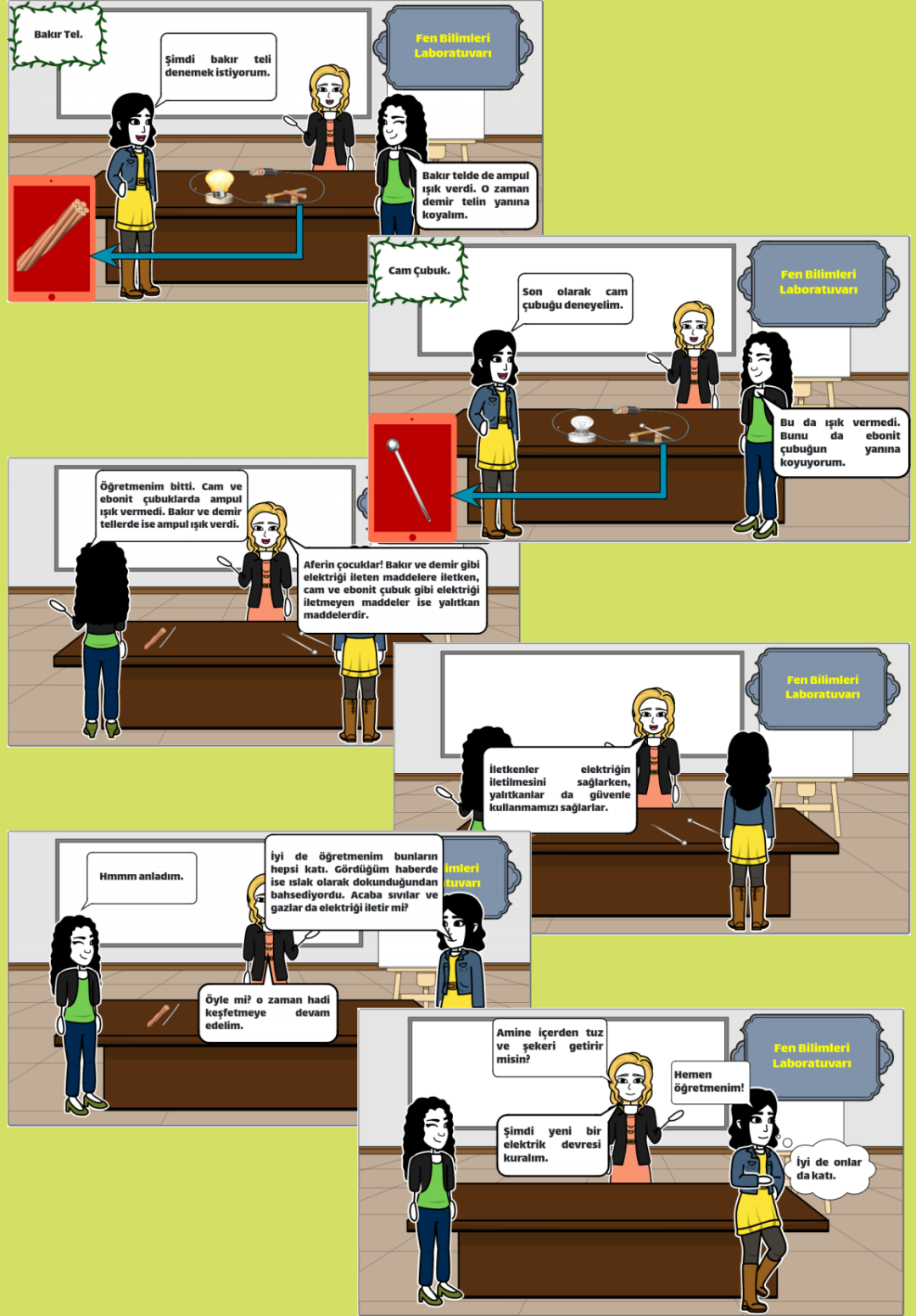
Ek C'nin devamı



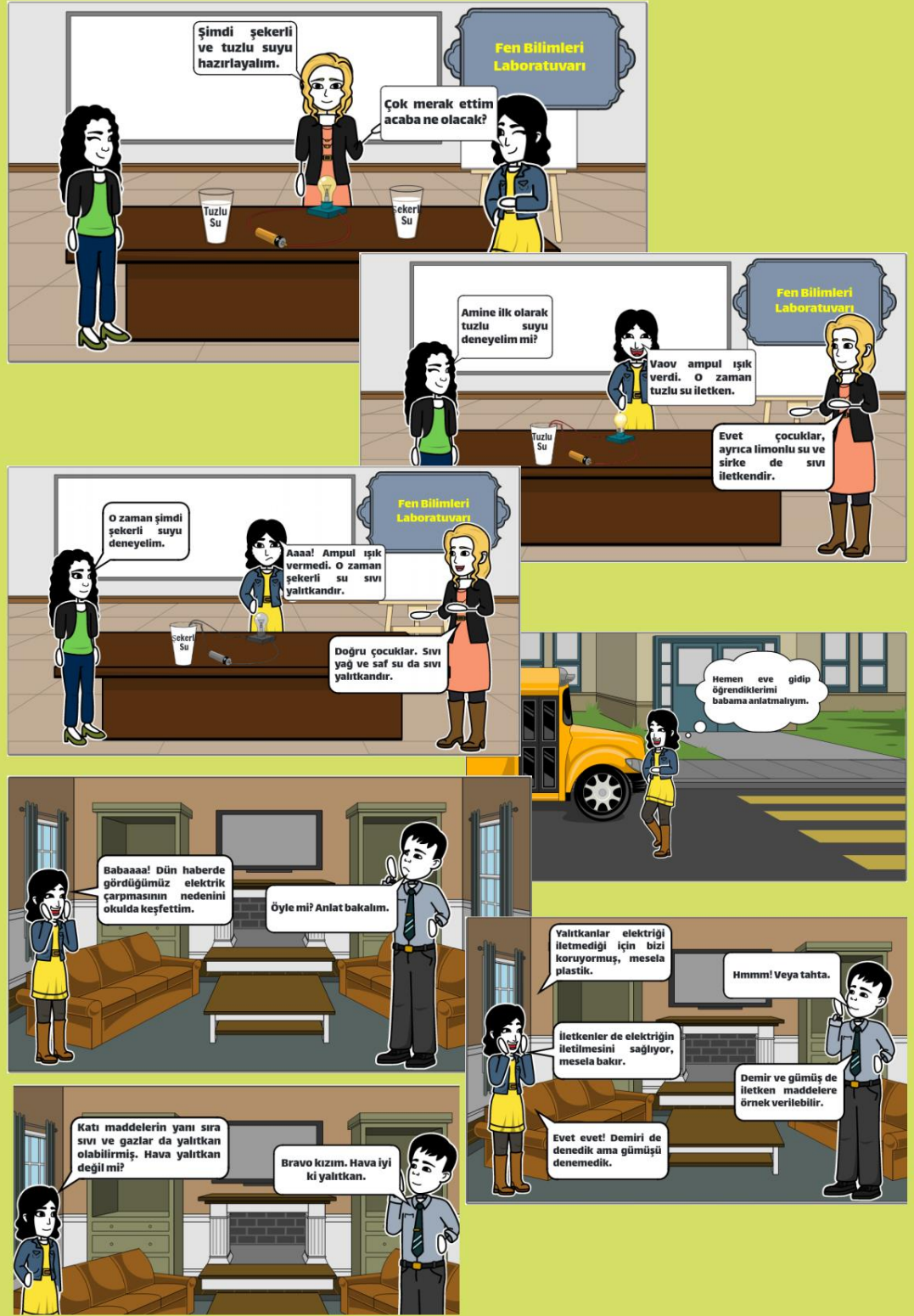
Ek C'nin devamı



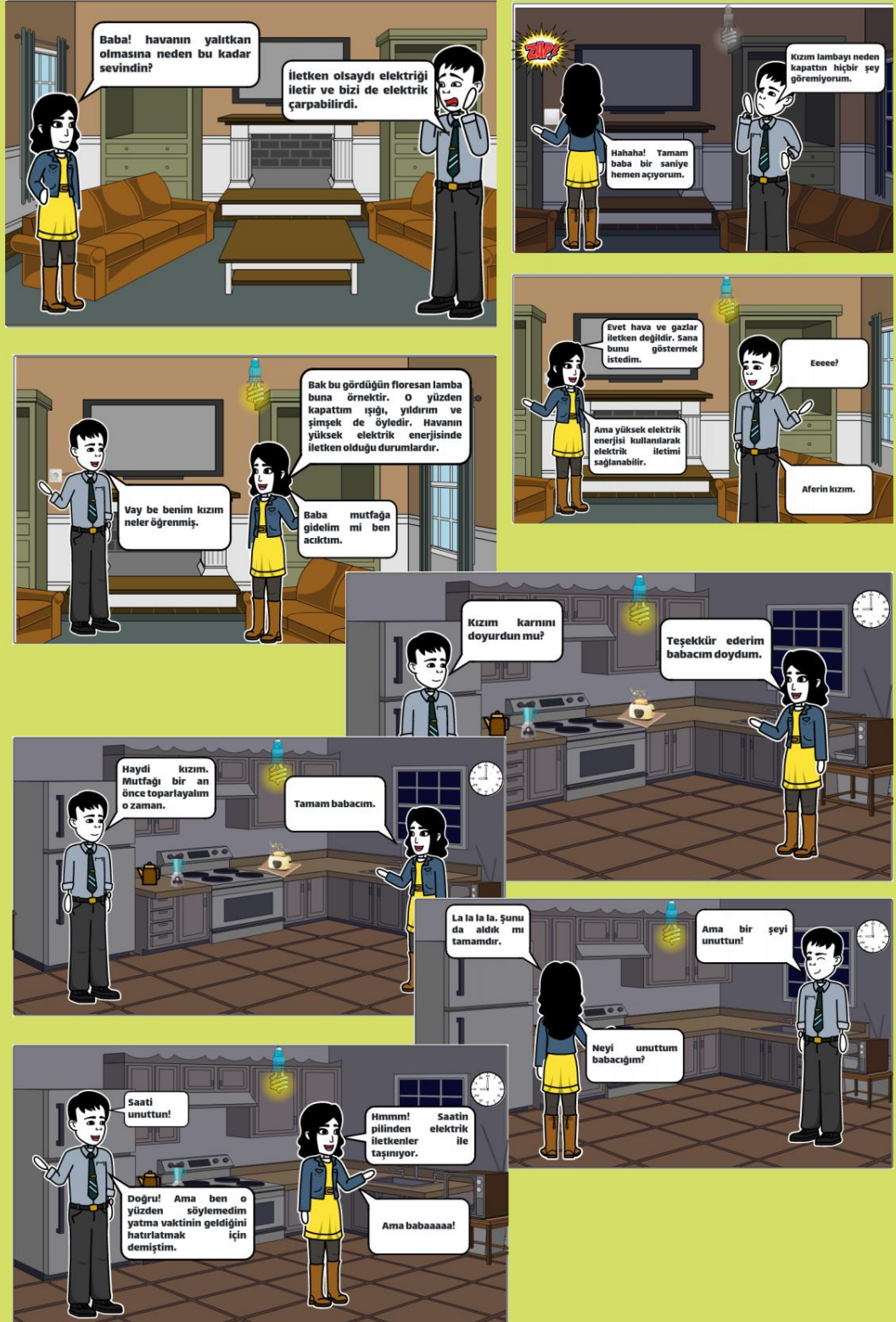
Ek C'nin devamı



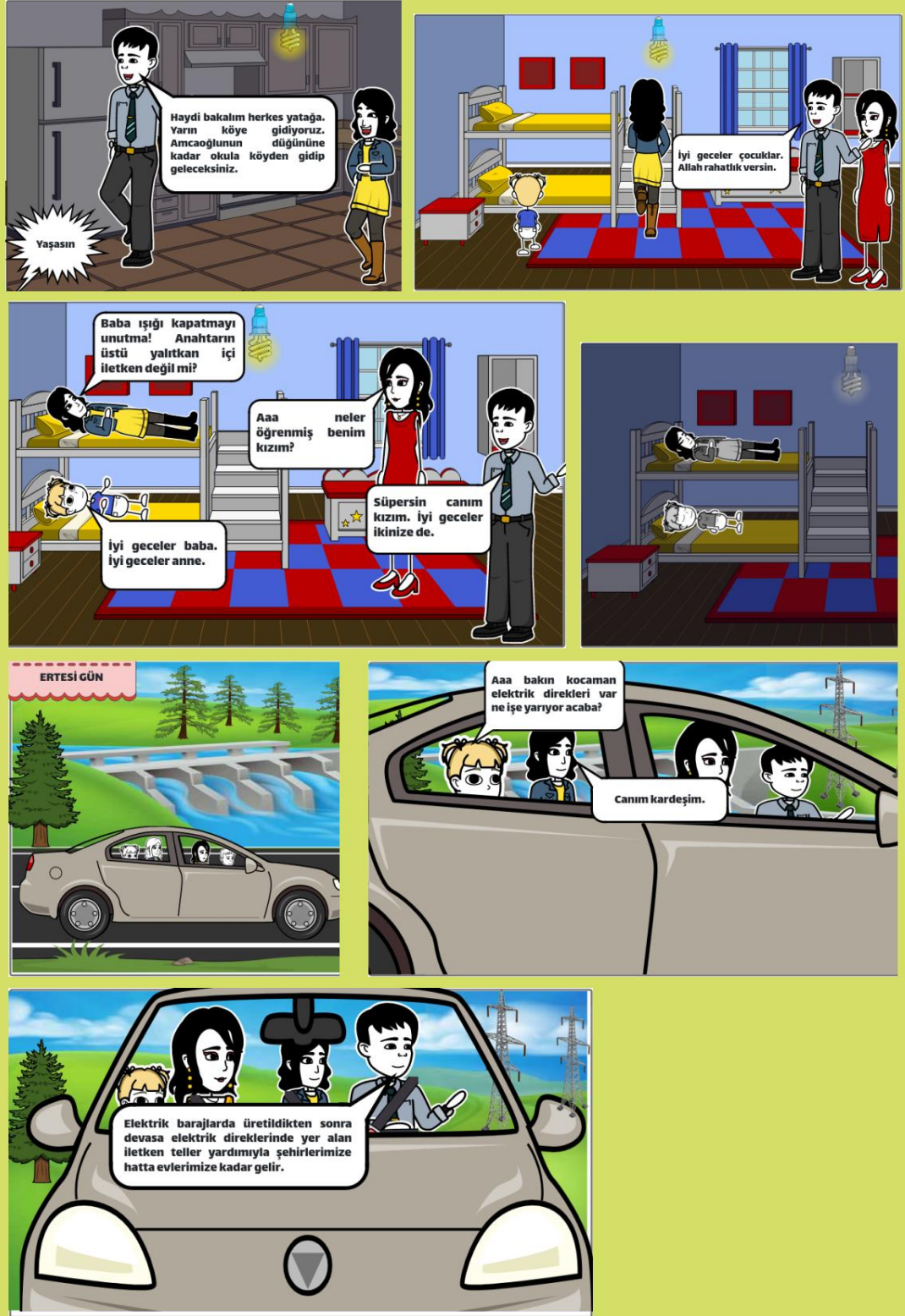
Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Panel 1: A man in a suit asks, "Hangi aletler var baba?" (Which tools are there, dad?). A woman in a yellow dress replies, "Tamam baba bir bakalım ne yapabiliriz?" (Okay, dad, let's see what we can do). A young boy in a red shirt and a girl in a blue dress are sitting on the floor. A fireplace with a fire is in the background.

Panel 2: The man in the suit says, "Sadece kontrol kalemi ve pense bulabildim evlat." (I only found the control pen and pliers, son). A red box shows a control pen and pliers. The woman in the yellow dress says, "Şimdi içini açıp bi bakalım." (Now let's open it and see). The man in the suit is kneeling and using the control pen on a small blue device.

Panel 3: The woman in the yellow dress says, "Dede. Bu ne işe yarıyor?" (Grandpa. What is this for?). The man in the suit replies, "Kızım onun adı kontrol kalemi. Bir yerde elektrik olup olmadığını güvenli bir şekilde kontrol etmemize yarıyor." (My daughter, its name is control pen. It helps us safely check if there is electricity somewhere). A red box shows the control pen.

Panel 4: The woman in the yellow dress says, "Çok iyi dışındaki plastik yalıtkan bizi koruyor. İçindeki metal iletken elektrigi geçiriyor." (Very good, the plastic insulation outside protects us. The metal conductor inside passes the electricity). The man in the suit is kneeling and using the control pen on the small blue device. A red box shows the control pen.

Panel 5: The man in the suit says, "Aferin evlat! Benim tatlı torunum neler de biliyormuş." (Well done, son! My sweet grandson knows so much). The woman in the yellow dress is kneeling and looking at the small blue device. A red box shows the control pen.

