



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



ROBOTİK KODLAMA İLE PERİYODİK KLAVYE TASARLANMASI VE ÖĞRETİM MATERYALİ OLARAK KULLANILMASI

AYŞE EFE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR

2025



T.C.

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



ROBOTİK KODLAMA İLE PERİYODİK KLAVYE TASARLANMASI VE ÖĞRETİM MATERYALİ OLARAK KULLANILMASI

AYŞE EFE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Dilber POLAT

KIRŞEHİR

2025

**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ YÜKSEK
LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu, anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

06/08/2025

Ayşe EFE

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
TABLolar DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1.Problem Durumu	3
1.2.Araştırmanın Amacı.....	5
1.2.1.Araştırma problemleri	6
1.3.Araştırmanın Önemi	7
1.4.Çalışmanın Sınırlılıkları	9
1.5.Araştırmanın Varsayımları.....	10
1.6.Kavramsal Çerçeve.....	10
1.6.1.STEM	10
1.6.2.Fen eğitiminde STEM	11
1.6.3.Periyodik tablo.....	11
1.6.4.Teknoloji entegrasyonu	12
1.6.5.Arduino.....	13
1.6.6.mBlock	13
1.6.7.Materyal geliştirme.....	14
1.6.8.Dijital materyal geliştirme.....	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	17
2.1.Periyodik Klavye ile İlgili Çalışmalar	17
2.2.Materyal Tasarımı ile İlgili Çalışmalar.....	18
3. MATERYAL VE METOT.....	21
3.1.Araştırmanın Modeli	21
3.2.Çalışma Grubu.....	21
3.3.Veritoplama Araçları.....	23
3.3.1.Akademik başarı testi	23
3.3.2.Öğrenci gözlem formu.....	30
3.3.3.Öğrenme günlüğü	30
3.4.Veritoplama Süreci	31
3.5.Görüşme ve Gözlem Süreci.....	34
3.6.Verilerin Analizi.....	35
3.7.Periyodik Klavyenin Tasarlanma Süreci	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	53
4.1.Öğrenci Görüşlerine İlişkin Bulgular	53
4.2.Öğretmen Görüşlerine İlişkin Bulgular	64
4.3.Nitel ve Nicel Bulguların İlişkilendirilmesi	86
4.4.Bulguların Sınırlılıkları	89
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	91
5.1.Sonuçlar.....	91
5.2.Öneriler.....	93
KAYNAKLAR	95
EKLER	103

EK-1 Periyodik Tablo Akademik Başarı Testi	103
EK-2 Öğrenme Günlüğü	105
EK-3 Öğrenci Gözlem Formu.....	106
EK-4 Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu	107
EK-5 Öğrenci Etkinlik Günlüğü	108
EK-6 Öğretmen Gözlem Rubriği	109
EK-7 Yarı Yapılandırılmış Öğretmen Görüşme Formu	110
EK-8 Etik İzin	111
EK-9 MEB İzni	112
EK-10 Etkinlik günlüğü	113
EK-11 Öğrenme Günlüğü	114
EK-12 Kongrede Sunulan Bildirinin Tam Metin Kitabında Yayımlanmış Metni.....	115
EK-13 Kongre Katılım Belgesi.....	116
ÖZGEÇMİŞ	117



TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimimde büyük emeği olan, daima örnek aldığım değerli danışmanım Prof. Dr. Dilber POLAT'a içtenlikle teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında, her zaman yanımda olan, benim bu günlere ulaşmamda en büyük paya sahip olan ve beni her zaman destekleyen kıymetli aileme, varlığıyla bana güç veren abim Ali EFE, annem Reyhan AKSOY EFE, babam Hakkı EFE, eşim Gökhan ULU ve yaşama sevincimiz yeğenim Çınar Alp EFE'ye teşekkür ederim.

Son olarak araştırmanın veri toplama sürecinde gönüllü olarak ankete katılan Kırşehir ortaokullarında görev yapmakta olan öğretmenlere ve gönüllü olan sevgili öğrencilere teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos, 2025

Ayşe EFE

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ROBOTİK KODLAMA İLE PERİYODİK KLAVYE TASARLANMASI VE ÖĞRETİM MATERYALİ OLARAK KULLANILMASI

Ayşe EFE

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Dilber POLAT
Yıl: 2025, **Sayfa:** 117
Jüri: Prof. Dr. Dilber POLAT
Doç. Dr. Uğur BAŞARMAK
Doç. Dr. Yasemin GÖDEK

Bu çalışmanın temel amacı, Arduino tabanlı robotik kodlama ile geliştirilen periyodik klavyenin, 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlamaları, derse ilgileri ve kazandıkları beceriler üzerindeki etkisini incelemek ve öğretmen görüşleri doğrultusunda materyalin sınıf içi uygulanabilirliğini değerlendirmektir. Çalışmaya 8. sınıfta okuyan 30 öğrenci ve 15 fen bilimleri öğretmeni katılmıştır. Araştırmada karma yöntem tasarımlarından biri olan yakınsayan paralel desen ve katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örneklem yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır. Bu bağlamda, periyodik tablo bir klavye şeklinde tasarlanarak Arduino yazılımı ile entegre edilmiş ve üç boyutlu bir model oluşturulmuştur. Araştırma sürecinde öğretim materyali olarak araştırmacı tarafından geliştirilen periyodik klavye, veri toplama aracı olarak ise öğrenci gözlem rubriği, öğrenme günlüğü, yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu, yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu ve akademik başarı testi kullanılmıştır. Araştırma sürecinden elde edilen nicel veriler betimsel analiz, Mann Whitney U testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve Korelasyon testi ile analiz edilirken, nitel veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda elde edilen bulgular, karma araştırma yönteminin doğasına uygun olarak, nitel ve nicel veriler ilişkilendirilerek yorumlanmıştır. Sonuç olarak periyodik klavye, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artıran, etkileşimli ve somutlaştırıcı bir eğitim materyali olarak olumlu karşılanmıştır. Öğretmenler ve öğrenciler, materyalin kalıcı öğrenmeye katkı sağladığını ve derslere ilgiyi yükselttiğini belirtmiştir. Çalışma sonucunda, katılımcılar materyalin hem teknolojik hem de içerik açısından geliştirilmesi, çeşitli öğrenme düzeylerine uyarlanması ve daha geniş kitlelere ulaştırılması yönünde önerilerde bulunmuşlardır. Araştırma sonuçları ışığında materyalin daha etkili ve yaygın kullanılabilmesi için pedagojik, teknolojik ve içerik açısından iyileştirmelerle desteklenmesi, farklı eğitim düzeylerine uyarlanması ve kapsamlı araştırmalarla etkinliğinin test edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji entegrasyonu, Periyodik klavye, Arduino, Kodlama, Periyodik tablo, Ortaokul öğrencileri, Fen eğitimi

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

DESIGN OF A PERIODIC KEYBOARD WITH ROBOTIC CODING AND ITS USE AS AN INSTRUCTIONAL MATERIAL

Ayşe EFE

KIRŞEHİR AHI EVRAN UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION
SCIENCE EDUCATION PROGRAM

Danışman: Prof. Dr. Dilber POLAT
Year: 2025, Pages: 117
Jüri: Prof. Dr. Dilber POLAT
Assoc. Prof. Dr. Uğur BAŞARMAK
Assoc. Prof. Dr. Yasemin GÖDEK

The main aim of this study is to examine the effects of a periodic keyboard developed through Arduino-based robotic coding, on 8th grade students' academic achievement, conceptual understanding, interest in the subject, and acquired skills. Additionally, the study evaluates the usability of the material in classroom practices based on the opinions of science teachers. The study involved 30 8th grade students and 15 science teachers. A convergent parallel design, one of the mixed method research models, was employed in the study. In this context, the periodic table was designed in the form of a keyboard, integrated with Arduino software, and transformed into a three-dimensional model. The periodic keyboard, developed by the researcher as an instructional material, was used during the research process. As data collection tools, a student observation rubric, learning diaries, semi-structured student interview forms, and an academic achievement test were employed. Quantitative data obtained from the study were analyzed by using descriptive statistics, Mann Whitney U test, Wilcoxon Signed-Rank test, and correlation analysis. Qualitative data were analyzed through content analysis. The findings from both data types were interpreted in an integrated manner, in line with the nature of mixed methods research. As a result, the periodic keyboard was positively received as an interactive and concrete instructional tool that enhanced students' learning motivation. Both students and teachers reported that the material contributed to long-term learning and increased interest in the lesson. Based on the results, participants suggested that the material should be improved technologically and content-wise, adapted to different learning levels, and disseminated to broader audiences. In the light of the research findings, it is recommended that the periodic keyboard should be supported with pedagogical, technological, and content-based enhancements, adapted to various educational levels, and its effectiveness should be tested through more comprehensive studies.

Keywords: Technology integration, Periodic keyboard, Arduino, Coding, Periodic table, Middle school students, Science education

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1.1. Çalışmada referans alınan sorunlar, çözümü ve eğitime katkıları	8
Tablo 3.1. Çalışmaya katılan öğrenciler ve öğretmenlerin demografik özellikleri	22
Tablo 3.2. KGO için minimum değerler	25
Tablo 3.3. Uzman görüşleri – birinci aşama KGO	25
Tablo 3.4. Uzman görüşleri – ikinci aşama KGO.....	27
Tablo 3.5. Madde güçlük ve madde ayırt edicilik düzeyleri.....	32
Tablo 3.6. Akademik başarı testi madde analizi	33
Tablo 3.7. Microsd kart ile Arduino arasında bağlantılar	37
Tablo 3.8. Klavyenin donanım parçaları.....	49
Tablo 4.1. Öğrencilerin “Periyodik Klavye” algısı.....	53
Tablo 4.2. Öğrencilere göre periyodik klavyenin zararları.....	54
Tablo 4.3. Öğrencilere göre periyodik klavyenin faydaları	55
Tablo 4.4. Öğrencilerin öğretmenden derste periyodik klavye kullanımını isteme nedenleri .	56
Tablo 4.5. Öğrencilerin periyodik klavyeyi ev ödevlerinde kullanmak isteme nedenleri	57
Tablo 4.6. Öğrencilerin periyodik klavye ile grup çalışması isteğine ilişkin gerekçeleri.....	59
Tablo 4.7. Öğrencilere göre periyodik klavyenin kısa ve uzun vadede olası olumsuz sonuçları	60
Tablo 4.8. Periyodik klavyenin öğrencilerce algılanan farklı yönleri ve önerilme gerekçeleri	61
Tablo 4.9. Öğrencilerin periyodik klavyeye ilişkin analogileri	63
Tablo 4.10. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasının avantajlarına ilişkin görüşleri ..	64
Tablo 4.11. Öğretmen görüşlerine göre periyodik klavyenin dezavantajları ve sınırlılıkları ..	66
Tablo 4.12. Öğretmenlerin periyodik klavyeyi tercih sebepleri	68
Tablo 4.13. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin gözlemler.....	69
Tablo 4.14. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin önerileri	71
Tablo 4.15. Öğretmenlerin periyodik klavyeyi geliştirmeye yönelik önerileri	74
Tablo 4.16. Araştırmacı ve öğretmenlerin uygulama sürecindeki gözlemleri	75
Tablo 4.17. Akademik başarıya ilişkin Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testi	79
Tablo 4.18. Akademik başarı puanlarının cinsiyete göre Mann-Whitney U Testi ile karşılaştırılması.....	82

Tablo 4.19. Okullara göre akademik başarı ve uygulama puanlarının Kruskal-Wallis H testi sonuçları	83
Tablo 4.20. Akademik Başarı ile Uygulama Arasındaki Korelasyon	85
Tablo 4.21. Nitel ve nicel verilerin ilişkilendirilmesi	87
Tablo 4.22. Nitel ve nicel bulguların ilişkilendirilmesi (yakınsayan paralel desen).....	88
Tablo 4.23. Sadece nitel verilerle desteklenen bulgular	89



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Yakınsayan paralel desen uygulama süreci modeli.....	21
Şekil 3.2. Periyodik klavye	36
Şekil 3.3. Arduino Mega devresi fiziksel bağlantıları	38
Şekil 3.4. Arduino Mega devresi şematik bağlantıları.....	38
Şekil 3.5. Aygıt ekleme	39
Şekil 3.6. Değişken oluşturma	39
Şekil 3.7. Blok birleşimi	40
Şekil 3.8. Değişkenlerin c bloğu ile birleşmesi.....	41
Şekil 3.9. Değişkenlere dijital pin değeri ekleme	42
Şekil 3.10. Kukla ekleme	43
Şekil 3.11. Kukla kostüm ayarlama	43
Şekil 3.12. Dekor ayarlanması	44
Şekil 3.13. Ses bloğu eklenmesi.....	44
Şekil 3.14. Arka plan değiştirilmesi ve kuklanın ortalanması	45
Şekil 3.15. Element kartların tanımlanması	46
Şekil 3.16. Periyodik klavye (iki boyutlu)	46
Şekil 3.17. Periyodik klavye (üç boyutlu).....	47
Şekil 3.18. Tuş fonksiyonu.....	47
Şekil 3.19. Uygulama.....	47
Şekil 3.20. Avatar.....	47
Şekil 3.21. Tuşun yazılım süreci	48
Şekil 3.22. Klavye modelinin tuş boyutları.....	48
Şekil 3.23. Klavye modelinin tuşları.....	48
Şekil 3.24. Tuş örneği	48
Şekil 3.25. Periyodik klavyede ekran ve hoparlör yerleri.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
p	: Anlamlılık Düzeyi
$\bar{x}$	: Aritmetik Ortalama
N	: Kişi Sayısı
S	: Standart Sapma
sd	: Serbestlik Derecesi
$S.O.$	: Sıralar Ortalaması
$S.T.$	: Sıralar Toplamı
Z	: Z İstatistiği

Kısaltmalar	Açıklama
EBA	: Eğitim Bilişim Ağı
KGO	: Kapsam Geçerlilik Oranları
KGİ	: Kapsam Geçerlik İndeksi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
STEM eğitimi	: Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Eğitimi- Science, Technology, Engineering, Mathematics Education
TPACK	: Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi- Technological Pedagogical Content Knowledge

1. GİRİŞ

Eğitimde teknoloji entegrasyonu son yıllarda önem kazanmış, fen eğitiminde oldukça yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Z kuşağı çocuklarının öğrenme tercihleri incelendiğinde görüleceği üzere, onlar pasif öğrenenler olmak yerine aktif katılım gösterebilecekleri, özellikle teknoloji kullandıkları ve bizzat deneyimleyebilecekleri öğrenme ortamlarını tercih etmektedirler (Erden, 2017). 21. yüzyıl becerileri arasında yer alan problem çözme, algoritmik düşünme, yaratıcılık ve işbirlikli çalışma, eğitim sistemlerinin temel hedefleri haline gelmiştir (MEB, 2018). Öğretmenler ise bu becerileri kazanmada öğrencilere rehberlik etmektedirler. 21. yüzyılda eğitim sistemleri, sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda öğrencilerin yaşam boyu öğrenme, dijital okuryazarlık, problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini kazandırmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda, fen bilimleri dersi ile teknolojinin entegrasyonu kaçınılmaz hale gelmiştir. Robotik kodlama kullanarak periyodik tablo öğretimi, bu entegrasyonun somut bir örneğini oluşturmaktadır. Öğrencilerin hem bilimsel kavramları anlaması hem de teknolojiyi kullanarak somut ürünler ortaya koyması, öğretim sürecinin kalitesini artırmaktadır (Scerri, 2007; Eguchi, 2014). Fen ile teknolojinin entegre edilerek öğretim hedeflerine ulaşmak için geliştirilen eğitim teknolojileri arasında robotik kodlama, özel bir yere sahiptir. Robotik kodlama, öğrencilerin hem dijital hem de fiziksel ortamlarda programlama bilgisiyle nesneleri kontrol etmelerini sağlayan, disiplinler arası bir yaklaşımdır. Özellikle ortaokul düzeyinde uygulandığında, fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarındaki kavramların somutlaşmasına yardımcı olur (Eguchi, 2014). Ayrıca robotik kodlama, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) eğitiminin temel taşlarından biridir. Öğrenciler robotlar üzerinde çalışarak mekanik, elektriksel ve yazılım sistemlerinin nasıl çalıştığını gözlemlene şansı bulurlar. Bu deneyim, hem akademik kavramların içselleştirilmesini sağlar hem de meslek seçimi konusunda öğrencilere erken farkındalık kazandırır (López-Belmonte ve ark., 2020). Robotik kodlama, fen bilimleri eğitimiyle birleştiğinde; öğrencilerin deney yapma, gözlem yapma, hipotez kurma ve sonuçlar üzerinde düşünme gibi bilimsel süreçlere aktif katılımlarını sağlar (Bers ve ark., 2002).

Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun öğrenme süreçleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Fen eğitiminde teknoloji entegrasyonunun öğrencilerin öğrenme deneyimlerine katkılarından bazıları şunlardır;

- Geliştirilmiş katılım: Teknoloji, öğrencilerin öğrenmeye yönelik ilgisini artırmakta, derslere daha aktif katılım sağlamaktadır. Etkileşimli simülasyonlar, multimedya içerikler ve dijital araçlar, öğrenmeyi daha eğlenceli ve anlamlı hale getirir (Sung ve ark., 2016).
- Geniş bilgiye erişim: İnternet ve dijital kaynaklar, öğrencilerin bilimsel verilere, güncel araştırmalara ve çeşitli bakış açılarına kolayca ulaşmasını sağlar. Bu durum, bağımsız araştırmayı ve eleştirel düşünmeyi destekler (Ertmer ve Ottenbreit-Leftwich, 2010).
- Uygulamalı deneyler: Sanal laboratuvarlar ve simülasyonlar, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini güvenli ve erişilebilir bir ortamda geliştirmelerine olanak tanır. Bu yöntemler, deney tasarımı ve analiz becerilerini artırır (Rutten ve ark., 2012).
- Kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir öğrenme: Akıllı öğrenme sistemleri ve uyarlanabilir dijital platformlar, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre içerik sunarak öğrenmenin hızını ve derinliğini artırabilir (Li ve ark., 2020).
- İşbirliği ve iletişim: Teknoloji araçları sayesinde öğrenciler çevrimiçi ortamda birbirleriyle, öğretmenleriyle ve hatta uzmanlarla etkileşim kurarak işbirlikli öğrenme süreçlerine aktif şekilde katılırlar (Scardamalia ve Bereiter, 2006).
- Görselleştirme ve kavramsal algılama: Artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve etkileşimli görselleştirme araçları, soyut fen kavramlarını daha anlaşılır hale getirir ve kavramsal öğrenmeyi destekler (Wu ve ark., 2013).
- Gerçek dünya bağlantıları: Fen eğitimi teknolojileri, öğrencilerin bilimsel içerikle gerçek yaşam bağlantıları kurmasına olanak tanır. Bu, bilime karşı olumlu tutumların gelişmesini sağlar (Means ve ark., 2009).

Ancak, başarılı bir teknoloji entegrasyonu; etkili uygulama stratejileri, öğretmenlerin mesleki gelişimi, güvenilir bir teknoloji altyapısı ve özenle seçilmiş dijital kaynakların bir araya gelmesini gerektirir (Ertmer ve Ottenbreit-Leftwich, 2010; Mishra

ve Koehler, 2006; Tondeur ve ark., 2017). Teknoloji, öğrenmeyi geliştirmek için bir araç olarak kullanılmalı ve istenen eğitim çıktıları elde etmek için amaçlı olarak bilim öğretimine entegre edilmelidir (Ertmer ve Ottenbreit-Leftwich, 2010; Tondeur ve ark., 2017). Bu entegrasyon, yalnızca teknolojiyi sınıf ortamına taşımakla değil, aynı zamanda pedagojik ve içerik bilgisiyle desteklenen anlamlı öğrenme deneyimleri oluşturmakla mümkündür. Bu bağlamda, bu çalışmada geliştirilen periyodik klavye materyali, periyodik tablo ile teknolojinin bütünleştirilmesiyle geliştirilmiş; öğrencilerin aktif öğrenenler olmalarını desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Periyodik tablo; elementlerin özellikleri, yapısı ve birbirleriyle etkileşimleri hakkında genel bilgiler verir. Bir elementin periyodik tablodaki yerini bulmak bu sebeple önemlidir. Teknoloji destekli öğrenme materyalleri, özellikle soyut kavramların görselleştirilmesinde ve öğrencilerin konuya ilgilerinin artmasında önemli katkılar sağlamaktadır (Khan, 2012). Ayrıca dijital materyallerin oyunlaştırma ile desteklenmesi, öğrencilerin motivasyonunu artırmakta ve kalıcı öğrenmeye katkıda bulunmaktadır (Gee, 2007).

1.1. Problem Durumu

Periyodik tablo ve elementler fen dersi için oldukça önemlidir. Bu tablodaki elementler günlük hayatta sıklıkla karşımıza çıkmakta ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Periyodik tabloya bakarak elementlerin özellikleri hakkında genel bilgi edinilir. 8. Sınıf fen bilimleri dersi müfredatındaki kazanımlara göre periyodik tablonun ilk 20 elementinin yerinin ve sembollerinin bilinmesi beklenmektedir. Periyodik tablo ünitesi öğretilirken izlenen yol, elementlerin periyodik tabloda dizilme biçimlerinden söz edilerek problem çözümlerine geçilmesi ve periyodik özelliklerin periyodik tablodaki değişiminin çoğu zaman ezberletilmesi şeklindedir. Öğrencilere periyodik özelliklerin basit tanımı, uygulama problemleri ve periyodik tablo üzerindeki dizilim mantığı tek tek ezberletilmekte, ancak son yıllarda Eğitim Bilişim Ağı (EBA) üzerinden çeşitli görsel, animasyon ve yeni nesil sorularla konu pekiştirilmektedir. Bütün bunlara rağmen öğrencilerin periyodik özellikleri yüzeysel öğrenmesi, edindiği bilgileri kısa sürede unutması ya da yanlış öğrenerek kavram yanlışları geliştirmesi hala karşılaşılan durumlardır. Buna rağmen, öğrencilerin periyodik özellikleri yüzeysel öğrenmesi, öğrendikleri bilgileri kısa sürede unutması ve kavram yanlışları geliştirmesi eğitim literatüründe sıkça rapor edilen bir durumdur (Necor, 2012; Larson ve ark., 2012; MDPI, 2022). Öğrenciler çoğu zaman temel eğilimleri (örneğin iyonlaşma enerjisi, atom yarıçapı

gibi konuları) sadece yüzeysel biçimde öğrenmekte; daha derin kavramsal anlayış geliştirememektedir (Necor, 2012; Larson ve ark., 2012). Ayrıca, sık tekrara dayanmayan öğrenme süreçleri unutmaya ve kalıcı kavram yanılgılarına zemin hazırlamaktadır (Scientist in the Making, 2023; Wikipedia, 2025).

Birçok konuda olduğu gibi periyodik tablo konusunda da mantığı üzerinde hiç kafa yorulmadan doğrudan ezberlemeye yöneltilen öğrenciler daha sonraki eğitim hayatlarında ya da üniversite sınavında farklı tarz ve yapıdaki sorularla karşılaştıklarında bocalayarak başarısız olmaktadır. Kimya konularının geniş ve mantığı anlaşılmadan kavranması çok güç bir ders olmasından dolayı ortaöğretimde okumakta olan birçok öğrenci kimya dersinin ezber dersi olduğundan yakınmakta ve kimya derslerine olan ilgileri azalmaktadır (Genç, 2008). Bu sorunları ele alarak bu çalışmada 8. Sınıflar için tasarlanan periyodik klavye ile bu öğrenme zorluklarını ortadan kaldırarak öğrencilere daha kolaylaştırılmış ve oyunlaştırılmış bir öğretim sunulması ve kalıcı öğrenmelerine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Betsy ve Gordon (1989), öğrencilere yaptırdıkları bir periyodik tabloyla elementlerin özelliklerini öğretmeye çalışmışlardır. Bunun için her bir element bir öğrenciye ev ödevi olarak verilmiş, o elementle ilgili araştırma yapmaları istenmiştir. Böylece periyodik tablodaki tüm elementlerin özelliklerini sınıflarında bulunan büyük periyodik tabloya asarak, ayrıntılı bir periyodik tablo elde etmişlerdir (Karamustafaoğlu ve ark., 2005).

Summerlin ve Borgford (1989), bir grup ve periyot boyunca atom yarıçapı ve iyonlaşma enerjisi gibi periyodik özelliklerin nasıl değiştiğini kavratmak amacıyla bir etkinlik geliştirmişlerdir. Atom yarıçapı ve iyonlaşma enerjisiyle orantılı çubuklar kesilmiş ve bu çubukların üst kısmına elementin sembolü yazılmıştır. Bu çubuklar delikli bir tabloya yerleştirilerek periyodik tablo ve periyodik özelliklerin öğrenilebileceği savunulmuştur (Karamustafaoğlu ve ark., 2005).

Bolmgren (1995)'in yaptığı bir çalışmada periyodik tablonun oluşturulması ve periyodik özelliklerle ilgili bir etkinlik geliştirilmiştir. Bu etkinlikte, farklı renk kartonlardan elementlerin kütleleriyle orantılı olacak şekilde yuvarlak kesilmiş ve üzerlerine elementlerin isimleri yazılmıştır. Grup boyunca elementlerin kimyasal özelliklerinin aynı olduğunu kavrayabilmek amacıyla aynı kimyasal özellik gösteren elementler benzer renk kartondan hazırlanarak, öğrencilere sorular sorularak periyodik tabloya yerleştirmeleri sağlanmıştır. Böylece periyodik tablonun oluşturulması yoluyla

öğrencilere periyodik özellikler kavratılmaya çalışılmıştır (Karamustafaoğlu ve ark., 2005).

Rus yazarlar, Vlasov ve Trifonov “Kimya Öyküsü” (2000) adlı kitaplarında da elementlerin özellikleri, simgeleri ve isimlerini çeşitli benzetmeler ve hikâyelerle okuyuculara ve ilgililere sevdirecek bir anlatım tarzıyla anlatmışlardır. Lise ve üniversite gençlerine önerilebilecek oldukça hoş bir kitap hazırlamışlardır (Akgülbüz ve ark., 2018).

Gerek ülkemizde gerekse de yurt dışında elementlerin adları, sembolleri ve özellikleri farklı yöntem ve tekniklerle öğretilmeye çalışılmaktadır (Aycan ve ark., 2002). Dreyfuss (2000), öğrencileriyle birlikte gerçekleştirdiği çalışmada, boyanması gereken eski bir arabaya periyodik tabloyu yerleştirmiştir. 13-19 yaşlarında 63 lise öğrencisiyle birlikte toplam 92 elementle ilgili hazırlıklar yapılmış ve elementler arabaya gelişigüzel şekilde sıralanmıştır. McSharry ve Jones (2000) periyodik tablo öğretiminde kes-yapıştır, yirmi soru, zar oyunu gibi oyunların kullanılabileceğini belirtmiştir. Joag (2014) çalışmasında Hindistan’da öğrenim gören 12-13 yaşlarındaki öğrencilere bulmaca çözme oyunu ile periyodik tablonun özelliklerini kavratmaya çalışmıştır. Öğrenciler ellerindeki boş periyodik tablo kartlarına kendilerine verilen ipuçlarından yararlanarak otuz iki element sembolünü uygun bir şekilde yerleştirmiştir. Yapılan çalışmaların daha çok element sembolleri ve periyodik tablo konularını kapsayan, oyun, hikâyeleştirme, bulmaca gibi teknikler olduğu gözlenmektedir (Aymen Peker ve Taş, 2017). Fakat periyodik tablodaki elementlerin özelliklerinden, periyodik tablodaki yerlerinden detaylı olarak bahsedilmemiş ve anlatımlar yeterince somutlaştırılmamış, akılda kalıcılığı artırmak için Çoklu Zekâ Kuramına uygun materyaller tasarlanmamıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ortaokul 8. sınıf Fen Bilimleri dersi kapsamında yer alan “Periyodik Sistem” konusunun öğretimini desteklemek amacıyla Arduino tabanlı robotik kodlama ile geliştirilen periyodik bir klavyenin tasarlanması; bu klavyenin öğretim materyali olarak kullanıldığı derslerde öğrencilerin akademik başarıları, konuya ilişkin kavramsal algıları, derse yönelik ilgileri ve kazandıkları beceriler ile geliştirilen bu materyalin Fen Bilimleri öğretmenleri tarafından sınıf içi uygulamalarda kullanılabilirliğine ilişkin görüş ve önerilerinin incelenmesidir. Bu bağlamda çalışma, teknoloji destekli öğretim materyallerinin Fen Eğitimine entegrasyonu yoluyla öğrenme

süreçlerine katkı sağlamayı ve yenilikçi materyal tasarımlarının eğitim uygulamalarındaki yansımalarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

1.2.1. Araştırma problemleri

Araştırmada belirlenen genel amaç doğrultusunda, periyodik klavye materyalinin Fen Bilimleri öğretim sürecine olan etkileri hem nicel hem de nitel yönleriyle incelenmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri, ilgileri ve kalıcı öğrenme durumları ile materyalin kullanımına yönelik algı ve görüşleri bir bütün olarak ele alınmıştır. Aynı zamanda öğretmenlerin materyalin uygulanabilirliğine ve öğretim sürecine katkısına ilişkin değerlendirmeleri de dikkate alınmıştır. Araştırma, yakınsayan paralel desen kapsamında yapılandırıldığından, nitel ve nicel verilerin eş zamanlı toplanması ve bulguların birlikte yorumlanması hedeflenmiştir. Böylece, materyalin öğretim sürecine sağladığı katkılar çok yönlü biçimde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu genel çerçeve içerisinde, araştırmanın amacına ulaşmak üzere aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Öğretim materyali olarak bir Periyodik Klavyenin kodlanması hangi aşamalarda gerçekleştirilir?
2. 8. sınıf öğrencileri, Periyodik Klavyeyi fiziksel, görsel ve işitsel nitelikleriyle nasıl algılamaktadır?
3. Öğrenciler, Periyodik Klavyenin olası zararları veya olumsuz yönleri hakkında ne düşünmektedir? Bu düşünceler kısa ve uzun vadeli etkiler bakımından nasıl farklılaşmaktadır?
4. Periyodik klavye uygulaması, öğrencilerin öğrenme sürecine ilişkin tutum, motivasyon ve kalıcı öğrenme deneyimlerini nasıl etkilemektedir?
5. Periyodik klavye materyalinin, öğrencilerin derse yönelik ilgilerine etkisi nedir?
6. Periyodik klavye materyalinin, öğrencilerin kalıcı öğrenme düzeylerine etkisi nedir?
7. Öğretmenlerin, Periyodik Klavye materyalinin uygulanabilirliği ve etkilerine ilişkin görüşleri nelerdir?
8. Periyodik Klavye materyali, öğrencilerin fen öğrenme sürecine nasıl bir katkı sağlamaktadır?

9. Öğrencilerin uygulama puanları cinsiyete göre anlamlı biçimde farklılık göstermekte midir?
10. Öğrencilerin akademik başarı düzeyleri okul türüne göre farklılaşmakta mıdır?
11. Uygulama puanları okul türüne göre farklılık göstermekte midir?
12. Öğrencilerin akademik başarı puanları ile uygulama puanları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
13. Araştırmanın nitel ve nicel bulguları birbirini desteklemekte midir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Öğrenciler, pasif katılımcı oldukları derslerde, özellikle soyut kavramların işlendiği ve teknolojinin sınırlı kullanıldığı durumlarda, konuları zihinlerinde canlandırmakta zorluk yaşamaktadırlar (Ertmer, 2005; Hattie, 2009; Mayer, 2009). Bu sebepten dolayı öğrenciler konularla ilgili öğrenme güçlüğü yaşayabilir ve öğrendiğini çabuk unutma gibi problemlerle karşılaşabilirler. Bu sorunlar fen bilimleri dersinin öğrencilerin gözünde zor, karmaşık ve öğrenilmeyen bir ders olarak görünmesine sebep olabilir. Ayrıca ilerleyen zamanlarda öğrenciler bu zorluklar yüzünden bilimden uzaklaşabilirler. Bu çalışma kapsamında geliştirilen Periyodik Klavye sayesinde, teknoloji entegrasyonu yapılarak, periyodik sistem konusunun somut hale getirilmesine, işitsel zekâ ve görsel zekâyı kullanarak akılda kalıcılığı artmasına ve bilimi sevmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Klavyede yer alan element sembollü tuşlara basıldığında, ilgili elementin özellikleri avatar tarafından sesli olarak belirtilir; bu sayede öğrencilerin elementlerin adlarını, sembollerini ve özelliklerini kolaylıkla öğrenmeleri sağlanır. Öğrenme tamamlandığında, klavye eğitsel bir oyuna dönüştürülerek tekrarlarla eğlenerek öğrenmenin pekiştirilmesi ve kalıcı hale gelmesi için de kullanılabilir. Ayrıca görme engelli öğrencilerin periyodik tabloyu dokunarak algılayabilmeleri için, klavye tuşlarının üzerine element sembolleri kabartmalı şekilde yerleştirilmiştir. Bu sayede, görme engelli öğrenciler materyali kullanarak periyodik tabloyu dokunarak ve işitsel olarak öğrenebilmektedir. Aşağıdaki Tablo 1.1’de çalışmada referans alınan sorunlar, çözümü ve eğitime katkılarına yer verilmiştir.

