



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**6. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİNDE KULLANILAN SİMÜLASYONLARIN
ERİŞİ, BİLGİSAYARCA DÜŞÜNME VE BİLİMSSEL SÜREÇ BECERİLERİNE
ETKİSİ**

Eşref Bilge YILDIZ
ORCID: 0000-0003-3404-3386

Danışman
Prof. Dr. Seyit Ahmet KIRAY
ORCID: 0000-0002-5736-2331

Konya – 2025

ÖN SÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana rehberlik eden, kıymetli yönlendirmeleri ve sabırlı desteğiyle yolumu aydınlatan değerli danışmanım Prof. Dr. Seyit Ahmet Kıray’a en içten teşekkürlerimi sunarım. Bu zorlu süreçte manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim değerli aileme ve yakın çevreme teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı, hayatımın en derin acılarından birine dönüşen ama her daim kalbimde yaşayacak olan, henüz 11 aylıkken kaybettiğim sevgili kızım Zeynep Nadire Yıldız’a ithaf ediyorum ve bugün, yüreğimin yangınını sevgisiyle hafifleten, umudum ve neşem olan kıymetli kızım Ebrar Yıldız’a adıyorum. İkisinin adının bu satırlarda birlikte anılması, bu tezin benim için yalnızca bir akademik başarı değil, bir hayat hikâyesinin sessiz bir şahidi olmasını da sağlamaktadır.

Eşref Bilge YILDIZ

Temmuz 2025

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	vi
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	12
1.1. Problem Durumu	13
1.1.1. Problem Cümlesi	14
1.1.2. Alt Problemler	14
1.2. Araştırmanın Amacı	15
1.3. Araştırmanın Önemi	15
1.4. Sayıtlar	16
1.5. Sınırlılıklar.....	16
1.6. Tanımlar	17
2. ALAN YAZIN.....	18
2.1. Bilimsel Süreç Becerileri.....	18
2.1.1 Bilimsel Süreç Becerilerinin Tanımı ve Kapsamı	19
2.1.2 Bilimsel Süreç Becerilerinin Fen Eğitimindeki Rolü.....	19
2.1.3 Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesinde Kullanılan Yöntemler	19
2.1.4 Dijital Öğrenme Ortamlarında BSB'nin Önemi.....	20
2.1.5 Öğretmen Rolü ve Program Desteği	20
2.2. Bilgisayarca Düşünme.....	21
2.2.1 Bilgisayarca Düşünmenin Tanımı ve Bileşenleri	21
2.2.2 Bilgisayarca Düşünmenin Fen Eğitimindeki Yeri.....	21
2.2.3 Bilgisayarca Düşünmenin Öğretiminde Kullanılan Yöntemler	22
2.2.4 Dijital Araçlar ve Simülasyonların BD'ye Katkısı.....	22
2.2.5 Öğretmen Rolü ve Program Desteği	22
2.3. Simülasyon Destekli Öğretim	23
2.3.1 Simülasyonların Tanımı ve Eğitsel İşlevi	23
2.3.2 Fen Eğitiminde Simülasyonların Kullanımı.....	23
2.3.3 Simülasyonların Öğrenme Üzerindeki Etkileri	24
2.3.4 Simülasyonların Bilimsel Süreç ve Bilgisayarca Düşünmeye Katkısı.....	24
2.3.5 Simülasyonların Uygulama Ortamları ve Öğretmen Rolü	24
2.4. PhET Simülasyonları.....	25

2.4.1 PhET Projesi ve Genel Özellikleri	25
2.4.2 PhET Simülasyonlarının Eğitsel Katkıları	25
2.4.3 PhET Simülasyonlarının Fen Öğretiminde Kullanımı	26
2.4.4 PhET Simülasyonlarının Ölçme-Değerlendirme Süreçleriyle Entegrasyonu	26
2.5 Alan Yazındaki Araştırmalar.....	26
2.5.1 Bilgisayarca Düşünme Becerilerine Yönelik Çalışmalar	26
2.5.2 Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Çalışmalar.....	27
2.5.3 Simülasyon Tabanlı Öğretim Uygulamaları.....	28
2.5.4. Alan Yazın Değerlendirmesi	29
3. YÖNTEM.....	31
3.1. Araştırmanın Modeli	31
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu.....	31
3.3. Veri Toplama Araçları.....	32
3.3.1. Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği	32
3.3.2. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği	33
3.3.3. Elektriğin İletimi Erişi Testi.....	34
3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu.....	35
3.3.5. Araştırmacı Günlüğü	35
3.4. Verilerin Toplanması.....	36
3.4.1. Nicel Veri Toplama Süreci	36
3.4.2. Nitel Veri Toplama Süreci	36
3.5. Verilerin Çözümlemesi.....	38
3.5.1. Nicel Verilerin Analize Hazırlanması	38
3.5.2. Nicel Verilerin Analizi	39
3.5.3. Nitel Verilerin Analizi.....	40
4. BULGULAR	41
4.1 Nicel Bulgular	41
4.1.1. Bilgisayarca Düşünme Becerisi Ölçeği Bulguları.....	41
4.1.2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi Bulguları	43
4.1.3. Elektriğin İletimi Erişi Testi Bulguları.....	46
4.2. Nitel Bulgular	47
4.3. Genel Değerlendirme	55
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	56
5.1. Sonuç ve Tartışma	56
5.2. Öneriler.....	61
5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler	61
5.2.2. Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler	62
KAYNAKLAR.....	63
EKLER.....	70

Ek 1. Bilgisayarca Düşünme Beceri Ölçeği	70
Ek 2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi	72
Ek 3. Elektriğin İletimi Ünitesi Başarı Testi	77
Ek 4. Araştırmacı Günlüğünden Örnek Sayfalar.....	80



TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

6. *Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Kullanılan Simülasyonların Erişi, Bilgisayarca Düşünme Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi* başlıklı tez çalışmamın toplam **51** sayfalık kısmına ilişkin, 21/07/2025 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%15** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

21/07/2025

Eşref Bilge YILDIZ

Prof. Dr. Seyit Ahmet KIRAY

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

21/07/2025

Eşref Bilge YILDIZ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$\bar{X}$	Aritmetik ortalama
SS	Standart sapma
n	Örneklem büyüklüğü
t	t-testi istatistik değeri
p	Anlamlılık düzeyi
d	Cohen's etki büyüklüğü değeri

Kısaltmalar

BD; Bilgisayarca Düşünme

BDB; Bilgisayarca Düşünme Becerisi

BSB; Bilimsel Süreç Becerileri

MEB; Millî Eğitim Bakanlığı

PhET; Physics Education Technology (Fizik Eğitimi Teknolojisi Simülasyonları)

SPSS; Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi)

STEM; Science, Technology, Engineering and Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik)

TIMSS; Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

6. SINIF FEN BİLİMLERİ DERSİNDE KULLANILAN SİMÜLASYONLARIN ERİŞİ, BİLGİSAYARCA DÜŞÜNME VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE ETKİSİ

Eşref Bilge YILDIZ

Bu araştırmada, simülasyon destekli öğretim uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve elektrik iletimi konusundaki akademik erişileri üzerindeki etkisi, ardışık açıklayıcı karma yöntem deseniyle incelenmiştir. Öncelikle nicel veriler toplanmış ve analiz edilmiş, ardından bu verileri destekleyip derinleştirmek amacıyla nitel veriler toplanarak yorumlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 6. sınıf düzeyinde öğrenim gören ve rastgele atama yöntemiyle deney ve kontrol gruplarına ayrılmış 60 öğrenci oluşturmuştur. Nicel veriler; Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Elektriğin İletimi Erişi Testi kullanılarak elde edilmiştir. Deney grubuna simülasyon destekli öğretim uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri sürdürülmüştür. Nitel veriler ise, deney grubu öğrencileriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırmacı tarafından tutulan günlük aracılığıyla elde edilmiştir. Veriler, tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin bilgisayarca düşünme, bilimsel süreç becerileri ve akademik erişi düzeylerinde anlamlı gelişmeler sağladığını göstermektedir. Özellikle algoritmik düşünme, hipotez kurma, deney tasarlama ve veri yorumlama gibi üst düzey bilişsel süreçlerde belirgin ilerlemeler kaydedilmiştir. Nitel bulgular ise öğrencilerin simülasyon ortamlarında aktif katılım sağladığını, hatalardan öğrenmeyi destekleyen stratejiler geliştirdiğini ve öz düzenleme becerilerinde ilerleme gösterdiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, yapılandırmacı kurama dayalı simülasyon destekli öğretim uygulamalarının öğrencilerin bilişsel ve kavramsal gelişimlerine olumlu katkılar sunduğu söylenebilir. Ayrıca karma yöntem yaklaşımı, verilerin çok yönlü analiz edilmesine ve sonuçların daha güçlü biçimde temellendirilmesine olanak sağlamıştır. Bu bağlamda, eğitim ortamlarında teknoloji destekli yapılandırmacı uygulamaların yaygınlaştırılması, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmede önemli bir potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon destekli öğretim, bilgisayarca düşünme, bilimsel süreç becerileri, fen eğitimi, erişi

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences
Department of Mathematics and Sciences Education
Science Education Program
Master Thesis

THE EFFECT OF SIMULATIONS USED IN 6TH GRADE SCIENCE LESSONS ON STUDENTS' ACHIEVEMENT, COMPUTATIONAL THINKING AND SCIENTIFIC PROCESS SKILLS

Eşref Bilge YILDIZ

This study aimed to examine the impact of simulation-based instruction on 6th-grade students' computational thinking skills, scientific process skills, and academic achievement in the context of electricity transmission. The research was designed using the explanatory sequential mixed methods approach. Initially, quantitative data were collected and analyzed, followed by qualitative data to deepen and enrich the interpretation of the results. The study group consisted of 60 students who were randomly assigned to experimental and control groups. Quantitative data were obtained through the Computational Thinking Skills Scale, the Scientific Process Skills Test, and the Electricity Transmission Achievement Test. While the experimental group received simulation-supported instruction, the control group continued with traditional teaching methods. Qualitative data were gathered through semi-structured interviews conducted with selected students from the experimental group and through the researcher's reflective journal maintained throughout the intervention. These data were analyzed using thematic analysis. Findings revealed that simulation-based instruction significantly improved students' computational thinking, scientific process skills, and academic achievement. Notable gains were observed in higher-order thinking processes such as algorithmic reasoning, hypothesis generation, experimental design, and data interpretation. Qualitative findings further indicated that students actively engaged in learning, developed learning-from-errors strategies, and demonstrated progress in self-regulation skills. In conclusion, simulation-based instruction grounded in constructivist learning theory positively influenced students' cognitive and conceptual development. The use of a mixed methods design also allowed for a more comprehensive analysis of the results, offering a deeper understanding of the instructional impact. These findings underscore the potential of technology-enhanced constructivist practices to foster advanced thinking skills in science education.

Keywords: Simulation-based instruction, computational thinking, scientific process skills, science education, achievement

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Günümüzde eğitim sistemleri, öğrencilerin bilgiye yalnızca ulaşmalarını değil; aynı zamanda bilgiyi yapılandırmalarını, analiz etmelerini ve anlamlı bir şekilde kullanmalarını amaçlamaktadır. Bu bağlamda, öğrenci merkezli yaklaşımlar doğrultusunda geliştirilen teknoloji destekli öğretim uygulamaları, öğrenme ortamlarının daha etkileşimli ve işlevsel hale gelmesini sağlamaktadır. Bu uygulamalar arasında yer alan simülasyonlar, gerçek hayattaki karmaşık olayların benzerlerini sanal ortamlarda modelleyerek öğrencilere güvenli, kontrollü ve etkili öğrenme fırsatları sunmaktadır (Gaba, 2007; Hegarty, 2004).

Simülasyonlar, özellikle fen bilimleri gibi soyut kavramların öğretiminde öğrenmeyi somutlaştırmak, öğrenciyi aktif kılmak ve bilimsel sorgulama süreçlerine katılımını artırmak açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ancak ülkemizde sınıf mevcutlarının kalabalık olması, laboratuvar alt yapısının yetersizliği ve müfredat yoğunluğu gibi nedenlerle öğrencilerin birebir deney yapma olanakları sınırlı kalmaktadır. Bu noktada etkileşimli simülasyonlar, öğrencilerin deney yapma, gözlemde bulunma, hipotez geliştirme ve sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerini destekleyebilecek önemli bir alternatif öğrenme materyali olarak öne çıkmaktadır (Gredler, 2013).

Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler yalnızca bilimsel becerileri değil, aynı zamanda çağın gerektirdiği zihinsel yeterlilikleri de beraberinde getirmiştir. Bu yeterliliklerden biri olan bilgisayarca düşünme, bireyin bir problemi çözmek ya da bir sistemi anlamak için algoritmik yaklaşımlar geliştirmesi, çözüm süreçlerini sistemli biçimde planlaması ve dijital araçları bu amaçla etkili biçimde kullanması anlamına gelmektedir (Korkmaz, Çakır ve Özden, 2015; Wing, 2006). Bu beceri, yalnızca bilgisayar bilimlerine yönelik bir kazanım olarak değil, disiplinler arası problem çözme süreçlerinde kullanılabilecek temel bir düşünme biçimi olarak kabul edilmektedir.

Fen Bilimleri dersi, öğrencilerin gözlem yapma, deney tasarlama, hipotez kurma, veri toplama ve analiz etme gibi süreçlerde etkin rol aldığı bir alan olması sebebiyle hem bilimsel süreç becerilerinin hem de bilgisayarca düşünme becerilerinin gelişimine doğrudan katkı sağlayan bir ders niteliğindedir. 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı incelendiğinde, öğrencilerin bilim insanlarının çalışma yöntemlerini deneyimlemelerine olanak tanıyan kazanımların önemli ölçüde yer aldığı görülmektedir (MEB, 2018). Bu doğrultuda, teknolojik

araçların kullanımıyla zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilişsel gelişimlerini desteklemede etkili olduğu literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır.

Bu çalışmada, ortaokul 6. sınıf seviyesinde yürütülecek olan simülasyon destekli öğretim uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme, bilimsel süreç becerileri ve erişti düzeylerine etkisi çok yönlü olarak incelenecektir. Böylelikle, simülasyon temelli öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin fen öğrenme süreçlerine nasıl katkı sağladığına dair somut bulgular sunulması amaçlanmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Bilimsel Süreç Becerileri; fen eğitimini kolaylaştıran, öğrencilerin bireysel öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren, öğrencilerin aktif bir rol olmasını sağlayan, kalıcı öğrenme ile beraber araştırma strateji ve yöntemlerini kazandıran temel becerilerdir (Çepni, Ayas, Jhonson ve Turgut, 1997). Bu yüzden Bilimsel Süreç Becerilerinin öğrencilere fen kavramları ile ilişkilendirilerek kazandırılması büyük öneme sahiptir.

Bilgisayarca Düşünme çok geniş ve genel bir çerçeveye sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda sadece bilgisayarlar ile ilgilenen iş kolları ve bu meslekleri icra eden kişiler için değil herkes için geçerli bir temel beceridir ve yakın gelecekte herkes tarafından kullanılan temel beceriler (okuma, yazma ve aritmetik gibi) arasında yer alacağı düşünülmektedir (Öztürk, Akdeniz ve Bakırcı, 2017).

Uygulamada olan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı öğrencilere bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır. Gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi Bilimsel Süreç Becerilerini öğrenciler kendilerinin aktif olacağı yöntem ve tekniklerle geliştirebilir (MEB, 2018). Her okulumuzda laboratuvar bulunmaması, bulunan okullarımızda da yeterli materyal olmayışı öğrencilerin bu süreçte aktif rol almasını engelleyen bir durum olarak karşımıza çıkıyor. Fatih Projesi ile etkileşimli tahta ile buluşan sınıflarımız, birer sanal laboratuvar olma fırsatını yakalamış bulunmaktadır (Özcan, Çetin ve Koştur, 2020).

Bu çalışmada simülasyon destekli bir materyal kullanarak oluşturulan sanal laboratuvarın yani çevrimiçi ortamlarda öğrencilerin gözlemler yapabileceği, ölçümler yaparak verileri kaydedeceği, bu verileri analiz ederek hipotezler kuracağı, değişkenleri değiştirerek

sonuçları kontrol edeceği deneyleri yapabileceği bir sanal laboratuvar öğrencilerin sahip oldukları Bilimsel Süreç Becerilerini geliştirecektir.

1.1.1. Problem Cümlesi

Bu araştırmanın problem cümlesi “6. sınıf fen bilimleri dersinde simülasyon uygulamalarıyla ders işlenen grup ile MEB’in programına göre ders işlenen grubun erişimi, bilgisayarca düşünme becerileri ve bilimsel süreç beceri puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark var mıdır ve öğrencilerin simülasyonlarla işlenen dersin erişimi, bilgisayarca düşünme becerileri ve bilimsel süreç becerilerine etkisi hakkındaki düşünceleri nelerdir?” olarak ortaya konmuştur.

1.1.2. Alt Problemler

Araştırma genelinde ele alınacak alt problemler ise aşağıdaki gibidir.

Nitel Alt Problemler

1. 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi ünitesinde kullanılan simülasyonlarla ders işlenen grup ile MEB’in programına göre ders işlenen grubun erişimi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2. 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi ünitesinde kullanılan simülasyonlarla ders işlenen grup ile MEB’in programına göre ders işlenen grubun bilgisayarca düşünme beceri puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
3. 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi ünitesinde kullanılan simülasyonlarla ders işlenen grup ile MEB’in programına göre ders işlenen grubun bilimsel süreç beceri puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

Nitel Alt Problemler

1. 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi ünitesinde kullanılan simülasyonlarla ders işlenen gruptaki öğrencilerin, simülasyonlarla işlenen dersin akademik erişimlerine etkisi hakkındaki düşünceleri nelerdir?
2. 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi ünitesinde kullanılan simülasyonlarla ders işlenen gruptaki öğrencilerin, simülasyonlarla işlenen dersin bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi hakkındaki düşünceleri nelerdir?

3. 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi ünitesinde kullanılan simülasyonlarla ders işlenen gruptaki öğrencilerin, simülasyonlarla işlenen dersin bilimsel süreç becerilerine etkisi hakkındaki düşünceleri nelerdir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, 6. sınıf fen bilimleri dersi “Elektriğin İletimi” ünitesinin simülasyon destekli bir öğretim materyali aracılığıyla işlenmesinin, öğrencilerin erişim düzeyleri, bilgisayarca düşünme becerileri ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkilerini incelemektir.

Simülasyonlar, öğrencilerin öğrenme sürecine daha etkin katılım göstermelerini sağlarken; problem çözme, analiz etme, tahmin yürütme ve neden-sonuç ilişkileri kurma gibi üst düzey düşünme becerilerini de desteklemektedir. Bu bağlamda, etkileşimli simülasyonların öğrencilerin bilişsel ve bilimsel yeterlilikleri üzerindeki katkılarının belirlenmesi, çağdaş fen eğitimi uygulamalarının geliştirilmesine yönelik önemli veriler sunacaktır.

Bu araştırma sonucunda elde edilecek bulgular, özellikle teknoloji entegrasyonunun yoğunlaştığı ortaokul düzeyinde etkili öğretim tasarımları geliştirilmesine katkı sağlaması açısından önem taşımaktadır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde fen eğitiminin hedefleri, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmelerini değil; aynı zamanda bilimsel düşünme, sorgulama ve problem çözme becerilerini etkin biçimde kullanabilmelerini de kapsamaktadır. Bu amaçla geliştirilen öğretim yaklaşımlarından biri olan simülasyon destekli öğretim, öğrencilere sanal ortamlarda deney yapma, gözlemlerde bulunma, hipotez kurma ve veri analizi gibi etkinlikleri gerçekleştirme imkânı sunarak, öğrenme sürecine aktif katılımı desteklemektedir (Gredler, 2013; Hegarty, 2004). Özellikle sınıf içi laboratuvar olanaklarının sınırlı olduğu koşullarda, simülasyonlar önemli bir öğrenme aracı haline gelmiştir.

Öte yandan, bilgisayarca düşünme gibi 21. yüzyıl becerileri, bireylerin sadece teknoloji ile etkileşim kurmasını değil, aynı zamanda bu teknolojileri anlamlı ve üretken biçimde kullanabilmelerini de gerektirmektedir (Korkmaz vd., 2016; Wing, 2006). Bu beceriler, öğrencilerin problem çözme, algoritmik düşünme, soyutlama ve veri temelli çıkarım yapma gibi alanlarda yetkinleşmesini sağlar. Özellikle ortaokul çağındaki bireylerin bu tür becerilerle tanışmaları, onların hem akademik gelişimlerine hem de dijital okuryazarlık düzeylerine doğrudan katkı sunmaktadır.

Alan yazında fen bilimleri dersinde simülasyon kullanımının öğrencilerin akademik erişimi, tutumları ve kalıcı öğrenme düzeyleri üzerindeki etkilerine odaklanan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Koyunlu Ünlü, 2011; Minaslı ve Bayram, 2009). Ancak bilgisayarca düşünme ve bilimsel süreç becerileri gibi daha üst düzey zihinsel becerilere etkisini bir arada ele alan araştırmaların sayısı sınırlıdır. Bu yönüyle, simülasyon destekli öğretimin bu iki beceri alanı üzerindeki etkilerini aynı anda inceleyen bu çalışma, literatürdeki bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Ayrıca bu araştırma, öğretim programlarının teknoloji entegrasyonu bağlamında nasıl zenginleştirilebileceğine, etkileşimli öğrenme ortamlarının öğrenciler üzerindeki etkilerine ve ortaokul düzeyinde dijital materyallerin etkinliğine dair uygulayıcılara ve politika yapıcılara yol gösterici niteliktedir.