Panel 6: The man in the suit says, "İçindeki teller kopmuş. Baba sizde fazla kablo var mı?" (The wires inside are broken. Do you have extra cables, dad?). The woman in the yellow dress replies, "O zaman kopuk kısmı nasıl birleştirebiliriz acaba?" (Then how can we join the broken part?). A red box shows a broken wire.

Panel 7: The man in the suit says, "Maalesef evlat. alacaktım unuttum." (Unfortunately, son. I was going to bring it, but I forgot). The woman in the yellow dress is kneeling and looking at the small blue device. A red box shows the broken wire.

Panel 8: The man in the suit says, "Ne yapabiliriz acaba?" (What can we do?). The woman in the yellow dress replies, "Buldum galiba!" (I think I found it!). The man in the suit is kneeling and looking at the small blue device. A red box shows the broken wire.

Panel 9: The man in the suit says, "Amine senin aklında bir şey var galiba? Söyle bakalım." (Amine, you must have something in your mind? Tell me). The woman in the yellow dress is kneeling and looking at the small blue device. A red box shows the broken wire.

Panel 10: The man in the suit is kneeling and looking at the small blue device. The woman in the yellow dress is kneeling and looking at the small blue device. The young boy in the red shirt and the girl in the blue dress are sitting on the floor. A fireplace with a fire is in the background.

Panel 1:

Anlat bakalım.

Tamam kızım. O zaman bir oyuna ne dersiniz?

Baba aklımda bir kaç katı cisim var ama hangisinin iletken hangisinin yalıtkan olduğunu deneyerek bulabiliriz. Böylece iletken olanları kullanıp tamir edebiliriz.

Yaşasın oyuuuuuun!

Panel 2:

Söyle bakalım aklına gelen maddeleri.

O zaman haydi deneyelim.

Tahta mandal, metal kaşık, plastik kalem, metal toka.

Panel 3:

Önce metal kaşığı koyalım bakalım.

Hmmm! Çalıştı.