Tablo 1.1. Çalışmada referans alınan sorunlar, çözümü ve eğitime katkıları

Sorun	Çözüm	Eğitime Katkısı
Z kuşağı çocukların okuma yazma yerine teknolojik araçlar kullanarak öğrenmeyi tercih etmeleri	Periyodik klavyeyi eğitimde teknoloji entegrasyonu ile tasarlanması	Öğrenme ilkelerinden çocuğa (bireye) yönelik ilkesine hizmet eder. Öğrencinin kendi ilgi alanındaki bir araç öğrenme sürecini kolay zevkli ve kalıcı hale getirir.
Öğrencilerin soyut konuların anlamada yaşadıkları zorluklar	Periyodik klavyenin üç boyutlu ve daha fazla duyu organına hitap edecek şekilde tasarlanması	Dokunup, duyabileceği çeşitli renklerle tasarlanmış bu klavye periyodik tabloyu somutlaştırarak kalıcı ve eğlenceli öğrenme yanında konun pekiştirilmesini de sağlar.
Öğrenme güçlüğü çeken, geç öğrenen, öğrendiğini kolay unutan öğrencilerin bilimden uzaklaşmaları.	Periyodik Klavye ile 8. Sınıf müfredatındaki Periyodik Sistemler konusunu sevdirek öğrenmenin daha kolay ve eğlenceli hale gelmesine yardımcı olması. Bire bir çalışma olanağı tanınması	Öğrencilerin fen bilimleri dersine ilgisini artırarak bilimi sevmelerine katkı sağlar.
Görme engeli olan öğrencilerin periyodik tabloyu göremedikleri için anlayamamaları.	Periyodik Klavye ile dokunarak periyodik tabloda elementlerin nasıl sıralandığının ve yerlerinin öğretilmesine destek sağlaması.	Fen bilimleri dersinin özel gereksinim gereken öğrencilere öğretilmesine katkı sağlar.

Tablo 1.1, ortaokul düzeyinde fen öğretiminde karşılaşılan temel sorunların, bu sorunlara yönelik geliştirilen “Periyodik Klavye” adlı öğretim materyali ile nasıl çözümlenebileceğine ilişkin bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır. Tablo, özellikle Z kuşağı öğrencilerinin dijital çağın beklentilerine göre şekillenen öğrenme profilleri, öğrenme güçlüğü yaşayan bireyler, soyut kavramları algılamada yaşanan zorluklar ve görme engelli bireylerin eğitime erişimi gibi çeşitli boyutlardaki sorunları ortaya koymakta; bu sorunlara yönelik olarak yenilikçi, erişilebilir ve kapsayıcı çözüm yolları önermektedir. Periyodik Klavye’nin sunduğu çözüm önerileri; öğrencilerin dikkatini çeken, duyu organlarını etkin biçimde kullanmalarına olanak tanıyan, teknolojik araçlarla desteklenmiş, somutlaştırılmış öğrenme yaşantılarını teşvik eden ve bireysel farklılıklara duyarlı bir öğretim ortamı oluşturmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, materyalin hem öğretim sürecinde etkileşimi artırdığı hem de öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirdiği görülmektedir. Ayrıca Tablo, yalnızca mevcut sorunları saptamakla kalmamakta, aynı zamanda öğretim tasarımında nasıl bir dönüşüm gerektiğine dair yol gösterici bir işlev üstlenmektedir. Kapsayıcı ve öğrenci merkezli pedagojik yaklaşımların teknoloji destekli öğrenme materyalleriyle birleştiğinde, öğrenme sürecinin daha nitelikli, kalıcı ve anlamlı hale gelebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle Periyodik Klavye,

hem öğretmenler hem de farklı öğrenme gereksinimlerine sahip öğrenciler için yenilikçi bir öğretim aracına dönüşmektedir.

8.sınıf Fen Bilimleri Dersi müfredatında Periyodik Tablonun ilk 20 elementinin yerlerinin ve sembollerini bilinmesi beklenmektedir. Bu sebepten dolayı bu çalışmada 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Periyodik Sistem konusu için bir klavye tasarlanmıştır ve bu klavyenin tuşları periyodik tablodaki sıraya göre dizayn edilmiştir. Çalışmada periyodik tablo özellikleri, elementlerin sembolleri, periyodik tablodaki yerleri, elementlerin özellikleri gibi Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) kazanımlarına uygun bilgileri blok tabanlı yazılım programı mBlock uygulaması ile Arduino karta yüklenmiştir.

1.4. Çalışmanın Sınırlılıkları

1. Örneklem Büyüklüğü: Çalışmanın yalnızca 30 öğrenci ve 15 fen bilimleri öğretmeni ile sınırlı bir katılımcı grubuna dayanması, elde edilen bulguların genellenebilirliğini sınırlamıştır.
2. Örneklem seçimi: Katılımcıların aynı okuldan ve benzer düzeydeki öğrencilerden seçilmesi, farklı sosyo-ekonomik, kültürel ya da akademik geçmişe sahip bireyler için farklı sonuçlar elde edilebilme ihtimalini sınırlamıştır.
3. Zaman kısıtı: Araştırmanın belirli ve kısa bir zaman aralığında gerçekleştirilmesi, öğrenmelerin uzun vadeli etkilerinin ve uygulamanın kalıcılığının değerlendirilmesini sınırlamıştır.
4. Tek bir uygulama materyali ile sınırlı olması: Yalnızca "Periyodik Klavye" materyalinin ve Arduino temelli bir etkinliğin kullanılması, diğer teknolojik araçlarla yapılabilecek karşılaştırmalı değerlendirmeleri sınırlamıştır.
5. Katılımcıların ön bilgi ve deneyim düzeyleri: Öğrencilerin fen bilimleri konularındaki hazır bulunuşluk düzeyleri ile teknolojik materyal kullanımındaki bireysel farklılıkları, uygulamaya verilen tepkilerin homojenliğini sınırlamıştır.
6. Uygulamanın öğretmen etkisiyle sınırlı olması: Etkinliğin yalnızca bir öğretmen ya da araştırmacı tarafından yürütülmesi, öğretmenin tutumu, yönlendirme biçimi ve uygulamaya yaklaşım tarzı açısından çeşitliliği sınırlamıştır.
7. Ölçme araçlarının niteliği: Akademik başarı ve uygulama başarısının belirli test ve gözlem formları ile değerlendirilmesi, bu ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik düzeylerine bağlı olarak sonuçların kesinliğini sınırlamıştır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Ölçümlerin doğruluğu: Öğrencilerden elde edilen verilerin (akademik başarı ve uygulama puanlarının) doğru, dürüst ve eksiksiz bir biçimde yansıtıldığı kabul edilmektedir.
2. Katılımcıların uygulama sürecine katılımı: Öğrencilerin tüm sürece (ön test, uygulama, son test) etkin biçimde katıldıkları ve süreci tamamladıkları varsayılmaktadır.
3. Örneklemin temsiliyeti: Çalışmada yer alan 30 öğrencinin evreni temsil edebilecek nitelikte olduğu varsayılmıştır.
4. Verilerin normal dağılım göstermemesi: Dağılımlar parametrik test varsayımlarını yerine getirmediği için analizler nonparametrik yöntemlerden Mann-Whitney U testi, Wilcoxon eşleştirilmiş sıralar testi, Kruskal Wallis ve Spearman rho Korelasyon testi tercih edilmiştir. Bu bağlamda, verilerin parametrik test varsayımı olan normal dağılımı karşılamadığı varsayılmaktadır.
5. Değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmaması: Spearman korelasyonu sıralama temelli olduğu için, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal değil sıralı (monotonik) bir ilişki olduğu varsayılmaktadır.

1.6. Kavramsal Çerçeve

Bu kısımda çalışmada sıkça adı geçen STEM, Fen Eğitiminde STEM, Periyodik Tablo, teknoloji entegrasyon, Arduino, mBlock, materyal geliştirme, dijital materyal geliştirme kavramları açıklanmıştır.

1.6.1. STEM

STEM disiplinleri, bilimsel bilginin sistematik ve düzenli biçimde geliştirilmesini sağlar (National Science Foundation, 2013). Fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında kullanılan teoriler ve yöntemler, doğal dünyayı anlamak ve yenilikçi çözümler üretmek için kritik öneme sahiptir (Honey ve ark., 2014). Bu disiplinler arası yaklaşım, araştırmacıların karmaşık problemlere çok boyutlu bakabilmesini mümkün kılar (Becker ve Park, 2011). STEM alanlarındaki iş birlikleri, bilimsel keşiflerin pratik uygulamalara dönüşmesini hızlandırır (Breiner ve ark., 2012). STEM eğitimi, öğrencilere analitik düşünme, problem çözme, eleştirel değerlendirme ve yaratıcılık gibi beceriler kazandırmayı hedefler (Bybee, 2010). Teknoloji destekli eğitim

yöntemleri, öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımını sağlar (Becker ve Park, 2011). Kodlama, artırılmış gerçeklik ve oyun tabanlı öğrenme gibi yenilikçi yaklaşımlar, karmaşık kavramların daha anlaşılır ve ilgi çekici öğretilmesini mümkün kılar (Honey ve ark., 2014). STEM eğitimi, öğrencilerin merakını ve bilimsel motivasyonunu artırarak onları geleceğin teknolojik liderleri olmaya teşvik eder (Breiner ve ark., 2012).

1.6.2. Fen eğitiminde STEM

Fen eğitimi, STEM alanlarının temelini oluşturur ve öğrencilere doğa olaylarını anlama becerisi kazandırır (National Research Council, 2012). Fen bilimlerindeki kavramlar, teknoloji ve mühendislik uygulamalarıyla desteklenerek bilimsel düşüncenin gelişmesine katkı sağlar (Bybee, 2010). STEM yaklaşımı, fen eğitiminde disiplinler arası bağlantılar kurarak öğrencilerin karmaşık bilimsel problemleri çözmesini kolaylaştırır (Honey ve ark., 2014). Böylece fen eğitimi, teknolojik yeniliklerin ve mühendislik çözümlerinin temel bilimsel dayanağını güçlendirir (Breiner ve ark., 2012). Fen eğitiminde STEM uygulamaları, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini artırır (Bybee, 2010). Kodlama, simülasyonlar ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler, fen kavramlarının somutlaştırılmasını ve anlaşılmasını kolaylaştırır (Becker ve Park, 2011). STEM odaklı fen eğitimi, öğrencilerin derse aktif katılımını sağlar ve bilimsel merakı teşvik eder (National Science Foundation, 2013). Bu yaklaşımlar, öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kazandırarak onları geleceğin bilim insanları ve mühendisleri olmaya hazırlar (Breiner ve ark., 2012).

1.6.3. Periyodik tablo

Periyodik tablo, kimya eğitiminin temel taşıdır; çünkü elementlerin artan atom numarasına göre düzenlenmesi, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sistemli biçimde anlaşılmasını sağlar (American Chemical Society, 2020). Bu sistem, modern bilimsel bilginin düzenlenmesinde en etkili yapılardan biridir. “Periyodik tablo, atom numarasına göre dizilmiş elementlerin düzenli bir yapısını sunar ve bu yapı kimyasal özelliklerin öngörülebilirliğini sağlar” (Scerri, 2007). Scerri (2007), periyodik tablonun yalnızca kimyanın değil, tüm doğa bilimlerinin en büyük başarılarından biri olduğunu vurgular. Ona göre, bu yapı yalnızca mevcut elementleri açıklamakla kalmamış, aynı zamanda “keşfedilmemiş elementlerin varlığını öngörebilen tek bilimsel model” olmuştur (Scerri, 2007). Ayrıca periyodik tablo, bilim insanlarına elementlerin özelliklerini karşılaştırmalı

biçimde inceleme imkânı sunar. Örneğin, iyonlaşma enerjisi, atom yarıçapı ya da elektron dizilimleri gibi birçok kimyasal özellik, periyodik tablo üzerinden açıklanabilir. Bu bağlamda, periyodik tablo “Hem geçmişteki element keşiflerini hem de gelecekteki potansiyel keşifleri yönlendiren bir yol haritasıdır” (Cheng, 2005).

Periyodik tablo yalnızca bilimsel araştırmalarda değil, eğitim süreçlerinde de kullanılan temel bir araçtır. Özellikle ortaokul ve lise düzeyinde fen ve kimya öğretiminde, öğrencilerin elementleri sınıflandırma ve karşılaştırma becerilerinin gelişmesine yardımcı olur. Periyodik tablo, “öğrencilerin elementlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini sistematik biçimde öğrenmelerini sağlar” (Aydoğdu ve Ergin, 2010). Ayrıca periyodik tablo, öğrencilerin bilimsel düşünme, analiz etme ve sınıflandırma becerilerini geliştirmelerinde büyük rol oynar. “Periyodik tablo, öğrencilerin soyut kavramları somut hale getirmesine yardımcı olan bir modelleme aracıdır” (Cheng, 2005). Bu yapı, kavramların zihinde yapılandırılmasını kolaylaştırmakta ve bilimsel modelleme becerilerini desteklemektedir. Son yıllarda, teknoloji destekli eğitim yaklaşımları periyodik tablo öğretimini daha etkileşimli hale getirmiştir. “Kodlama, artırılmış gerçeklik ve oyun temelli öğrenme gibi yenilikçi yaklaşımlar, öğrencilerin dikkatini çekmekte ve periyodik tablo gibi soyut kavramların daha somut ve etkileşimli biçimde öğrenilmesini sağlamaktadır” (Çalık ve Sözbilir, 2014). Bu yaklaşımlar öğrencilerin derse aktif katılımını artırmakta ve kalıcı öğrenmeyi desteklemektedir.

1.6.4. Teknoloji entegrasyonu

Teknoloji entegrasyonu, eğitim süreçlerinde bilimsel araştırma ve veri analizinin etkinliğini artırır (Honey ve ark., 2014). Eğitim teknolojileri, öğrenme materyallerinin sunumunda çeşitlilik sağlayarak, farklı öğrenme stillerine hitap eder (Mishra ve Koehler, 2006). Ayrıca, teknolojinin kullanımı öğretmenlerin pedagojik yaklaşımlarını geliştirerek eğitim kalitesini yükseltir (Ertmer ve Ottenbreit-Leftwich, 2010). Eğitimde teknoloji entegrasyonu, öğretim ve değerlendirme süreçlerinde veri temelli kararlar alınmasını kolaylaştırır (Means ve ark., 2013). Teknoloji destekli öğrenme ortamları, öğrencilerin derse aktif katılımını artırır ve öğrenme motivasyonunu yükseltir (Lei, 2010). Dijital araçlar ve uygulamalar, karmaşık kavramların görselleştirilmesini ve somutlaştırılmasını sağlar (Jonassen ve ark., 2008). Kodlama, artırılmış gerçeklik ve oyun tabanlı öğrenme gibi teknolojiler, öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirir

(Hwang ve ark., 2011). Bu yöntemler, öğrenme sürecini kişiselleştirerek öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına uygun destek sunar (Rose ve Dalton, 2009).

1.6.5.Arduino

Arduino, öğrencilere elektronik devre tasarımı ve programlamayı öğretmek için kullanılan açık kaynaklı bir platformdur ve STEM eğitiminde bilimsel uygulamaların somutlaştırılmasına olanak sağlar (Banzi, 2011). Arduino'nun kullanımı, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinde temel becerilerin kazanılmasını hızlandırır ve deneysel öğrenmeyi teşvik eder (Blikstein, 2013). Bu teknoloji, öğrencilere problem çözme ve sistematik düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sunar (Melchior ve ark., 2005). Ayrıca, Arduino tabanlı projeler, öğrencilerin gerçek dünya problemlerine yenilikçi çözümler üretmesini sağlar (Kumar, 2014).

Eğitimde Arduino kullanımı, öğrencilerin aktif öğrenme sürecine katılımını artırır ve öğrenmeyi daha etkileşimli hale getirir (Peppler ve Bender, 2013). Kodlama ve donanım entegrasyonu sayesinde öğrenciler, soyut bilimsel kavramları somut deneyimler aracılığıyla kavrar (Resnick ve ark., 2009). Arduino projeleri, öğrencilerin iş birliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini destekler (Bonanni ve ark., 2010). Bu yöntem, öğrencilerin teknolojik okuryazarlıklarını artırarak geleceğin mühendis ve bilim insanları olmalarına zemin hazırlar (Kuznetsov ve Paulos, 2010).

1.6.6. mBlock

mBlock, blok tabanlı bir programlama arayüzü sunarak öğrencilerin algoritmik düşünme ve programlama becerilerini geliştirmelerine olanak sağlar (Wang ve ark., 2018). Scratch tabanlı olması nedeniyle özellikle küçük yaş grupları için erişilebilir olup, robotik sistemler ile kodlama arasındaki ilişkiyi somutlaştırmaktadır (Hsu ve ark., 2019). mBlock, öğrencilerin sensörler, motorlar ve LED'ler gibi fiziksel bileşenlerle etkileşime girerek gerçek zamanlı veri toplamasını ve bu verilerle proje geliştirmesini mümkün kılar (Chang ve ark., 2021). Bu sayede öğrenciler bilimsel modelleme, veri analizi ve sistemsal düşünme gibi üst düzey bilişsel beceriler geliştirebilmektedir (Zawodny ve ark., 2020).

Eğitimde mBlock kullanımı, öğrencilerin kodlama ve robotik süreçlerine aktif katılımını destekler ve yaparak-yaşayarak öğrenmeyi teşvik eder (Li ve Ni, 2016). Öğrenciler mBlock aracılığıyla robot kol kontrolü, engelden kaçan robot tasarımı ya da çevreye duyarlı sistemler gibi projeler geliştirerek STEM temelli uygulamalara katılır

(Lai ve Yang, 2020). Bu süreçte öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve grup çalışması gibi becerileri gelişir (Yılmaz ve Gök, 2020). Ayrıca, mBlock uygulamaları eğitimcilerin teknoloji destekli öğretimi sınıf ortamına entegre etmelerine ve öğrencilerin bilişim teknolojilerine olan ilgisini artırmalarına yardımcı olur (Eroğlu ve Ünal, 2021).