1.4. Sayıtlar

Bu çalışmada:

- Kullanılan ölçme araçlarından elde edilen veriler gerçeği yansıtmaktadır.
- Ölçme araçlarının kapsam geçerliliği için uzman görüşü yeterli olmaktadır.
- Kontrol altına alınamayan değişkenler deney ve kontrol grubunun aynı oranda etkilemiştir.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma, belirli değişkenler ve koşullar çerçevesinde yürütüleceği için bazı sınırlılıklar içermektedir. Araştırmanın bulguları aşağıda belirtilen ölçütler kapsamında değerlendirilecektir:

1. Araştırma, 2024–2025 eğitim-öğretim yılında Konya ili Selçuklu ilçesinde bir ortaokulda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Uygulama, Milli Eğitim Bakanlığı 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan “Elektriğin İletimi” ünitesi ile sınırlıdır.
3. Araştırma, simülasyon destekli öğretim yöntemiyle oluşturulmuş sanal laboratuvar ortamında yürütülen etkinliklerle sınırlıdır.

4. Deneysel uygulama süreci toplam 10 ders saati ile sınırlı tutulmuştur.
5. Kullanılan ölçme araçları; bilimsel süreç becerileri ölçeği, bilgisayarca düşünme becerileri ölçeği ve araştırmacı tarafından geliştirilen eriş testi ile sınırlıdır.
6. Elde edilen nitel veriler, deney grubundaki öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen bulgularla sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Bu araştırmada sıkça kullanılan temel kavramlar aşağıda açıklanmıştır:

Bilimsel Süreç Becerileri:

Öğrencilerin gözlem yapma, sınıflandırma, ölçme, hipotez kurma, veri toplama, veri yorumlama ve sonuç çıkarma gibi temel beceri düzeylerini belirlemek amacıyla Sarioğlu (2022) tarafından geliştirilen Çevrimiçi Bilimsel Süreç Beceri Testinden aldıkları puanlardır (Bkz. Ek 2).

Bilgisayarca Düşünme Becerileri:

Ortaokul öğrencilerinin algoritmik düşünme, soyutlama, problem çözme ve veri dönüştürme gibi becerilerini kullanarak sistematik çözüm yolları geliştirebilmesi düzeylerini belirlemek amacıyla Korkmaz vd. (2015) tarafından geliştirilen 5’li Likert tipi Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeğinden almış oldukları puanlardır (Bkz. Ek 1).

Elektriğin İletimi Erişisi:

6. sınıf fen bilimleri dersi kapsamında yer alan “Elektriğin İletimi” ünitesine ilişkin kavramsal kazanımlar doğrultusunda araştırmacı tarafından geliştirilen ve öğrencilerin konuya ilişkin bilgi ve beceri düzeylerini belirlemeye yönelik uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan testtir (Bkz. Ek 3). Öğrencilerin bu testten aldıkları puanlar, eriş düzeylerini ortaya koymaktadır.

Simülasyon:

Bu araştırmada simülasyon temelli öğretim sürecinde PhET simülasyonları kullanılmıştır. PhET, Colorado Üniversitesi tarafından geliştirilen ve fen eğitimi konularında etkileşimli deneyimler sunan dijital bir simülasyon platformudur.

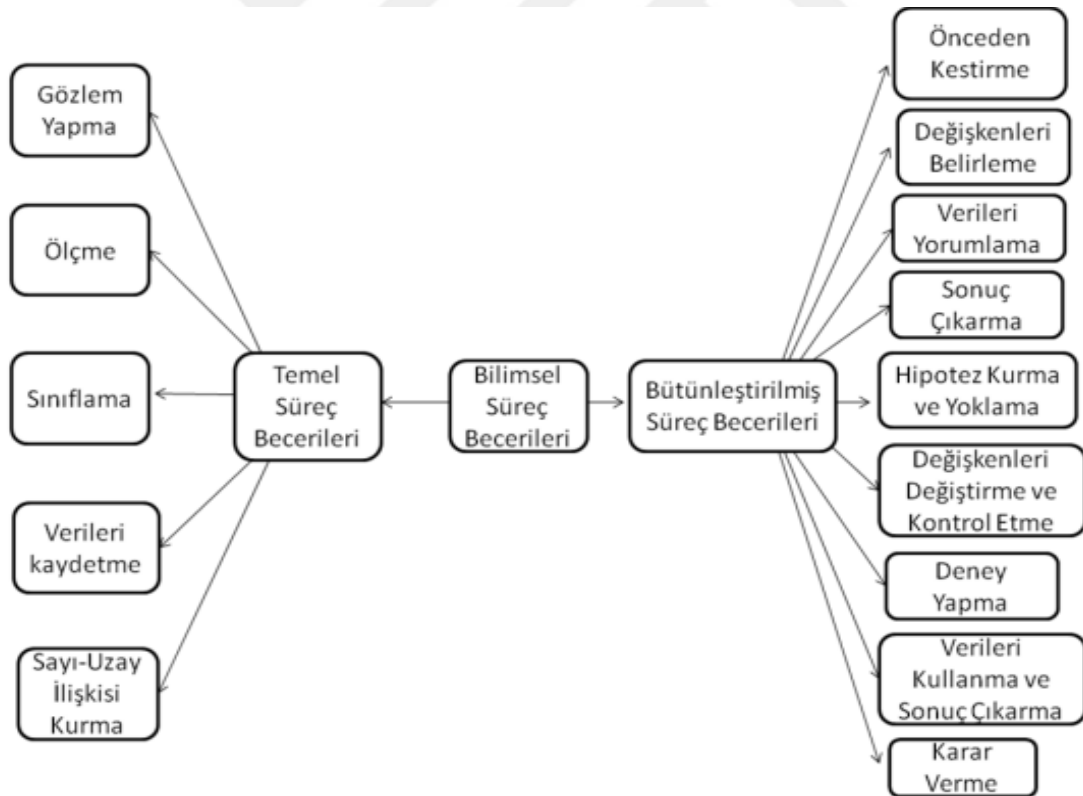
BÖLÜM 2

2. ALAN YAZIN

Alan yazını ile ilgili açıklamalar ve araştırmalar bilimsel süreç becerileri, bilgisayarca düşünme, PhET simülasyon uygulamaları ve sanal laboratuvar kavramları üzerinden yapılan taramalar sonucu elde edilen bilgiler ve daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen bulguların analiz edilmesiyle oluşturulmuştur.

2.1. Bilimsel Süreç Becerileri

Literatür taramasına baktığımızda bilimsel süreç becerilerinin; bilimsel araştırma yöntemleri, 21. Yüzyıl becerileri, bilimsel sorgulama ile ilişkileri incelenmiş (Turiman vd., 2012). Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler öğrencilerin bilgiye erişimini kolaylaştırdı. Ancak sadece salt bilgiye erişmek yerine zaman ve mekândan bağımsız olarak esnek öğrenmeyi mümkün kılan taşınabilir teknolojilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır (Ekici & Erdem, 2020).



Şekil 2.1. Bilimsel Süreç Becerileri

2.1.1 Bilimsel Süreç Becerilerinin Tanımı ve Kapsamı

Bilimsel süreç becerileri (BSB), bireylerin bilimsel yöntemlere dayalı olarak bilgiye ulaşma, sorgulama, analiz etme ve problem çözme süreçlerinde kullandıkları temel bilişsel ve uygulamalı becerilerdir (Harlen, 1999). Bu beceriler, gözlem yapma, sınıflama, ölçme, tahmin etme, hipotez kurma, veri toplama, deney tasarlama, değişkenleri kontrol etme, sonuç çıkarma ve model oluşturma gibi alt başlıklarda ele alınır (Çepni vd., 1997).

Bu yönüyle BSB, öğrencinin yalnızca bilgiyi ezberlemesi değil, onu sorgulaması ve yapılandırmasını sağlayan üst düzey düşünme süreçlerini kapsamaktadır. Özellikle fen eğitimi bağlamında, öğrencilerin bu becerileri kazanması bilimsel okuryazarlık, eleştirel düşünme ve araştırma yapma gibi çok boyutlu yeterliliklerle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda yürütülen bu tez çalışmasında, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilebilmesi adına, yapılandırılmış ve teknolojik destekli bir öğrenme ortamı olan simülasyonların potansiyeli değerlendirilmektedir.

2.1.2 Bilimsel Süreç Becerilerinin Fen Eğitimindeki Rolü

Fen bilimleri dersi, doğası gereği öğrencilere deneysel düşünme, sorgulama ve keşfetme fırsatları sunar. Öğrencilerin bilim insanı gibi düşünmeleri, veriye dayalı çıkarımlar yapmaları ve kendi öğrenmelerini yönlendirmeleri, fen eğitiminin temel hedefleri arasında yer alır. Bu hedeflere ulaşmada bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması büyük önem taşımaktadır (Ango, 2002; Shahali ve Halim, 2010).

Fen eğitiminin geleneksel anlatıma dayalı yapılardan uzaklaşıp, aktif öğrenmeyi merkeze alan yöntemlerle yürütülmesi, öğrencilerin bu becerileri kazanmasını desteklemektedir. Bu doğrultuda, tez kapsamında fen dersinde simülasyon destekli öğretimin kullanılması, öğrencilere geleneksel yöntemlerle edinemedikleri deneyim fırsatlarını dijital ortamda sağlayarak, bilimsel süreçleri daha etkin biçimde deneyimlemelerine olanak tanımaktadır.

2.1.3 Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesinde Kullanılan Yöntemler

BSB'nin öğretimde kazandırılmasında yapılandırmacı yaklaşım temelli yöntemler ön plana çıkmaktadır. Sorgulama temelli öğrenme, proje tabanlı öğrenme, deney yaparak öğrenme, laboratuvar çalışmaları ve teknoloji destekli uygulamalar, öğrencinin süreçte aktif olduğu yöntemler arasında yer alır (Aytar ve Kaptan, 2021).

Son yıllarda, özellikle laboratuvar altyapısının yetersiz olduğu okullarda sanal laboratuvar ve etkileşimli simülasyonlar, bu yöntemlerin dijital karşılığı olarak yaygınlaşmıştır. Simülasyonlar, öğrencinin deney yapmasına, hipotez geliştirmesine ve değişkenlerle oynayarak bilimsel sonuçlara ulaşmasına olanak tanır. Tezde kullanılan PhET simülasyonları gibi araçlar, öğrencinin deney tasarlama, gözlem yapma ve sonuç çıkarma gibi BSB alt boyutlarını deneyimlemesine katkı sağlaması açısından önemlidir.

2.1.4 Dijital Öğrenme Ortamlarında BSB'nin Önemi

Teknoloji destekli öğrenme ortamları, özellikle soyut kavramların anlaşılmasında güçlü araçlar olarak öne çıkmaktadır. Etkileşimli simülasyonlar, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde ilerlemelerine, farklı değişkenleri test etmelerine ve sonuçları gözlemleyerek analiz yapmalarına olanak tanır (Bookbinder ve Mensah, 2022).

Ayrıca sanal ortamlar, zaman ve materyal sınırlılıklarını ortadan kaldırarak daha güvenli, tekrar edilebilir ve esnek öğrenme süreçleri sağlar. Bu özellikler, özellikle deneysel süreçlerin öğretiminde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu tez çalışmasında, simülasyonların, deneysel düşünme süreçlerinin dijitalleştirilmesiyle öğrencilerin gözlem, analiz ve çıkarım yapma becerilerini ne ölçüde desteklediği araştırılmaktadır.

2.1.5 Öğretmen Rolü ve Program Desteği

Öğretmenin rehberliği, BSB'nin kazanılmasında belirleyici bir faktördür. Öğrenci merkezli, sorgulama odaklı öğrenme ortamlarında öğretmen; bilgi aktarıcısı değil, öğrenme sürecini kolaylaştıran, yönlendiren ve destekleyen bir rehber rolündedir (İlbilge Dökme, 2005).

Milli Eğitim Bakanlığı'nın (2018) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde, öğrencilerin bilimsel süreçleri deneyimlemelerine ve bilimsel düşünme biçimlerini benimsemelerine yönelik kazanımlara yer verildiği görülmektedir. Ancak bu hedeflerin sınıf ortamında başarıyla gerçekleştirilebilmesi, öğretmenin bu süreci nasıl yönettiğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu araştırma, öğretmenin rehberliğinde yürütülen simülasyon temelli etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl etkilediğine dair uygulamaya dönük veriler sunmayı hedeflemektedir.

Bilimsel süreç becerileri, fen eğitiminin yalnızca bilgi aktaran değil, düşünme ve üretme süreçlerini destekleyen bir yapıya dönüşmesini sağlar. Öğrencilerin bilimsel süreçlere katılımı, onları yalnızca daha başarılı bireyler değil, aynı zamanda sorgulayan, eleştirel düşünen ve çözüm üreten bireyler haline getirir. Bu çalışmada, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin

bilimsel süreç becerilerini ne ölçüde geliştirdiği deneysel olarak ele alınmakta ve öğretim teknolojilerinin bu bağlamdaki katkısı somut verilere dayalı olarak değerlendirilmektedir.

2.2. Bilgisayarca Düşünme

Günlük yaşamımızda karşımıza çıkan problemleri çözmek amacıyla kullanacağımız bilgisayar veya bilgisayar tarafından programlanmış olarak çalışan yeni nesil makineler veya robotları kullanabilmek için sahip olmamız gereken becerilere bilgisayarca düşünme becerisi denebilir (Hıdıroğlu ve Özkan, 2021). Bilgisayarca düşünme becerisi analiz yeteneklerini geliştirirken problemi farklı açılardan ele alarak geliştirilen çözüm önerileri içerisinde en uygunu ve gerçekleştirilmesi mümkün olanı seçmemizi sağlar. Yani bilgisayarca düşünme sadece tek bir çözüm önerisi değil farklı senaryolar farklı çözüm önerileriyle tanışmamızı karşılaştırmamızı sağlar (Korkmaz vd., 2015).

2.2.1 Bilgisayarca Düşünmenin Tanımı ve Bileşenleri

Bilgisayarca düşünme (BD), bireylerin karmaşık problemleri çözmek, sistemleri analiz etmek ve bilgiyi mantıksal bir sıraya koyarak anlamlandırmak için kullandığı bir düşünme biçimidir. Wing (2006), bu kavramı ilk tanımlayan isimlerden biri olarak BD'yi “insanlar tarafından uygulanan, bilgisayar bilimindeki temel kavramların genel problem çözme süreçlerine uyarlanması” olarak açıklamıştır.

BD'nin temel bileşenleri arasında ayrıştırma (bir problemi alt problemlere bölme), örüntü tanıma (benzerlikleri fark etme), soyutlama (gereksiz detayları eleme) ve algoritmik düşünme (sistematik çözüm adımları oluşturma) yer alır (Bocconi vd., 2016; Shute vd., 2017). Bu araştırma bağlamında, öğrencilerin simülasyon temelli öğrenme süreçlerinde özellikle algoritmik düşünme ve örüntü tanıma gibi bilgisayarca düşünmenin alt bileşenlerini nasıl kullandıkları incelenmektedir.

2.2.2 Bilgisayarca Düşünmenin Fen Eğitimindeki Yeri

Bilgisayarca düşünme yalnızca bilgisayar bilimleriyle sınırlı bir yetkinlik değildir; matematik, fen bilimleri ve sosyal bilimler gibi birçok disiplinde kullanılabilen disiplinler arası bir düşünme becerisidir (Barr ve Stephenson, 2011). BD, özellikle fen eğitiminde hipotez kurma, deney tasarlama ve sonuçları analiz etme süreçlerinde öğrencilerin sistemli ve mantıklı düşüncelerini desteklemektedir (Weintrop vd., 2016).

Bilişim teknolojilerinin fen öğretimine entegre edilmesiyle birlikte, öğrencilerin hem bilimsel süreç becerilerini hem de bilgisayarca düşünme becerilerini aynı anda

geliştirebilecekleri öğrenme ortamları oluşturulmaktadır. Bu çalışma da fen eğitimi sürecine simülasyonların entegre edilmesiyle öğrencilerin yalnızca kavramları öğrenmekle kalmayıp, aynı zamanda bu kavramlara bilgisayarca bir bakışla yaklaşımlarını sağlamayı amaçlamaktadır.

2.2.3 Bilgisayarca Düşünmenin Öğretiminde Kullanılan Yöntemler

BD öğretiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı yöntemler öne çıkmaktadır. Proje tabanlı öğrenme, problem temelli öğrenme, oyunlaştırma ve robotik kodlama gibi yaklaşımlar, öğrencilerin BD becerilerini geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Grover ve Pea, 2013).

Blok tabanlı programlama araçları (örneğin Scratch, Tynker), robotik kitler (Arduino, mBot) ve metin tabanlı programlama ortamları, öğrencilere soyut problemleri somut yollarla çözme fırsatı sunmaktadır (Sáez-López vd., 2016). Bu tezde farklı olarak öğrencilerin kod yazmadan da bilgisayarca düşünme becerilerini geliştirebileceği etkileşimli simülasyonlar kullanılmıştır. Böylece algoritmik düşünme yalnızca dijital komutlardan ibaret değil, aynı zamanda düşünsel bir süreç olarak ele alınmıştır.

2.2.4 Dijital Araçlar ve Simülasyonların BD'ye Katkısı

Dijital öğrenme araçları, öğrencilerin BD becerilerini yapılandırmasında güçlü fırsatlar sunmaktadır. Özellikle simülasyonlar, öğrencilerin neden-sonuç ilişkilerini keşfetmelerine, veriye dayalı çıkarımlar yapmalarına ve çözüm stratejileri geliştirmelerine imkân tanımaktadır (Brennan ve Resnick, 2012).

Bu tür etkileşimli ortamlar, öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik etmekte, aynı zamanda deneme-yanılma yöntemiyle bilişsel yapılar kurmasına olanak tanımaktadır (Weintrop vd., 2016). Fen eğitimi bağlamında simülasyonların BD becerileriyle uyum içinde kullanılabilmesi, öğretim tasarımı bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir. Tezde kullanılan PhET simülasyonları, öğrencilerin elektrik devrelerini deneyimleyerek analiz etmelerine ve olasılıkları algoritmik mantıkla değerlendirmelerine olanak sağlamaktadır.

2.2.5 Öğretmen Rolü ve Program Desteği

BD'nin öğrencilerde kazandırılabilmesi için öğretmenlerin bu süreci etkili şekilde yönlendirmesi önemlidir. Öğretmen, öğrenciyi sadece teknolojik araçlarla buluşturmakla kalmamalı, aynı zamanda algoritmik düşünme biçimlerini modellemeli ve yönlendirmelidir (Yadav vd., 2017).

Milli Eğitim Bakanlığı'nın güncel öğretim programlarında BD'ye doğrudan yer verilmemekle birlikte, bu becerinin birçok kazanım içerisinde örtük biçimde yer aldığı söylenebilir. Özellikle fen bilimleri dersinde veri analiz etme, hipotez kurma, örüntü tanıma gibi eylemler BD ile doğrudan ilişkilidir. Bu araştırma, öğretmenin rehberliğinde yapılandırılmış dijital ortamların, BD kazanımlarının sınıf ortamına entegre edilebilmesine olanak sunup sunmadığını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bilgisayarca düşünme, öğrencilerin yalnızca dijital araçları kullanma becerilerini değil; aynı zamanda bu araçlarla düşünme, üretme ve çözüm üretme kapasitelerini de kapsamaktadır. BD, bireyin çok yönlü düşünebilmesini, problem durumlarını sistemli biçimde analiz edebilmesini ve çözüm için algoritmik yollar geliştirebilmesini sağlar (Grover ve Pea, 2013; Wing, 2006). Bu bağlamda yapılan bu araştırma, BD'nin fen eğitimi bağlamında nasıl geliştirilebileceğini ortaya koyarak hem öğretmenlere hem program geliştiricilere somut veriler sunmayı hedeflemektedir.

2.3. Simülasyon Destekli Öğretim

2.3.1 Simülasyonların Tanımı ve Eğitsel İşlevi

Simülasyonlar, gerçek dünya olaylarının, süreçlerinin veya sistemlerinin bilgisayar ortamında modellenmesiyle oluşturulan sanal deneyim ortamlarıdır. Eğitimde kullanılan simülasyonlar, öğrenenlerin karmaşık kavramları deneyimlemelerini ve kendi hızlarında öğrenmelerini mümkün kılar (Gaba, 2007). Bu teknoloji, öğrencilerin risk içeren ya da zor uygulanabilir deneyleri güvenli biçimde tekrar edebilmesine olanak tanır (Rutten vd., 2012). Bu bağlamda, tezde kullanılan simülasyonlar (örneğin PhET) öğrencilerin elektrik devreleri gibi somutlaştırılması zor kavramları deneyimlemelerine olanak tanıyarak anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir.

2.3.2 Fen Eğitiminde Simülasyonların Kullanımı

Fen bilimleri dersi, deneysel süreçlere dayalı bir yapıya sahip olduğundan, simülasyon teknolojilerinin etkili kullanım alanlarından biridir. Soyut kavramların somutlaştırılması, zaman kısıtlı deneylerin tekrar edilebilmesi ve görsel-işitsel öğrenmeye hitap etmesi açısından simülasyonlar öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını artırmaktadır (De Jong ve Van Joolingen, 1998).

Özellikle elektrik, manyetizma, kimyasal tepkimeler gibi doğrudan gözlemlenmesi zor konularda simülasyonlar, öğrencilere deney yapma şansı sunarak öğrenmeyi daha kalıcı hâle

getirir (Darrah vd., 2014). Bu araştırmada da elektrik ünitesinde kullanılmak üzere yapılandırılmış simülasyonlar, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile bilgisayarca düşünme becerilerini aynı anda aktif hâle getirebilecek potansiyelde tasarlanmıştır.

2.3.3 Simülasyonların Öğrenme Üzerindeki Etkileri

Yapılan çalışmalar, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin erişimi düzeylerini, kavramsal anlamalarını ve problem çözme becerilerini olumlu etkilediğini göstermektedir (Scalise vd., 2011; Smetana ve Bell, 2012). Ayrıca bu uygulamaların öğrencilerdeki öğrenmeye yönelik tutumu da güçlendirdiği bulunmuştur.