La la la la

Metal Kaşık

Oleyyy. Bebeğim şarkı söylüyor.

Panel 4:

Hmmm.

Çalışmadı.

Tahta Mandal

Panel 5:

O zaman tahta mandal yalıtkan.

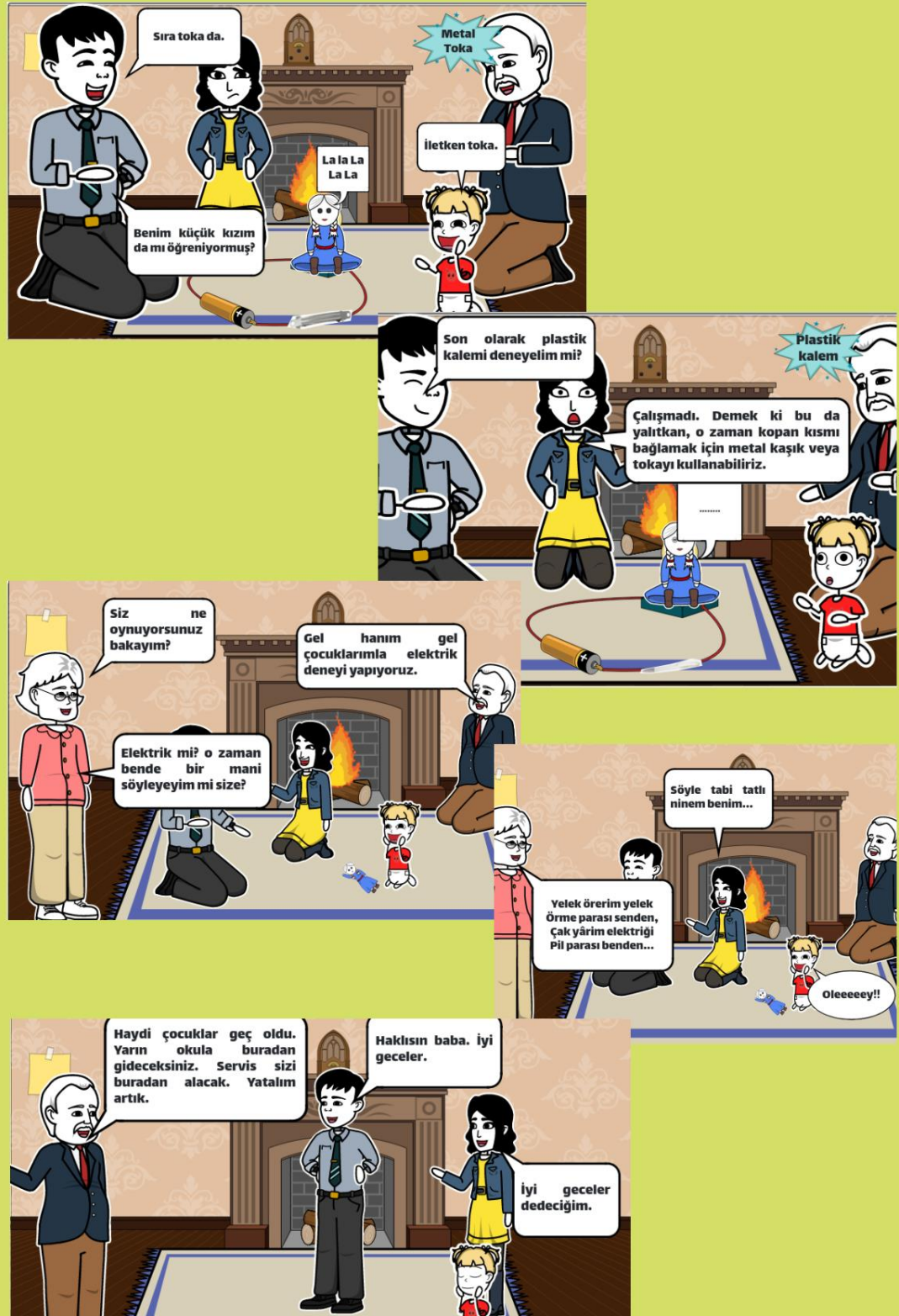
Aferin.

Bravo!

Tahta Mandal

Aa söylemedi.

Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Sabah sabah ne çok elektrikli alet kullandık.

Hahaha! Doğru.

Annem ütüyü. Babam su ısıtıcısı, tost makinesini, bende banyodaki ışığı açmak için anahtarı kullandım.

Bu aletlerin hepsinde iletkenler ve yalıtkanlar birlikte kullanılıyor.

iletkenler elektriği iletirken yalıtkanlar bizi koruyor.

Hmmm! Aferin.

Çocuklar servisiniz geldi. kahvaltınız bittiyse hadi çıkalım.

Tamam anneciğim.

Tamam anne.

Ek C'nin devamı



FEN BİLİMLERİ



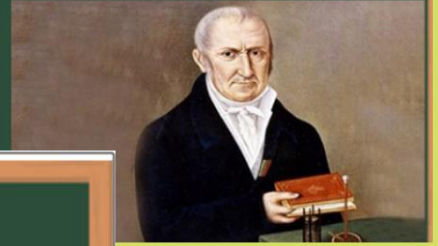
Arkadaşlar biliyor musunuz?
1752'de Benjamin Franklin
yıldırımın bir elektrik
olduğunu göstermiştir.



FEN BİLİMLERİ



Alessandro Volta ise "volta
pili" olarak bilinen ilk pili
icat etmiştir.



FEN BİLİMLERİ

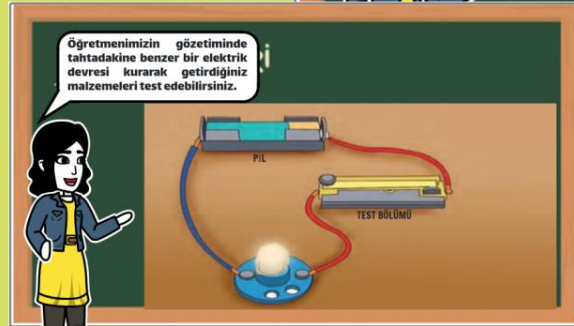
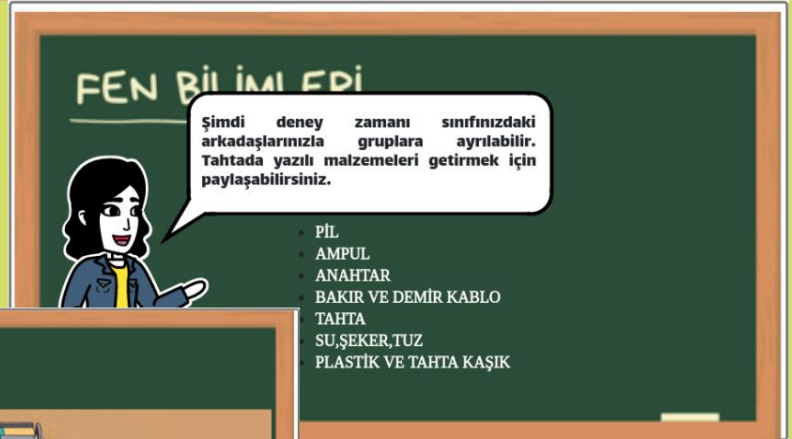
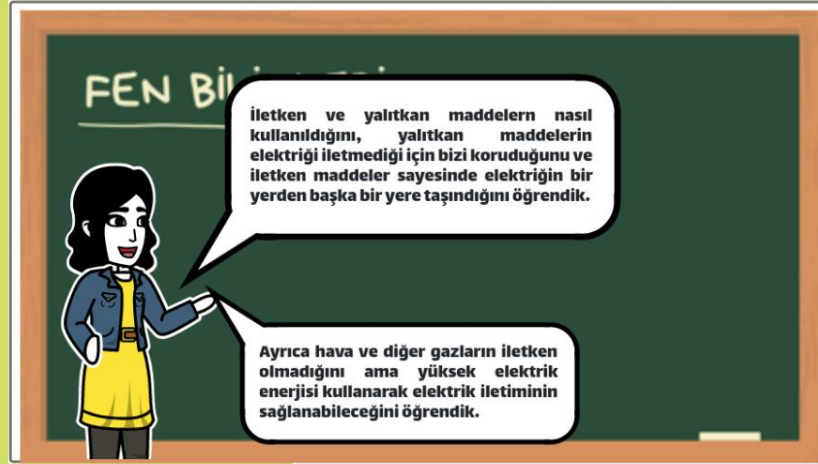


Gelelim şimdi birinci bölümün
sonunda neler öğrendik. Hep
beraber inceleyelim.