1.6.7. Materyal geliştirme

Eğitimde materyal geliştirme, öğretim hedeflerine ulaşmak için etkili, etkileşimli ve öğrencinin düzeyine uygun araçların tasarlanması sürecidir (Demirel, 2012). Nitelikli öğretim materyalleri, öğrencilerin bireysel farklılıklarına hitap ederken öğrenmeyi kalıcı ve anlamlı kılmaktadır (Seferoğlu, 2006). Özellikle yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim ortamlarında materyaller, öğrencilerin aktif katılımını destekleyecek biçimde tasarlanmalıdır (Açıkgöz, 2003). Günümüzde materyal geliştirme süreci, teknolojik araçlar ve dijital platformlarla desteklenerek daha görsel, etkileşimli ve kişiselleştirilebilir hale gelmiştir (Kurt, 2010). Bu süreçte öğretmenler sadece bilgi aktaran değil, aynı zamanda öğrenme ortamlarını tasarlayan bireyler hâline gelmiştir (Yalın, 2008). Öğretim materyallerinin etkili olabilmesi için içeriğin hedeflerle uyumlu, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyine uygun ve pedagojik temellere dayalı olması gerekmektedir (Ertürk, 1998). Öğrencinin derse ilgisini artıran materyallerin tasarımında çoklu öğrenme stilleri dikkate alınmalı ve görsel, işitsel, dokunsal gibi farklı duylara hitap edecek çoklu ortamlar kullanılmalıdır (Çepni, 2007). Etkili bir öğretim materyali, aynı zamanda öğrencinin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi üst düzey bilişsel becerilerini de desteklemelidir (Ünver ve Demirel, 2004). Özellikle STEM, robotik kodlama ve artırılmış gerçeklik gibi güncel yaklaşımlar, materyal geliştirme sürecine yenilikçi bakış açıları kazandırmıştır (Çalık ve Sözbilir, 2014). Bu yaklaşımlar doğrultusunda geliştirilen materyaller, soyut kavramların somutlaştırılmasını kolaylaştırarak öğrenme sürecini derinleştirmektedir (Karakuş ve Akman, 2021). Dijital ortamda geliştirilen materyallerin, öğrenen tarafından aktif olarak keşfedilebilir olması, öğrenmeyi daha kalıcı ve anlamlı hale getirmektedir (Kuzu, 2007).

1.6.8. Dijital materyal geliştirme

Dijital materyal geliştirme, eğitim teknolojilerindeki hızlı gelişmelere paralel olarak öğrenme sürecini destekleyen, etkileşimli ve medya temelli içeriklerin tasarlanması ve uygulanması sürecidir (Kuzu, 2007). Bu materyaller, öğrencilerin

bireysel öğrenme hızlarına uygun olarak bilgiye erişimlerini kolaylaştırmakta ve öğrenme sürecine aktif katılımlarını artırmaktadır (Yalın, 2008). Özellikle dijital materyaller, metin, ses, görüntü, video ve animasyon gibi çoklu ortam öğeleriyle zenginleştirilerek, öğrencinin farklı duyu organlarını harekete geçirmekte ve bu yolla daha kalıcı öğrenmeler sağlanmaktadır (Heinich ve ark., 2002). Bu materyallerin öğretim sürecine entegrasyonu, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırmakta ve öğrenilen bilgilerin anlamlandırılmasını kolaylaştırmaktadır (Seferoğlu, 2006). Etkili bir dijital materyal geliştirme süreci; öğrenme hedeflerinin belirlenmesi, hedef kitle analizinin yapılması, uygun teknolojik araçların seçilmesi ve geri bildirim döngülerinin kurulması gibi temel adımları içermektedir (Demirel, 2012). Öğretmenlerin bu süreçte pedagojik bilgiyi teknoloji ile harmanlayarak nitelikli dijital içerikler üretmeleri beklenmektedir (Mishra ve Koehler, 2006). Yapılan araştırmalar, dijital ortamda tasarlanan materyallerin öğrenci başarısını olumlu etkilediğini ve özellikle soyut kavramların somutlaştırılmasında etkili olduğunu göstermektedir (Alkan ve Kurt, 2011). Öğrenci merkezli yaklaşımları destekleyen bu materyaller, öğrenmeyi kişiselleştirme ve bireysel ihtiyaçlara göre uyarlama açısından büyük avantaj sunmaktadır (Çepni, 2007). Dijital içerikler yalnızca bilgi sunma aracı olarak değil, aynı zamanda problem çözme, analiz, sentez gibi üst düzey bilişsel becerileri geliştirmede de kullanılabilmektedir (Clark ve Mayer, 2011). Bu kapsamda öğretmenlerin, teknolojiyi yalnızca araç olarak değil, bir öğretim stratejisi olarak görmeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Jonassen ve ark., 2008).



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu kısımda periyodik klavye ve dijital materyal tasarımı ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Periyodik Klavye ile İlgili Çalışmalar

Aydoğdu ve Ergin (2010), periyodik sistemdeki elementlerin öğretiminde öğrencilerin yaşadığı kavramsal zorlukları incelemiştir. Çalışma, 9. sınıfa devam eden 96 öğrenci ile gerçekleştirilmiş ve veri toplama aracı olarak açık uçlu sorular kullanılmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun element sembollerini ezberlemede zorlandığı, gruplar arası farkları kavrayamadığı ve periyodik sistemi bir bütün olarak algılamakta zorlandığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu tür kavramların öğretiminde renkli tablolar, sınıf içi etkinlikler ve model kullanımı gibi somutlaştırıcı materyallerin etkili olabileceğini önermiştir.

Boz (2011), Ankara’da 8. sınıf öğrencileriyle yürüttüğü deneysel araştırmasında, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı materyallerin periyodik tablo öğretimine etkisini değerlendirmiştir. Toplam 80 öğrenci deney (n=40) ve kontrol (n=40) gruplarına ayrılmıştır. Deney grubunda öğrencilere simülasyonlar, etkileşimli etkinlikler ve çalışma yaprakları sunulmuştur. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin periyodik tabloya yönelik akademik başarılarının anlamlı düzeyde arttığı, ayrıca kavram yanlışlarının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.

Dreyfuss (2000), periyodik tablo öğretimini sanatsal bir etkinlikle bütünleştirerek farklı bir yaklaşım sunmuştur. ABD’de bir ortaokulda öğrenim gören 22 öğrenciyle gerçekleştirilen bu uygulamada, eski bir araba gövdesi üzerine periyodik tablo tasarımı yapılmıştır. Öğrenciler, elementleri renk gruplarına göre boyamış, bu süreçte element sınıflarını daha iyi anlamışlardır. Sanat ve bilim entegrasyonunun öğrencilerin dikkatini artırdığı, motivasyonlarını yükselttiği ve konunun kalıcılığını sağladığı belirtilmiştir.

Benzer şekilde Bolmgren (1995), İsveç’te 60 ortaokul öğrencisiyle gerçekleştirdiği çalışmasında, oyun temelli öğretimin etkisini değerlendirmiştir. Öğrencilere fiziksel ve kimyasal özellikleri temel alan etkileşimli kart oyunları, renk kodlu çizelgeler ve tablo eşleştirme etkinlikleri sunulmuştur. Bu uygulamalar sonucunda öğrenciler elementleri doğru sınıflandırma ve benzerlik-farklılıkları belirleme konusunda gelişim göstermiştir. Oyuna dayalı öğretim yöntemlerinin öğrencilerde motivasyon ve katılım artışı sağladığı rapor edilmiştir.

Kaya ve Büyük (2019), 7. sınıfta öğrenim gören 72 öğrenciyle yürüttükleri araştırmada, artırılmış gerçeklik (AR) uygulamalarının periyodik tablo öğretimindeki etkisini incelemişlerdir. Deney grubundaki  ğrencilere AR uygulamalarıyla periyodik sistem tanıtılmış, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemler kullanılmıştır. Bulgular, AR uygulamalarının öğrencilerin kavramları görselleştirmesini ve öğrenmeye katılımını artırdığını ortaya koymuştur.

Ayrıca Kabapınar ve Ergin (2007), 6. sınıf öğrencileriyle yürüttükleri araştırmada, kavramsal değişim metinleri ve görsel materyallerin periyodik tablo öğretimine etkisini incelemiştir. Çalışmaya 50  ğrenci katılmış, bu öğrencilere çeşitli senaryolar, diyagramlar ve bilgi kartları sunulmuştur. Sonuçlar, özellikle düşük başarı düzeyine sahip öğrencilerin elementlerin sınıflandırılmasına ilişkin başarılarının anlamlı düzeyde arttığını göstermiştir.

2.2. Materyal Tasarımı ile İlgili  alışmalar

Fen eğitimi alanında yapılan birçok araştırma, öğrencilerin öğrenme sürecini desteklemek amacıyla geliştirilen  ğretim materyallerinin hem kavramsal anlama hem de kalıcı öğrenme açısından önemli katkılar sağladığını ortaya koymuştur (Çepni ve ark., 1997; şimşek ve Karataş, 2020).

şahin ve Yıldırım (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 6. sınıf öğrencileri için geliştirilen yap-boz tabanlı fen materyalinin etkisi araştırılmıştır. Ankara'daki bir devlet okulunda toplam 64 öğrenciyle yapılan araştırmada öğrenciler deney ve kontrol gruplarına ayrılmış, deney grubunda geliştirilen yap-boz materyalleri ile fen  ğretimi yapılmıştır. Sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının anlamlı düzeyde arttığını ve fen dersine yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini göstermiştir. Bu durum, materyalin öğrencilerin dikkatini çektiğini ve derse aktif katılım sağladığını ortaya koymuştur.

 epni ve ark. (1997) tarafından yürütülen bir başka çalışmada, Karadeniz Bölgesi'ndeki ortaokullarda öğrenim gören 87 öğrenciye, kavram haritaları, görsel materyaller ve fen günlüklerinden oluşan bir materyal seti sunulmuştur. Araştırmada yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temel alınmıştır. Sonuçlar, bu materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiğini ve  ğretmen- ğrenci etkileşimini artırarak öğrenme sürecini daha verimli hale getirdiğini ortaya koymuştur.

Öztürk ve Dönmez (2017), 7. sınıf düzeyinde 5E modeline dayalı dijital materyallerin etkisini araştırmıştır. İstanbul'daki bir devlet okulunda 70 öğrenciyle yürütülen çalışmada öğrenciler deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Deney grubuna dijital animasyonlar, video içerikler ve etkileşimli simülasyonlar sunulmuştur. Bulgular, dijital materyallerin öğrencilerin özellikle soyut kavramları daha iyi anlamalarını sağladığını ve genel başarılarını artırdığını göstermiştir.

Kılıç ve Sağlam (2012), fen laboratuvarlarına yönelik düşük maliyetli ve öğrenci merkezli materyaller geliştirmiştir. İzmir'deki bir ortaokulda öğrenim gören 48 öğrenci ile yapılan bu çalışmada geliştirilen materyaller, öğrencilerin deneylere aktif katılımını desteklemiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde ve fen konularındaki kavramsal anlamalarında olumlu gelişmeler gözlenmiştir. Araştırmacılar, geliştirilen materyallerin fen dersini daha eğlenceli ve anlamlı hale getirdiğini belirtmiştir.

Demirbaş ve Pektaş (2006) ise üç boyutlu modellerin fen eğitimindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, 80 altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüş ve atom modelleri ve DNA sarmalları gibi somut materyaller kullanılmıştır. Öğrenciler, bu modeller sayesinde daha önce soyut buldukları kavramları zihinsel olarak yapılandırabilmiş ve daha yüksek düzeyde kavramsal öğrenme sergilemiştir. Ayrıca öğrencilerin fen dersine karşı ilgilerinde artış olduğu da rapor edilmiştir. Gödek (2004) modelleme yönteminin fen eğitim ve öğretmen eğitimindeki önemini incelediği çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin, çocukların sahip olduğu fikirlerle bilimsel kavramlar arasındaki boşluğu doldurma konusunda önemli bir rol üstlendiklerini ve bu süreçte fen kavramları somutlaştırmada modellemenin önemini vurgulamıştır.

Periyodik tablo ve elementler fen dersi için oldukça önemlidir. Elementler günlük hayatta sıklıkla karşımıza çıkmakta ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Periyodik tabloya bakarak elementlerin özellikleri hakkında genel bilgi edinilir. 8. Sınıf fen bilimleri dersi müfredatındaki kazanımlarda periyodik tablonun ilk 20 elementinin yerinin ve sembollerini bilinmesi beklenmektedir. Periyodik tablo ünitesi öğretilirken izlenen yol, elementlerin periyodik tabloda dizilme biçimlerinden söz edilerek problem çözümlerine geçilmesi ve periyodik özelliklerin periyodik tablodaki değişiminin çoğu zaman ezberletilmesi şeklindedir. Öğrencilere periyodik özelliklerin basit tanımı, uygulama problemleri ve periyodik tablo üzerinde nasıl değiştikleri tek tek ezberletilmekte son yıllarda EBA üzerinden çeşitli görsel, animasyon ve yeni nesil sorularla konu pekiştirilmektedir.

Bütün bunlara rağmen öğrencilerin periyodik özellikleri yüzeysel öğrenmesi, edindiği bilgileri kısa sürede unutması ya da yanlış öğrenerek kavram yanılgıları geliştirmesi karşılaşılan durumlardır. Birçok konuda olduğu gibi periyodik tablo konusunda da mantığı üzerinde hiç kafa yorulmadan doğrudan ezberlemeye yöneltilen öğrenciler daha sonraki eğitim hayatlarında ya da üniversite sınavında farklı tarz ve yapıdaki sorularla karşılaştıklarında bocalayarak başarısız olmaktadır. Kimya konularının geniş ve mantığı anlaşılmadan kavranması çok güç bir ders olduğundan dolayı ortaöğretimde okumakta olan birçok öğrenci kimya dersinin ezber dersi olduğundan yakınmakta ve kimya derslerine olan ilgileri azalmaktadır (Genç, 2008).

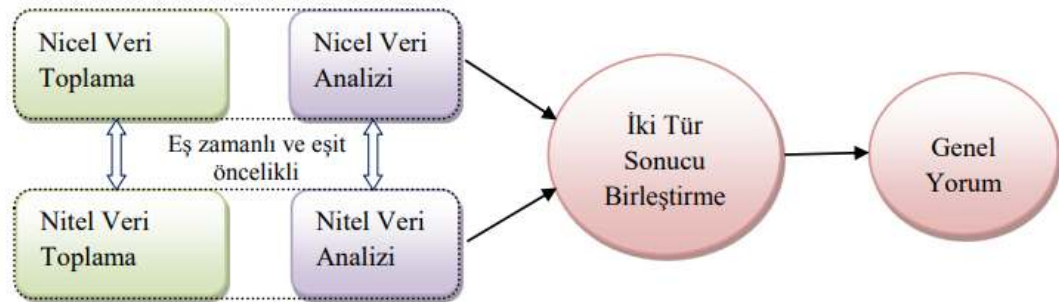
Bu sorunları ele alarak 8. Sınıflar için tasarlanan periyodik klavye ile bu öğrenme zorluklarını ortadan kaldırarak öğrencilere daha kolaylaştırılmış ve oyunlaştırılmış bir öğretim sunarak kalıcı öğrenmelerine katkı sağlamak amaçlanmaktadır. Gerek ülkemizde gerekse de yurt dışında elementlerin adları, sembolleri ve özellikleri farklı yöntem ve tekniklerle öğretilmeye çalışılmaktadır (Aycan ve ark., 2002).

3. MATERYAL VE METOT

Bu kısımda sırasıyla araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci, verilerin analizi ve periyodik klavyenin tasarlanma sürecine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma, karma yöntem desenlerinden biri olan yakınsayan paralel desen kullanılarak yürütülmüştür. Bu desende, nicel ve nitel araştırma aşamaları araştırma sürecinde eş zamanlı ve bağımsız olarak uygulanmakta, elde edilen veriler ise analiz aşamasında birleştirilerek yorumlanmaktadır. Böylece, her iki veri türünün güçlü yönlerinden yararlanılarak, araştırma probleminin daha kapsamlı ve derinlemesine incelenmesi hedeflenmektedir (Creswell ve Plano Clark, 2015). Aşağıda Çelik ve Buluç (2018) tarafından geliştirilen Yakınsayan paralel desen uygulama sürecine ilişkin model sunulmuştur.



Şekil 3.1. Yakınsayan paralel desen uygulama süreci modeli (Çelik ve Buluç, 2018)

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırma, karma yöntem desenine göre yürütülmüş olup, nitel ve nicel veriler eş zamanlı olarak toplanarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın evrenini 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Kırşehir İl Merkezi'nde görev yapmakta olan fen bilimleri öğretmenleri ile bu öğretmenlerin ders verdiği 8. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüt örnekleme, araştırmacının önceden belirlediği özelliklere sahip bireyleri seçmesine olanak tanıyan ve özellikle belirli bilgi ve deneyime sahip bireylerin dahil edilmesini sağlayan bir örnekleme yöntemidir (Patton, 2014). Ölçüt örnekleme, belirli niteliklere sahip bireylerin seçilmesine dayanan, amaçlı örnekleme türlerinden

biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Ölçüt örnekleme yönteminde mantık, daha önceden belirlenen bazı önem ölçütlerini karşılayan tüm durumları çalışmak ve gözden geçirmektir. Bu ölçüt veya ölçütler araştırmacı tarafından hazırlanabilir ya da önceden hazırlanmış olabilir (Başaran, 2017; Yağar ve Dökme, 2018).