Klasik laboratuvar uygulamaları ile karşılaştırıldığında, simülasyonlar genellikle daha esnek, zaman açısından verimli ve bireysel öğrenmeye uygun ortamlar sunmaktadır (Trundle ve Bell, 2010). Bu çalışmada, erişim testi ile ölçülecek öğrenme düzeyi, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerini artırmadaki etkinliğini değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

2.3.4 Simülasyonların Bilimsel Süreç ve Bilgisayarca Düşünmeye Katkısı

Simülasyonlar sadece bilgi aktarımı değil; hipotez kurma, test etme, veriyi analiz etme gibi bilimsel süreç becerilerinin gelişimini destekler (De Jong vd., 2013). Aynı zamanda, özellikle algoritmik düşünmeyi, örüntü tanımayı ve problem çözmeyi içeren yapıları sayesinde bilgisayarca düşünme becerilerinin gelişmesine de katkı sunar (Weintrop vd., 2016). Bu doğrultuda bu tezde, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin iki farklı ama birbiriyle ilişkili bilişsel alanı –bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerileri– üzerindeki etkisi bütüncül olarak değerlendirilmektedir.

2.3.5 Simülasyonların Uygulama Ortamları ve Öğretmen Rolü

Simülasyonlar öğretmenin rehberliğinde yürütüldüğünde daha etkili sonuçlar vermektedir. Özellikle yapılandırılmış rehberlik içeren simülasyon uygulamalarında öğrencilerin bilişsel gelişimlerinin daha belirgin olduğu saptanmıştır (Zacharia ve Anderson, 2003). Öğretmenin yönlendirmesi, öğrencinin deneyden çıkarım yapmasını ve gözlemlerini sistematik hâle getirmesini kolaylaştırmaktadır. Bu tez çalışmasında öğretmenin sınıf içinde rehberlik ettiği simülasyon etkinlikleri, öğrencilerin düşünme süreçlerini yapılandırmalarına katkı sağlayacak şekilde planlanmıştır.

Simülasyon destekli öğretim, yalnızca dijital içerik sunumu değil; aynı zamanda öğrencilerin bilimsel ve algoritmik düşünme becerilerini geliştiren, öğrenmeyi deneyime

dönüştüren ve bireyselleştiren yenilikçi bir yaklaşımdır. Giderek dijitalleşen eğitim ortamlarında bu tür araçların daha sık kullanılması, öğretim programlarının hedeflediği üst düzey bilişsel becerilere ulaşmada etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda yürütülen araştırma, simülasyon destekli öğrenme ortamlarının sadece erişime değil, aynı zamanda öğrencilerin düşünme biçimlerine ve bilimsel süreçlere katılım düzeylerine etkisini ortaya koymayı hedeflemektedir.

2.4. PhET Simülasyonları

2.4.1 PhET Projesi ve Genel Özellikleri

PhET (Physics Education Technology) Simülasyonları, Colorado Üniversitesi tarafından geliştirilen ve özellikle fen ve matematik konularını görselleştirmek amacıyla tasarlanan etkileşimli bir dijital öğrenme ortamıdır. İlk olarak fizik eğitimi odaklı geliştirilen bu simülasyonlar zamanla kimya, biyoloji ve matematik alanlarına da yayılmıştır (N. Finkelstein vd., 2006).

PhET simülasyonları; kullanıcı dostu arayüzleri, çoklu dil desteği, senaryo tabanlı uygulamaları ve etkileşimli yapısıyla öğrencilerin aktif öğrenmesini destekler. Öğrenciler, kavramlar arasında neden-sonuç ilişkileri kurabilir, değişkenleri test edebilir ve hipotezlerini deneyimleyerek sınayabilirler (Adams vd., 2008). Bu tez kapsamında, PhET'in "*Devre Kurulum Aracı: DC*" adlı simülasyonu kullanılmış; öğrencilerin devre elemanlarını tanımaları, bağlantı yapmaları ve gözlemledikleri durumlara göre çıkarım yapmaları sağlanmıştır.

2.4.2 PhET Simülasyonlarının Eğitsel Katkıları

Araştırmalar, PhET simülasyonlarının öğrencilerin fen kavramlarını daha derinlemesine anlamalarına, deneysel süreçleri sanal ortamda deneyimlemelerine ve bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde ilerlemelerine katkı sağladığını ortaya koymuştur (Wieman vd., 2008).

Bu simülasyonlar, yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak tasarlanmakta ve özellikle kavramsal değişimi destekleyen etkinliklerle birlikte sunulmaktadır. Öğrenciler hem görsel hem de işitsel geri bildirimlerle desteklenerek daha kalıcı öğrenme yaşayabilmektedir (N. D. Finkelstein vd., 2005).

Bu çalışmada da öğrencilerin simülasyonlar üzerinden gerçekleştirdiği etkinliklerin bilimsel süreç becerileri (örneğin hipotez kurma, veri toplama) ve bilgisayarca düşünme becerileri (örneğin örüntü tanıma, algoritmik düşünme) üzerindeki etkisi analiz edilmiştir.

2.4.3 PhET Simülasyonlarının Fen Öğretiminde Kullanımı

PhET simülasyonları, fen öğretiminde özellikle sınıf içi laboratuvar koşullarının yetersiz olduğu durumlarda alternatif bir deney ortamı olarak tercih edilmektedir (Moore vd., 2013). Öğrenciler, tehlikeli ya da pahalı deneylerin risksiz versiyonlarını sanal ortamda tekrarlayabilmekte ve kendi deney yollarını belirleyerek öğrenme sürecini özelleştirebilmektedir.

Simülasyonlar aynı zamanda öğrencilerin problem çözme ve sorgulama becerilerini de desteklemektedir. Yapılan çalışmalar, PhET simülasyonlarının uygulandığı sınıflarda kavramsal öğrenmenin daha yüksek düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. Bu tez çalışmasında simülasyonların yalnızca bilgi sunma amacıyla değil, aynı zamanda öğrencilerin düşünme süreçlerini tetikleyici bir öğrenme ortamı olarak kullanılması hedeflenmiştir.

2.4.4 PhET Simülasyonlarının Ölçme-Değerlendirme Süreçleriyle Entegrasyonu

PhET simülasyonları, sadece öğretim amacıyla değil; aynı zamanda öğrencilerin öğrenme düzeylerini ölçme ve değerlendirme süreçlerinde de etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Özellikle kavramsal anlama testleri, gözlem formları ve açık uçlu sorularla birleştirildiğinde öğrencilerin düşünme süreci daha doğru analiz edilebilmektedir (Moore vd., 2014). Bu çalışmada kullanılan eriş testleri, bilimsel süreç beceri ölçeği ve bilgisayarca düşünme beceri ölçeği gibi araçlar, PhET simülasyonu temelli öğrenme süreçlerinin çıktılarının ölçülmesini destekleyici biçimde yapılandırılmıştır.

PhET simülasyonları, fen eğitiminde deneysel düşünmeyi destekleyen, öğrenmeyi somutlaştıran ve öğrenciyi merkeze alan önemli araçlardır. Öğrencilerin hem kavramları anlamlandırmalarına hem de süreç boyunca düşünme becerilerini aktif kullanmalarına olanak tanır. Özellikle bilgisayarca düşünmenin eğitimle bütünleştirilmesi açısından, PhET gibi simülasyon tabanlı ortamlar etkili birer uygulama alanı sunmaktadır. Bu bağlamda, tezde yürütülen uygulama, PhET simülasyonlarının ortaokul düzeyindeki öğrencilerin bilişsel ve bilimsel becerileri üzerindeki etkilerini çok yönlü olarak incelemeyi amaçlamaktadır.

2.5 Alan Yazındaki Araştırmalar

2.5.1 Bilgisayarca Düşünme Becerilerine Yönelik Çalışmalar

Türkiye'de bilgisayarca düşünme (BD) becerilerinin eğitim süreçlerine entegrasyonu son yıllarda artan bir ilgi görmektedir. Özellikle STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) temelli eğitim yaklaşımları, BD becerilerinin gelişimini desteklemektedir. Sakallı

ve Usta (2023), Türkiye'de ve yurt dışında gerçekleştirilen çalışmaların sistematik bir incelemesini yaparak, STEM eğitiminin BD becerilerine olumlu katkılar sağladığını belirtmiştir. Yağız ve Usluel (2021) ise ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerilerinin gelişimine yönelik oyun programlama etkinlikleri temelli bir öğrenme ortamı tasarlamış ve bu ortamın öğrencilerin BD becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Bilgisayarca düşünme (BD) becerileri, küresel eğitim sistemlerinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Liao vd. (2022), STEM dışı üniversite öğrencileri arasında BD becerileri ile öğrenme memnuniyeti arasındaki ilişkiyi incelemiş ve BD'nin dijital öz-yeterlik ve öğrenme doyumunu üzerinde olumlu etkileri olduğunu bulmuştur. Ayrıca, BD'nin erken çocukluk eğitimi entegrasyonuna yönelik sistematik bir inceleme, 2010'dan 2022'ye kadar olan dönemde BD öğretimi ve öğrenimi üzerine 26 çalışmayı analiz etmiştir. Bu inceleme, BD'nin erken yaşlarda geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Bilgisayarca düşünme (BD) becerileri ise, öğrencilerin bir problemi sistematik olarak çözme, algoritmik yollarla analiz etme ve soyutlama yapma becerilerini kapsamaktadır. Yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar, BDB'nin yalnızca teknolojiye dayalı bir yetkinlik olmadığını; aynı zamanda fen, matematik ve sosyal bilimler gibi farklı disiplinlerde üst düzey düşünme süreçlerini destekleyen evrensel bir beceri olduğunu göstermektedir. BDB'nin erken yaşlardan itibaren yapılandırılması, öğrencilerin problem çözme ve karar verme becerilerinin gelişiminde kilit rol oynamaktadır.

2.5.2 Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Çalışmalar

Bilimsel süreç becerileri (BSB), öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Türkiye'de yapılan araştırmalar, çeşitli öğretim yöntemlerinin BSB üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Örneğin, deneylerle desteklenen bilgisayarsız kodlama uygulamalarının, öğrencilerin hem BD hem de BSB becerilerini geliştirdiği bulunmuştur.

Ayrıca, STEM uygulamalarının BSB'ye etkisini inceleyen meta-analiz çalışmaları, bu tür uygulamaların öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bilimsel süreç becerileri (BSB), öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır. Guevara (2015) yenilikçi bilim öğretimi yöntemlerinin BSB gelişimine katkı sağladığını belirtmiştir. Ayrıca, Akcay ve Yager (2016),

öğrencilerin bilim insanlarının kullandığı becerileri öğrenmelerinin, BSB gelişimini desteklediğini vurgulamıştır.

Yakın dönemde yurtdışında yapılan çalışmalar, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin başarıları ve bilimsel beceriler üzerindeki etkisini ortaya koyan önemli bulgular sunmaktadır. Erdoğan ve Bozkurt (2022), geometri optiği konusuna yönelik geliştirilen sanal laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin fizik dersine yönelik tutumlarında ve akademik başarılarında anlamlı düzeyde artış sağladığını belirtmiştir. Benzer şekilde, Özden ve Bozkurt (2024), ses konularının sanal laboratuvar ortamında öğretilmesinin öğrencilerin fen başarısı üzerinde pozitif etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Bu bulgular, fen bilimleri eğitiminde simülasyon ve sanal laboratuvarların etkili öğretim araçları olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir. Öte yandan, Bozkurt ve Yıldırım (2022) tarafından yürütülen çalışmada, bilim ve fizik öğretmeni adaylarının kaldırma kuvveti konusundaki kavram yanılgıları belirlenmiş ve bu yanlış anlamaların bilimsel süreç becerileri (BSB) bağlamında ele alınmasının öğretmen adaylarının kavramsal gelişimi açısından önem taşıdığı vurgulanmıştır. Bu çalışmalar, simülasyon tabanlı öğretimin sadece öğrenci başarısını değil, aynı zamanda kavramsal anlama ve bilimsel düşünme süreçlerini de desteklediğini göstermektedir.

Bilimsel süreç becerileri (BSB), öğrencilerin araştırma temelli düşünme, hipotez kurma, gözlem yapma ve veri analizi gibi bilimsel etkinliklerde aktif rol almalarını sağlar. Alan yazındaki çalışmalar, bu becerilerin geleneksel yöntemlerden ziyade, öğrenci merkezli ve uygulamaya dayalı yaklaşımlarla daha etkili biçimde geliştirilebileceğini göstermektedir. Özellikle deneysel ve dijital destekli uygulamaların, öğrencilerin bilimsel süreci deneyimlemelerini kolaylaştırdığı vurgulanmaktadır.

2.5.3 Simülasyon Tabanlı Öğretim Uygulamaları

Simülasyonlar, soyut fen kavramlarının somutlaştırılmasında ve öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerine katılımında önemli araçlardır. Türkiye'de yapılan çalışmalar, simülasyon tabanlı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin fen başarısı ve kavramsal anlamaları üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir. Örneğin, bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrencilerin fen bilgisi tutumları, biliş üstü becerileri ve erişilerine etkisini inceleyen bir araştırma, bu öğretim yönteminin öğrencilerin erişilerini artırdığını ortaya koymuştur.

Simülasyon tabanlı öğretim, öğrencilere soyut fen kavramlarını somutlaştırma, deney yapma imkânı ve etkileşimli öğrenme ortamı sunma açısından etkili bir yöntem olarak kabul

edilmektedir. Sarı, Duygu, Şen ve Kırındı (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, STEM temelli simülasyon destekli inquiry-learning ortamının bilimsel süreç becerileri ve STEM farkındalığı üzerinde anlamlı pozitif etkiler sağladığı bulunmuştur. Bu çalışma, simülasyonların öğrencilerin bilimsel sorgulama ve deney planlama becerilerini güçlendirdiğini destekleyen önemli bir örnek olarak literatürde yer aldı.

Simülasyon tabanlı öğrenme, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına ve aktif öğrenme süreçlerine katılmalarına olanak tanır. Bir meta-analiz çalışması, simülasyon tabanlı öğrenmenin etkili olduğunu ve farklı öğretim yöntemleriyle entegrasyonunun öğrenme sonuçlarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, SimScientists projesi kapsamında, ortaokul öğrencileri için etkileşimli simülasyon tabanlı bilim öğrenme ortamları geliştirilmiş ve bu ortamların öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına katkı sağladığı bulunmuştur.

Türkiye'de BD ve BSB becerilerinin geliştirilmesine yönelik yapılan araştırmalar, genellikle STEM temelli yaklaşımlar ve simülasyon tabanlı öğretim yöntemleri etrafında yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmalar, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili stratejiler sunmaktadır. Ancak, BD ve BSB becerilerinin birlikte ele alındığı çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu durum, bu iki becerinin entegrasyonunu hedefleyen yeni araştırmalar için bir fırsat alanı oluşturmaktadır.

Uluslararası literatür, BD ve BSB'nin geliştirilmesine yönelik çeşitli öğretim stratejileri ve teknolojik araçların etkili olduğunu göstermektedir. Simülasyon tabanlı öğrenme, öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmede ve bilimsel süreçlere aktif katılımlarını sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, BD ve BSB'nin birlikte ele alındığı çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu durum, bu iki becerinin entegrasyonunu hedefleyen yeni araştırmalar için bir fırsat alanı oluşturmaktadır.

2.5.4. Alan Yazın Değerlendirmesi

Bu bölümde incelenen araştırmalar, fen eğitimi bağlamında bilimsel süreç becerileri, bilgisayarca düşünme ve simülasyon destekli öğretim konularının birbiriyle ilişkili, bütüncül bir öğrenme ortamı oluşturma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Simülasyon destekli öğretim hem BSB hem de BD becerilerinin aynı ortamda geliştirilmesini mümkün kılan bir öğretim yaklaşımı olarak dikkat çekmektedir. Etkileşimli simülasyonlar, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmasına, deney yapmasına ve öğrenme sürecine aktif katılım göstermesine imkân tanımaktadır. Bu bağlamda, özellikle PhET

simülasyonlarının fen eğitimi bağlamında hem kavramsal anlamayı hem de bilişsel becerileri desteklediği literatürde geniş ölçüde kabul görmektedir.

Alan yazında yer alan bulgular, söz konusu üç kavramın (BSB, BD, simülasyon destekli öğretim) bir arada değerlendirildiği çalışmaların oldukça sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle ortaokul düzeyinde bu üç yapıyı bütünleştiren araştırmalara olan ihtiyacı açıkça göstermektedir. Bu çalışma da fen bilimleri dersi “Elektriğin İletimi” ünitesinde simülasyon temelli öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisini inceleyerek bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.



BÖLÜM 3

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde; araştırma modeli, araştırmanın çalışma grubu ve verilerin toplanmasına yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, karma yöntem araştırma desenlerinden ardışık açıklayıcı desen (explanatory sequential design) modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, öncelikle nicel veriler toplanmış ve analiz edilmiş, ardından bu sonuçları derinlemesine açıklamak amacıyla nitel veriler toplanmış ve yorumlanmıştır. Nicel bulguların ardından yürütülen nitel süreç, sayısal sonuçların arka planını anlamlandırmak ve yorumları zenginleştirmek için tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, özellikle karmaşık öğrenme süreçlerini çok boyutlu biçimde değerlendirmede etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Creswell, 2017). Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Elektriğin İletimi Erişi Testi; nitel veri toplama aracı olarak ise yarı yapılandırılmış görüşme formu ve araştırmacı günlüğü kullanılmıştır. Nicel ve nitel bulgular birlikte değerlendirilerek araştırmanın sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çalışmanın nicel boyutunda, ön test – son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve erişim düzeyleri nicel testlerle ölçülmüştür. Çalışmanın nitel boyutunda ise, deney grubundaki öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırma sürecinde tutulan araştırmacı günlüğü aracılığıyla veriler toplanmıştır. Nitel verilerin analizinde tematik içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu veriler, öğrencilerin öğrenme süreçleri, düşünme becerileri ve öğretim sürecine yönelik deneyimlerini daha derinlemesine anlamak amacıyla kullanılmıştır.

Bu araştırma modeli hem öğrencilerin bilişsel gelişimlerini hem de sürece dair yaşantılarını bütüncül olarak değerlendirme imkânı sunduğundan, çalışmanın iç geçerliliğini ve açıklığını artırmayı hedeflemiştir (Creswell ve Plano Clark, 2015).

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024–2025 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Konya ili Selçuklu ilçesinde yer alan bir ortaokulda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Öğrenciler, tesadüfî örnekleme yöntemi kullanılmaksızın mevcut sınıf düzeylerine göre deney ve kontrol grubu olarak atanmıştır.

Bu gruplarda yer alan öğrencilerin sayısı, öğretim sürecine aktif katılım sağlayabilecek öğrenci mevcutlarına göre belirlenmiş olup, homojenliği sağlamak adına öğrencilerin akademik erişî düzeyleri benzer tutulmaya çalışılmıştır.

Tablo 3.1. Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri

Değişken	Grup	Kategori	n	%
Cinsiyet	Deney	Erkek	14	46,7
		Kız	16	53,3
	Kontrol	Erkek	13	43,3
		Kız	17	56,7
Yaş	Tüm gruplar	12 yaş	60	100

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama süreci iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada nicel veriler, ikinci aşamada ise nitel veriler toplanmıştır. Nicel veriler Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Testi ve Elektriğin İletimi Erişî Testi kullanılarak elde edilmiştir. Nitel veriler ise deney grubundaki öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Nicel ve nitel bulgular birlikte değerlendirilerek araştırmanın sonuçlarına ulaşılmıştır.

3.3.1. Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği

Bu ölçme aracı, Korkmaz vd. (2015) tarafından geliştirilen ve ortaokul öğrencilerine yönelik olarak uyarlanan Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği (BDBÖ)'dir. Ölçek, bireylerin bilgisayarca düşünme düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir ve 5'li Likert tipindedir.

Ölçekte toplam 22 madde bulunmaktadır ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır:

- Algoritmik Düşünme
- Soyutlama
- Problem Çözme
- Veri Dönüştürme

Ölçeğin güvenirliği yapılan analizler sonucunda (Cronbach's Alpha = 0,80) bulunmuştur. Bu çalışmada, ölçek ön test ve son test olarak hem deney hem kontrol gruplarına uygulanmıştır.

Tablo 3.2. Bilgisayarca Düşünme Ölçeği Maddeleri ve Alt Boyutlara Göre Dağılımı

Alt Boyut	Madde No	Ölçülen Beceriler
Algoritmik Düşünme	1	Adım adım çözüm planı oluşturma
	4	İşlemleri mantıksal sıraya koyabilme
	8	Problem çözmede algoritmik yaklaşım kullanma
	12	Problem çözmede sistematik adımlar izleyebilme
	17	Bir problemi algoritmik olarak ifade edebilme
Soyutlama	3	Karmaşık yapıları sadeleştirerek analiz edebilme
	7	Gereksiz bilgileri ayıklayarak temel yapıya ulaşma
	11	Benzer durumları genelleyerek temsil edebilme
	15	Kavramlar arası ilişki kurarak genelleme yapma
	19	Sadeleştirilmiş modeller oluşturabilme
Problem Çözme	22	Temel ilkeleri ayırt ederek farklı durumlara uyarlayabilme
	2	Sorunun çözümüne yönelik strateji geliştirme
	6	Alternatif çözüm yolları üretme
	9	Bilinen çözümleri yeni durumlara uygulama
	14	Sorunu çözmek için mevcut kaynakları verimli kullanabilme
Veri Dönüştürme	18	Problemin çözüm sürecini değerlendirebilme
	21	Karşılaşılan engelleri aşmak için yeni yollar deneme
	5	Verileri grafik/tabloya dönüştürme
	10	Farklı veri biçimleri arasında dönüştürme yapabilme
	13	Sayısal verileri anlamlandırma ve organize etme
	16	Bilgiyi başka formatlarda sunma
	20	Karmaşık verileri gruplandırarak sunma

3.3.2. Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği

Sarioğlu (2022) tarafından bilimsel süreç becerilerinin tümünü kapsayan 16 soruluk test, açık uçlu sorular ve çoktan seçmeli test maddeleri şeklinde hazırlanmış olup, içerdiği bilimsel süreç becerileri uzman görüşü ile belirlenmiştir.