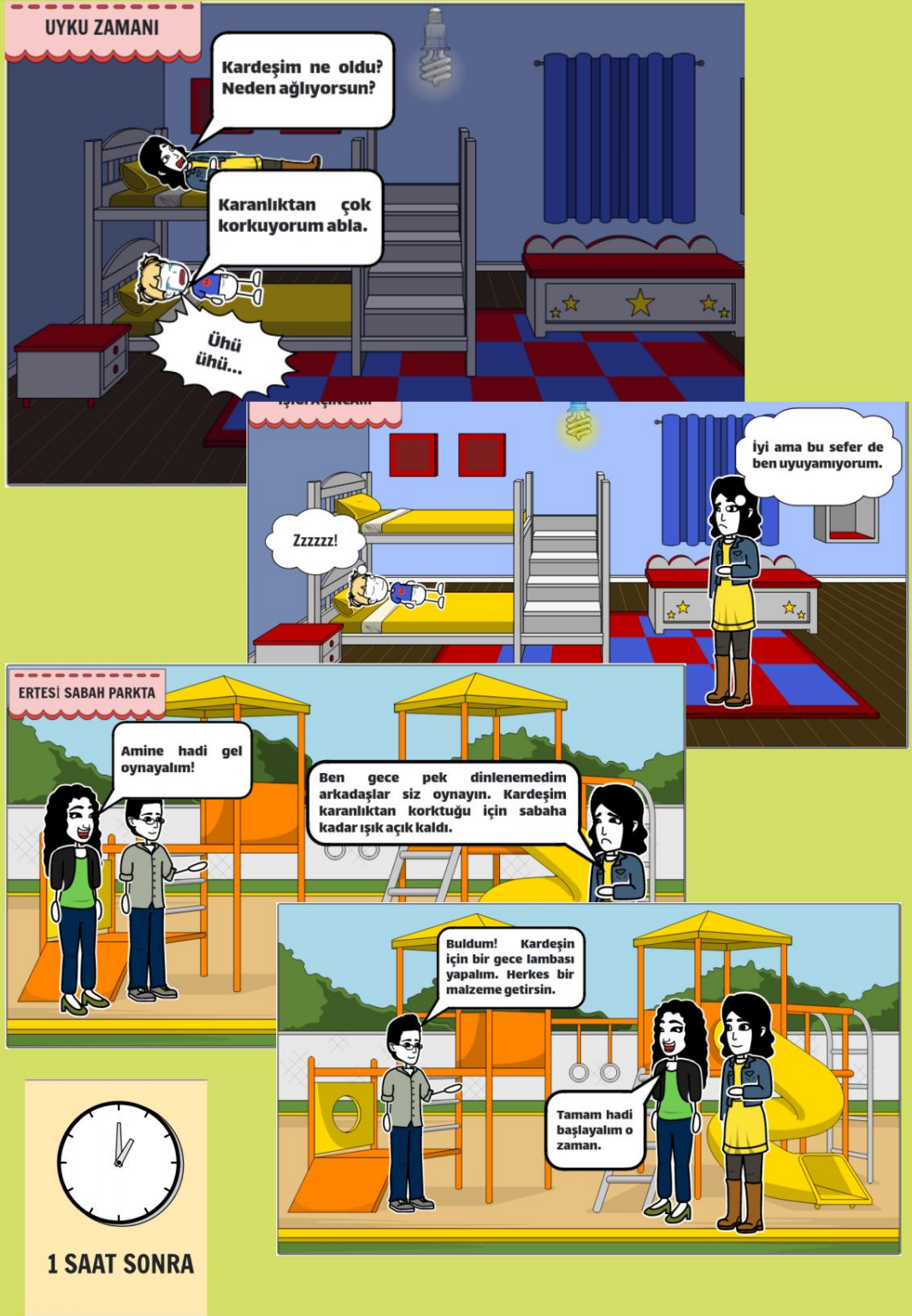
İletken ve yalıtkan maddeleri
öğrendik bunları tahtaya şöyle
yazabiliriz.

FEN BİLİMLERİ

İletken maddeler	Yalıtkan maddeler
Demir	Porselen
Bakır	Tahta
Gümüş	Kâğıt
Altın	Ebonit
Alüminyum	Kauçuk
Tuzlu su	Cam
	Teflon
	Mika



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Acaba neden yeterince ışık vermedi?

Bence kurduğumuz elektrik devresini bir gözden geçirelim.

Bence kullandığımız Alüminyum tel çok uzun ne gerek var yarısını kullanalım.

Haydi yapalım.

Oldu bu iş. Amine sabah olunca hemen olanları anlat bize.

ERTESİ GÜN

Amine'nin yüzüne bakılırsa problem devam ediyor.

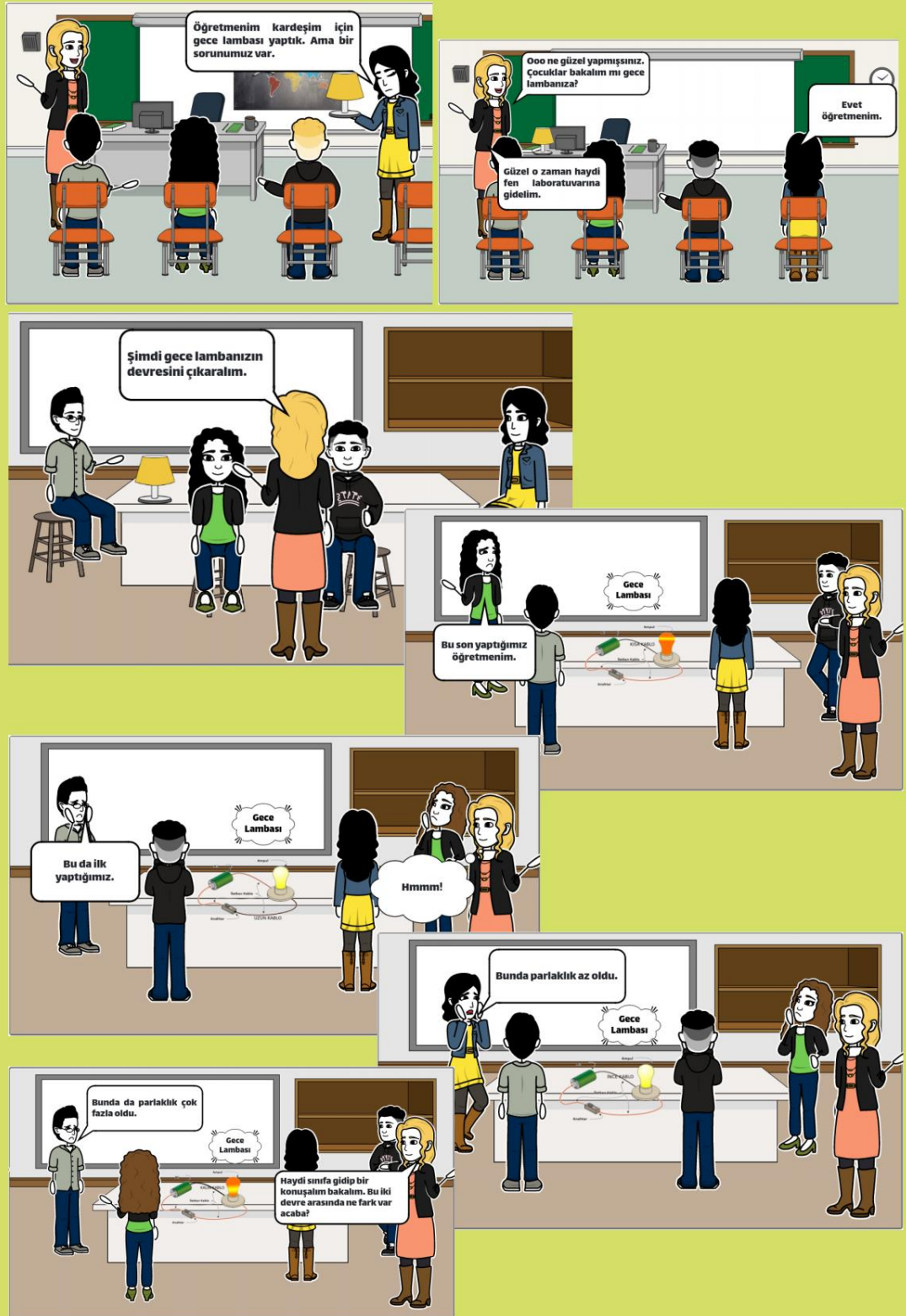
Aynen öyle arkadaşlar. Bu sefer de çok parlak oldu.

Buldum! Bence öğretmenimizden yardım isteyelim.