Katılımcı fen bilimleri öğretmenlerinin seçiminde, 8. sınıflarda görev yapmaları, periyodik klavye materyalini deneyimlemiş olmaları ve gönüllülük esasına dayalı olarak çalışmaya katılmaları ölçüt olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin seçiminde ise, Ardunio robotik kodlama ile eğitim alıyor olmaları, çalışmanın yürütüldüğü sınıflarda öğrenim görüyor olmaları ve fen bilimleri dersine katılım göstermeleri temel ölçütler arasında yer almıştır. Öğrenciler bu çalışmaya gönüllü olarak veli onam formu doldurulması suretiyle katılmıştır.

Araştırmaya dört farklı ortaokuldan toplam 15 fen bilimleri öğretmeni ve 8. sınıflardan 30 öğrenci olmak üzere toplam 45 kişi katılım sağlamıştır. Tablo 3.1’de çalışmaya katılan öğrenci ve öğretmenlerin demografik özellikleri yer almaktadır.

Tablo 3.1. Çalışmaya katılan öğrenciler ve öğretmenlerin demografik özellikleri

Katılımcı	Cinsiyet	Okul				Toplam
		A	B	C	D	
Öğrenci	Kız	9	4	3	2	18
	Erkek	6	2	3	1	12
Toplam		15	6	6	3	30
Öğretmen	Kadın	3	3	1	2	9
	Erkek	1	1	3	1	6
Toplam		4	4	4	3	15
Öğrenci + Öğretmen Toplam		19	10	10	6	45

Tablo 3.1. incelendiğinde görüleceği üzere en fazla katılımcı (19 kişi) A okulundan (%42,2) ve en az katılımcı (6 kişi) D okulundandır (%13,3). B ve C okullarından ise 10’ar kişi olmak üzere eşit sayıda katılım mevcuttur (her biri %22,2 oranında).

Çalışmaya, 18’i kız ve 12’si erkek olmak üzere toplam 30 öğrenci ile 9’u kadın ve 6’sı erkek olmak üzere toplam 15 öğretmen katılmıştır. Cinsiyet bakımından öğrenci grubunda kızlar, öğretmen grubunda da kadınlar çoğunluktadır. A okulu, hem öğrenci hem öğretmen açısından en yüksek katılıma sahiptir. C okulunda öğretmenlerin büyük çoğunluğu erkektir.

Müfredattaki periyodik sistemler konusunda zorlanan, öğrenme güçlüğü çeken ve öğrendiklerini çabuk unutan öğrencilere öğrenme kolaylığı sağlamak amacıyla, periyodik tabloyu somut bir hale getirerek aklıda kalıcılığı artırması hedeflenmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak;

- Akademik Başarı Testi, Gözlem Formu,
- Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu,
- Yarı Yapılandırılmış Öğretmen Görüşme Formu,
- Öğrenme Günlüğü kullanılmıştır.

3.3.1. Akademik başarı testi

Bu kısımda araştırma kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen akademik başarı testinin geçerlik ve güvenirlik analizleri sunulmuştur. Bu bağlamda maddelerin kapsam geçerlilik oranları (KGO) ve kapsam geçerlik indeksleri, madde analizi ve KR-20 analizi yapılmıştır.

Kapsam geçerlik ölçütü, maddenin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını test etmek için, bir başka deyişle maddenin test kapsamına alınması için geçerli bir madde olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılan bir ölçüttür. KGO hesaplamasında ve yorumlanmasında Lawshe (1975) tarafından geliştirilen Lawshe tekniği en yaygın kullanılan tekniklerden biri olup bu yaklaşımın aşağıda belirtilen altı aşaması vardır:

- a) Alan uzmanlar grubunun oluşturulması,
- b) Aday ölçek formlarının hazırlanması,
- c) Uzman görüşlerinin elde edilmesi,
- d) Maddelere ilişkin kapsam geçerlik oranlarının elde edilmesi,
- e) Ölçeğe ilişkin kapsam geçerlik indekslerinin elde edilmesi,
- f) Kapsam geçerlik oranları/indeksi ölçütlerine göre nihai formun oluşturulması.

Lawshe tekniğinde, en az 5 en fazla ise 40 uzman görüşüne ihtiyaç vardır. Uzmanların herhangi bir maddeye ilişkin görüşleri toplanarak kapsam geçerlik oranları elde edilir. Kapsam geçerlik oranları (KGO), herhangi bir maddeye ilişkin “Gerekli” görüşünü belirten uzman sayılarının, maddeye ilişkin görüş belirten toplam uzman

sayısına oranının 1 eksiği ile elde edilir. Her bir madde için KGO aşağıdaki (1) formül ile hesaplanır.

$$KGO = \frac{N}{N/2} - 1 \quad (1)$$

Diğer bir Kapsam geçerlik ölçütü ise Davis (1992) tarafından geliştirilmiştir. Bu tekniğe göre uzman görüşleri (a) “Uygun”, (b) “Madde hafifçe gözden geçirilmeli”, (c) “Madde ciddi olarak gözden geçirilmeli” ve (d) “Madde uygun değil” şeklinde derecelendirilmektedir. Bu teknikte (a) ve (b) seçeneğini işaretleyen uzmanların sayısı, toplam uzman sayısına bölünerek maddeye ilişkin “kapsam geçerlik indeksi” elde edilmektedir ve bu değer istatistiksel bir ölçütle karşılaştırmak yerine 0,80 değeri ölçüt olarak kabul edilmektedir. Her bir madde için KGİ hesaplamak için aşağıdaki formül (2) kullanılır.

$$KGİ = \frac{N_a + N_b}{N} \quad (2)$$

Taslak ölçeğin her bir maddesi için elde edilen KGO’lardan istatistiksel olarak anlamsız bulunanlar elenir. Bundan sonra, KGO $\alpha = 0.05$ düzeyinde anlamlı olan maddeler nihai forma alınır. Bu maddelerin KGO’ları toplanarak ortalamaları alınır ve Kapsam Geçerlik İndeksi (KGİ) hesaplanır (3).

$$KGİ = \frac{\sum KGO}{K} \quad (3)$$

KGİ/KGO oranına göre son form oluşturulur. Ölçeğin son formuna alınan maddelerden oluşan ilk şekli için, $KGİ \geq KGO$ veya $KGİ / KGO \geq 0$ ’ı sağladığında kapsam geçerliği istatistiksel olarak anlamlı bulunur (Yurdugül ve Aşkar 2008). KGO hesaplamaları için gerekli minimum uzman sayıları ve $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde KGO’nun kabul edilebilir minimum değerleri, Veneziano ve Hooper (1997) tarafından geliştirilmiş ve Yurdugül (2005) tarafından Türkçeye kazandırılmıştır. Bu kapsamda, $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde uzman sayısına göre KGO’nun minimum kabul değerlerini gösteren bilgiler, Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.2. KGO için minimum değerler (Yurdugül, 2005).

Uzman Sayısı	Minimum Değer	Uzman Sayısı	Minimum Değer
5	0.99	13*	0.54*
6	0.99	14	0.51
7	0.99	15	0.49
8	0.78	20	0.42
9	0.75	25	0.37
10	0.62	30	0.33
11	0.59	35	0.31
12	0.56	40	0.29

* Bu araştırmada başvuru alan uzman sayısı

**Bu araştırmada sağlanması gereken minimum KGO

Bu çalışmada ön test ve son test olarak kullanılan akademik başarı testi için ilk aşamada taslak 50 madde hazırlanmıştır. Tablo 3.3.'de birinci aşamada alınan uzman görüşleri ve kapsam geçerlik oranları gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Uzman görüşleri – birinci aşama KGO

Maddeler	Uygun	Uygun düzeltilmeli	Uygun değil	Kapsam Geçerlik Oranları	Değerlendirme
Madde 8	13	0	0	1	Uygun madde
Madde 9	13	0	0	1	Uygun madde
Madde 14	13	0	0	1	Uygun madde
Madde 15	13	0	0	1	Uygun madde
Madde 4	12	1	0	0,84	Uygun madde
Madde 5	12	1	0	0,84	Uygun madde
Madde 11	12	0	1	0,84	Uygun madde
Madde 19	12	1	0	0,84	Uygun madde
Madde 49	12	0	1	0,84	Uygun madde
Madde 22	11	2	0	0,69	Uygun madde
Madde 23	11	2	0	0,69	Uygun madde
Madde 1	11	2	0	0,69	Atılan madde
Madde 36	11	1	1	0,69	Uygun madde
Madde 40	11	0	2	0,69	Uygun madde
Madde 42	11	0	2	0,69	Uygun madde
Madde 43	11	0	2	0,69	Uygun madde
Madde 2	10	3	0	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 21	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 25	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 26	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 27	10	3	0	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 33	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 37	10	1	2	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 39	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 45	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 46	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 47	10	2	1	0,53	Düzeltilerek alınan madde
Madde 32	9	2	2	0,38	Atılan madde
Madde 41	9	3	1	0,38	Atılan madde
Madde 44	9	3	1	0,38	Atılan madde
Madde 48	9	3	1	0,38	Atılan madde

Tablo 3.3. Uzman görüşleri – birinci aşama KGO

Maddeler	Uygun	Uygun düzeltilmeli	Uygun değil	Kapsam Geçerlik Oranları	Değerlendirme
Madde 50	9	2	2	0,38	Atılan madde
Madde 28	8	4	1	0,23	Atılan madde
Madde 29	8	4	1	0,23	Atılan madde
Madde 31	8	5	0	0,23	Atılan madde
Madde 34	8	4	1	0,23	Atılan madde
Madde 35	8	3	2	0,23	Atılan madde
Madde 7	7	2	4	0,07	Atılan madde
Madde 12	7	3	3	0,07	Atılan madde
Madde 18	7	3	3	0,07	Atılan madde
Madde 24	7	3	3	0,07	Atılan madde
Madde 30	7	5	1	0,07	Atılan madde
Madde 38	7	5	1	0,07	Atılan madde
Madde 20	6	5	2	-0,07	Atılan madde
Madde 6	5	5	3	-0,23	Atılan madde
Madde 13	5	4	4	-0,23	Atılan madde
Madde 16	5	3	5	-0,23	Atılan madde
Madde 17	5	3	5	-0,23	Atılan madde
Madde 3	4	3	6	-0,38	Atılan madde
Madde 10	4	5	4	-0,38	Atılan madde
Uzman	13				
KGO	0.59				
KGI	0.71				

Araştırma kapsamında, uzman görüşlerine dayalı olarak 50 maddeye ilişkin kapsam geçerlik oranı hesaplanmıştır. Veneziano ve Hooper (1997) tarafından geliştirilen ve Yurdugül (2005) tarafından Türkçeye kazandırılan KGO değerlendirme ölçütlerine göre, 13 uzman görüşü dikkate alındığında bir maddenin kabul edilebilmesi için minimum KGO değerinin yaklaşık 0.54 olması gerekmektedir (Lawshe, 1975).

Bu kapsamda Tablo 3.3 incelendiğinde; 11 madde (Madde 4, 5, 8, 9, 11, 14, 15, 19, 22, 23, 49) yüksek KGO değerleriyle (≥ 0.69) doğrudan uygun bulunarak ölçme aracına dahil edilmiştir. 2 madde (Madde 36, 40) eşik değerin biraz üzerinde yer almasına rağmen uygun değerlendirilmiştir. 11 madde (örneğin Madde 21, 25, 27, 33, 39, 45, 47) yaklaşık 0.53 değerine sahiptir. Bu maddeler, uzmanlardan gelen “uygun ancak düzeltilmeli” veya “kısmen uygun” geri bildirimleri doğrultusunda düzenlenerek ölçme aracına dahil edilmiştir. 25 madde ise düşük KGO değerleri (< 0.53), hatta bazıları negatif oranlara sahip olduğu için ölçme amacına uygun bulunmamış ve elenmiştir.

Dolayısıyla, birinci aşamada 13 uzmanın görüşleri dikkate alınarak hesaplanan KGO oranları doğrultusunda 23 madde testten atılmıştır. Bu sonuçlar, ilk taslakta oluşturulan geniş madde havuzunun geçerlilik açısından filtrelenerek daha tutarlı bir

ölçme aracı elde edildiğini göstermektedir. KGO değeri hesaplamaları sonucunda elde edilen genel KGO değeri 0.59, KGİ değeri ise 0.71 olarak bulunmuştur. Bu değerler, genel olarak ölçme aracının kapsam geçerliğinin orta-yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

Bu aşamadan sonra kalan 27 madde için ikinci aşamaya geçilmiştir. İkinci aşama KGO analiz sonuçları Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Uzman görüşleri – ikinci aşama KGO

Maddeler	Uygun	Uygun düzeltilmeli	Uygun değil	Kapsam Geçerlik Oranları	Değerlendirme	Maddenin testteki numarası
Madde 8	13	0	0	1,00	Uygun madde	M1
Madde 9	13	0	0	1,00	Uygun madde	M2
Madde 14	13	0	0	1,00	Uygun madde	M3
Madde 15	13	0	0	1,00	Uygun madde	M4
Madde 5	13	0	0	1,00	Uygun madde	M5
Madde 4	11	1	1	0,69	Atılan madde	-
Madde 11	12	0	1	0,84	Uygun madde	M6
Madde 19	12	1	0	0,84	Uygun madde	M7
Madde 49	12	0	1	0,84	Uygun madde	M8
Madde 22	12	1	0	0,84	Uygun madde	M9
Madde 1	11	1	1	0,69	Uygun madde	-
Madde 23	13	0	0	1,00	Uygun madde	M10
Madde 36	13	0	0	1,00	Uygun madde	M11
Madde 40	12	0	1	0,84	Uygun madde	M12
Madde 42	13	0	0	1,00	Uygun madde	M13
Madde 43	13	0	0	1,00	Uygun madde	M14
Madde 2	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç1
Madde 21	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç2
Madde 25	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç3
Madde 26	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç4
Madde 27	12	1	0	0,84	Uygun madde	Ç5
Madde 33	12	0	1	0,84	Uygun madde	Ç6
Madde 37	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç7
Madde 39	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç8
Madde 45	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç9
Madde 46	13	0	0	1,00	Uygun madde	Ç10
Madde 47	11	0	2	0,69	Atılan madde	-
Uzman	13					
KGO	0.89					
KGİ	0.93					
KR-20	0,81					

Birinci aşamada “düzeltilerek alınan” ya da “uygun ancak sınırda” olarak değerlendirilen 27 madde, uzman görüşlerine göre yeniden yapılandırılmış ve ikinci aşamada tekrar kapsam geçerlik analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda; 27 maddenin 24’ü uzmanlar tarafından uygun, 3’ü (madde 4, madde 1 ve madde 47) ise “uygun ancak

gerekli değil (tekrara düşülmüş)” gerekçesiyle testten çıkarılmıştır. Her bir maddeye ilişkin KGO değeri 0.84 ile 1.00 arasında değişmiştir.

Bu durum, maddelerin yapılan düzenlemeler sonucunda daha açık, anlaşılır ve amaca uygun hale geldiğini, dolayısıyla uzmanlar tarafından ortak biçimde olumlu değerlendirildiğini göstermektedir. İkinci aşamada uzman görüşleri doğrultusunda yapılan kapsam geçerlik analizinde, yeniden değerlendirilen 27 maddeden 3’ü testten çıkarılmıştır. Bu aşamada KGO değeri **0.89**, KGİ değeri ise **0.93** olarak hesaplanmıştır. **KGİ > KGO** olması, ölçeğin kapsam geçerliğinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir (Yurdugül ve Aşkar, 2008).

Sonuç olarak, ulaşılan bu değerler, geliştirilen testin kapsam geçerliğinin yeterli düzeyde olduğunu ve sonraki uygulamalarda güvenle kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

$$KR - 20 = \frac{24}{23} \left(\frac{7,166}{0,22^2} \right) = 0,81$$

Açıklamalar:

k: Testteki madde sayısı

pi= Her bir maddenin doğru cevapların toplam cevap sayısına oranı

qi= (1-pi) maddeyi yanlış cevaplayanların toplam cevap sayısına oranı

$\sum piqi$ =Tüm maddeler için pi×qi çarpımlarının toplamı

σ²: Test toplam puanlarının varyansı

Sonuç olarak, testte yer alan maddelerin büyük bir kısmı hem güçlük hem de ayırt edicilik açısından uygun bulunmuştur. Az sayıda madde, düşük ayırt edicilik değerleri nedeniyle çıkartılmış, bazıları ise düzenlemeyle testte tutulmuştur. Bu durum, testin genel olarak güvenilir ve geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

Geliştirilen periyodik klavye akademik başarı testi (Ek-1) 14 boşluk doldurma, 10 çoktan seçmeli olmak üzere toplam 24 sorudan oluşan, KGO değeri 0,89; KGİ değeri 0,93 ve KR-20 0,81 olarak hesaplanmış geçerli ve güvenilir bir testtir.