Tablo 3.3. Bilimsel Süreç Beceri Testinde Bulunan Maddelerin Ölçülmesi Hedeflenen Becerilere Göre Dağılımı

	BSBT	Maddeler
1. deney	Gözlem yapma	1
	Ölçme	2
	Sayıları kullanma ve verileri kaydetme	3
	Çıkarım yapma	4
	Tahmin etme - önceden kestirme	5

	Gözlem yapma- değişkenleri belirleme	6,7,8
	Hipotez kurma	9
	Sayı ve uzay ilişkileri kurma (Grafik)	10
2. deney	Veri yorumlama	11
	Karar verme	12
	Sınıflama	13
	Verileri kullanma ve model oluşturma	14,15
	Deney yapma	16

3.3.3. Elektriğin İletimi Erişi Testi

Bu erişim testi, Milli Eğitim Bakanlığı'nın 6. sınıf fen bilimleri Dersi “Elektriğin İletimi” ünitesinde yer alan kazanımlar temel alınarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Test, öğrencilerin elektrik devre elemanları, iletkenlik, direnç ve devre tasarımı konularında, farklı kazanım düzeyinde bilgileri ölçmeye yönelik olarak hazırlanmıştır.

Testte toplam 20 çoktan seçmeli madde yer almaktadır. Soruların hazırlanmasında 6. sınıf fen bilimleri öğretim programındaki hedef ve kazanımlar esas alınmıştır. Testin kapsam geçerliliği alan uzmanlarının görüşlerine başvurularak sağlanmış, 6. Sınıfta öğrenim gören 40 öğrenci ile yapılan pilot uygulama sonucunda KR-20 güvenirlik katsayısı 0,81 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.4. Elektriğin İletimi Erişi Testi Maddeleri ve Ölçtüğü Beceriler

Soru No	Ölçülen Beceri
1	Direnci etkileyen faktörleri ayırt etme
2	Direnç iletkenlik ilişkisini kavrama
3	Telin fiziksel özelliklerinin dirence etkisini analiz etme
4	Malzemelerin iletkenlik özelliklerini tanıma
5	Tel uzunluğu ve direnç ilişkisini açıklama
6	Yalıtkan kaplama malzemelerinin işlevini anlama
7	Elektrik iletiminde uygun malzeme seçimi yapma
8	Ampulün ışık vermesi için gerekli koşulu seçme
9	Tel özelliklerinin ışık parlaklığına etkisini yorumlama
10	Direnci değiştiren işlemleri değerlendirme
11	Direnci ölçen araçları tanıma
12	Deneysel tasarımda değişken kontrolü yapabilme
13	İletken ve yalıtkan madde seçimi yapabilme
14	Kötü iletkenleri ayırt edebilme

15	Direnç üzerindeki deęişikliklerin etkisini yorumlama
16	Direnç kavramının anlamını değerlendirme
17	İletken ve yalıtkan madde özelliklerini karşılaştırma
18	Isıtıcı tellerde yüksek direnç gerekliliğini anlama
19	Filaman yapısı ve gazların işlevini kavrama
20	Malzeme değişimiyle devre davranışını değerlendirme

3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu

Bu görüşme formu, öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve elektrik iletimi konusundaki öğrenmelerine yönelik kazanımlarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerin PhET simülasyonları öncesi ve sonrasındaki düşünceleri, öğrenme deneyimleri ve süreç algıları yarı yapılandırılmış sorular yoluyla toplanacaktır.

3.3.5. Araştırmacı Günlüğü

Araştırmacı günlüğü, simülasyon destekli öğretim sürecinin uygulama aşamalarında gözlem, düşünce ve deneyimlerin sistemli bir biçimde kayıt altına alınması amacıyla tutulmuştur. Günlük, araştırmanın nitel veri bileşenini desteklemek, süreç boyunca öğrencilerin tepkilerini, öğrenme davranışlarını, sınıf içi etkileşimlerini ve öğretim materyallerine verdikleri tepkileri belgelemek üzere yapılandırılmıştır.

Günlük tutma işlemi, uygulamanın gerçekleştiği her oturum sonunda, araştırmacının derse ilişkin gözlemlerini, dikkat çeken öğrenci davranışlarını, sınıf dinamiklerini, öğrenmeye ilişkin göstergeleri ve öğretim materyallerine verilen tepkileri içerecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Her kayıt, tarih bilgisi ile yazılmış ve uygulamaların doğal akışına müdahale etmeden yapılmıştır.

Araştırmacı günlüğü nitel veri kaynağı olarak kullanılmış; elde edilen notlar, yarı yapılandırılmış görüşme verileriyle birlikte tematik analiz sürecine dâhil edilmiştir. Böylece, uygulamanın öğrenciler üzerindeki etkisi yalnızca sayısal verilerle değil, sınıf içi davranış ve öğrenme süreci temelli gözlemlerle de desteklenmiştir.

Bu günlükler, araştırmanın güvenilirliğini artırmak amacıyla süreç odaklı bir belge niteliği taşımış; öğretim sürecindeki önemli olayları, gözlemlenen eğilimleri ve dikkat çeken değişimleri sistemli şekilde kayda geçirmiştir. Ayrıca, araştırmacının öz değerlendirme

yapmasına, uygulama sürecinde gelişimsel geri bildirimler üretmesine ve nitel veri analizine katkı sağlayacak anlamlı örüntüler yakalamasına olanak tanımıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Veri toplama süreci ardışık biçimde yürütülmüştür. Öncelikle deney ve kontrol gruplarına nicel veri toplama araçları uygulanmış, elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Ardından, deney grubundan seçilen öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla nitel veriler toplanmış, bu bulgular nicel sonuçları destekleyecek ve açıklayıcı bir perspektif kazandıracak şekilde analiz edilmiştir.

3.4.1. Nicel Veri Toplama Süreci

Araştırmanın nicel boyutunu oluşturan veri toplama araçları üç aşamalı olarak uygulanmıştır:

Ön Test Uygulaması: Araştırmanın başlangıcında, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere bilgisayarca düşünme becerileri ölçeği, bilimsel süreç becerileri testi ve elektriğin iletimi erişimi testi uygulanmıştır. Bu testler, öğrencilerin ön bilgilerinin ve başlangıç düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Deney Süreci: Deney grubuna simülasyon destekli fen öğretimi uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel yöntemlerle öğretim gerçekleştirilmiştir. Uygulama süreci 5 hafta boyunca yürütülmüştür.

Son Test Uygulaması: Uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından her iki gruba tekrar aynı üç test uygulanarak öğrencilerin gelişimleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Tüm testler araştırmacı tarafından sınıf ortamında uygulanmış, öğrencilere uygulama öncesi gerekli açıklamalar yapılmış ve süre sınırına uyulmuştur.

3.4.2. Nitel Veri Toplama Süreci

Bu araştırmada nitel veriler, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve araştırmacı günlüğü olmak üzere iki farklı yöntemle toplanmıştır. Nitel veri toplama süreci, deney grubundaki uygulamaların tamamlandığı süreci kapsamakta olup yaklaşık 5 hafta sürmüştür.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler, deney grubundaki öğrenciler arasından amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen 6 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu seçimde öğrencilerin;

- **Akademik başarı düzeyleri** (yüksek, orta, düşük),
- **Derse katılım durumları** (aktif, orta düzey, pasif),
- **Simülasyon destekli etkinliklerdeki gözlemlenen etkileşim düzeyleri** (örneğin iş birliği, problem çözme yaklaşımı, teknolojiyle etkileşim gibi),
- **Ve farklı cinsiyetlerin temsil edilmesi** gibi ölçütler dikkate alınmıştır.

Bu çeşitlilik sayesinde görüşme verilerinde farklı öğrenen profillerinin temsil edilmesi hedeflenmiş; öğrencilerin simülasyon destekli öğretime ilişkin deneyimlerinin daha bütüncül ve derinlemesine analiz edilmesine imkân sağlanmıştır.

Görüşmeye davet edilen öğrencilerden gönüllülük esasına göre onay alınmış ve görüşmeler, araştırmacı tarafından belirlenen uygun bir ortamda, ders dışı zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Her görüşme ses kaydıyla belgelenmiş ve içerik analizi sürecine dâhil edilmiştir.

Bunun yanı sıra, uygulama sürecinde her oturum sonrası araştırmacı tarafından araştırmacı günlüğü tutulmuştur. Bu günlükte, öğrencilerin sınıf içi gözlemleri, uygulamalara katılım düzeyleri, karşılaştıkları zorluklar, dikkat çeken davranışlar ve pedagojik süreçler sistematik biçimde kaydedilmiştir. Günlük, yapılandırılmış bir gözlem formu formatında değil; gözleme dayalı açık uçlu ve açıklayıcı notlardan oluşmaktadır.

Araştırmacı günlüğü, yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerle birlikte tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiş ve nitel bulgular bölümünde destekleyici veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu sayede veriler arasında üçgenleme (triangulation) sağlanarak elde edilen bulguların geçerliği ve güvenilirliği artırılmıştır.



Şekil 3.1. Elektrik Devresi Kurma Simülasyonu Esnasında Öğrenci Çalışmaları
(Fotoğraf: Araştırmacı tarafından uygulama sürecinde çekilmiştir.)

Elektrik devresi oluşturma etkinliği sırasında öğrencilerin bireysel çalışmaları gözlemlenmiştir. Bu süreçte öğrenciler, simülasyonun sunduğu geribildirimleri kullanarak doğru devre tasarımları gerçekleştirmiştir.

3.5. Verilerin Çözümlemesi

Bu araştırmada, nicel ve nitel veri analiz yöntemleri birlikte kullanılmış ve elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır.

3.5.1. Nicel Verilerin Analize Hazırlanması

Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizine başlamadan önce, Bilgisayarca Düşünme Becerisi Ölçeği, Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği ve Elektriğin İletimi Erişi Testi puanlarının normal dağılıma uygunluğu test edilmiştir. Her ölçme aracı için Kolmogorov-Smirnov testi ($n = 60$) uygulanmıştır.

Tablo 3.1’de görüldüğü üzere, tüm ölçek ve testler için Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda $p > .05$ bulunmuştur. Bu sonuçlar, araştırmada kullanılan verilerin normal dağıldığını ve parametrik testlerin (bağımlı ve bağımsız örneklemeler için t-testi) kullanılmasının uygun olduğunu göstermektedir. Böylece grup içi ve grup arası karşılaştırmaların geçerliliği güvence altına alınmıştır.

Tablo 3.1. Deney ve Kontrol Gruplarının BDB Ön Test ve Son Test Kolmogorov-Smirnov testi İstatistikleri

Ölçek/Test	Grup	Test Türü	p değeri	Dağılım
Bilgisayarca Düşünme Becerisi	Deney	Ön Test	0.076	Normal
Bilgisayarca Düşünme Becerisi	Deney	Son Test	0.081	Normal
Bilgisayarca Düşünme Becerisi	Kontrol	Ön Test	0.089	Normal
Bilgisayarca Düşünme Becerisi	Kontrol	Son Test	0.065	Normal
Bilimsel Süreç Becerileri	Deney	Ön Test	0.093	Normal
Bilimsel Süreç Becerileri	Deney	Son Test	0.071	Normal
Bilimsel Süreç Becerileri	Kontrol	Ön Test	0.087	Normal
Bilimsel Süreç Becerileri	Kontrol	Son Test	0.077	Normal
Elektriğin İletimi Erişi Testi	Deney	Ön Test	0.066	Normal
Elektriğin İletimi Erişi Testi	Deney	Son Test	0.054	Normal
Elektriğin İletimi Erişi Testi	Kontrol	Ön Test	0.072	Normal
Elektriğin İletimi Erişi Testi	Kontrol	Son Test	0.063	Normal

$p > .05$

3.5.2. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verileri; bilgisayarca düşünme becerileri ölçeği, bilimsel süreç becerileri testi ve elektriğin iletimi erişimi testi aracılığıyla elde edilmiştir. Nicel verilerin analizinde aşağıdaki işlemler uygulanmıştır:

- Veriler, IBM SPSS Statistics 25 programı kullanılarak analiz edilmiştir.
- Verilerin analiz öncesinde normallik varsayımı Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle parametrik testlerin uygulanması uygun görülmüştür.
- Ön test – son test sonuçlarının gruplar arasında karşılaştırılmasında bağımlı ve bağımsız örneklemeler için t-testi kullanılmıştır.
- Alt boyutlara ilişkin değerlendirmelerde aritmetik ortalama, standart sapma t-testi gibi tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır.
- Etki büyüklüğü hesaplamaları için Cohen's d değeri yorumlanmıştır. Etki Büyüklüğü (Cohen's d) 0.2 □ Küçük | 0.5 □ Orta | 0.8 □ Büyük | 1.2 □ Çok Büyük

Bu analizler, deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlılığını ortaya koymaya yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

3.5.3. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmanın nitel verileri, deney grubunda yer alan öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırmacı tarafından tutulan günlük notları yoluyla elde edilmiştir. Veriler, tematik analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu analiz süreci Braun & Clarke (2006)'nın tematik analiz adımları temel alınarak gerçekleştirilmiştir:

- Verilerin okunması ve tanıma
- İlk kodların oluşturulması
- Kodların temalara dönüştürülmesi
- Temaların gözden geçirilmesi
- Temaların adlandırılması ve raporlanması

Görüşmelerin analizi, ses kayıtlarının yazıya dökülmesiyle başlamış ve her bir öğrenciye Ö1, Ö2... şeklinde kod verilerek kimlik gizliliği sağlanmıştır. Öğrencilerin ifadeleri, analizde doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

Bu sürece ek olarak, araştırma süresince tutulan araştırmacı günlüğü, uygulamaların her oturumunda gözlemlenen öğrenci davranışlarını, dikkat çeken durumları ve sürece ilişkin gözlemleri sistematik biçimde kayıt altına almıştır. Araştırmacı günlüğü, öğrenci görüşlerinden elde edilen temaların desteklenmesinde ve üçgenleme (veri çeşitliliği ile doğrulama) amacıyla kullanılmıştır. Böylece hem görüşme verileri hem de gözleme dayalı notlar aracılığıyla daha derinlikli ve güvenilir bir analiz gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 4

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmada kullanılan ölçme araçları aracılığıyla elde edilen nicel veriler, deney ve kontrol grupları açısından karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca deney grubunda yer alan öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilen nitel veriler de sunulmuştur.

4.1 Nicel Bulgular

4.1.1. Bilgisayarca Düşünme Becerisi Ölçeği Bulguları

Bilgisayarca düşünme becerileri, öğrencilerin problem çözme, algoritmik düşünme, veri dönüştürme ve soyutlama gibi üst düzey bilişsel yeteneklerini ölçmektedir. Bu çalışmada Korkmaz & Altun (2014) tarafından geliştirilen Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği kullanılmış ve ön test-son test uygulamalarıyla deney ve kontrol gruplarındaki gelişmeler analiz edilmiştir.

Tablo 4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının BDB Ön Test ve Son Test Karşılaştırmaları

Grup	Test Türü	n	$\bar{X}$	SS	t (bağımlı örneklem)	p
Deney	Ön Test	30	65.43	8.91	-5.76	.000
Deney	Son Test	30	78.56	7.85		
Kontrol	Ön Test	30	64.97	9.22	-1.21	0.232
Kontrol	Son Test	30	67.34	8.67		

$p < .05$

Tablo 4.1 incelendiğinde, deney grubunda, son test puan ortalaması ($\bar{X} = 78.56$), ön test ortalamasına ($\bar{X} = 65.43$) kıyasla belirgin bir artış göstermiştir. Kontrol grubunda ise sınırlı bir artış ($\bar{X} = 64.97 \rightarrow \bar{X} = 67.34$) gözlenmiştir. Standart sapmaların (SS) düşük olması, gruplar içindeki dağılımın homojenliğini ve sonuçların güvenilirliğini göstermektedir.

Tablo 4.2. Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği Ön Testine Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Deney	65.43	8.91	0.20	0.842
Kontrol	64.97	9.22		

$p < .05$

Ön test sonuçlarına göre deney ve kontrol gruplarının bilgisayarca düşünme becerileri düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, grupların başlangıç düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.3. Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ölçeği Son Testine Ait Bağımsız Örneklemeler için t-Testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Deney	78.56	7.85	3.91	.000
Kontrol	67.34	8.67		

$p < .05$

Bağımsız örneklemeler t-testi (son test): $t(58) = 3.91$, $p < .05$, Cohen's $d = 0.85$

Bağımsız örneklemeler t-testi sonuçları, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla anlamlı ölçüde daha yüksek son test puanlarına ulaştığını göstermektedir ($t(58) = 3.91$, $p < .05$). Gruplar arasındaki farkın büyüklüğü hesaplandığında Cohen's $d = 0.85$ olarak bulunmuştur. Bu değer, etki büyüklüğünün “yüksek” düzeyde olduğunu göstermekte ve öğretim sürecinin etkisinin yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda pedagojik açıdan da anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Alt Boyutlara Göre Karşılaştırma

Tablo 4.4. Bilgisayarca Düşünme Becerisi Ölçeği Ön Test Alt Boyutlarına Ait Bağımsız Örneklemeler için t-Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Algoritmik Düşünme	Deney	15.60	2.45	0.61	0.544
	Kontrol	15.20	2.60		
Soyutlama	Deney	14.80	2.50	0.83	0.411
	Kontrol	14.35	2.55		
Problem Çözme	Deney	17.30	2.10	1.12	0.267
	Kontrol	16.75	2.20		
Veri Dönüştürme	Deney	13.90	2.30	0.56	0.578
	Kontrol	13.65	2.40		

$p < .05$

Tablo 4.4'e göre, deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarında yer alan tüm alt boyutlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > .05$). Bu da, grupların simülasyon destekli öğretim uygulaması öncesinde bilgisayarca düşünme becerileri açısından benzer başlangıç seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.5'te görüldüğü üzere, bilgisayarca düşünme becerileri ölçeğinin dört alt boyutunda da deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmaktadır.

Tablo 4.5 Bilgisayarca Düşünme Becerisi Ölçeği Son Test Alt Boyutlarına Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Algoritmik Düşünme	Deney	18.20	2.10	4.91	.000
	Kontrol	15.45	2.85		
Soyutlama	Deney	17.35	2.25	2.95	.005
	Kontrol	15.60	2.67		
Problem Çözme	Deney	20.40	1.95	4.38	.000
	Kontrol	17.90	2.43		
Veri Dönüştürme	Deney	16.90	2.35	4.91	.000
	Kontrol	14.10	2.90		

p < .05

- **Algoritmik düşünme** alt boyutunda elde edilen $t(58) = 4.91$, $p < .05$ sonucu, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek puanlar aldığını göstermektedir. Bu durum, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin işlem basamaklarını zihinsel olarak sıralama ve çözümleme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir.
- **Soyutlama** boyutunda elde edilen $t(58) = 2.95$, $p < .05$ değeri, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, öğrencilerin kavramları sadeleştirerek temsil etme ve bilgi seçme becerilerinde gelişme gösterdiğini düşündürmektedir.
- **Problem çözme** boyutundaki fark da anlamlı bulunmuş ($t(58) = 4.38$, $p < .05$), deney grubundaki öğrencilerin karşılaştıkları problemleri analiz etme ve uygun çözüm yolları üretme becerilerinde daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur.
- **Veri dönüştürme** alt boyutunda da deney grubu lehine anlamlı bir fark elde edilmiştir ($t(58) = 4.91$, $p < .05$). Bu sonuç, öğrencilerin verileri farklı formatlara çevirme ve analiz etme becerilerinde gelişim kaydettiğini göstermektedir.

Tüm bu bulgular, simülasyon destekli öğretimin yalnızca genel başarı değil, aynı zamanda bilişsel becerilerin alt düzey bileşenlerine de anlamlı katkılar sağladığını ortaya koymaktadır.

4.1.2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi Bulguları

Bilimsel süreç becerileri testi, öğrencilerin hipotez kurma, gözlem yapma, sınıflandırma, deney tasarlama ve veri yorumlama gibi temel bilimsel düşünme yeteneklerini

ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmada, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları, grup içi ve grup arası karşılaştırmalar yoluyla analiz edilmiştir.

Tablo 4.6. Deney ve Kontrol Gruplarının BSB Ön Test ve Son Test Karşılaştırmaları

Grup	Test Türü	n	$\bar{X}$	SS	t (bağımlı örneklem)	p
Deney	Ön Test	30	62.87	9.04	-6.14	.000
Deney	Son Test	30	76.12	7.48		
Kontrol	Ön Test	30	63.25	8.79	-1.48	0.147
Kontrol	Son Test	30	65.10	8.52		

$p < .05$

Tablo 4.6 incelendiğinde deney grubunda, son test puanlarının ön test puanlarına göre anlamlı şekilde yükseldiği belirlenmiştir ($t(29) = -6.14, p < .05$), bu durum simülasyon destekli öğretimin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Kontrol grubunda ise sınırlı artış gözlenmiş, ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t(29) = -1.48, p > .05$).

Tablo 4.7. Bilimsel Süreç Becerileri Testi Ön Testine Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Deney	62.87	9.04	-0.17	0.864
Kontrol	63.25	8.79		

$p < .05$

Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, grupların araştırma öncesi bilimsel süreç becerileri düzeylerinin benzer olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.8. Bilimsel Süreç Becerileri Testi Son Testine Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Deney	76.12	7.48	4.17	.000
Kontrol	65.10	8.52		

$p < .05$

Bağımsız örneklem t-testi (son test): $t(58) = 4.17, p < .05$, Cohen's $d = 0.90$

Bağımsız örneklem t-testi sonuçları, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla anlamlı ölçüde daha yüksek son test puanlarına ulaştığını göstermektedir ($t(58) = 4.17, p < .05$, Cohen's $d = 0.90$). Etki büyüklüğü “yüksek” düzeyde olup, pedagojik olarak da önemli bir etkiyi ifade etmektedir.