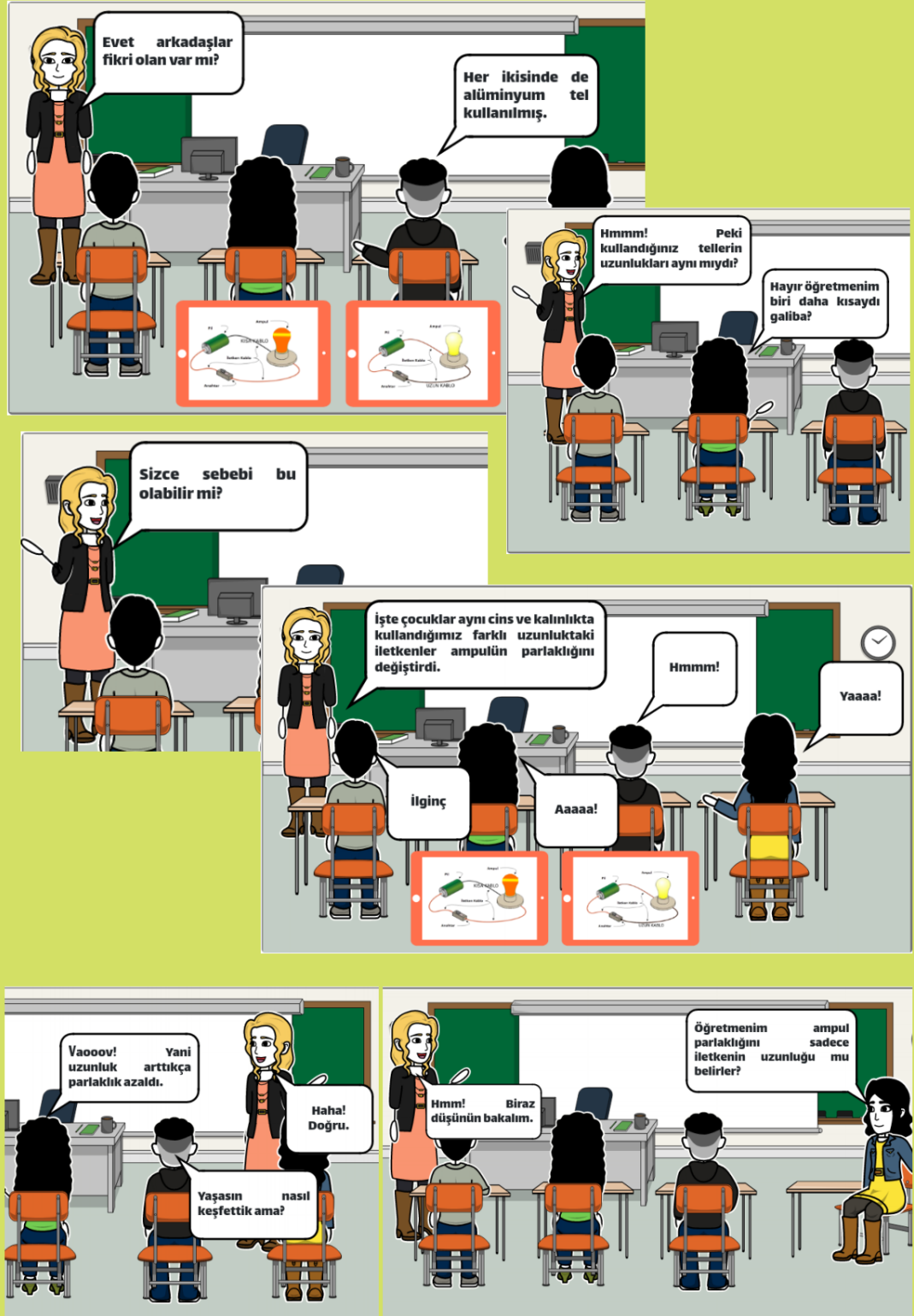
Yaşasın güzel fikir.

Haydi o zaman bir an önce gidelim.

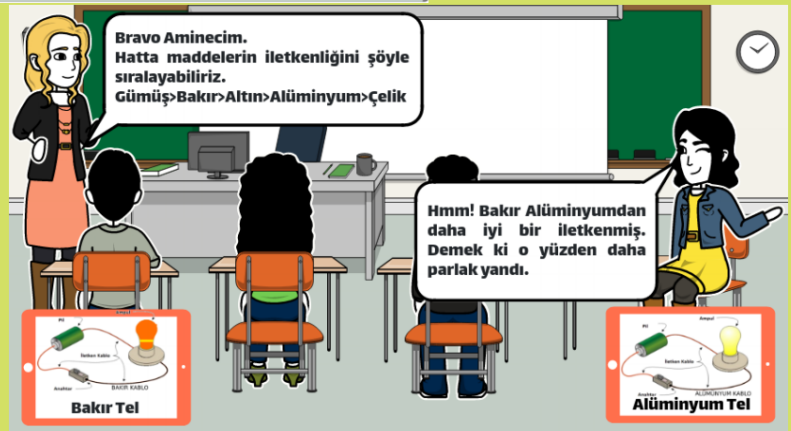
Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ahh! Amma yorulduk yahu.

Eeee bey ben sana demedim mi? Yaşlandı artık biz, bizim neyimize oynamak.

Amine ampullerin parlaklığının nasıl arttırılacağını bulabilirdin mi?

Evet baba annemle konuşurken ampul parlaklığı yarım kalmıştı.

Haydi siz konuşun biz de yatalım artık çok yorulduk.

Baba burada elektrik devresi var mıdır?

Hmmm! Bi düşünelim bakalım. Benim okul yıllarında kullandığım bir tane vardı galiba.

Onunla daha rahat çözüm bulurum.

Evet güzel fikir malzeme dolabında olması lazım devreyi getirir misin?

Yaşasın! Hemen getiriyorum.

Uyumadıysa annenle kardeşini de çağır. Bende depodan biraz kablo bulayım.

Ek C'nin devamı



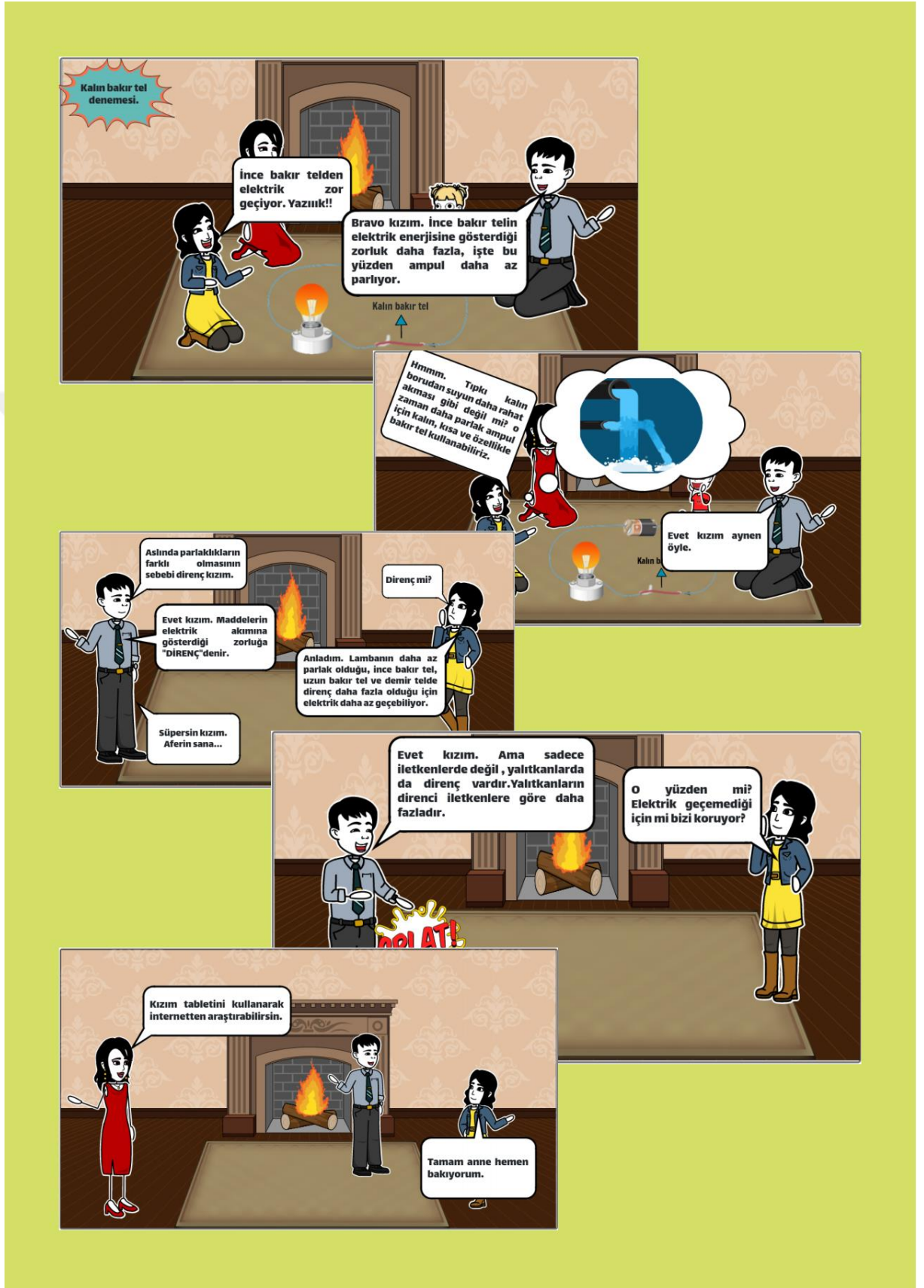
Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