3.3.2.1. Görüşme formu

Bir araştırmaya katılan katılımcıların iç dünyalarındaki duygu ve düşünceleri gibi birçok ögeyi yalnızca gözlem yoluyla ortaya koymak mümkün değildir. Bu nedenle gözlemlenemeyen bu gibi durumları açığa çıkarmak amacıyla araştırmacılar katılımcılar ile görüşmeler gerçekleştirirler (Patton, 2015; Gökçe 2021). Bu çalışmada araştırmacı

tarafından geliştirilmiş öğrenci ve öğretmenlere yönelik iki ayrı yarı yapılandırılmış Görüşme Formu kullanılmıştır.

3.3.2.2. Yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu

Bu çalışma kapsamında kullanılan Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu (EK-4), ortaokul öğrencilerinin periyodik klavye kullanımına yönelik düşüncelerini, deneyimlerini ve eğilimlerini derinlemesine anlamak amacıyla geliştirilmiştir. Dört farklı okuldan toplam 30 öğrenci ile görüşme ve birebir çalışma yapılmıştır. Öğrencilerle bire bir görüşme yoluyla gerçekleştirilen bu uygulama, robotik kodlama eğitimi almış olan, 8. Sınıfta okumakta olan ve gönüllü olarak veli onam formu doldurulmuş öğrencilerle yürütülmüştür. Öğrencilere katılımcı sırası, okul kodu ve cinsiyet içeren örneğin; Ö1AE (1 numaralı öğrenci- A Okulundan katılmış ve cinsiyeti erkek) gibi kodlar verilmiştir.

Görüşmeler ortalama 12-15 dakika sürmüştür. Formda toplamda 14 açık uçlu soru yer almakta olup, öğrencilerin periyodik klavyeye ilişkin algıları, fayda-zarar değerlendirmeleri, kullanım tercihleri, iş birliği eğilimleri ve sürece dair öznel görüşleri sorgulanmıştır. Bu görüşmeler aracılığıyla öğrencilerin hem bireysel hem de grup düzeyinde periyodik klavyeyi nasıl algıladıkları, sürece nasıl dahil oldukları ve periyodik klavye kullanımının kalıcı öğrenmeye katkısına dair fikirleri nitel olarak tespit edilmiştir. Toplanan veriler yalnızca bilimsel amaçla kullanılmış ve gizlilik esasına bağlı kalınmıştır.

3.3.2.3. Yarı yapılandırılmış öğretmen görüşme formu

Bu araştırmada kullanılan Yarı Yapılandırılmış Öğretmen Görüşme Formu (EK-7), öğretmenlerin Fen Bilimleri derslerinde periyodik klavye kullanma eğilimlerini belirlemek amacıyla hazırlanmış bir veri toplama aracıdır. Bu doğrultuda, farklı kıdem ve deneyim düzeylerine sahip 15 öğretmenden görüş alınmıştır. Öğretmenlere örneğin; K1AE (katılımcı öğretmen 1 –A okulundan ve Erkek) şeklinde kodlar verilmiştir.

Görüşmeler önceden randevu alınan gün ve saatte gerçekleştirilmiş ve her bir görüşme yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür. Toplamda 10 açık ve kapalı uçlu soru içeren bu form sayesinde öğretmenlerin periyodik klavye uygulamalarına yönelik düşünceleri nitel ve nicel açıdan tespit edilerek, periyodik klavye kullanımının öğretim süreçlerine katkısı hakkında derinlemesine bilgi elde edilmesi amaçlanmıştır. Formda, öğretmenlerin derslerde periyodik tablo ve periyodik klavye kullanım sıklıkları, bu araçların öğrencilerin kalıcı öğrenmesine etkisi, öğretmenlerin periyodik klavyeyi kullanma tercih

sebepleri, periyodik klavye kullanımının avantaj ve dezavantajlarına ilişkin değerlendirmeleri ile gözlem ve önerileri alınmıştır.

3.3.2. Öğrenci gözlem formu

Bu araştırmada kullanılan Öğrenci Gözlem Formu (Ek-3), periyodik klavye uygulamasının öğrenciler üzerindeki etkilerini doğrudan gözlem yoluyla değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Form, öğrencilerin fen bilimleri derslerinde periyodik klavyeyi kullanma süreçlerinde kazandıkları becerileri, derse katılımlarını, teknolojiye bakış açılarını ve öğrenmeye yönelik tutumlarını çok boyutlu olarak ölçmeyi hedeflemektedir. Gözlem formu, 15 maddeden oluşmakta ve her bir madde beşli derecelendirme ölçeği (Zayıf – Geliştirilmeli – Orta – İyi – Mükemmel) kullanılarak puanlanmaktadır. Ek olarak, öğretmenin öğrencinin sürecin başındaki durumu, süreç içindeki dikkat çeken yönleri ve süreç sonunda ulaştığı gelişim düzeyi hakkındaki görüşlerine de yer verilmektedir. Bu sayede hem nicel hem nitel verilere dayalı bütüncül bir değerlendirme sağlanarak, periyodik klavye uygulamasının öğrencilerin derse olan ilgisi, motivasyonu, yaratıcılığı, kavramsal öğrenmesi ve akademik başarısı üzerindeki etkisi detaylı şekilde analiz edilebilmektedir.

3.3.3. Öğrenme günlüğü

Bu çalışma kapsamında kullanılan Öğrenme Günlüğü (Ek-11), öğrencilerin periyodik klavye uygulamasıyla yürütülen derslerdeki bireysel öğrenme deneyimlerini yansıtabilmeleri amacıyla hazırlanmıştır. Öğrenme günlüğü, öğrencilerin ders sürecinde yaşadıkları gelişmeleri, karşılaştıkları güçlükleri, öğrendiklerini ve sürece dair duygu, düşünce ve değerlendirmelerini kendi ifadeleriyle kayıt altına almalarını sağlar. Bu araç sayesinde öğrencilerin bilişsel gelişimlerinin yanı sıra duyuşsal tepkileri de analiz edilebilmekte; özellikle öz değerlendirme yapımları ve meta bilişsel farkındalık geliştirmeleri desteklenmektedir. Günlükler, nitel veri toplama aracı olarak kullanılmış ve öğrencilerin öğrenme sürecine dair derinlemesine bilgi edinilmesine katkı sağlamıştır. Elde edilen veriler, öğrencilerin aktif katılım düzeylerini ve periyodik klavye uygulamasının etkilerini anlamada önemli bir kaynak olarak değerlendirilmiştir.

3.4. Veri Toplama Süreci

Bu kısımda veri toplanma sürecinden sırasıyla bahsedilmektedir.

- Araştırmacı periyodik klavyenin yapımını tamamladıktan sonra öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerini belirleyebilmek için öğrencilere periyodik tablo **akademik başarı testi ön test** olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin öğrenme ihtiyaçları, varsa eksikleri ve kavram yanılgıları tespit edilmiştir.
- Her bir öğrenci ile birlikte çalışma ortamı hazırlanmıştır.
- Öğrenciye periyodik klavye tanıtılmıştır. Periyodik klavyenin nasıl kullanılacağı anlatılmıştır (sözel ipucu).
- Öğrenciye periyodik klavyenin kullanımı gösterilmiştir daha sonra da öğrencinin uygulama yapması (fiziksel ipucu) sağlanmıştır. Kazanımlar doğrultusunda konuyu kavrayana kadar öğrenciye uygulama yaptırılmıştır.
- Öğrenci her bir element için bulunan tuşlara basarak elementlerin periyodik tablodaki yeri, özellikleri ve sembolleri hakkında konuyu pekiştirmiştir. Uygulama sonrasında öğrencilerin akademik gelişimlerini ölçebilmek için ön test için kullanılan **akademik başarı testi** bu kez de **son test** olarak uygulanmıştır.
- Periyodik klavye ile elementlerin anlatımı gerçekleşirken araştırmacı **öğrenci gözlem formunu** kullanarak öğrencilerin periyodik klavyeye karşı ilgisi, bilgisayar kullanma becerisi, derse katılımı, motivasyon ve akademik başarıya yönelik davranışları hakkında gözlemler yapmıştır.
- Ders sonunda **yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu** ile öğrencilerle **bireysel görüşme** yapılmıştır.

Uygulama sonunda öğrencilere **öğrenme günlüğü** tutturularak derste öğrendikleri ve uygulamanın beklentilerini karşılayıp karşılamadığı hakkında öğrenci görüşleri alınmıştır.

Akademik başarı testinin uygulanması

Öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerini belirleyebilmek için akademik başarı testi ön test olarak uygulanmıştır. Uygulama sonrası öğrencilerin akademik gelişimlerini ölçmek için akademik başarı testi son test olarak da uygulanmıştır. Uygulamalar bireysel olarak gerçekleştirilmiştir.

Periyodik klavyenin öğrenci ile test edilmesi

Öğrenciye periyodik cetvel hakkında hazırbulunuşluk öğrenildikten sonra periyodik klavye tanıtılmıştır. Tanıtım yapıldıktan sonra kullanımı öğrenciye anlatılmış ve öğrencinin test etmesi sağlanmıştır.

Öğrenme günlüğü tutulması

Uygulama sonunda öğrencilere öğrenme günlüğü tutularak uygulama hakkındaki görüşleri alınmıştır. Derste neler öğrendikleri hakkında fikirleri alınarak uygulama beklentilerini karşıladı mı gibi sorularla görüşlerinin alınması sağlanmıştır.

Öğrencilerin gözlemlenmesi

Öğrenciler periyodik cetvel konusuna önce nasıl baktıkları gözlenmiştir. Periyodik klavye anlatımında öğrencilerin derse ilgisi bilgisayar kullanma becerisi, derse katılıma, motivasyona ve akademik başarıya yönelik davranışları gözlemlenerek notlar alınmıştır

Öğrencilerle Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Öğrenciye periyodik klavye anlatılıp uygulandıktan sonra öğrenci ile görüşme yapılmaya başlanmıştır. Görüşmede kullanılacak olan sorular araştırmacının tarafından önceden belirlenmiş olup araştırmacının etkisini azaltmak ve sınırları belirlemek için birkaç açık uçlu sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır.

Öğretmenlerle Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Araştırmacı öğretmenlerden randevu alarak bireysel görüşme gerçekleştirmiştir. Bu görüşmelerde, öncelikle öğretmenlere periyodik klavye hakkında tanıtım yapılmıştır. Tanıtım sonunda **yarı yapılandırılmış öğretmen görüşme formu** kullanılarak öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Akademik başarı test maddelerinin madde analizi

Bu kısımda araştırmada kullanılan akademik başarı testinde yer alan maddelerin analizine yer verilmiştir. Hasańcebi ve ark. (2020) tarafından belirlenen madde güçlük ve madde ayırt edicilik düzeyleri Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Madde güçlük ve madde ayırt edicilik düzeyleri

Madde ayırt edicilik indeksi	Maddenin değerlendirilmesi	Madde güçlük indeksi	Maddenin değerlendirilmesi
0,40 ve daha büyük	Çok iyi madde	0,29 ve altında	Zor
0,30-0,39	Oldukça iyi madde ama yine de geliştirilebilir	0,30-0,49	Orta güçlükte
0,20-0,29	Düzeltilmesi ve geliştirilmesi gerekir	0,50-0,69	Kolay

Tablo 3.5. Madde güçlük ve madde ayırt edicilik düzeyleri

Madde ayırt edicilik indeksi	Maddenin değerlendirilmesi	Madde güçlük indeksi	Maddenin değerlendirilmesi
0,19 ve daha küçük	Çok zayıf mutlaka çıkartılmalı	0,70-1,00	Çok kolay

Hasançebi ve ark. (2020)'ye göre, Tablo 3.5'te de görüldüğü üzere, madde ayırt edicilik düzeyi 0,40 ve daha büyük maddeler “çok iyi madde”, 0,19 ve daha küçük maddeler ise “çok zayıf madde” olarak nitelendirilmektedir. Madde güçlük indeksi ise 0,29 ve altındakiler zor, 0,70 ile 1,00 arasındaki maddeler “çok kolay” maddeler olarak nitelendirilmektedir.

Bu araştırmada kullanılan akademik başarı testinin madde güçlük düzeyleri ile madde ayırt edicilik düzeyleri Hasançebi ve ark. (2020)'nin görüşleri doğrultusunda analiz edilmiş olup sonuçlar Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Akademik başarı testi madde analizi

Madde	Madde güçlük düzeyi	pj	rj	Madde ayırt edicilik düzeyi	Değerlendirme \ Karar
M1	Çok kolay	0,89	0,34	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M2	Çok kolay	0,89	0,31	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M3	Çok kolay	0,89	0,31	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M4	Çok kolay	0,90	0,33	Düzeltilmeli	Uygun madde
M5	Çok kolay	0,85	0,41	Çok iyi madde	Uygun madde
M6	Çok kolay	0,89	0,31	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
m7	Oldukça kolay	0,66	0,49	Çok iyi madde	Uygun madde
M8	Çok kolay	0,81	0,41	Çok iyi madde	Uygun madde
M9	Çok kolay	0,81	0,43	Çok iyi madde	Uygun madde
M10	Çok kolay	0,88	0,34	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M11	Çok kolay	0,90	0,30	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M12	Oldukça kolay	0,72	0,52	Çok iyi madde	Uygun madde
M13	Çok kolay	0,85	0,43	Çok iyi madde	Uygun madde
M14	Oldukça kolay	0,66	0,70	Çok iyi madde	Uygun madde
M15	Çok kolay	0,87	0,41	Çok iyi madde	Uygun madde
M16	Oldukça kolay	0,73	0,48	Çok iyi madde	Uygun madde
M17	Çok kolay	0,82	0,30	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M18	Çok kolay	0,82	0,49	Çok iyi madde	Uygun madde
M19	Orta düzey	0,58	0,38	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M20	Oldukça kolay	0,77	0,51	Çok iyi madde	Uygun madde
M21	Çok kolay	0,86	0,38	Oldukça iyi madde yine de geliştirilebilir	Uygun madde
M22	Oldukça kolay	0,79	0,59	Çok iyi madde	Uygun madde
M23	Orta düzey	0,63	0,61	Çok iyi madde	Uygun madde
M24	Oldukça kolay	0,73	0,48	Çok iyi madde	Uygun madde
KR-20 = 0,81					

Tablo 3.6'da yer alan veriler doğrultusunda, akademik başarı testine ait maddeler hem madde güçlük düzeyleri (pi) hem de madde ayırt edicilik düzeyleri (rj) açısından

analiz edilmiştir. Testin geçerliliğini artırmak amacıyla bu iki ölçüte dayalı olarak maddelerin kalitesi değerlendirilmiştir.

Genel olarak maddelerin çoğunluğu “çok kolay” veya “oldukça kolay” düzeyinde yer almakta, bu durum öğrencilerin büyük kısmının bu sorulara doğru yanıt verdiğini göstermektedir. Bu tür maddelerin, özellikle alt düzey bilişsel becerileri ölçmeye yönelik olduğu anlaşılmaktadır. Madde güçlük düzeyleri 0.50’den yüksek olan maddeler kolay olarak değerlendirilirken, ayırt edicilik düzeyleri 0.30’un üzerinde olan maddeler ölçme açısından kabul edilebilir düzeydedir (Büyüköztürk, 2023).

Geriye kalan maddelerin tamamı ya “çok iyi” ya da “oldukça iyi” düzeyde olduğu için testte tutulmuştur. Örneğin, M14 maddesi, 0.70 gibi yüksek bir ayırt edicilik düzeyine sahiptir ve bu da bu maddenin öğrenciler arasında başarı farkını çok iyi ayırt ettiğini göstermektedir.

Testte birkaç maddenin ayırt edicilik düzeyi 0.30–0.40 arasında olup, geliştirmeye açık olarak değerlendirilmiş ve uygun bulunmuştur.

Geliştirilen testin güvenirlik katsayısı KR-20 ile hesaplanmıştır (4).

$$KR - 20 = \frac{k}{k-1} \left(\frac{\sum p_i q_i}{\sigma^2} \right) \quad (4)$$

3.5. Görüşme ve Gözlem Süreci

Araştırmacı periyodik klavyenin yapımını tamamladıktan sonra hazırlamış oldukları ön testi 8. Sınıf öğrencilerine uygulayarak derse başladı araştırmacının hazırladığı periyodik tablo akademik başarı testi ile ön test tamamlandıktan sonra öğrencilere periyodik klavye tanıtıldı ve periyodik klavye ile elementlerin anlatımı gerçekleşti anlatım esnasında araştırmacı öğrenci gözlem formu ile öğrencilerin periyodik klavye ye ilgisini gözlemleyerek notlar almıştır. Ders sonunda öğrencilerin periyodik klavye hakkında yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formu ile görüşme yapılarak son test uygulanmıştır. Uygulama ile ilgili öğrenme günlüğü tutulmuştur.

Araştırmacı, 15 fen bilimleri öğretmeni ile görüşmeler gerçekleştirmiştir. Bu görüşmelerde, araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış öğretmen görüşme formu kullanılmış ve öğretmenlere periyodik klavye hakkında bilgi verildikten sonra görüşleri alınmıştır.