Alt Boyutlara Göre Karşılaştırma

Tablo 4.9. Bilimsel Süreç Becerileri Ön Test Alt Boyutlarına Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Gözlem Yapma	Deney	13.80	2.25	0.52	0.604
	Kontrol	13.55	2.30		
Sınıflandırma	Deney	13.45	2.10	0.41	0.684
	Kontrol	13.25	2.35		
Hipotez Kurma	Deney	13.80	2.40	0.21	0.834
	Kontrol	13.70	2.50		
Deney Yapma	Deney	13.95	2.20	0.36	0.718
	Kontrol	13.80	2.15		
Veri Yorumlama	Deney	13.75	2.30	0.32	0.748
	Kontrol	13.60	2.45		

$p < .05$

Tablo 4.9'a göre, ön test uygulaması sonrasında deney ve kontrol grupları arasında tüm alt boyutlarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p > .05$). Bu bulgu, grupların simülasyon destekli öğretim öncesinde benzer bilimsel süreç becerisi düzeylerine sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.10. Bilimsel Süreç Becerileri Son Test Alt Boyutlarına Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Gözlem Yapma	Deney	15.10	2.10	2.639	.011
	Kontrol	13.55	2.50		
Sınıflandırma	Deney	14.85	2.05	2.177	.033
	Kontrol	13.60	2.30		
Hipotez Kurma	Deney	15.55	2.20	3.457	.001
	Kontrol	13.40	2.40		
Deney Yapma	Deney	16.00	1.90	3.159	.002
	Kontrol	14.20	2.15		
Veri Yorumlama	Deney	15.40	2.00	3.211	.002
	Kontrol	13.50	2.35		

$p < .05$

Bağımsız örneklem için yapılan t-testi sonuçları, bilimsel süreç becerilerinin tüm alt boyutlarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur ($p < .05$).

4.1.3. Elektriğin İletimi Erişi Testi Bulguları

Elektriğin iletimi erişimi testi, öğrencilerin elektrik devreleri, iletkenlik, direnç ve devre elemanlarına ilişkin kavramsal bilgilerini ve uygulama becerilerini ölçmek amacıyla uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Gruplarının Elektriğin İletimi Erişi Testi Ön Test ve Son Test Karşılaştırmaları

Grup	Test Türü	n	$\bar{X}$	SS	t (bağımlı örneklem)	p
Deney	Ön Test	30	58.20	10.12	-7.29	.000
Deney	Son Test	30	76.73	8.45		
Kontrol	Ön Test	30	57.87	9.85	-1.64	0.233
Kontrol	Son Test	30	62.58	9.43		

$p < .05$

Tablo 4.11’deki verilere göre deney grubunun son test puan ortalaması ($\bar{X} = 76.73$) ön test ortalamasına ($\bar{X} = 58.20$) kıyasla oldukça anlamlı bir artış göstermektedir ($p < .05$). Bu sonuç, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin elektrik devreleri ve ilgili konulardaki erişimini güçlü biçimde artırdığını ortaya koymaktadır.

Kontrol grubunda da ön test-son test arasında bir artış gözlenmiştir ($\bar{X} = 57.87 \rightarrow \bar{X} = 62.58$), ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > .05$), bu da mevcut fen öğretim programındaki yöntemlerinin etkisinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Tablo 4.12. Elektriğin İletimi Erişi Testi Ön Testine Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Deney	58.20	10.12	0.13	0.894
Kontrol	57.87	9.85		

$p < .05$

Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, grupların deney öncesinde eşit başlangıç düzeyine sahip olduğunu göstermektedir ($p > .05$).

Tablo 4.13. Elektriğin İletimi Erişi Testi Son Testine Ait Bağımsız Örneklem için t-Testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS	t	p
Deney	76.73	8.45	5.12	.000
Kontrol	62.58	9.43		

$p < .05$

Bağımsız örneklem t-testi (son test): $t(58) = 5.12$, $p < .05$, Cohen’s $d = 1.12$

Bağımsız örneklem t-testi sonucunda, deney ve kontrol grupları arasında son test puanlarına göre anlamlı bir fark bulunmuştur ($t(58) = 5.12$, $p < .05$), Cohen’s d değeri 1.12 ise

etki büyüklüğünün çok büyük düzeyde olduğunu göstermektedir (Cohen, 1988). Bu, simülasyon destekli öğretimin yalnızca istatistiksel değil, pedagojik olarak da güçlü bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, elektrik iletimi gibi soyut ve teknik bir üniteye simülasyon destekli öğretimin geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha etkili olduğunu açık biçimde göstermektedir. Bu yöntem, öğrencilerin yalnızca test puanlarını artırmakla kalmamış, aynı zamanda kavramsal anlayışlarını ve uygulama becerilerini de geliştirmiştir. Elde edilen yüksek etki büyüklüğü, simülasyonların fen bilimleri öğretiminde güçlü bir araç olarak değerlendirilmesi gerektiğini işaret etmektedir. Ayrıca bilişsel becerilerin birbirini destekleyici bir yapıda geliştiğini ortaya koymaktadır. Bilgisayarca düşünme becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin sadece teknolojik yetkinliklerini değil, aynı zamanda problem çözme, hipotez oluşturma ve deneysel düşünme gibi bilimsel süreç becerilerini de güçlendirmektedir. Bu nedenle, fen bilimleri eğitimi gibi alanlarda üst düzey düşünme becerilerini destekleyen öğretim yaklaşımlarının, yalnızca tek bir beceri alanında değil, çoklu bilişsel alanlarda gelişim sağladığı söylenebilir.

4.2. Nitel Bulgular

Bu bölümde, deney grubunda yer alan öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırmacı günlüğünden elde edilen nitel veriler, tematik analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Nitel veriler, simülasyon destekli öğretim sürecinin öğrencilerin öğrenme süreçlerine, düşünme becerilerine ve öğrenmeye yönelik yaklaşımlarına nasıl etki ettiğini anlamak amacıyla yapılandırılmıştır.

Analiz sonucunda üç ana tema belirlenmiştir:

Tema 1: Simülasyon ve Bilgisayarca Düşünme Becerileri

Simülasyon destekli öğretim uygulamaları sırasında öğrenciler karmaşık problemleri küçük parçalara ayırarak çözme eğilimi göstermiştir ve de algoritmik düşünme becerilerinin geliştirmişlerdir. Öğrenciler, çözüm sürecinde izlenecek adımları belirleme ve hatalarını fark etme noktasında daha sistematik davranmıştır.

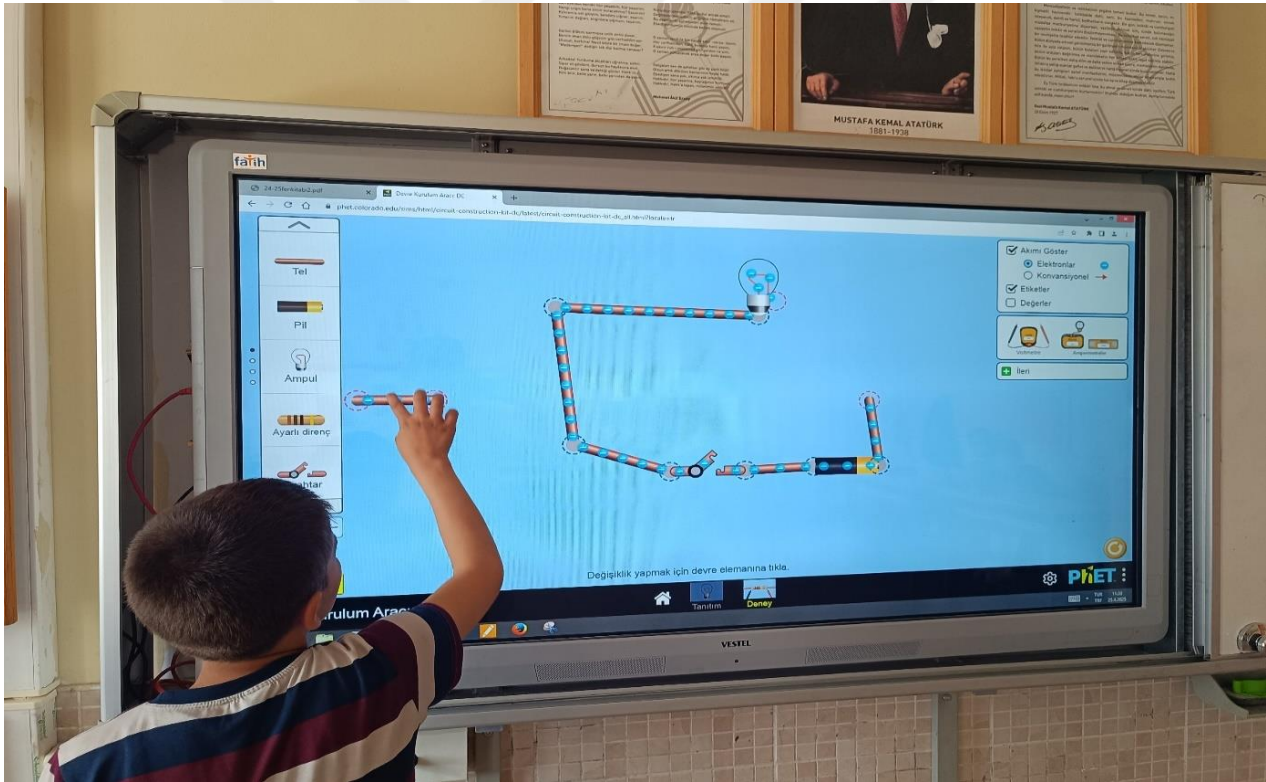
Öğrenci Görüşleri:

- **Ö1:** *“Artık bir problemle karşılaşıncı önce hangi adımları atacağımı planlıyorum. Simülasyonlarda da hep bu sıralamayı takip ettik.”*

- **Ö2:** “Simülasyonlar sırasında yanlış yaptığımda nerede hata yaptığımı bulmayı öğrendim. Eskiden rastgele çözüm deniyordum, şimdi adım adım gidiyorum.”
- **Ö5:** “Önce ne yapacağımı düşünüyorum, sonra yapıyorum. Düşünmeden başladığımda genelde hata yaptığımı fark ettim.”

Araştırmacı Günlüğü Notları:

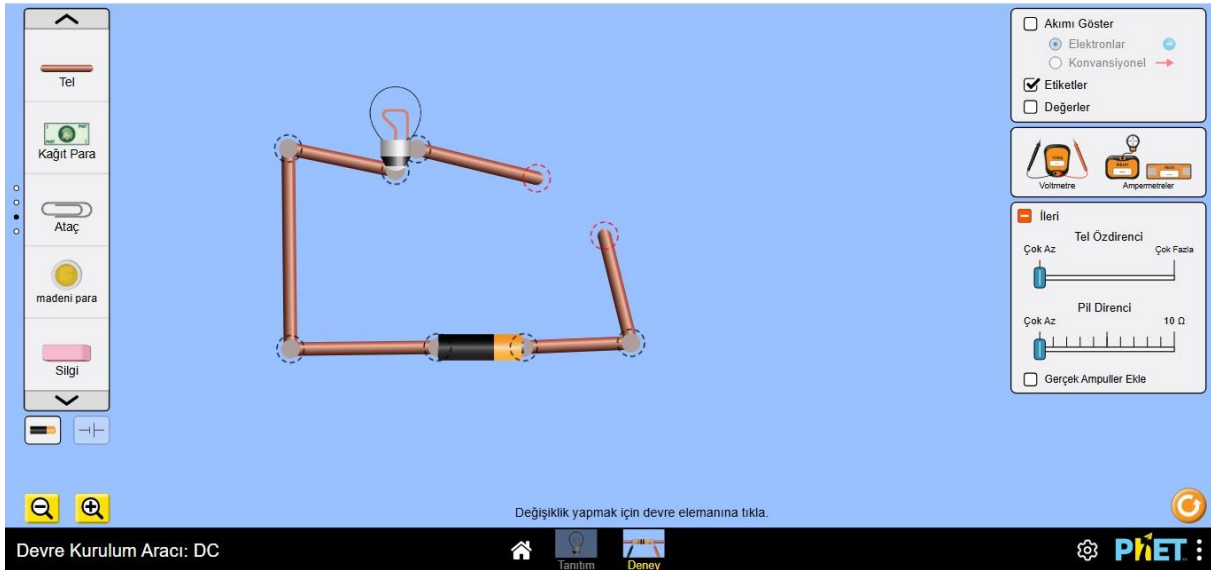
- “İlk oturumlarda öğrenciler çözüme hızlı ulaşmak için rastgele yaklaşımlar sergiliyordu. 3. oturumdan itibaren problemi küçük adımlara ayırarak çözmeye başladılar.” (11.02.2025)
- “Simülasyon uygulamalarında öğrenciler, problemi tanımlayıp önce verileri gözlemlemeye, ardından çözüm üretmeye yöneldiler.” (18.02.2025)



Şekil 4.1. Test Devresi Kurma Simülasyonu Esnasında Öğrenci Çalışmaları
(Fotoğraf: Araştırmacı tarafından uygulama sürecinde çekilmiştir.)

Bu görselde öğrenciler PhET simülasyonu kullanarak, maddeleri iletken ve yalıtkan maddeler olarak sınıflandırmalarını sağlayacak test devreleri kurmuşlardır. Etkinlik sırasında bireysel ve grup çalışmaları yaparak simülasyonu kullanan arkadaşlarını yönlendirmişlerdir.

Simülasyon destekli öğrenme, öğrencilerin aktif katılımını ve iş birliğine dayalı öğrenmelerini desteklemiştir.



Şekil 4.2. PhET Elektrik Devresi Simülasyonu ile Kurulan Test Devresi

(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

Araştırmada kullanılan PhET elektrik devresi simülasyonu arayüzü. Öğrencilerin iletken, yalıtkan, direnç ve devre elemanı tanıma süreçlerinde bu simülasyondan yararlanılmıştır. Öğrenciler test devresinin hangi devre elemanları ile oluşturulacağını adımlara ayırarak ve farklı yollar kullanarak gerçekleştirmişlerdir.

Tema 2: Simülasyon ve Bilimsel Süreç Becerileri

Simülasyon destekli ortamlar, öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerini deneyimlemelerine olanak tanımıştır. Özellikle hipotez kurma, değişkenleri kontrol etme ve deneysel sonuçları analiz etme süreçlerinde önemli gelişim göstermişlerdir.

Öğrenci Görüşleri:

- **Ö3:** “Bir şeyi değiştirirken başka hiçbir şeyi değiştirmemem gerektiğini simülasyonda anladım. Aksi hâlde neyin etkili olduğunu anlamak zor oluyordu.”
- **Ö4:** “Önce tahmin ediyorum, sonra deneyip doğru mu yanlış mı görüyorum. Hipotez kurmak artık daha kolay.”
- **Ö2:** “Simülasyonları yaparken önce sonucu düşündüm, sonra bunu test etmeye çalıştım. Tahminim tutunca çok sevindim.”

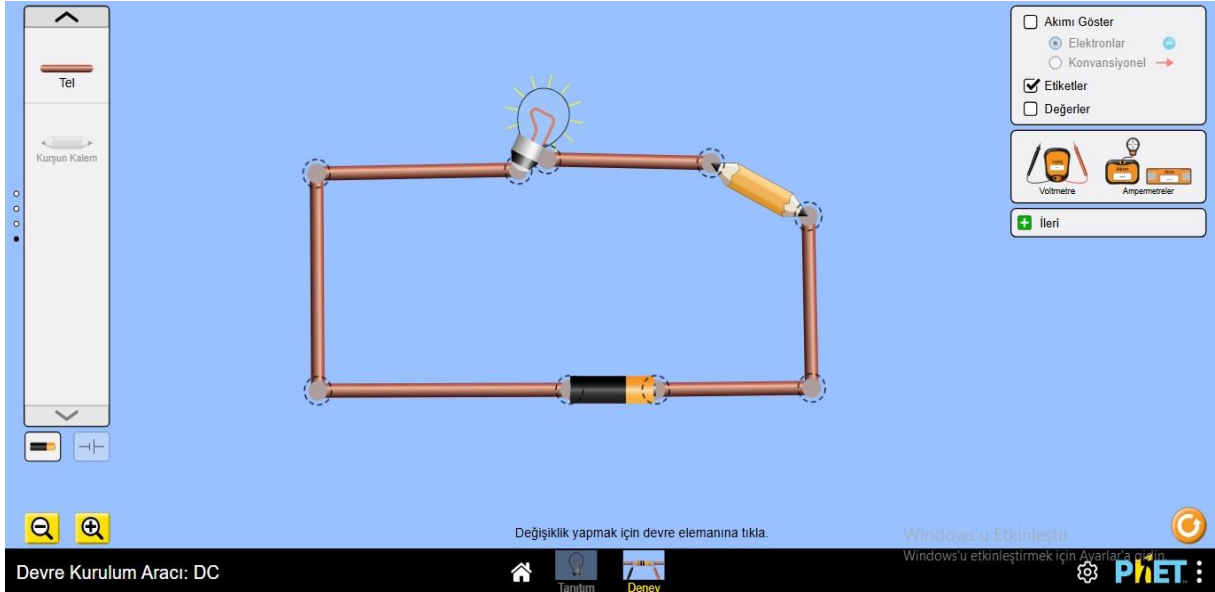
Araştırmacı Günlüğü Notları:

- “Öğrenciler başlangıçta tüm değişkenleri aynı anda değiştiriyordu. 2. haftadan itibaren tek değişkeni kontrol ederek çalışmaya başladılar.” (25.02.2025)
- “Bazı öğrenciler hipotez kurarken önceki deneyimlerine dayanarak tahminlerde bulunmaya başladılar. Hatalı sonuçlarda nedenini sorguladıkları gözlemlendi.” (04.03.2025)



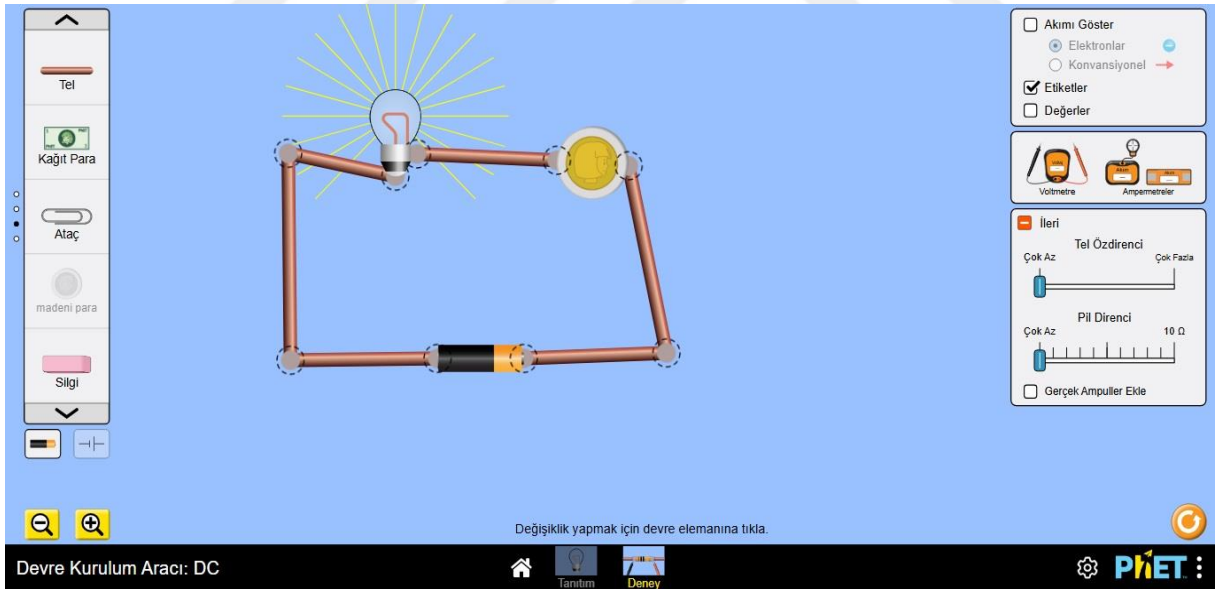
Şekil 4.3. Ayarlanabilir Direnç ile Elektrik Devresi Kurma Simülasyonu Esnasında Öğrenci Çalışmaları
(Fotoğraf: Araştırmacı tarafından uygulama sırasında çekilmiştir.)

Elektrik devresinde direnç değişimlerinin etkilerini gösteren PhET simülasyonu ekran görüntüsü. Öğrenciler, direnç değişimiyle ampul parlaklığının nasıl etkilendiğini tahminler oluşturarak ve bu tahminlerini test ederek öğrenmişlerdir.



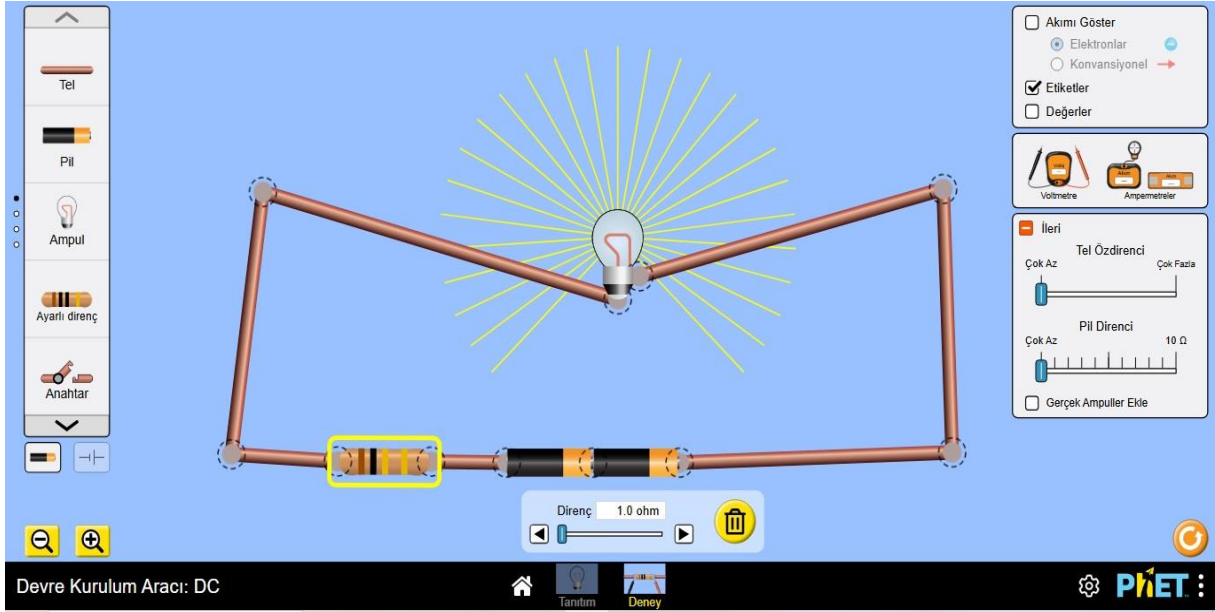
Şekil 4.4. Kurşun Kalem ile Tamamlanmış PhET Test Devresi Simülasyonu
(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

Test devresi simülasyonu kurşun kalem ile tamamlandığında ampulün yandığı fakat etrafındaki ışığı sembolize eden çizgilerin kısalığından parlaklığının az olduğu öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir.