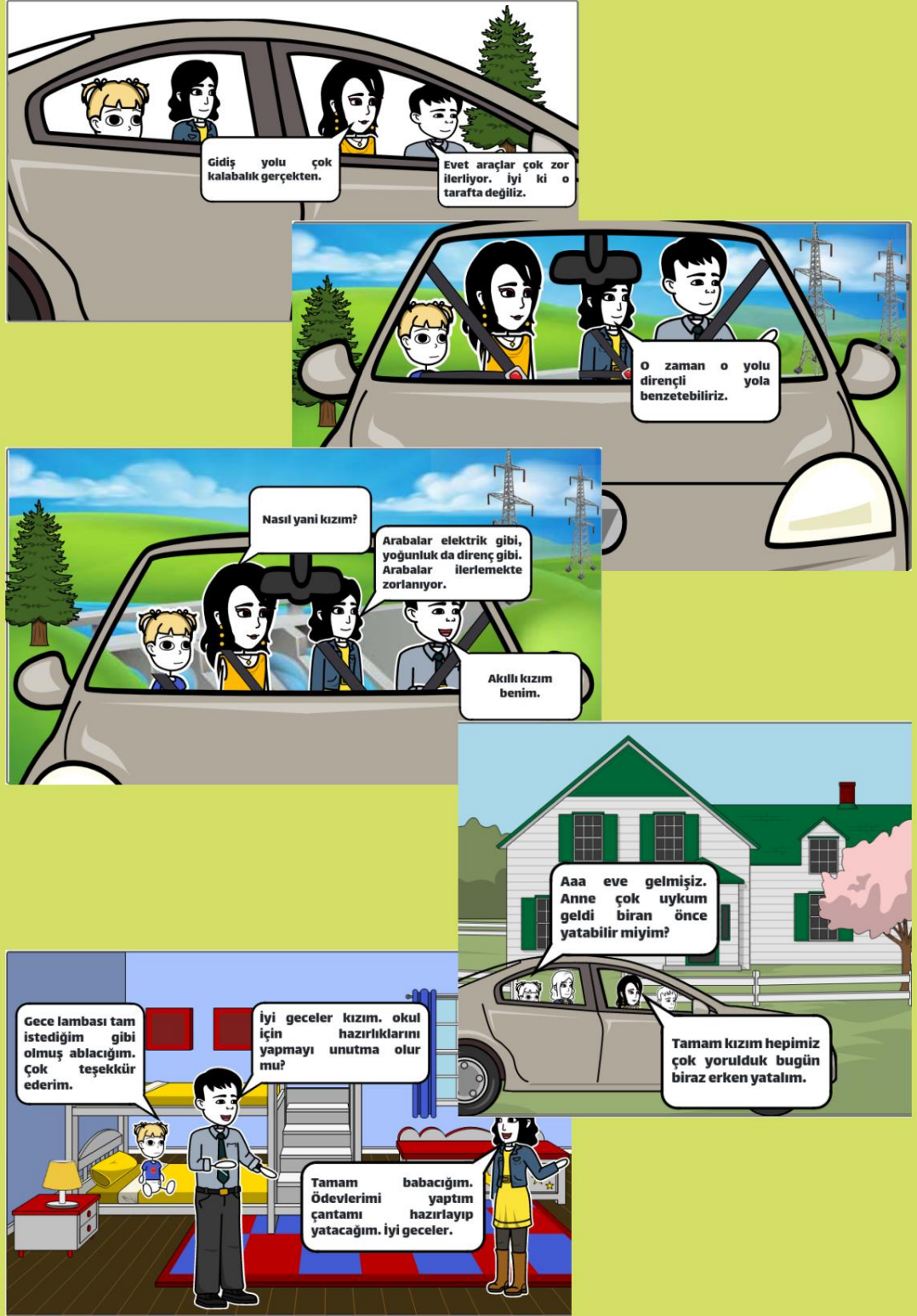
Ek C'nin devamı



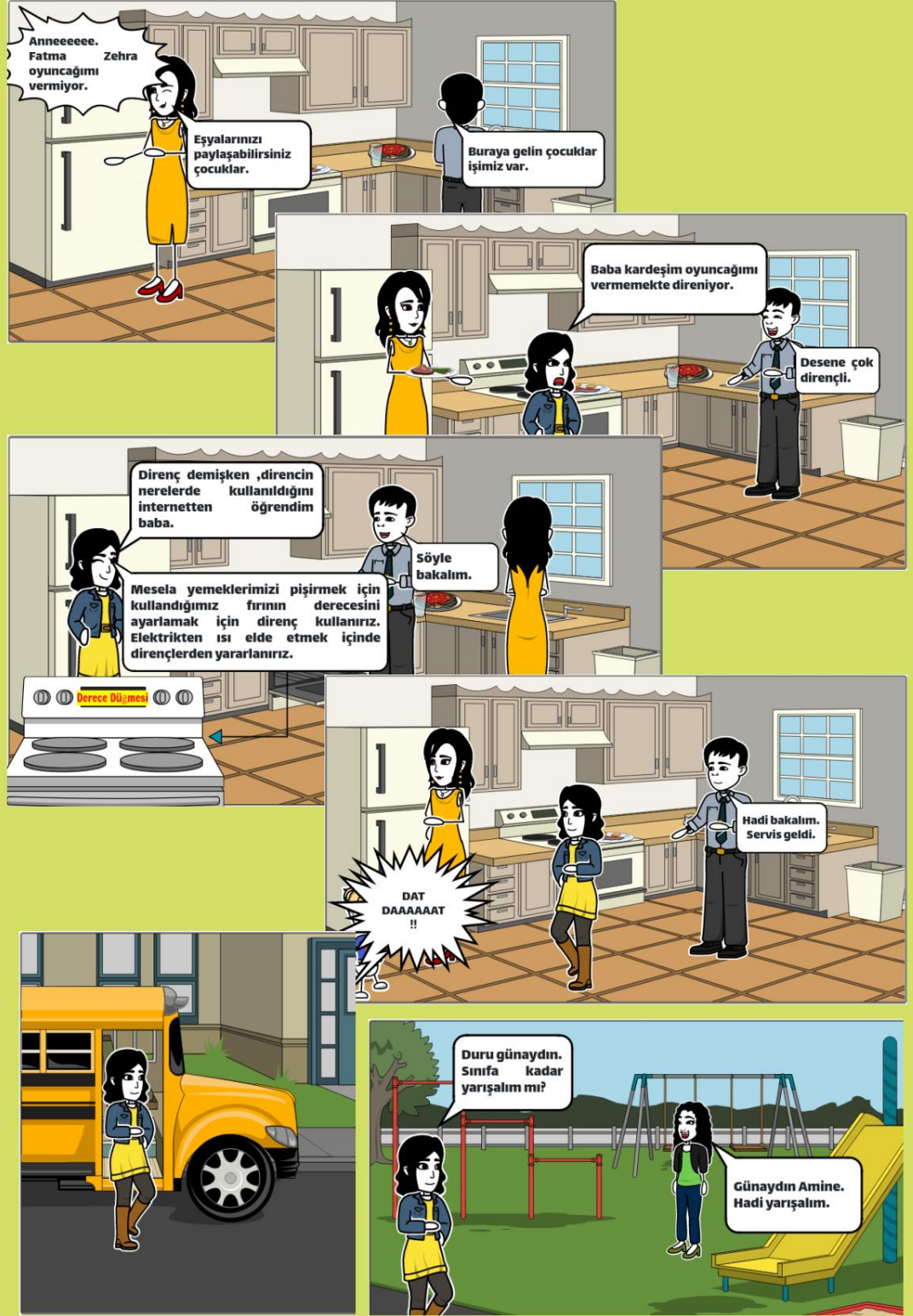
Ek C'nin devamı



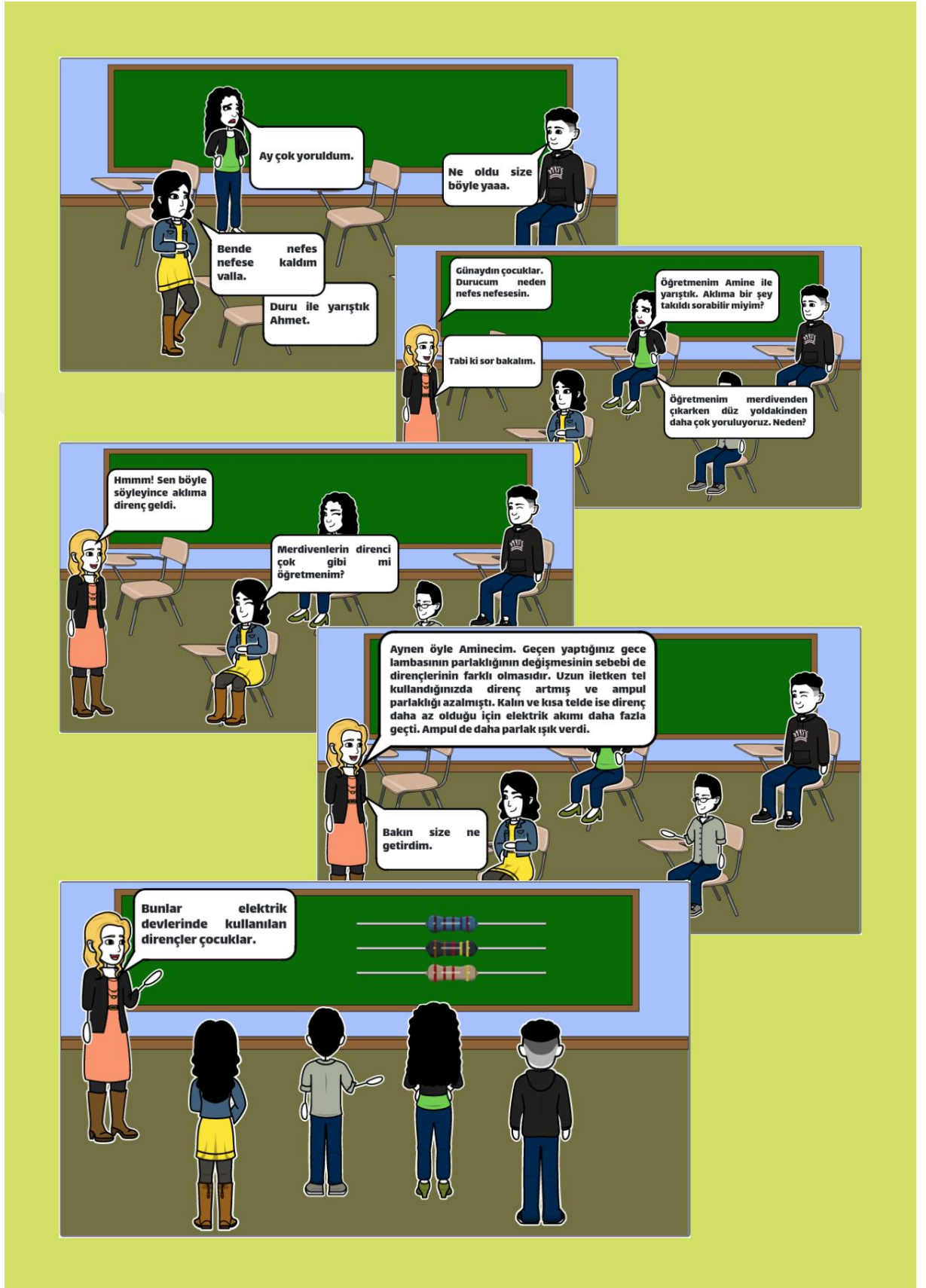
Ek C'nin devamı



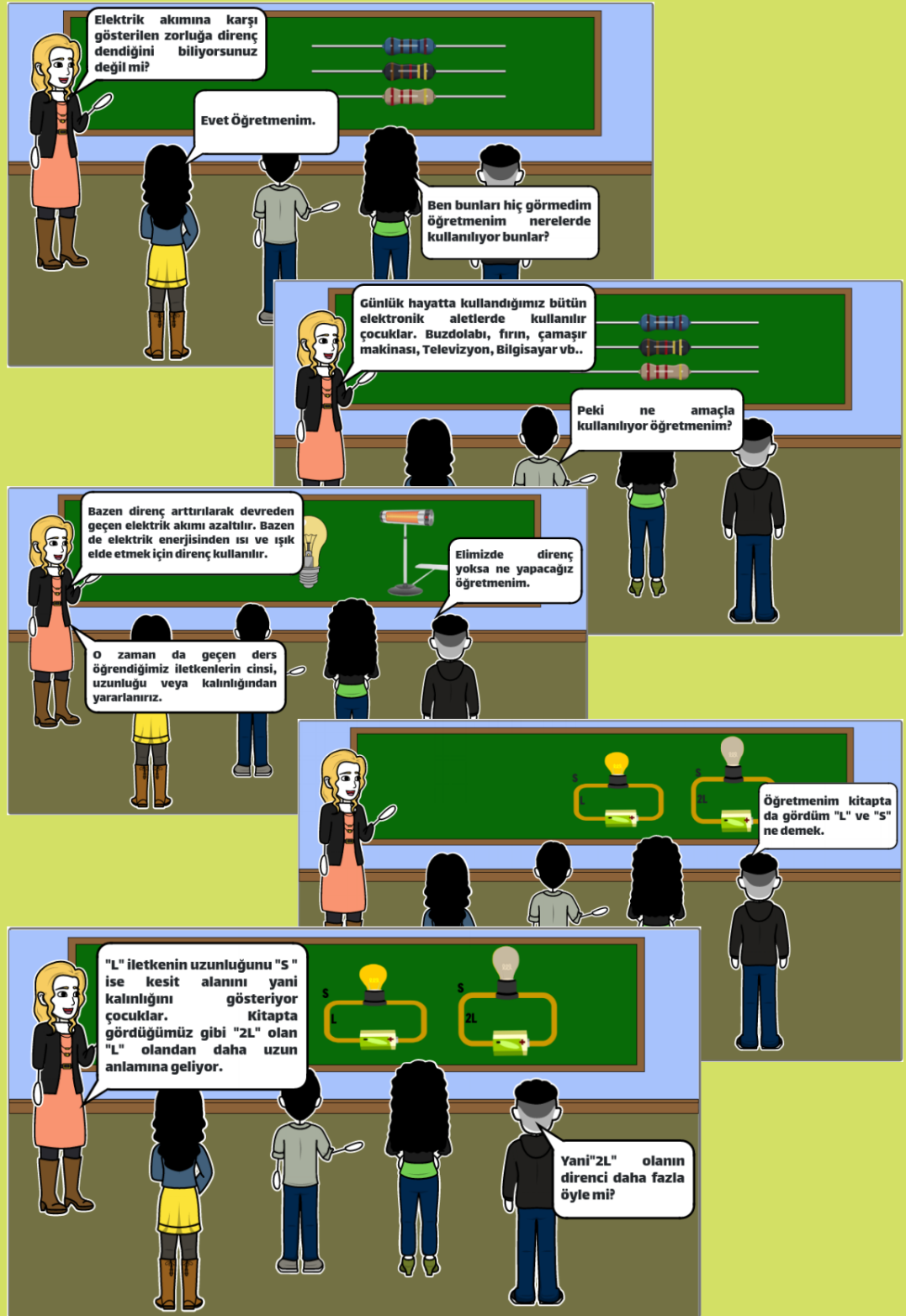
Ek C'nin devamı



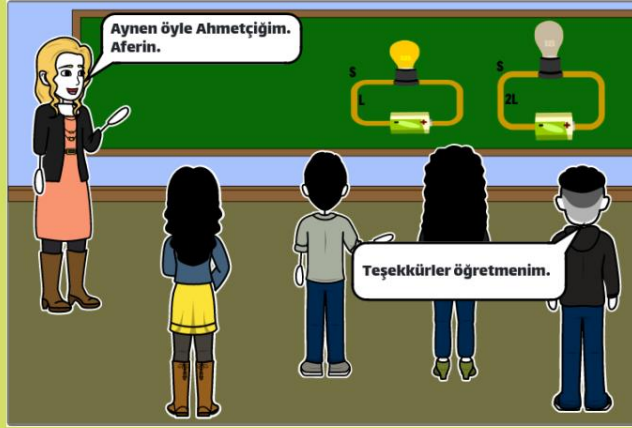
Ek C'nin devamı



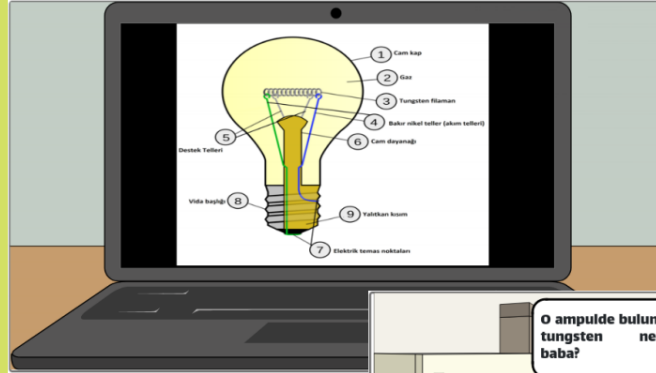