3.6. Verilerin analizi

Araştırma sürecinde elde edilen nicel veriler betimsel analiz, Mann Whitney U testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve korelasyon ile nitel veriler ise içerik analizine tabi tutularak analiz edilmiştir.

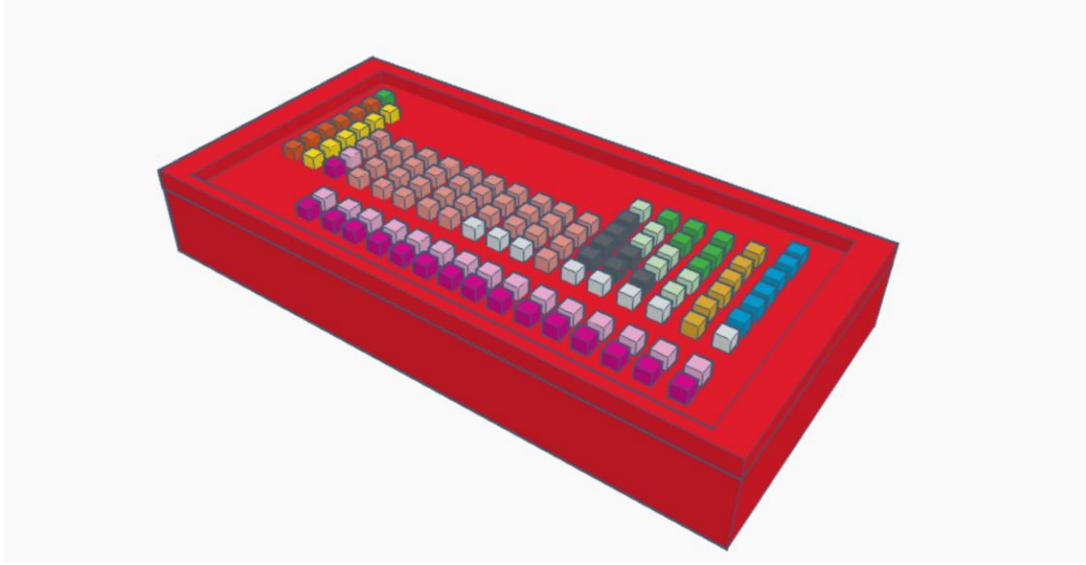
3.7. Periyodik klavyenin tasarlanma süreci

Öğrencilerin ortaokul seviyesinde periyodik tablo ve elementlerin kalıcı öğrenmesinin önündeki engellerin neler olabileceği ve bu sorunlara ilişkin çözüm önerilerinin neler olabileceğine dair literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda Periyodik klavyenin tasarlanmasına karar verilmiştir. Tasarımın ne şekilde yapılacağına dair veriler toplanmıştır. Bu veriler doğrultusunda tasarım gerçekleştirilmiştir.

Materyalin görsel tasarımı küçük bir bilgisayar klavyesini andıran periyodik tablodan oluşmaktadır. Çalışmaya Tinkercad uygulaması ile Periyodik klavyenin üç boyutlu tasarımı oluşturularak başlanmıştır. Öğrencilerin görsel zekâlarında kalıcılığını ve dikkat çekmesini sağlamak amacıyla hazırlanan element tuşları elementlerin periyodik tablolardaki renklerle aynı olacak şekilde tasarlanmıştır.

Yazılım kısmında öğrencilerin seviyesine uygun blok tabanlı yazılım programı olan mblock uygulaması kullanılmıştır. Klavye için gerekli kod bloklarına mblock kütüphanesinden eklentiler yapılarak algoritma oluşturulmuştur.

Montaj için tasarlanan üç boyutlu prototipin baskısı alınarak breadboard, iletken kablolar, transistör, hoparlör, Microsd kart okuyucu microsd kart, direnç, LCD ekran, butonlar ve Arduino ile oluşturulan devreler klavyenin iç kısmına butonlar için hazırlanan yere yerleştirilerek montajın ilk aşaması tamamlanmıştır. Her bir buton için hazırlanan tuşlar da yerlerine yerleştirilerek montaj kısmı tamamlanmıştır.



Şekil 3.2. Periyodik klavye

Tasarımda sırasıyla şu yol izlenmiştir;

- Öncelikle müfredatta bilinmesi istenen ilk 20 elementin her biri için bir buton tanımlanarak devrede 20 buton kullanılmıştır.
- Butonlara basılıp basılmadığı Arduino Analog Pinler sayesinde algılaması yapılmıştır. Elementlerin her biri Arduino'nun bir tane Analog Pin'e bağlanmıştır.
- Arduino kartından alınacak olan ses sinyalinin bir transistör ile yükseltilerek hoparlöre aktarılmıştır.
- Burada transistör basit bir amplifikatör olarak kullanılmıştır. Transistörün beyz ucu 470 Ohm'luk direnç ile pine bağlanmıştır. Bu pin ses sinyalinin çıkış pini olarak ayarlanmıştır.
- Aynı zamanda transistörün beyz ucu 10K Ohm'luk dirençler ile 5V ve GND'ye bağlanarak transistörün yükselteç olarak kullanılması sağlanmıştır.
- Hoparlörün (+) ucu 5V'a bağlı iken (-) ucu ise transistörün kolektör pinine bağlanmıştır. Transistörün Emiter ucu da GND'ye bağlanmıştır.
- LCD ekranın SDA pini A4 pinine, LCD ekranın SCL pini ise A5 pinine bağlanmıştır.
- Devrede kullanılan diğer eleman ise micro sd kart okuyucudur.
- Micro sd kart okuyucunun pinleri ise sırası ile Tablo 3.7'de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Microsd kart ile Arduino arasında bağlantılar

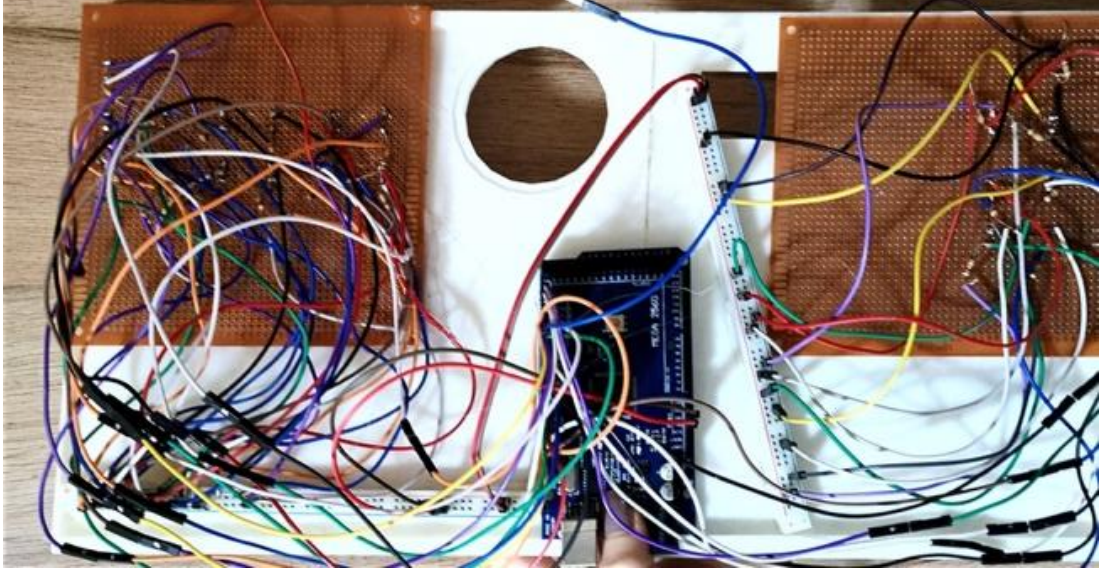
Microsd kart okuyucu	Arduino Kart
SCK	13
MISO	12
MOSI	11
CS	7
VCC	5V
GND	GND

Tablo 3.7'de, bir Microsd kart okuyucu ile Arduino kartı arasındaki bağlantılar gösterilmiştir. Bu bağlantılar, veri alışverişi için yaygın olarak kullanılan SPI (Serial Peripheral Interface) protokolü esas alınarak yapılmıştır. SPI protokolü; SCK (saat), MISO (veri girişi), MOSI (veri çıkışı) ve CS (cihaz seçme) olmak üzere dört temel sinyal hattı üzerinden çalışır.

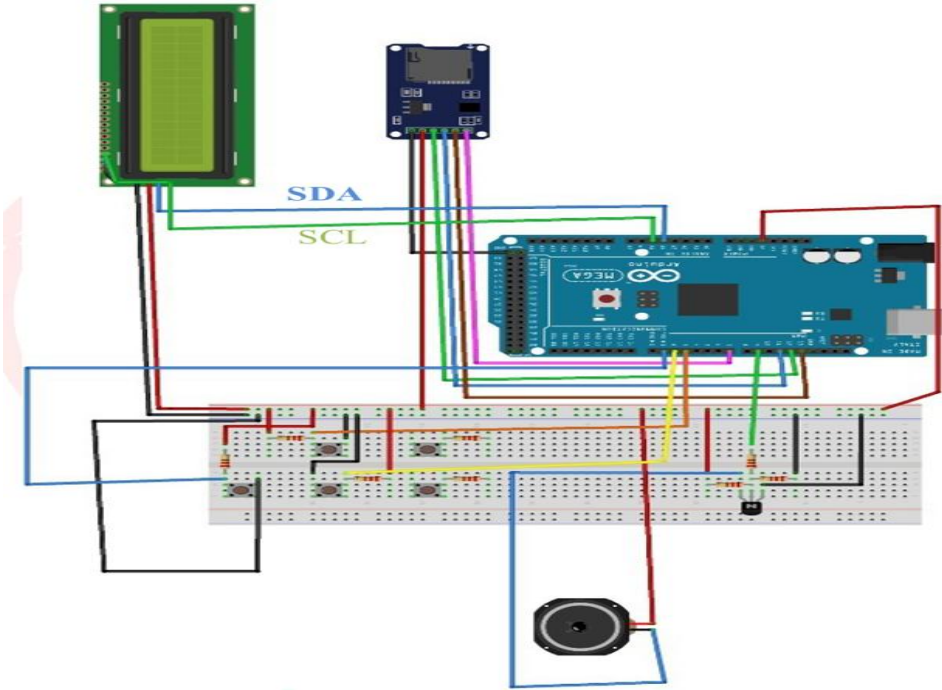
Microsd kart okuyucunun SCK pini, Arduino'nun 13. pinine bağlanır ve bu hat üzerinden saat sinyali gönderilir. MISO pini, Arduino'nun 12. pinine bağlanarak karttan Arduino'ya veri aktarımını sağlar. MOSI pini, Arduino'nun 11. pinine bağlanır ve Arduino'dan karta veri gönderilir. CS (Chip Select) pini ise, Arduino üzerindeki 7. pine bağlanır. Bu pin, Arduino'nun hangi cihazla haberleşeceğini belirlemesini sağlar; burada Microsd kartın seçilmesini sağlar.

Güç bağlantıları ise kartın çalışabilmesi için gereklidir. VCC pini, Arduino'nun 5V çıkışına bağlanarak kart okuyucuya güç sağlar. GND pini ise Arduino'nun toprak hattına (GND) bağlanarak devrenin tamamlanmasını sağlar.

Bu bağlantılar sayesinde, Arduino ile Microsd kart arasında veri alışverişi yapılabilir. Genellikle bu tür bağlantılar, veri kaydı yapılan projelerde (örneğin, sensor verilerinin kaydedilmesi gibi) kullanılmaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, bazı Microsd kart okuyucuların yalnızca 3.3V ile çalışabilmesidir. Bu nedenle, kullanılan kart okuyucunun 5V'a uygun olup olmadığı mutlaka kontrol edilmelidir. Aksi takdirde kart zarar görebilir. Aşağıdaki Şekil 3.3'te Arduino Mega devresinin devre bağlantılarını içeren görüntülere yer verilmiştir.



Şekil 3.3. Arduino Mega devresi fiziksel bağlantıları



Şekil 3.4. Arduino Mega devresi şematik bağlantıları

Şekil 3.3'te Arduino devresinin şematik bağlantıları gösterilmiştir. Devre şeması gösteriminde karışıklığı engellemek için temsili birkaç buton ile devre kurulmuş olup klavyede 20 buton da Arduino'ya bağlı olacaktır.

Alternatif olarak tasarımdan hoparlör ve LCD ekran çıkarılarak bilgisayara ya da akıllı tahtalara bağlı olarak mblokta hazırlanan kodlarla Arduino canlı veriler alarak

bilgisayar ekranında elementlerin özelliklerini gösteren element kartları ile görselliği zenginleştirilmiştir. Yeni yapılan düzenlemelere uygun kodlar hazırlanıp öğrencilerin dikkatlerini daha fazla toplayıp görsellik ön plana çıkarılmıştır.

- Periyodik klavyenin yazılım aşamasında ilk olarak mblok uygulaması açılır.
- Aygıt ekleme kısmında ekle bölümüne tıklanarak Arduino mega seçilir ve ardından canlı mod açılır.



Şekil 3.5. Aygıt ekleme

- Kod bloklarından değişken bölümüne gelinerek bir değişken oluşturulur. 20 elementin 20 tanesine de farklı değişken atanır. Araştırmacı her elementin sembolü ile değişken adı oluşturmuştur.



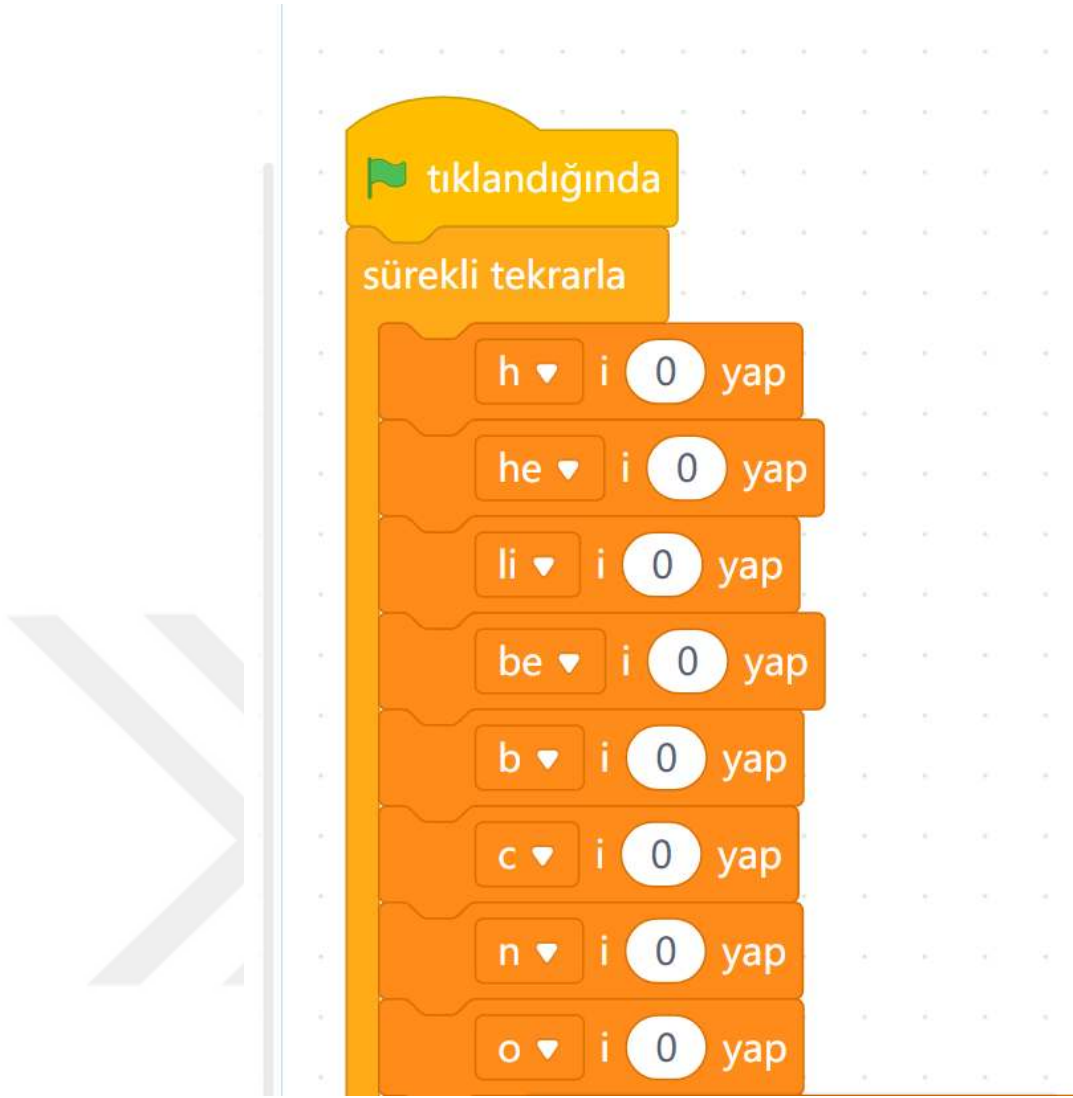
Şekil 3.6. Değişken oluşturma

- Olaylar bölümünden yeşil bayrağa tıklandığında şapkalı bloğu alınır.
- Kontrol bölümünde c bloğu sürekli tekrarla alınarak tıklandığında bloğu ile birleştirilir.