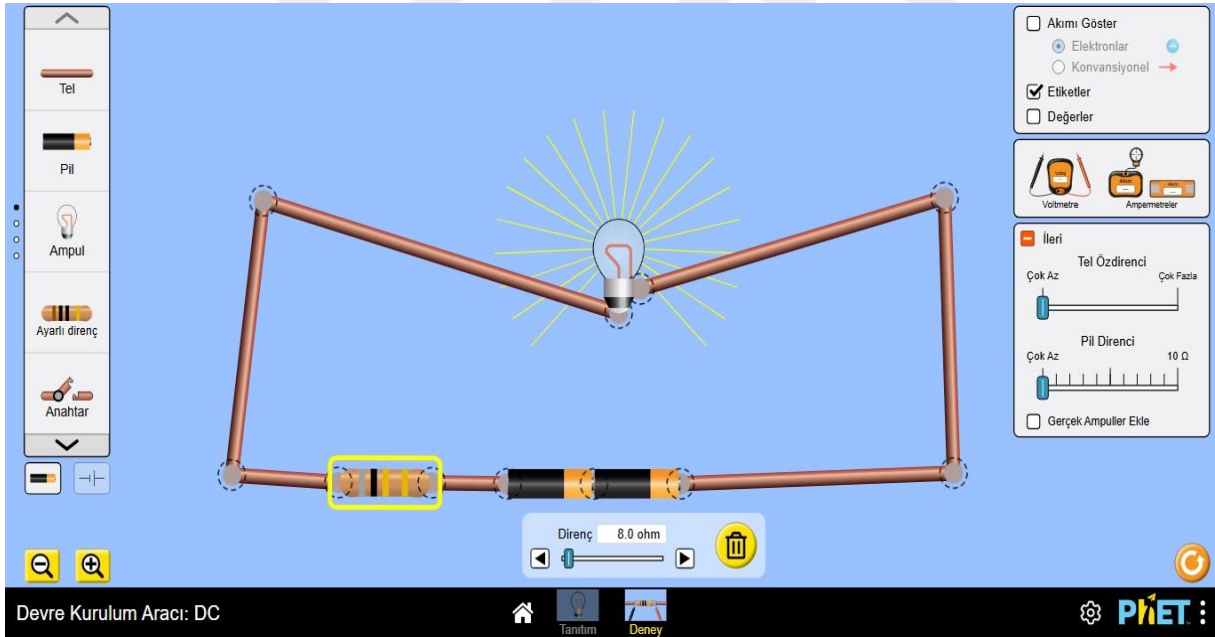
Şekil 4.5. Madeni Para ile Tamamlanmış PhET Test Devresi Simülasyonu
(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

Test devresi simülasyonu madeni para ile tamamlandığında ampulün kurşun kalem ile tamamlanan test devresine göre daha parlak yandığı öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir. Öğrenciler test devresini tamamlayan farklı iletkenlerde ampul parlaklığının değişiminden yola çıkarak her iletkenin farklı direnci olduğu çıkarımını yapmıştır.



Şekil 4.6. Ayarlı Direnç Kullanılan 1.0 Ohmluk PhET Elektrik Devreleri Simülasyonu
(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

Ayarlı direnç kullanılarak oluşturulan elektrik devrelerinde öğrenciler direnci değiştirerek ampul parlaklığını gözlemlemiştir.



Şekil 4.7. Ayarlı Direnç Kullanılan 8.0 Ohmluk PhET Elektrik Devreleri Simülasyonu
(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

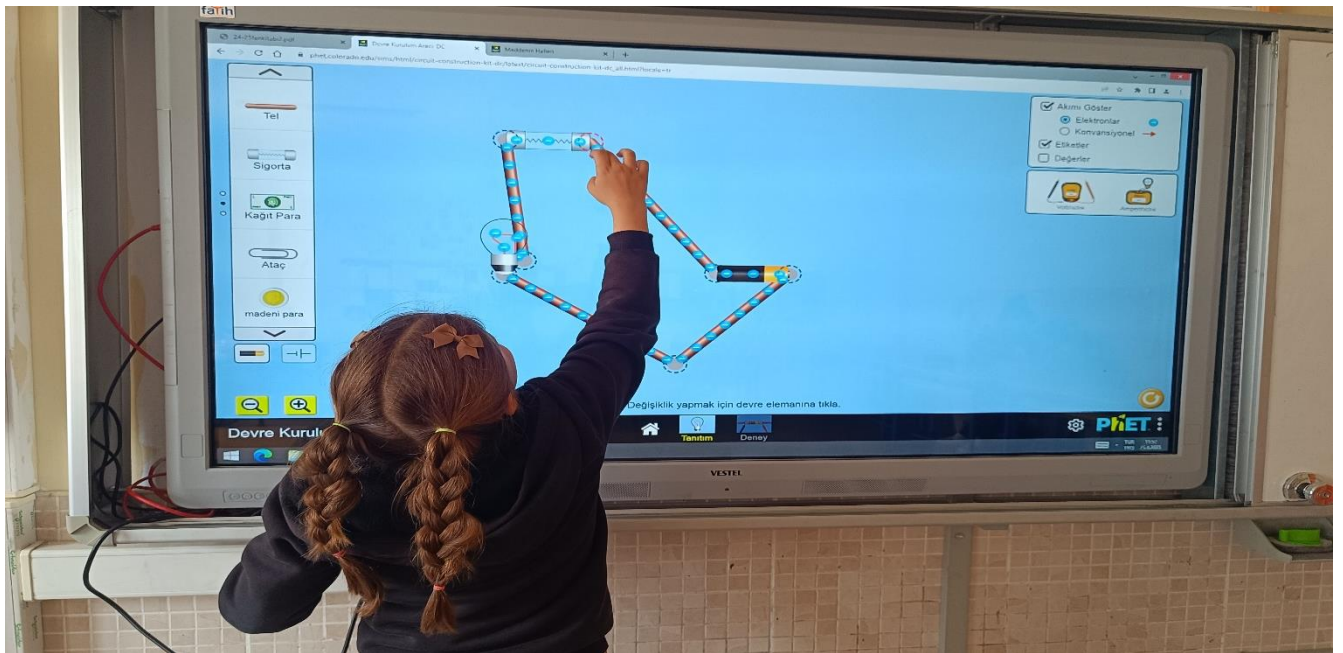
Devredeki ayarlı direncin değeri arttıkça ampul parlaklığının azaldığı öğrenciler tarafından gözlemlenmiş ve devredeki iletkenlerin direnci ile ampul parlaklığı arasında ters orantı olduğu çıkarımını yapmışlardır.

Tema 3: Simülasyon ve Erişi

Simülasyon destekli öğretim süreci, öğrencilerin elektrik konusundaki kavramsal öğrenmelerini derinleştirmiş ve erişil düzeylerini artırmıştır. Öğrenciler, sanal ortamda devre elemanlarını bir araya getirerek denemeler yapma fırsatı bulmuş; bu süreçte yanlış bağlantılar kurduklarında sistemin çalışmaması gibi geri bildirimlerle neden-sonuç ilişkisi kurarak doğru çözümlere ulaşmışlardır. Özellikle iletken-yalıtkan ayrımı, devreyi tamamlama, direnç faktörlerini anlama gibi alt kavramlarda öğrencilerin simülasyon yoluyla aktif denemeler yapmaları, kavramsal eksikliklerinin farkına varmalarına ve bilgilerini pekiştirmelerine katkı sağlamıştır. Bu deneyim, yalnızca bilgi edinmeyi değil, aynı zamanda sürece ilişkin öz düzenleme becerilerinin gelişimini de desteklemiştir.

Öğrenci Görüşleri:

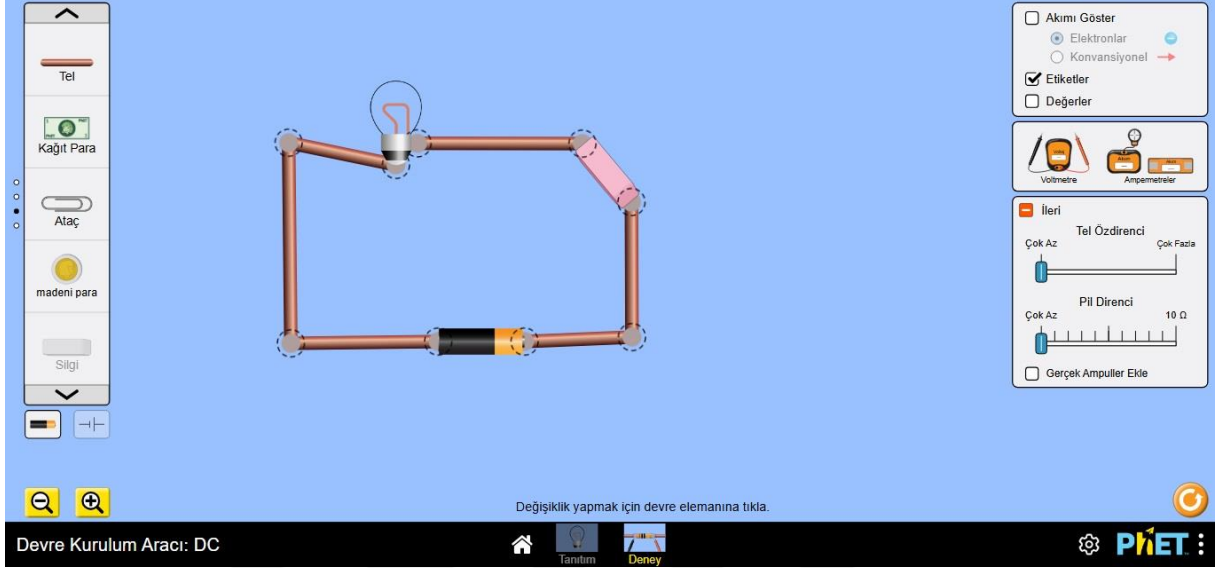
- **Ö6:** “Yanlış yapınca artık hemen pes etmiyorum, başka yollar deniyorum. Önce neden hata yaptığımı anlamaya çalışıyorum.”
- **Ö1:** “Hatalarımı görüp düzeltmek bana güven verdi. Başta çok zorlanıyordum ama artık kendime daha çok güveniyorum.”
- **Ö4:** “Simülasyonda hemen geri bildirim geldiği için hatamı anlayıp yeniden deneyebildim. Bu da öğrenmemi kolaylaştırdı.”



Şekil 4.8. Ampulün ışık vermediği PhET Test Devresi Simülasyonu

(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

Öğrenciler farklı denemeler yaparak ampulün neden ışık vermediğini anlamaya çalıştı. Bu bağlamda hata yapmaktan korkmayan öğrenciler aldıkları geri bildirimler sayesinde kendi bilgilerini inşa ettiler.



Şekil 4.9. Silgi ile Tamamlanmış PhET Test Devresi Simülasyonu
(Kaynak: PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder.)

Öğrencilerin iletken ve yalıtkan maddeleri keşfetmesini sağlayan test devresi simülasyonu silgi ile tamamlandığında ampul ışık vermemiştir. Bu simülasyonda öğrenciler silginin elektrik yalıtkanı olduğunu deneme yanılma yoluyla keşfetmiştir.

Araştırmacı Günlüğü Notları:

- “İlk haftalarda başarısızlık karşısında hemen yardım isteyen öğrenciler, ilerleyen uygulamalarda kendi başlarına denemeye başladılar.” (04.03.2025)
- Bazı öğrenciler aynı problemi farklı yollarla çözmeye çalıştı. Hatalardan çıkarım yapma eğilimi belirginleşti.” (11.03.2025)

Bu tema, simülasyon destekli öğretimin, özellikle soyut kavramların anlaşılmasını güçlendirdiğini ve öğrencilerin kavramsal hatalarını fark ederek düzeltmelerine olanak tanıdığını göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmaları ve kendi hataları üzerinden öğrenmeleri, erişti düzeylerinin yükselmesini sağlayan önemli bir faktör olmuştur.

Nitel bulgular, simülasyon destekli öğretimin öğrenciler üzerinde yalnızca kavramsal bilgi açısından değil, aynı zamanda düşünme süreçleri, öz düzenleme, problem çözme, hipotez

kurma ve deneysel sorgulama gibi üst düzey bilişsel becerilerde de anlamlı bir etki yarattığını göstermektedir. Öğrenciler, öğrenme süreçlerinde daha planlı, sabırlı ve stratejik hareket etmeye başlamış, hatalardan öğrenme kültürü geliştirmiş ve deneysel düşünme süreçlerinde daha aktif rol üstlenmiştir.

Bu bulgular, yapılandırmacı yaklaşımla tasarlanmış simülasyon tabanlı uygulamaların fen bilimleri eğitiminde yalnızca bilgi aktarmakla kalmayıp, öğrencilerin duyuşsal ve beceri temelli kazanımlarını da desteklediğini güçlü biçimde ortaya koymaktadır.

4.3. Genel Değerlendirme

Bu araştırmada elde edilen bulgular, simülasyon destekli öğretim yönteminin ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve elektrik iletimi konusundaki akademik erişileri üzerinde anlamlı ve pozitif etkiler yarattığını açıkça ortaya koymuştur. Hem nicel analizler hem de nitel görüşmeler ışığında ulaşılan sonuçlar, uygulanan öğretim modelinin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini desteklediğini ve öğrenme süreçlerini yapılandırıcı bir şekilde etkilediğini göstermektedir.

Özellikle bilgisayarca düşünme becerileri açısından, öğrencilerin algoritmik düşünme, problem çözme ve sistematik veri analizi gibi yetkinliklerinde belirgin gelişmeler kaydedilmiştir. Bilgisayarca düşünme yalnızca bilgisayar bilimleriyle sınırlı kalmamakta; bireylerin farklı alanlardaki problem çözme kapasitelerini de güçlendirmektedir.

Bilimsel süreç becerileri açısından ise deneysel düşünme, hipotez kurma, değişken kontrolü ve veri yorumlama gibi temel bilimsel yöntem becerilerinin simülasyon destekli öğretim süreci ile anlamlı şekilde geliştiği belirlenmiştir.

Elektriğin iletimi erişi testi bulguları ise öğrencilerin kavramsal bilgi düzeylerinde ve uygulama becerilerinde kayda değer bir artış olduğunu göstermiştir. Simülasyon destekli etkinliklerin öğrencilere soyut kavramları somutlaştırma, deneme-yanılma yoluyla öğrenme ve bireysel öğrenme süreçlerini yönetme fırsatı sunduğu anlaşılmaktadır.

Genel olarak, bu araştırmanın bulguları, simülasyon destekli, yapılandırmacı temelli öğretim yöntemlerinin ortaokul düzeyinde hem bilişsel hem de duyuşsal öğrenme alanlarında önemli katkılar sağladığını güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, gelecekteki eğitim uygulamaları ve araştırmaları için dijital teknolojilerin pedagojik amaçlı kullanımına yönelik önemli çıkarımlar sunmaktadır.

BÖLÜM 5

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmada elde edilen nicel ve nitel bulgular doğrultusunda genel bir değerlendirme yapılmakta, sonuçlar güncel literatürle karşılaştırılarak yorumlanmaktadır. Ayrıca, araştırmadan elde edilen veriler ışığında eğitim uygulamalarına ve gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik somut öneriler sunulmaktadır. Yapılan tartışmalar, özellikle simülasyon destekli öğretimin ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve akademik erişileri üzerindeki etkilerine odaklanmakta ve bu etkilerin bilişsel, pedagojik ve teknolojik boyutları bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerine yönelik simülasyon destekli öğretim uygulamalarının bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve erişi düzeyi üzerindeki etkileri, ardışık açıklayıcı desen yaklaşımıyla, yani önce nicel verilerin toplanıp analiz edilmesi ve ardından nitel verilerin bu bulguları desteklemek üzere toplanması yoluyla incelenmiştir. Bulgular, deney grubundaki öğrencilerin her üç değişkende de anlamlı gelişme gösterdiğini ortaya koymuştur.

Simülasyon destekli öğretim modelinin, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimlerinde önemli ve çok yönlü katkılar sağladığını göstermektedir. Bu öğretim modeli, özellikle üst düzey düşünme becerilerini destekleyerek, öğrencilerin problem çözme, bilimsel sorgulama ve uygulama becerilerini etkili biçimde geliştirmektedir. Geleneksel öğretim yöntemlerinin sınırlı katkılarına kıyasla, dijital ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarının öğrenci başarısını ve öğrenme kalitesini artırmada güçlü bir alternatif sunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın nicel bulguları, simülasyon destekli öğretim uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve elektriğin iletimi konusundaki akademik erişileri üzerinde anlamlı ve olumlu etkiler yarattığını göstermiştir.

Bu araştırmadaki bulgular, Weintrop vd. (2016) ve Shute vd. (2017) tarafından bildirilen simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin algoritmik düşünme, problem çözme ve veri analizi becerilerini geliştirmedeki rolü ile uyumludur. Ayrıca, Grover & Pea (2013) tarafından vurgulanan, simülasyonların öğrenme sürecinde aktif katılım ve öz düzenleme becerilerini artırıcı etkisi bu araştırmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Bilgisayarca düşünme becerileri ölçeği sonuçları, özellikle algoritmik düşünme, problem çözme ve veri dönüştürme gibi üst düzey bilişsel becerilerde deney grubunun anlamlı gelişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, Wing (2006), Grover & Pea (2013) gibi araştırmacıların, bilgisayarca düşünmenin yalnızca bilgisayar bilimiyle sınırlı kalmayıp farklı disiplinlerdeki problem çözme süreçlerine de katkı sağladığı yönündeki görüşleriyle uyumludur. Simülasyon destekli öğretimin kavramsal anlamayı geliştirme açısından etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Türkiye ve dünya genelinde bilgisayarca düşünme (BD) becerileri eğitim süreçlerinde etkin bir biçimde yer almaya devam etmektedir. STEM temelli yaklaşımlar, BD becerilerini anlamlı şekilde desteklemektedir. Örneğin Sakallı ve Usta (2023) tarafından yapılan sistematik inceleme, bu becerilerin STEM odaklı derslerde anlamlı düzeyde geliştiğini ortaya koymuştur. Yağız ve Usluel (2021) tarafından ortaokul düzeyinde gerçekleştirilen bir çalışma ise BD becerilerinin oyun programlama temelli öğrenme ortamında önemli ölçüde iyileştiğini göstermiştir.

Uluslararası alanda, Liao ve arkadaşları (2022), üniversite düzeyindeki STEM dışı öğrencilerde BD becerilerinin dijital öz-yeterlik ve öğrenme memnuniyeti ile ilişkisini incelemiş, pozitif etki tespit etmişlerdir. Ayrıca erken çocukluk eğitimi bağlamında yapılan sistematik bir derleme; 2010–2022 dönemindeki çalışmaların erken yaşta BD becerilerinin gelişimi için kritik olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmalar göstermektedir ki, BD yalnızca kodlama veya bilgisayar kullanımına bağlı bir yetkinlik değil, aynı zamanda farklı alanlarda üst düzey düşünme süreçlerini destekleyen evrensel bir beceridir.

Bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen bulgular ise, deney grubunda hipotez kurma, gözlem yapma, deney tasarlama ve veri yorumlama gibi temel bilimsel yetkinliklerde anlamlı gelişmeler olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, Harlen (1999) ve De Jong vd. (2013) gibi araştırmacıların yapılandırmacı ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkıda bulunduğunu vurgulayan çalışmalarını desteklemektedir. Alt boyut analizlerinde özellikle hipotez kurma ve veri yorumlama boyutlarındaki belirgin farklar dikkat çekmektedir. Bu, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin bilimsel sorgulama, tahmin yapma ve gözlem sonuçlarını analiz etme yeteneklerini güçlendirdiğini göstermektedir.

Bilimsel süreç becerileri (BSB), öğrencilerin gözlem, sınıflandırma, hipotez kurma ve veri yorumlama gibi yetkinliklerini kapsar. Yapılan araştırmalar, deneysel ve öğrenci merkezli

yaklaşımların BSB üzerinde pozitif etkisi olduğunu göstermektedir. Örneğin, Guevara (2015), yenilikçi bilim öğretimi yöntemleriyle BSB'yi güçlendirdiğini belirtmiştir. Akcay ve Yager (2016) çalışmalarında, öğrencilerin bilim insanı yaklaşımları benimseyerek BSB gelişimi gösterdiklerini ortaya koymuştur. Erdoğan ve Bozkurt (2022), sanal optik laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin başarı ve fizik tutumlarına anlamlı katkı sağladığını raporlamıştır. Bu bulgular, yapılandırmacı ve teknoloji destekli yaklaşımların BSB gelişimini güçlendirdiğini desteklemektedir.

Sanal laboratuvar destekli öğretimin öğrencilerin akademik erişimi ve kavramsal anlama düzeylerini anlamlı şekilde artırdığını göstermektedir. Özden ve Bozkurt (2024) tarafından yürütülen benzer bir çalışmada da ses konularının sanal laboratuvar ortamında işlenmesinin, öğrencilerin başarı düzeyleri üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, sanal veya simülasyon tabanlı öğretim materyallerinin özellikle soyut ve deney gerektiren konuların öğretiminde etkili olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Ayrıca, öğrencilerin etkileşimli ortamlarda daha aktif rol alması ve deney-gözlem döngüsünü kendi öğrenme süreçlerinde gerçekleştirmesi öğrenmenin derinliğini artırmaktadır.