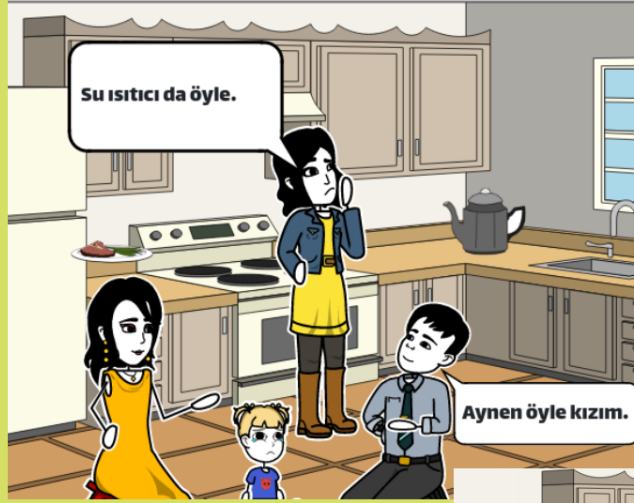
Ek C'nin devamı



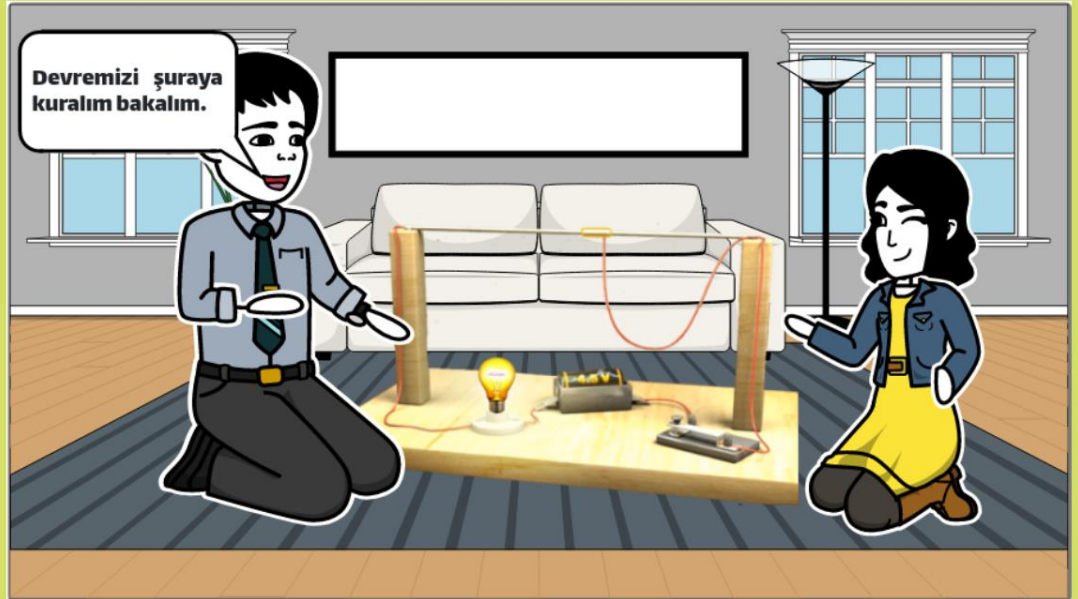
Ek C'nin devamı



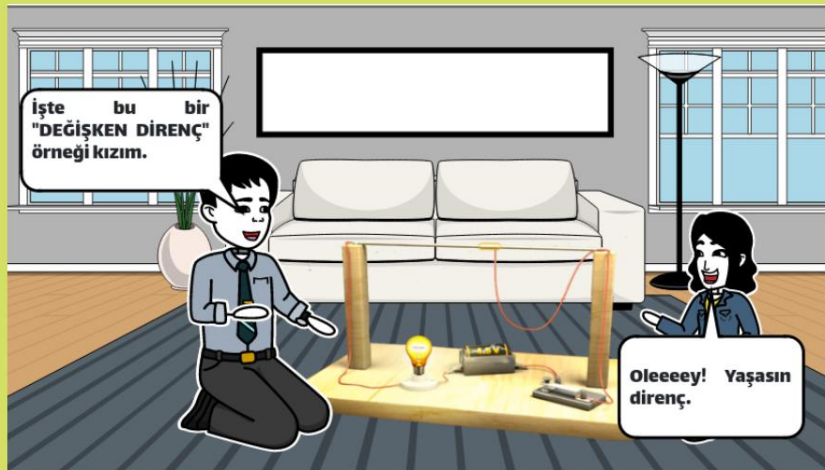
Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı

FEN

Arkadaşlar biliyor musunuz? İlk akkor lamba platin kullanılarak 1802 de Humphry Davy tarafından icat edildi.