Elektriğin iletimi erişimi testi bulguları, deney grubunun kavramsal bilgi düzeyinde ve uygulama becerilerinde önemli ilerlemeler kaydettiğini göstermiştir. Simülasyonların, soyut kavramların somutlaştırılması, öğrenci katılımını artırma ve bireysel öğrenme sürecini destekleme açısından güçlü bir araç olduğu görülmektedir (Blikstein, 2011; Papastergiou, 2009). Yapılandırmacı öğrenme kuramı çerçevesinde geliştirilen simülasyon destekli öğretimin, öğrencilerin bilişsel ve kavramsal becerilerini anlamlı biçimde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımı, deneme-yanılma yoluyla öğrenme, problem çözme ve öz düzenleme becerilerindeki ilerleme dikkat çekicidir. Benzer şekilde, Kumaş (2023) tarafından gerçekleştirilen araştırmada da hibrit eğitim bağlamında teknoloji destekli uygulamaların fen bilimleri derslerinde aktif öğrenme sürecini teşvik ettiği ve öğrencilerin bilişsel katılımını artırdığı vurgulanmıştır. Teknolojinin öğrenme ortamlarına entegrasyonu, sadece içeriğin sunumunu kolaylaştırmakla kalmamakta; aynı zamanda öğrencilerin keşfetme, hipotez kurma ve sistematik sorgulama gibi bilimsel süreç becerilerini de desteklemektedir. Bu bağlamda, simülasyonlar gibi dijital araçlar, yalnızca görsel destek sağlayan materyaller değil, aynı zamanda öğrencilerin aktif öğrenen rolünü güçlendiren pedagojik araçlar olarak değerlendirilmektedir.

Bu sonuç, Bozkurt ve Yıldırım'ın (2022) yaptığı çalışmadaki bulgularla da örtüşmektedir. Söz konusu çalışmada, fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının kaldırma kuvvetine ilişkin kavram yanlışlarının tespit edilmesi hedeflenmiş ve bu yanlışların giderilmesinde görsel ve etkileşimli içeriklerin önemli rol oynadığı ortaya konmuştur. Simülasyonların sunduğu görsel destek, öğrencilerin zihinsel modellerini yeniden yapılandırmalarına ve yanlış kavrayışları düzeltmelerine olanak tanımaktadır. Bu durum, mevcut çalışmada öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde ve bilgisayarca düşünme boyutlarında gözlenen gelişmelerle örtüşmektedir.

Genel olarak nicel bulgular, simülasyon destekli öğretim ortamlarının hem kavramsal hem de uygulamalı öğrenmeyi desteklediğini, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini ve geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla daha etkili sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşmeler ve araştırmacı günlüğü verilerinden elde edilen nitel bulgular, simülasyon destekli öğretimin öğrencilerin öğrenme süreçlerinde önemli değişimler yarattığını ve nicel bulguları destekler nitelikte sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde öne çıkan temalar; adım adım problem çözme yeteneği, algoritmik düşünmenin gelişimi, deneysel düşünme becerilerinin güçlenmesi, değişken kontrolü yapabilme ve veri yorumlama gibi kritik becerilerin geliştiği yönündedir.

Öğrenciler, simülasyonlar sayesinde deneme-yanılma sürecinde hata yapmaktan korkmadan öğrenme fırsatı bulduklarını ve doğru çözüme kendi çabalarıyla ulaşmanın öğrenmelerini daha kalıcı hâle getirdiğini ifade etmişlerdir. Bu bulgular, Jonassen'in (1999) yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde vurguladığı, bireyin kendi deneyimleri yoluyla bilgi yapılandırmasının önemini desteklemektedir.

Ayrıca, öğrencilerin simülasyon etkinliklerini gerçek deneylerle eşdeğer algılamaları ve kendi öğrenme süreçlerini yönlendirme becerilerinde artış gözlemlenmesi, Vygotsky (1978) öne sürdüğü öz düzenleme kavramı ile de ilişkilidir. Öğrenciler yalnızca öğretmenin yönlendirmesiyle değil, kendi aktif katılımlarıyla öğrenme süreçlerini yapılandırabilmişlerdir.

Bilimsel süreç becerileri açısından, öğrencilerin deney tasarlama, hipotez oluşturma ve verileri analiz etme gibi becerileri etkin bir biçimde kullanabildikleri görülmüştür. Özellikle, değişken kontrolü yapabilme ve sonuç çıkarabilme yeteneklerinin geliştiği öğrenci ifadeleriyle

desteklenmiştir. Bu durum, Harlen'in (1999) bilimsel düşünme süreçlerinin öğretiminde yapılandırılmış deneysel ortamların önemini vurgulayan bulgularıyla da paralellik göstermektedir.

Araştırmacı günlüğü verileri ise sınıf içindeki gözlemlerle bu bulguları pekiştirmiş, öğrencilerin başlangıçta gösterdiği çekingen ve yüzeysel katılımın, süreç ilerledikçe yerini daha aktif ve derinlemesine katılıma bıraktığını ortaya koymuştur. Nitel veriler, yapılandırmacı temelli, teknoloji destekli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin yalnızca akademik erişilerini değil, aynı zamanda düşünme becerilerini, öz düzenleme kapasitelerini ve öğrenmeye yönelik tutumlarını da olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Bu araştırmada elde edilen bulgular, yapılandırmacı öğrenme kuramı ve teknoloji destekli öğretim yaklaşımlarının ortaokul öğrencilerinin bilişsel gelişim süreçlerinde etkili olduğunu açıkça göstermektedir. Bilgisayarca düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri ve elektrik iletimi konularındaki akademik erişi üzerinde simülasyon destekli öğretimin güçlü ve çok yönlü bir katkı sunduğu belirlenmiştir.

Bilgisayarca düşünme becerilerinde gözlenen gelişmeler, öğrencilerin algoritmik düşünme, problem çözme ve veri dönüştürme gibi üst düzey bilişsel süreçleri etkin bir biçimde kullanabildiklerini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, Wing (2006) bilgisayarca düşünmenin, yalnızca bilgisayar bilimlerine özgü bir yetkinlik değil, geniş bir problem çözme yaklaşımı sunduğu yönündeki görüşünü desteklemektedir. Ayrıca, Grover ve Pea (2013) bilgisayarca düşünmenin eğitim süreçlerine entegre edilmesinin öğrencilerin bilişsel esneklik kazanmalarına yardımcı olduğunu vurgulamışlardır.

Bilimsel süreç becerilerinde elde edilen bulgular, yapılandırılmış deneysel ortamların, hipotez kurma, veri toplama, değişken kontrolü ve sonuç çıkarma gibi temel bilimsel düşünme adımlarının gelişimini desteklediğini göstermektedir. Bu bulgular, Harlen (1999) ve De Jong vd. (2013) tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konulan bilimsel süreç becerilerinin öğrenmede aktif deneyimlerin önemine ilişkin görüşlerle tutarlıdır.

Elektriğin iletimi erişi testi sonuçları ise, soyut kavramların anlaşılmasında simülasyon destekli öğretimin önemli bir araç olduğunu ortaya koymuştur. Blikstein (2011) ve Papastergiou (2009) da dijital öğrenme ortamlarının, öğrencilerin kavramsal bilgi yapılarını inşa etmelerine ve deneyim temelli öğrenmelerini desteklemelerine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da öğrencilerin, simülasyonlarla desteklenen öğrenme

süreçlerinde devre elemanlarını tanıma, devreyi tamamlama ve iletken–yalıtkan maddeleri ayırt etme becerilerinde anlamlı ilerlemeler kaydettikleri görülmüştür. Öte yandan, Uzun, Kılınç, Şahin ve Karadağ (2021) tarafından yapılan betimsel analizde, Türkiye’de 2015–2019 yılları arasında fen eğitimi alanında simülasyon kullanılarak yapılan tez çalışmalarında, simülasyonların en çok akademik başarı ve tutum üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur. Bu durum, bizim araştırmamızda da gözlemlendiği üzere, simülasyon destekli öğretimin sadece bilgi düzeyinde değil, aynı zamanda öğrencilerin fen bilimlerine karşı geliştirdikleri tutum ve öğrenme stratejileri üzerinde de etkili olduğunu göstermektedir.

Kumaş (2023) tarafından hibrit eğitimde teknolojinin aktif öğrenme aracı olarak kullanımına ilişkin yapılan çalışmada da öğrencilerin katılım düzeylerinin ve başarısının önemli ölçüde arttığı vurgulanmıştır. Simülasyonların yapılandırmacı öğrenme ortamlarına sunduğu etkileşimli deneyim, bu araştırmanın bulgularıyla da doğrudan örtüşmektedir. Nitel bulgular ise öğrencilerin öğrenme süreçlerini aktif bir biçimde yönetebildiklerini, deneme-yanılma yoluyla öğrenmeyi benimsediklerini ve öz düzenleme becerilerinde gelişim gösterdiklerini ortaya koymuştur. Bu bulgular, Vygotsky’nin (1978) bireyin kendi öğrenme sürecini kontrol etmesinin önemine yaptığı vurgu ile örtüşmektedir.

Genel olarak, bu araştırmanın bulguları, teknoloji destekli, yapılandırmacı temelli öğretim yaklaşımlarının ortaokul düzeyinde hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimi desteklemede etkili olduğunu güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, fen bilimleri eğitiminin dijitalleşen dünyada, öğrencilerin üst düzey düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirecek şekilde yeniden yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir.

5.2. Öneriler

Bu araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda hem eğitim uygulamalarına hem de gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur. Öneriler, araştırmanın sonuçlarının pratik uygulamalara aktarılmasını ve alanda yeni araştırmalar yapılmasını teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

5.2.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

- “Elektriğin İletimi” konusu gibi öğrenciler için soyut nitelikte olan konuların öğretiminde simülasyonlardan faydalanılabilir.
- Bilimsel süreç becerilerini geliştirmek için simülasyonlardan faydalanılması önerilebilir.

- Bilgisayarca düşünme becerilerini geliştirmek için simülasyonlardan faydalanılabilir.

5.2.2. Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

- Bu çalışmada simülasyon kullanımına uygun olan “Elektriğin İletimi” konusu ele alınmıştır. Maddenin tanecikli yapısı, atom, ses gibi öğrenciler için soyut olan konularda bundan sonraki araştırmacıların çalışması önerilebilir.
- Bu çalışmada simülasyonlar konu öğretiminde kullanılmıştır. Bundan sonraki araştırmacılara ölçme ve değerlendirme aşamasında kullanmaları önerilebilir.
- Bu çalışma ortaokul 6. sınıf düzeyinde yapılmıştır. Bundan sonraki araştırmacılara farklı sınıflardaki elektrik konularında yapmaları önerilebilir.
- Bu çalışma sırasında okulun imkanlarının kısıtlı olması sebebiyle akıllı tahtada çalışılmıştır. Bundan sonraki araştırmacılara bilgisayar laboratuvarında ya da öğrencilere tablet temin ederek her öğrenci aynı anda simülasyonları kullanacak şekilde ortamı önceden hazırlamaları önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Akcay, H., & Yager, R. E. (2016). Students learning to use the skills used by practicing scientists. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 513-525.
- Ango, M. L. (2002). Mastery of science process skills and their effective use in the teaching of science: An Educology of Science Education in the Nigerian Context. *Online Submission*, 16(1), 11-30.
- Aytar, A., & Kaptan, S. Y. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının gözünden fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları-I dersi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 88-101.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM inroads*, 2(1), 48-54.
- Blikstein, P. (2011). Using learning analytics to assess students' behavior in open-ended programming tasks. *Proceedings of the 1st international conference on learning analytics and knowledge*, 110-116.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice*. Joint Research Centre.
- Bookbinder, A. K., & Mensah, F. M. (2022). Teacher leadership and science instructional practice: Teaching elementary science in a time of crisis. *ProQuest Dissertations and Theses*. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/teacher-leadership-science-instructional-practice/docview/2658206571/se-2?accountid=159111>
- Bozkurt, E., & Yildirim, F. S. (2022). Determining the misunderstandings of physics and science teacher candidates about the events related to the buoyancy force. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(1), 222-231.

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada, 1*, 25.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. routledge.
- Creswell, J. W. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2015). Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi [Designing and conducting mixed methods research](Y. Dede & SB Demir, Trans.). *Ankara: Anı Yayıncılık.(Original work published 2011)*.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). Fizik öğretimi. *Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*.
- Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. *Journal of science education and technology*, 23, 803-814.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- DiSessa, A. A. (2000). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. Mit Press.
- Ekici, M., & Erdem, M. (2020). Developing science process skills through mobile scientific inquiry. *Thinking skills and creativity*, 36, 100658.
<https://doi.org/10.1016/J.TSC.2020.100658>
- Erdoğan, Ş., & Bozkurt, E. (2022). The effect of virtual laboratory applications prepared for Geometrical Optics Lesson on students' achievement levels and attitudes towards Physics. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(2), 226-234.

- Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., & Wieman, C. (2006). High-tech tools for teaching physics: The physics education technology project. *Merlot journal of online learning and teaching*, 2(3), 110-121.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S., & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 1(1), 010103.
- Gaba, D. M. (2007). The future vision of simulation in healthcare. *Simulation in Healthcare*, 2(2).
https://journals.lww.com/simulationinhealthcare/Fulltext/2007/00220/The_Future_Vision_of_Simulation_in_Healthcare.8.aspx
- Gredler, M. E. (2013). Games and simulations and their relationships to learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology*, s. 571-581, 2. Baskı, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. İçinde *Handbook of research on educational communications and technology* (ss. 571-581). Routledge.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- Guevara, C. A. (2015). Science process skills development through innovations in science teaching. *Research Journal of Educational Sciences* ISSN, 2321, 0508.
- Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 129-144.
<https://doi.org/10.1080/09695949993044>
- Hegarty, M. (2004). Dynamic visualizations and learning: getting to the difficult questions. *Learning and Instruction*, 14, 343–351. *Learning and Instruction*, 14(3), 343-351.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.007>
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Özkan, Y. (2021). Matematik öğretmenlerinin zihin tipleri ile bilgisayarca düşünme becerileri arasındaki ilişki. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 0(52), 301-325. <https://doi.org/10.9779/pauefd.696511>

- İlbelge Dökme. (2005). Evaluation of 6th grade science textbook published by the turkish ministry of education in terms of science process skills. *Journal*, 4(1), 7-17.
- Jonassen, D. H. (1999). *Constructing learning environments on the web: Engaging students in meaningful learning*. *Educational Technology*. 34-37.
- Korkmaz, Ö., & Altun, H. (2014). Adapting computer programming self-efficacy scale and engineering students' self-efficacy perceptions. *Participatory Educational Research*, 1(1), 20-31.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2015). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (BDBD) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 143-162.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y., Oluk, A., & Sarıoğlu, S. (2016). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 34(2), 68-87. <https://doi.org/10.7822/omuefd.215276>
- Koyunlu Ünlü, Z. (2011). Bilgisayar simülasyonları ve laboratuvar etkinliklerinin birlikte uygulanmasının öğrencilerin fen başarısına ve bilgisayara karşı tutumuna etkisi. *Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara*.
- Kumaş, A. (2023). Fen bilimleri derslerinde hibrit eğitim kapsamında aktif öğrenme aracı olarak teknolojinin kullanımı. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(2), 943-961.
- Liao, X., Luo, H., Xiao, Y., Ma, L., Li, J., & Zhu, M. (2022). Learning patterns in STEAM education: A comparison of three learner profiles. *Education Sciences*, 12(9), 614.
- MEB. (2018). *MEB [Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı], (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar)*. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>
- Minaslı, E., & Bayram, H. (2009). Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram

öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi. İçinde *PQDT - Global*.
<https://www.proquest.com/dissertations-theses/fen-ve-teknoloji-dersi-maddenin-yapısı/docview/2606883134/se-2?accountid=159111>

- Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of chemical education*, 91(8), 1191-1197.
- Moore, E. B., Herzog, T. A., & Perkins, K. K. (2013). Interactive simulations as implicit support for guided-inquiry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 257-268.
- Ozcan, H., Çetin, G., & Koştur, H. İ. (2020). The effect of PhET simulation-based instruction on 6th grade students' achievement regarding the concept of greenhouse gas. *Science Education International*, 31(4), 348-355.
- ÖZDEN, S., & BOZKURT, E. (2024). Ses konularının sanal laboratuvar yoluyla öğretilmesinin öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Journal of Social, Humanities And Administrative Sciences (Joshas)*, 8(51), 555-562.
- Öztürk, M., Akdeniz, A. R., & Bakırcı, H. (2017). Bilgisayar destekli öğretim uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel düşünme becerilerine etkisi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 611-639.
- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & education*, 52(1), 1-12.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & education*, 58(1), 136-153.
- Sáez-López, J.-M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141.
- Sakallı, R., & Usta, N. (2023). STEM eğitim yaklaşımının bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi: Sistemik literatür taraması. *Sinop Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 21-45.

- Sarı, U., Duygu, E., Şen, Ö. F., & Kırındı, T. (2020). The effects of STEM education on scientific process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 387-405.
- Sarioğlu. (2022). Çevrimiçi bilimsel süreç beceri testi. https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdPK8Yyjt66rKWeGurmW5L7qPCFptvwmTnY5MXPc0sz9zX5LQ/viewform?usp=sf_link
- Scalise, K., Timms, M., Moorjani, A., Clark, L., Holtermann, K., & Irvin, P. S. (2011). Student learning in science simulations: Design features that promote learning gains. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(9), 1050-1078.
- Shahali, E. H. M., & Halim, L. (2010). Development and validation of a test of integrated science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 142-146.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational research review*, 22, 142-158.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- Trundle, K. C., & Bell, R. L. (2010). The use of a computer simulation to promote conceptual change: A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 54(4), 1078-1088.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110-116. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.09.253>
- Uzun, E., Kılınç, B., Şahin, R., & Karadağ, A. (2021). Türkiye’de 2015-2019 yılları arasında fen eğitimi alanında simülasyon kullanılarak yapılan tez çalışmalarının betimsel analizi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(35), 1131-1153.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of science education and technology*, 25, 127-147.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682-683.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55-62.
- Yağız, B. Ö., & Usluel, Y. K. (2021). Bilgisayımsal düşünme becerilerinin oyun programlama aracılığıyla geliştirilmesi: Ortaokul öğrencileri için bir çerçeve. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 467-486.
- Zacharia, Z., & Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *American Journal of Physics*, 71(6), 618-629.

EKLER

Ek 1. Bilgisayarca Düşünme Beceri Ölçeği

Ek: Bilgisayarca Düşünme Ölçeği (Ortaokul Düzeyi İçin)

Sevgili Öğrenciler

Aşağıdaki maddeler bilgisayarca düşünme becerilerini ölçmeye dönük hazırlanmış ve bir araştırmada kullanılacaktır. Araştırma dışında başka hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Lütfen her bir maddeyi dikkatle okuyup, sizi yansıtan düzeyini en olumludan (5) en olumsuz (1) doğru puanlayınız. Katılımınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederiz.

C1	Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim	1	2	3	4	5
C4	Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	1	2	3	4	5
C5	Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime güvenirim.	1	2	3	4	5
C8	Bir sorunla karşılaştığımda, başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	1	2	3	4	5
A1	Bir problemin çözümünü verecek denklemi hemen kurabilirim	1	2	3	4	5
A3	Matematiksel sembol ve kavramlar yardımıyla yapılan anlatımları daha kolay öğrendiğimi düşünürüm	1	2	3	4	5
A4	Sayılar arasındaki ilişkileri kolaylıkla yakalayabildiğime inanırım	1	2	3	4	5
A6	Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayısallaştırabilirim.	1	2	3	4	5
O1	Grup arkadaşlarımla birlikte işbirlikli öğrenme deneyimleri yaşamaktan hoşlanırım.	1	2	3	4	5
O2	İşbirlikli öğrenmede, grupla çalıştığım için daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
O3	İşbirlikli öğrenmede grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.	1	2	3	4	5
O4	İşbirlikli öğrenmede daha çok fikir ortaya çıkıyor.	1	2	3	4	5
T1	Karmaşık problemlerin çözümüne yönelik düzenli planlar geliştirmede iyiyimdir.	1	2	3	4	5
T2	Karmaşık problemleri çözmeye çalışmak eğlencelidir.	1	2	3	4	5
T3	Zorlayıcı şeyler öğrenmeye istekliyimdir.	1	2	3	4	5
T5	Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem vardır.	1	2	3	4	5
P1	Problemin çözümünü zihnimde canlandırma konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5
P2	Problem çözümünde X, Y gibi değişkenleri nerede ve nasıl kullanmam gerektiği konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5

P3	Tasarladığım çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygulayamam.	1	2	3	4	5
P4	Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretemem.	1	2	3	4	5
P5	İşbirlikli öğrenme ortamında kendi düşüncelerimi geliştiremem.	1	2	3	4	5
P6	İşbirlikli öğrenme grup arkadaşlarıma bir şeyler öğretmeye çalışmak beni yoruyor.	1	2	3	4	5



Ek 2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Çevrimiçi Bilimsel Süreç Beceri Testi

Sevgili öğrenciler,

Bu test sizlerin gelecekte başarılı birer bilim insanı olmanız için ihtiyaç duyacağınız Bilimsel Süreç Becerilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu testi çözerken kendinizi bir bilim insanı gibi hissedip, soruları da bu şekilde yanıtlayabilirsiniz.

Sorulara verdiğiniz yanıtlar ülkemizdeki bilim eğitimi daha iyi hale getirmek için büyük katkı sağlayacaktır. Bu nedenle dikkatle okuyup yanıtlamanız önemli. Testten aldığınız puanlar sadece size bilgi vermesi için hesaplanıyor, notlarınıza etki etmeyecek. Çalışmadan toplanan veriler isminiz ve kişisel bilgileriniz gizli tutularak analiz edilecek ve yalnızca akademik çalışmalarda kullanılacak.

Vakit ayırdığınız ve katkı sağladığınız için çok teşekkürler.