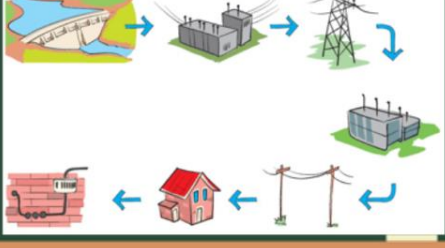
FEN

1879 da ise karbon flamanı kullanan Thomas Edison bugünkü ampullerin ilk uygulamasını yaptı.



F

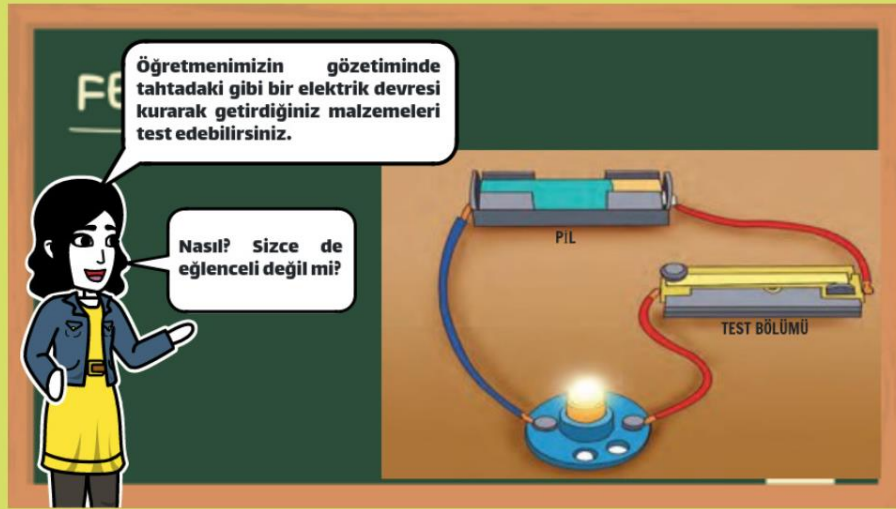
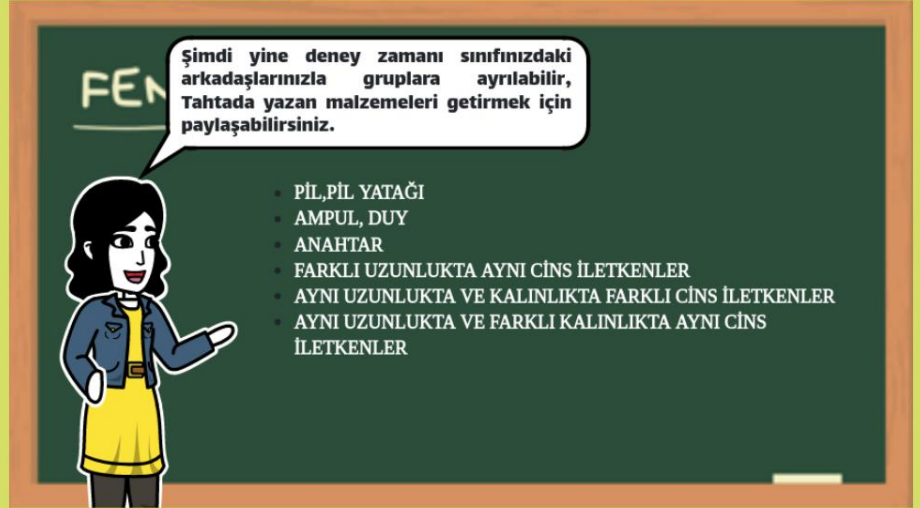
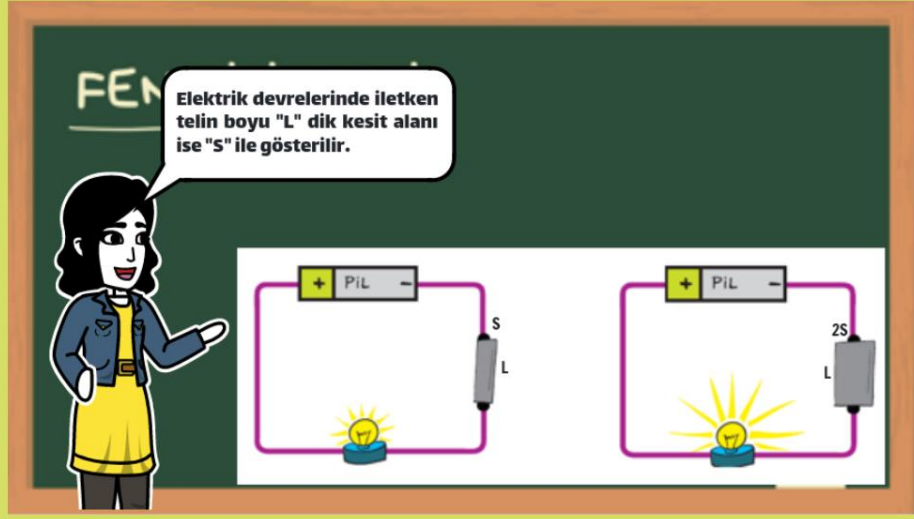
Sizlerle beraber çıktığımız elektriğin iletimi yolculuğunda neler öğrendik gelin hep beraber bakalım.



FEN BİLİMLERİ

- MADDELERİN ELEKTRİK AKIMINA KARŞI GÖSTERDİĞİ ZORLUĞA DİRENÇ DENDİĞİNİ
- ELEKTRİKSEL DİRENCİN NE OLDUĞUNU
- İLETKENİN BOYU ARTTIKÇA DİRENCİN ARTTIĞINI
- İLETKENİN KESİT ALANI AZALDIKÇA DİRENCİN AZALDIĞINI
- DİRENCİN TELİN CİNSİNE BAĞLI OLDUĞUNU
- AYRICA AMPÜLÜN İÇİNDE DE BİR DİRENÇ OLDUĞUNU ÖĞRENDİK.

Ek C'nin devamı



Ek C'nin devamı



EK D. Etik Kurul Onayı



T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği
Kurulu

TOPLANTI SAYISI
5

KARAR SAYISI
9

TOPLANTI TARİHİ
17.05.2022

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz Eğitim Fakültesi'nde Öğretim Üyesi olarak görev yapan Prof. Dr. Mehmet Altan KURNAZ'ın yardımcı araştırmacı, İlyas ACET'in sorumlu araştırmacı olarak yapmayı planladıkları "Elektriğin İletimi Ünitesine Yönelik Bağlam Temelli Tasarlanan Çizgi Romanların Öğrencilerin Temellendirilmiş Zihinsel Model Gelişimine Etkisi " isimli çalışması, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunca onaylanması uygun bulunmuştur.

Bu bilgiler ışığında; Ebeveyn Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu ve Çocuk Rıza Formunun gönüllülere imzalatılarak gerekli bilgilendirmelerin yapılması ve etik davranış ilkelerine uyulması şartıyla söz konusu araştırmanın yapılması Etik Kurulumuzca uygun görülmüş ve onaylanmasına toplantıya katılan üyelerin oybirliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Muharrem ÇETİN
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Yavuz UNAT
Başkan Yardımcısı

Prof. Dr. Kutay OKTAY
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Eyüp AKMAN
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Erol TURAN
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Burhan BALTACI
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Kurul Üyesi

DAĞITIM LİSTESİ

Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
Sayın Prof. Dr. Mehmet Altan KURNAZ

Belge Doğrulama Kodu: MEFTTUU

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi: www.kastamonu.edu.tr/belgedogrulama

Adres: Kastamonu Üniversitesi Rektörlüğü, Kuzeykent Kampüsü, Merkez/Kastamonu
Telefon No: (0 366) 2801102
e-Posta: kastamonuuniversitesi@kastamonu.edu.tr
Kep Adresi: kastamonuuniversitesi@kastamonu.edu.tr

Faks No: (0 366) 2801038
İnternet Adresi: www.kastamonu.edu.tr

Bilgi için :
Serdar Duman
Raporlar
Telefon No: (0 366) 2801348 - 1348