* Gerekli

1. E-posta *

2. Adınız soyadınız *

3. Cinsiyetiniz *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Erkek

☐ Kız

4. Okulunuz *

5. Şubeniz *

1. deney



<http://youtube.com/watch?v=vUrWJBGRE7I>

6. 1. deneye ait videoyu dikkatlice izleyin. Hangi şişe diğerinden daha önce boşalıyor? *
- Gözlem yapma
- Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.*
- ☐ İçerisinde uzun pipet olan
- ☐ İçerisinde kısa pipet olan
7. 1. deneye ait videoyu dikkatlice izleyin. İlk boşalan şişenin boşalması, ters çevrildiği andan itibaren kaç saniye sürüyor? *
- Ölçme
- _____
8. İlk boşalan şişenin boşalması için geçen süreyi doğru hesaplayabilmek için yapılması gereken işlemi ve sonucunu yazınız. *
- (Örneğin "A-B=C" şeklinde)
- Sayıları kullanma ve verileri kaydetme
- _____
9. İzlediğiniz deneye dayalı olarak aşağıdaki verilenlerden hangisi veya hangileri söylenebilir? *
- Çıkarım yapma
- Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.*
- ☐ Kısa pipet uzun pipete göre daha incedir.
- ☐ Uzun pipetteki suyun akış hızı daha fazladır.
- ☐ Uzun pipetli şişedeki suyun yoğunluğu daha fazladır.
- ☐ Kaptaki biriken sıvının büyük kısmı kısa pipetli şişeden gelmiştir.
10. Yukarıda yapılan deneye içinde aynı cins eşit miktar sıvı bulunan, ilk iki şişedekinden daha uzun pipet takılmış üçüncü bir şişe eklenseydi, üçüncü şişedeki sıvının boşalması ne kadar sürebilirdi? *
- Tahmin etme - önceden kestirme
- Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.*
- ☐ 20-27 saniye arası
- ☐ 28-34 saniye arası
- ☐ 35-45 saniye arası
- ☐ 45-54 saniye arası
11. 1. deneyde aşağıda verilenlerden hangileri iki şişe için de aynı olan, SABİT TUTULAN DEĞİŞKEN - KONTROL DEĞİŞKENİ aşağıdakilerden hangisidir? *
- Gözlem yapma- değişkenleri belirleme
- Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.*
- ☐ Sıvıların akış hızı
- ☐ Şişelerdeki sıvı miktarı
- ☐ Pipetlerin uzunluğu
- ☐ Sıvıların boşalma süresi
12. 1. deneyde kullanılan iki şişe için farklı olarak seçilen ve etkisinin gözlenmesi amaçlanan BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN hangisidir? *
- Gözlem yapma- değişkenleri belirleme
- Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.*
- ☐ Şişelerin boyutu
- ☐ Şişelerdeki sıvı miktarı
- ☐ Pipetlerin uzunluğu
- ☐ Şişelerdeki sıvının cinsi

13. 1. deneyde bağımsız değişkenin etkisinin gözlemlendiği BAĞIMLI DEĞİŞKEN aşağıdakilerden hangisidir? *
- Gözlem yapma- değişkenleri belirleme

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Sıvıların akış hızı
- ☐ Sıvıların cinsi
- ☐ Pipetlerin uzunluğu
- ☐ Kaptaki biriken su miktarı

14. Aşağıdakilerden hangileri 1. deneyde test edilmek istenen geçerli bir hipotez olabilir? *

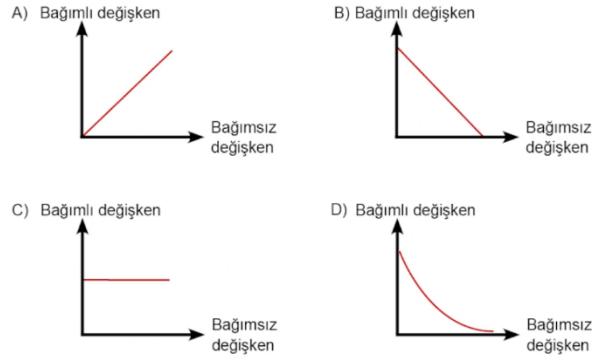
Hipotez kurma

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Sıvı yoğunluğu arttıkça sıvının şişeden akış hızı da artar.
- ☐ Pipet uzunluğu arttıkça sıvının şişeden akış hızı da artar.
- ☐ Pipet kalınlığı ile sıvının şişenin boşalma süresi doğru orantılıdır.

15. 1. deneyde belirlediğiniz bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişki aşağıdaki grafiklerden hangisinde gösterildiği gibi * olabilir?

Sayı ve uzay ilişkileri kurma (Grafik)



Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D

Deney 2



<http://youtube.com/watch?v=qMrCwWiAHFU>

16. Aşağıdaki tabloda yumurtaya etki eden kuvvetlerle ilgili bazı veriler verilmiştir. Buna göre aşağıdaki yorumlardan hangisi * yapılarsa doğru olur?

Verileri yorumlama

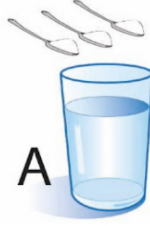
Saf suya koyulan yumurtanın ağırlığı (Newton)	Tuzlu suya koyulan yumurtanın ağırlığı (Newton)	Saf suda etki eden kaldırma kuvveti (Newton)	Tuzlu suda etki eden kaldırma kuvveti (Newton)
300	300	280	300

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Suyu eklenen tuz, yumurtanın ağırlığının azalmasına neden olmuştur.
- ☐ Suyu eklenen tuz, suyun uyguladığı kaldırma kuvvetinin artmasına neden olmuştur.
- ☐ Saf suya koyulan yumurta, tuzlu suya koyulan yumurtadan daha ağır olduğu için batmıştır.
- ☐ Tuzlu sudaki yumurtanın yüzmesinin nedeni, yoğunluğunun diğer yumurtadan daha az olmasıdır.

17. 100 gram ağırlığındaki metal oyuncak gemisini suda yüzdürmek isteyen bir öğrenci, içinde su ve üç kaşık tuz bulunan A kabına koyduğunda geminin battığını gözlemlemiştir. Öğrenci içlerinde eşit miktarda su bulunan ve çözdürülen tuz miktarı kaşıkla gösterilen kaplardan hangilerini kullanırsa gemisini yüzdürebilir?

Karar verme



Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.



☐ 1 kaşık tuz eklenen kap

☐ 2 kaşık tuz eklenen kap



☐ 3 kaşık tuz eklenen kap

☐ 4 kaşık tuz eklenen kap

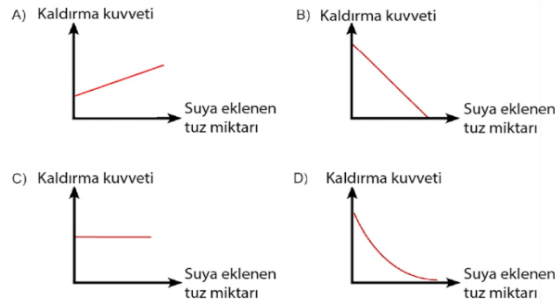
18. Aşağıda, içerisinde üç kaşık tuz bulunan suya konulan çeşitli oyuncakların ağırlıkları, ve bu oyuncaklara etki eden kaldırma kuvvetleri verilmiştir. Buna göre bu oyuncaklardan hangilerinin batıp hangilerinin batmayacağı hangi seçenekte doğru verilmiştir? (Ağırlığı kaldırma kuvvetinden daha büyük cisimler sıvı içerisinde batar.)
Sınıflama

Oyuncak	Ağırlık (Newton)	Kaldırma kuvveti (Newton)
Gemi	300	300
Araba	200	200
Uçak	250	200

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

	Gemi	Araba	Uçak
Batanlar	☐	☐	☐
Batmayanlar	☐	☐	☐

19. 2. deneyden ve önceki sorulardan yola çıkarak düşünüldüğünde, suya eklenen tuz miktarı ile gemiye etki eden kaldırma kuvveti arasındaki ilişkiyi gösteren grafik aşağıdakilerden hangisi gibi olur?
Verileri kullanma ve model oluşturma



Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

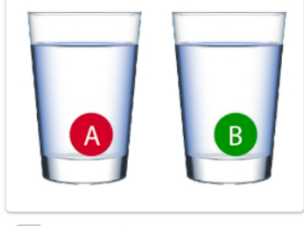
- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D

20. Bir öğrenci içerisinde bir miktar tuz çözdürdüğü kaba sırasıyla A ve B toplarını bırakıyor. Aşağıda ağırlıkları ve su içerisinde etki eden kaldırma kuvvetleri verilen topların su içerisindeki konumları hangi seçenekteki gibi olur? *

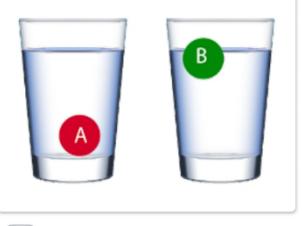
Verileri kullanma ve model oluşturma

Top	Ağırlık (Newton)	Kaldırma kuvveti (Newton)
A	100	100
B	100	50

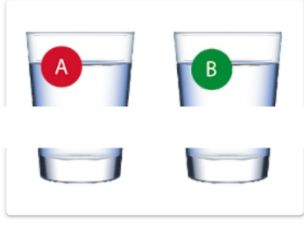
Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.



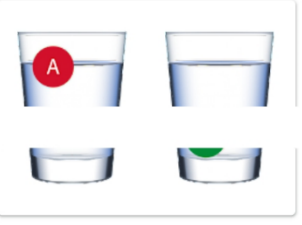
☐ 1. seçenek



☐ 2. seçenek



☐ 3. seçenek



☐ 4. seçenek

21. "Esnek bir top sert bir zemine ne kadar yüksekten bırakılırsa, o kadar yükseğe sıçrar" hipotezini test etmek için, aşağıda * verilen deneylerden hangisinin yapılması gerekir?

Deney yapma

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Bir top, düz bir yüzeye önce 10 cm yükseklikten bırakılır. Topun sıçradığı yükseklik bir cetvel yardımıyla ölçülür ve kaydedilir. Daha sonra aynı işlem 20, 30 ve 40cm yüksekliklerden tekrarlanır ve sonuca uygun bir karar verilir.
- ☐ Bir top, düz bir yüzeye önce 10 cm yükseklikten bırakılır. Topun sıçradığı yükseklik bir cetvel yardımıyla ölçülür ve kaydedilir. Daha sonra aynı işlem top her seferinde biraz daha şişirilerek tekrarlanır ve sonuca uygun bir karar verilir.
- ☐ Bir top, düz bir yüzeye önce 10 cm yükseklikten bırakılır. Topun sıçradığı yükseklik bir cetvel yardımıyla ölçülür ve kaydedilir. Daha sonra aynı işlem farklı zeminler üzerinde tekrarlanır ve sonuca uygun bir karar verilir.
- ☐ Bir top, düz bir yüzeye önce 10 cm yükseklikten bırakılır. Topun sıçradığı yükseklik bir cetvel yardımıyla ölçülür ve kaydedilir. Daha sonra aynı işlem top her seferinde biraz daha kuvvetli şekilde itilerek tekrarlanır ve sonuca uygun bir karar verilir.

Bu içerik Google tarafından oluşturulmamış veya onaylanmamıştır.

Google Formlar

Ek 3. Elektriğin İletimi Ünitesi Başarı Testi

6. Sınıf Fen Bilimleri 7. Ünite Elektriğin İletimi Başarı Testi

1- Aşağıdaki özelliklerden hangisi iletkenin elektriksel direncini etkiler?

- A) İletkenin uzunluğu B) İletkenin rengi
C) İletkenin yeri D) Devredeki pil sayısı

2- I. İletken maddelerin direnci az da olsa vardır.

II. Yalıtkan maddelerin direnci yoktur.

III. İletkenlerin direnci küçük, yalıtkanların direnci ise oldukça büyüktür.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III

3- Aşağıda aynı metalden yapılan üç tele ait bazı özellikler veriliyor.



Bu tellerin dirençleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında aşağıdakilerden hangisi elde edilir?

- A) $M > L > K$ B) $L > K > M$ C) $K > M > L$ D) $K > L > M$

4- Hangi malzeme, elektriksel direnci en düşük olan malzemelerden biridir?

- A) Bakır B) Plastik C) Ahşap D) Kauçuk

5- Bir elektrik devresindeki telin uzunluğu arttıkça direnç nasıl değişir?

- A) Artar B) Azalır
C) Değişmez D) Önce artar sonra azalır

6- Bir elektrik süpürgesinin kablosunun dışı neden plastikle kaplıdır?

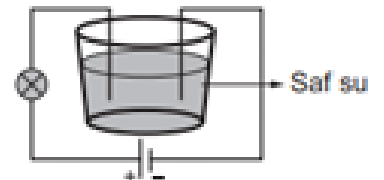
- A) Güzel görünmesi için B) Elektrik çarpmasını önlemek için
C) Daha hafif olması için D) Daha dayanıklı olması için

7- Elektrik kablolarında neden bakır tel kullanılır?

- A) Bakır ucuzdur. B) Bakır hafiftir.
C) Bakır elektriği iyi iletir. D) Bakır kolay şekil alır.

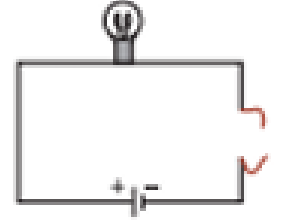
8- Yandaki düzeneği hazırlayan öğrenci ampulün ışık vermediğini gözlemliyor. Ampulün ışık vermesi için öğrenci, devrede hangi değişikliği yapmalıdır?

- A) Kaba biraz daha su eklemeli
B) Saf suya tuz döküp karıştırmalı
C) Telin bir ucunu sudan çıkarmalı
D) Kaptaki suyu tamamen boşaltmalı

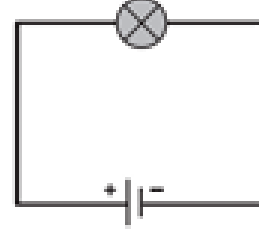


9- Yandaki test devresi aşağıda özellikleri verilen aynı cins iletken tellerden hangisi ile tamamlanırsa ampul daha fazla ışık verir?

	<u>Kalınlık</u>	<u>Boy</u>
A)	1 mm	6 cm
B)	2 mm	5 cm
C)	3 mm	4 cm
D)	4 mm	3 cm



10- Yanda verilen elektrik devresindeki ampulün parlaklığını artırmak isteyen bir öğrenci,
I. Telin kalınlığını azaltmak
II. Telin boyunu kısaltmak
III. Devreye bir ampul daha bağlamak
İşlemlerinden hangilerini yapmalıdır?

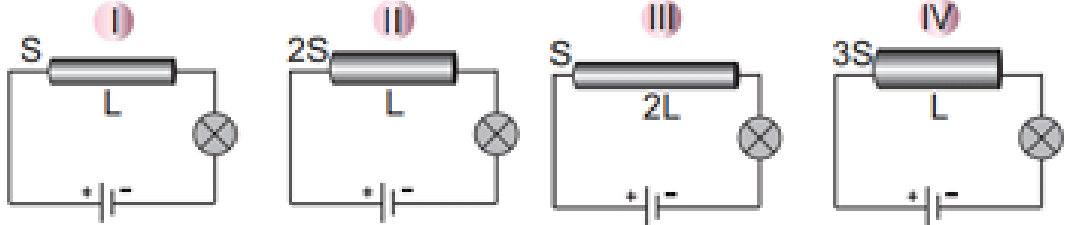


- A) Yalnız II B) I ve III C) II ve III D) I, II ve III

11- Bir elektrik devresinde direnci ölçmek için hangi araç kullanılır?

- A) Ohmmetre B) Voltmetre C) Ampermetre D) Termometre

12- Bir öğrenci, iletkenin dik kesit alanının ampul parlaklığına etkisini araştırmaktadır. Bunun için özdeş devrelere aynı maddeden yapılmış farklı boyutlarda iletkenler ekleyerek aşağıdaki düzenekleri kurmuştur.



Araştırmanın amaca uygun yürütülebilmesi için I, II, III ve IV numaralı elektrik devrelerinden hangileri seçilmelidir?

- A) I ve III B) I ve IV C) II ve III D) III ve IV

13- Yandaki elektrik devresinde ampulün ışık verebilmesi için test uçları arasına hangi madde gelmelidir?

- A) Silgi B) Plastik tarak
C) Madeni para D) Tahta kaşık



14- Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımını iletmek için iyi bir iletken değildir?

- A) Bakır B) Plastik
C) Altın D) Gümüş

15- Bir iletkenin sahip olduğu elektriksel direnç, aşağıdaki durumlardan hangisinde azalır?

- A) İletken telin kalınlığı arttığında
B) İletken telin uzunluğu arttığında
C) İletken telin rengi değiştiğinde
D) İletken tel incelendiğinde

16- Direnci düşük olan bir iletken neyi ifade eder?

- A) Elektrik akımını kolayca iletebilir
B) Elektrik akımını zor iletebilir
C) Elektrik akımını hiç iletemez
D) Elektrik akımını durdurur

17- I. İletken maddelerin direnci az da olsa vardır.

II. Yalıtkan maddelerin direnci yoktur.

III. İletkenlerin direnci küçük, yalıtkanların direnci ise oldukça büyüktür.

Yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III

18- Bir tost makinesinin içindeki ısıtıcı telin direnci neden yüksek olmalıdır?

- A) Daha az elektrik akımı geçmesi için
B) Daha fazla elektrik akımı geçmesi için
C) Daha hızlı ısınması için
D) Daha yavaş ısınması için

19- Ampul vidalı metal bir kısım ve cam bir fanustan oluşur. Bu fanusun içinde filaman adı verilen bir tel bulunur. Buna göre,



I. Filaman yüksek sıcaklığa dayanan bir metalden yapılmıştır.

II. Filamanın sarmal hale getirilmesi uzunluğunu artırarak direncini azaltır.

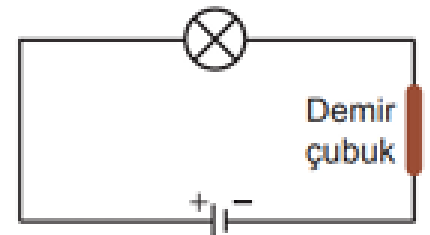
III. Ampulün içinde filamanla etkileşime girmeyen argon gazı bulunur.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III

20- Şekildeki elektrik devresinde bağlantı kabloları arasında demir çubuk konulmuştur.

Bu elektrik devresindeki demir çubuk aynı boyutlardaki gümüş çubuk ile değiştirilirse,



I. Devrenin elektriksel direnci artar.

II. Gümüşün iletkenliği daha yüksek olduğu için ampul daha parlak yanar.

III. Gümüşün direnci daha düşük olduğu için ampul daha parlak yanar.

İfadelerinden hangileri doğru olur? (Maddelerin iletkenlikleri demir < gümüş)

- A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) II ve III

Ek 4. Araştırmacı Günlüğünden Örnek Sayfalar

11.02.2025 – Uygulama 1. Oturum

Etkinlik Konusu: Elektrik Devresi Kurma (Simülasyon Uygulaması – Giriş)

Gözlem:

Öğrenciler simülasyon ortamına ilk kez dahil oldukları için heyecanlı ve meraklıydı. Birçok öğrenci aktif şekilde ekranla etkileşime girerek devreyi kurmaya çalıştı. Deneme-yanılma yöntemi sıklıkla kullanıldı.

Öğrenci Davranışları:

- Ö1 ve Ö5 yanlış bağlantı yaptıklarında hata nedenini araştırarak çözmeye çalıştı.
- Ö2 bağlantıyı ters yapmasına rağmen kendisi fark edip düzeltti.
- Ö3 öğretmene danışmadan devreyi birkaç kez kurarak doğru bağlantıyı öğrendi.

Öğrenme Ortamı:

Simülasyonun kullanıcı dostu arayüzü, öğrencilerin kısa sürede temel kontrolleri öğrenmelerine katkı sağladı. Sınıf içi dikkat oldukça yüksekti.

Araştırmacı Yorumu:

Öğrenciler ilk uygulamada rastgele yaklaşımlar sergilese de sürecin sonunda planlı bir şekilde ilerlemeye başladılar. Simülasyonun keşfetmeye açık yapısı, öğrenmeyi teşvik etti. (11.02.2025)

18.02.2025 – Uygulama 2. Oturum

Etkinlik Konusu: Direncin Etkisi (Simülasyon Uygulaması)

Gözlem:

Öğrenciler direnç değeri ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiyi keşfetmeye başladı. Ölçüm araçları ile gerilim değişimini gözlemlene davranışı yaygınlaştı.

Öğrenci Davranışları:

- Ö6 direnç arttıkça ışığın azaldığını fark edip arkadaşlarına açıklama yaptı.

- Ö4 ampermetreyi kullanarak direnç değişiminde akımın azaldığını belirtti.
- Ö1 ilk denemelerde hata yapsa da sonraki aşamalarda bağlantıyı doğru gerçekleştirdi.

Öğrenme Ortamı:

Simülasyonun anlık geri bildirim sunması, öğrencilerin neden-sonuç ilişkisini görmesini kolaylaştırdı. Etkileşim düzeyi yüksekti.

Araştırmacı Yorumu:

Bu oturumda öğrenciler arasında kavramsal bağlantılar kurma eğilimi arttı. Direnç gibi soyut bir kavram, simülasyon sayesinde somut hâle geldi. (18.02.2025)

11.03.2025 – Uygulama 5. Oturum (Son Oturum)

Etkinlik Konusu: Problem Çözme – Devreyi Tamamlama Senaryosu

Gözlem:

Öğrenciler bu oturumda neredeyse hiç yardım almadan senaryodaki devreyi kurmaya çalıştı. Her biri daha önceki oturumlardan öğrendiklerini uygulamaya çalıştı.

Öğrenci Davranışları:

- Ö2 daha önce sık sık yardım alırken, bu oturumda kendi hatasını fark ederek düzeltti.
- Ö3 bağlantı hatası yaptığında sistemdeki ipuçlarından yararlanarak doğru bağlantıyı kurdu.
- Ö5 alternatif bir bağlantı denedi, başarısız olunca bir önceki çözümünü yeniden test etti.

Öğrenme Ortamı:

Sınıfta yüksek bir dikkat ve problem çözme isteği vardı. Öğrenciler birbirleriyle değil, daha çok kendi süreçlerine odaklandı.

Araştırmacı Yorumu:

Öz düzenleme ve motivasyonda belirgin bir artış gözlemlendi. Öğrenciler hatalardan korkmadı, aksine hatalardan öğrenme sürecine olumlu yaklaştılar. (11.03.2025)