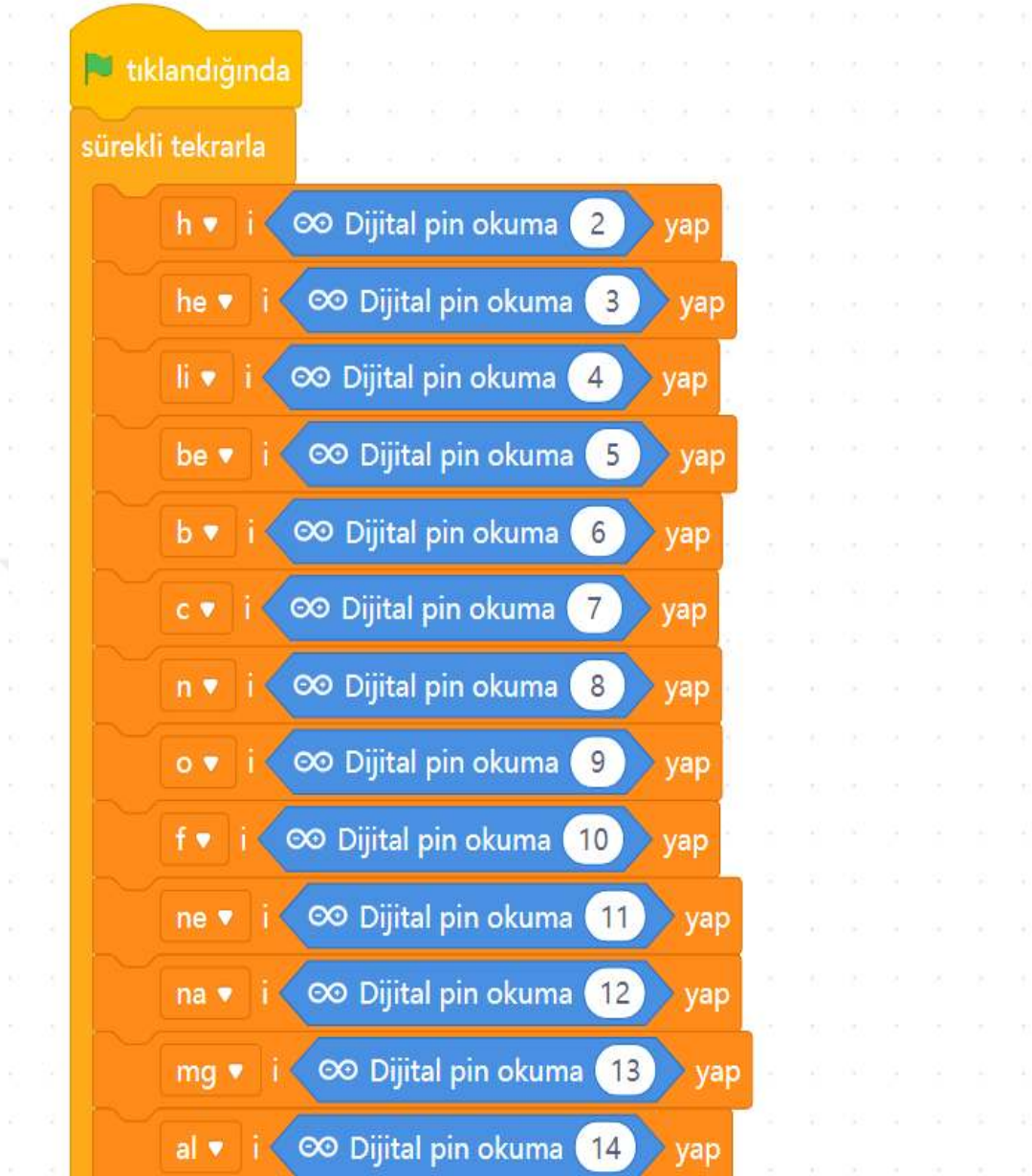
Şekil 3.7. Blok birleşimi

- Değişkenler bölümüne gelinerek oluşturduğumuz tüm değişkenler için değişkeni 0 yap bloğunu c bloğunun (sürekli tekrarla) içerisine yerleştirilir.



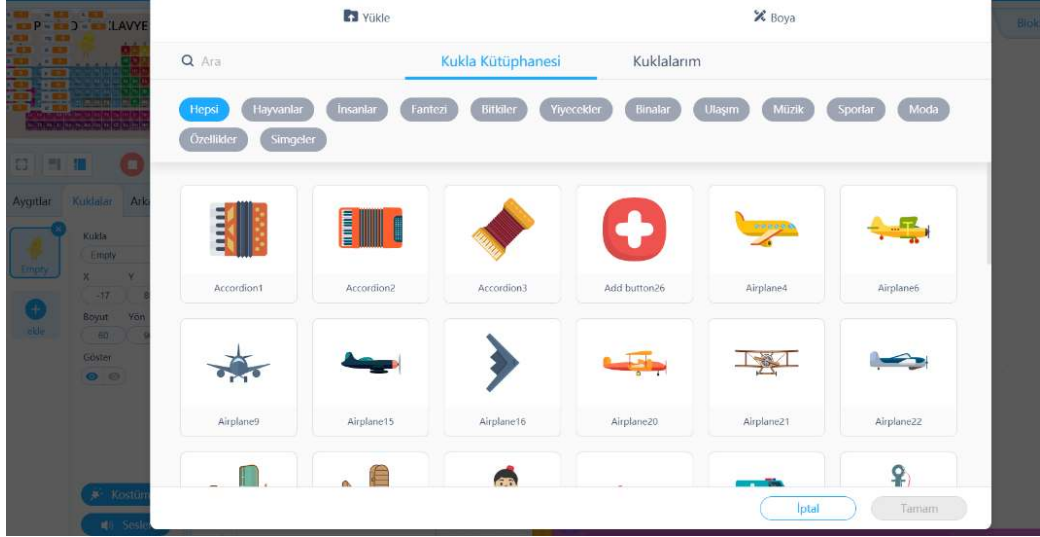
Şekil 3.8. Değişkenlerin c bloğu ile birleşmesi

- Pinler bloğundan dijital pin okuma alınarak değişkenlerin içerisindeki sıfırların içine atılır ve devredeki bağlı olan pinlerin sayısı yazılır. Bu işlem tüm değişkenler için yapılır ve her elemente bir pin değeri verilir.



Şekil 3.9. Değişkenlere dijital pin değeri ekleme

- Kuklalar bölümüne gelinerek ekle bölümünden bir avatar eklenir.



Şekil 3.10. Kukla ekleme

- Kuklaya kostümler bölümünden hazırlanan element kartları kostüm ekle kısmından eklenir. Element kartları bilgisayardan mbloğa yükle kısmından yüklenir.
- Arka plan kısmında aynı şekilde ekle kısmına gelinerek bilgisayardan periyodik tablo eklenir.
- Kuklalar kısmına gelinerek eklenen kuklaya kodları sürükleyip bırak yapılarak yazılır sırası ile ilk olarak yeşil bayrağa tıklanıldığında eklenir.
- Avatar ekranda duracağı yer ayarlanarak hareket bloğundan x y konumuna git bloğu eklenir.
- Kuklaya kostümler eklendiği için yeşil bayrağa tıklanıldığında yani program başlatıldığında da hangi kostüm ile ekranda olacak ise o kostüm görünüm kısmından kılığına geç bloğu ile tanımlanır.



Şekil 3.11. Kukla kostüm ayarlama

- Yine görünüm kısmından dekoruna geç bloğu ile arka plan periyodik tablo yapılır.



Şekil 3.12. Dekor ayarlanması

- Sesler bölümüne hazırlan ses kayıtlarını ekle bölümüne gelip yükle butonunda yüklenir. Tüm sesler ekledikten sonra kodlama ekranına gelip kod bloklarından sesler bölümünde bulunan “sesini bitene kadar çal” bloğu eklenir ve başlangıç sesi seçilir.



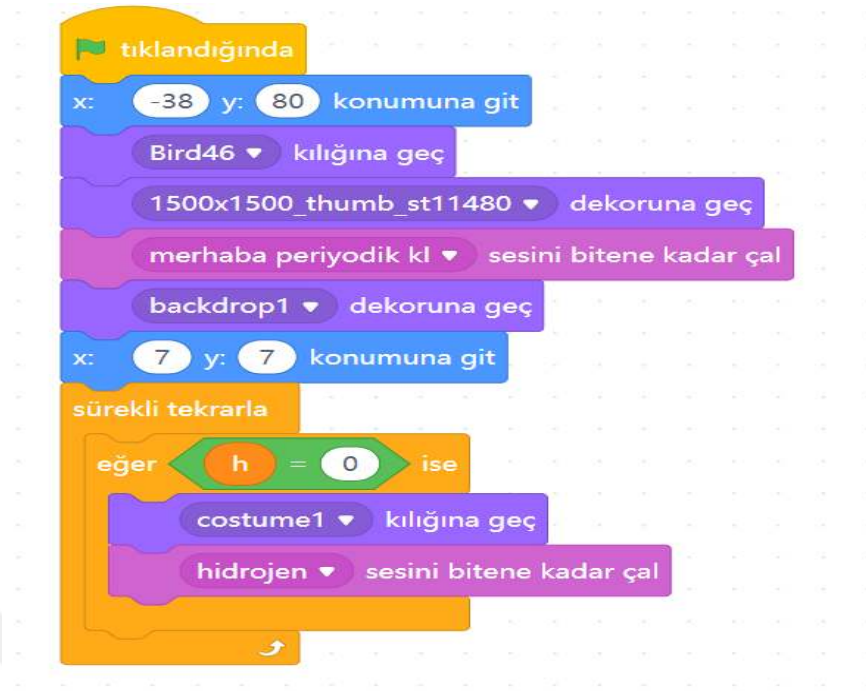
Şekil 3.13. Ses bloğu eklenmesi

- Ses bittikten sonra ekranda öğrencinin bastığı element geleceği için arka plan boş ekran yapılır ve kukla sahnede ortalır.



Şekil 3.14. Arka plan değiştirilmesi ve kuklanın ortalanması

- Kontrol bölümünden “sürekli tekrarlar” bloğu alt kısma eklenir.
- Kontrol bölümünden “eğer ise” bloğu alınarak sürekli tekrarlar bloğunun içerisine bırakılır.
- “Eğer ise” bloğunun içerisindeki altıgen boşluğa işlemler bloğundaki “eşittir” bloğu alınarak altıgen boşluğuna bırakılır.
- Değişkenler bölümünden elementin ismi alınır ve “eşittir” işaretinin karşı boşluğuna bırakılarak diğer boşluğa “1” yazılır. Burada amaç Arduinonun değeri 1 olduğunda sesin çalmasını algılatmaktır, tuşa basıldığında okunan değer 1 olur.
- “Eğer ise” bloğunun içine yazılan elementin kartına denk gelen kostüm eklenir ve o elemente ait ses dosyası eklenir.



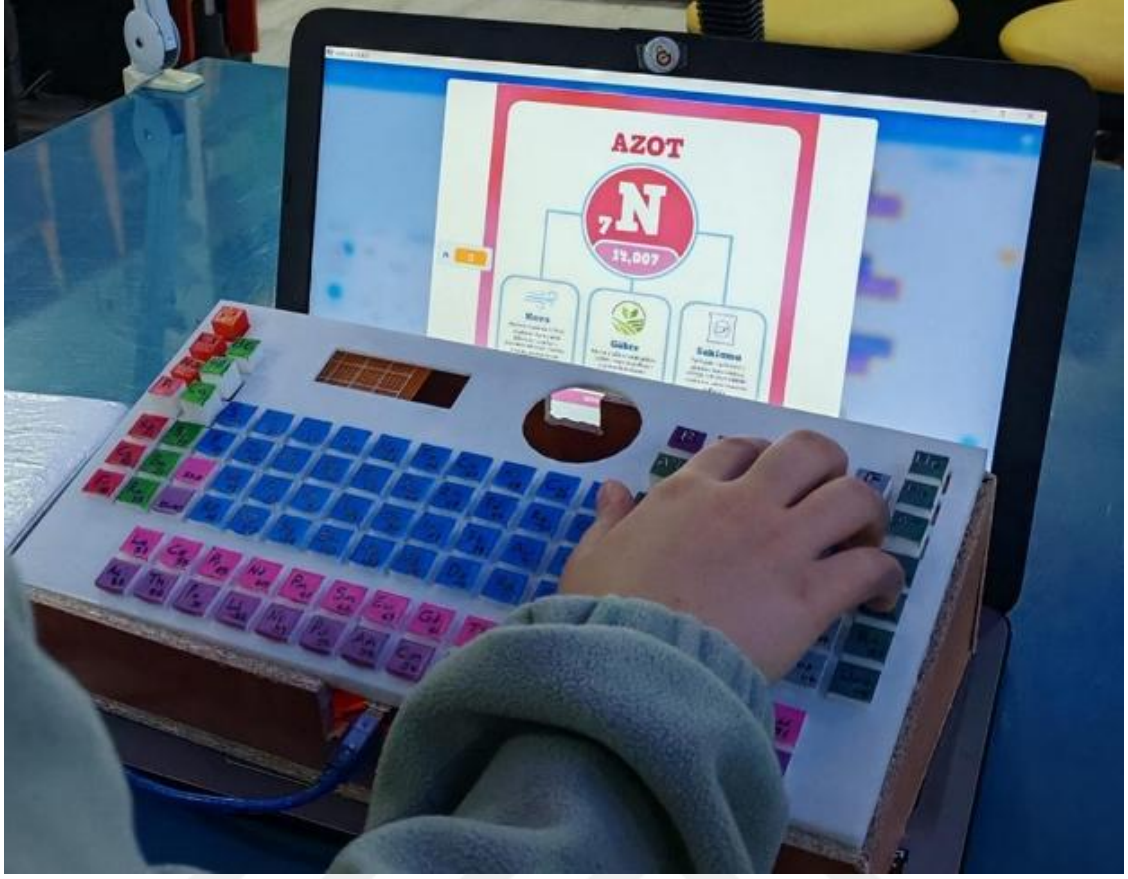
Şekil 3.15. Element kartların tanımlanması

Şekil 3.18’te element kart örneği gösterilmiştir. Uygulama ilk açıldığında ekranda periyodik cetvel ve öğrencilere seslenen civciv karakteri (avatar) bulunmaktadır. Şekil 3.15 ve Şekil 3.20’te gösterilmiştir.

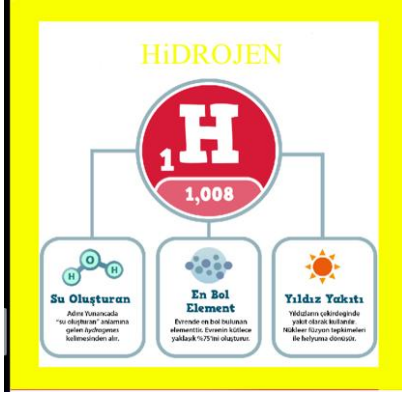
PERİYODİK KLAVYE

1 H Hydrogen																	18 Ar Argon	19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																								
3 Li Lithium	4 Be Beryllium																	17 Cl Chlorine	16 S Sulfur	15 P Phosphorus	14 Si Silicon	13 Al Aluminum	12 Mg Magnesium	11 Na Sodium	10 Ne Neon																	37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon
5 Na Sodium	6 Mg Magnesium																	16 S Sulfur	15 P Phosphorus	14 Si Silicon	13 Al Aluminum	12 Mg Magnesium	11 Na Sodium	10 Ne Neon																	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon			
7 K Potassium	8 Ca Calcium	9 Sc Scandium	10 Ti Titanium	11 V Vanadium	12 Cr Chromium	13 Mn Manganese	14 Fe Iron	15 Co Cobalt	16 Ni Nickel	17 Cu Copper	18 Zn Zinc	19 Ga Gallium	20 Ge Germanium	21 As Arsenic	22 Se Selenium	23 Br Bromine	24 Kr Krypton																	55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium									
9 K Potassium	10 Ca Calcium	11 Sc Scandium	12 Ti Titanium	13 V Vanadium	14 Cr Chromium	15 Mn Manganese	16 Fe Iron	17 Co Cobalt	18 Ni Nickel	19 Cu Copper	20 Zn Zinc	21 Ga Gallium	22 Ge Germanium	23 As Arsenic	24 Se Selenium	25 Br Bromine	26 Kr Krypton																	57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium											
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium																	17 Cl Chlorine	16 S Sulfur	15 P Phosphorus	14 Si Silicon	13 Al Aluminum	12 Mg Magnesium	11 Na Sodium	10 Ne Neon																	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium					
13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon																	35 Br Bromine	34 Se Selenium	33 As Arsenic	32 Ge Germanium	31 Ga Gallium	30 Zn Zinc	29 Cu Copper	28 Ni Nickel	27 Co Cobalt	26 Fe Iron	25 Mn Manganese	24 Cr Chromium	23 V Vanadium	22 Ti Titanium	21 Sc Scandium	20 Ca Calcium	19 K Potassium																					
15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon																	37 Rb Rubidium	36 Kr Krypton	35 Br Bromine	34 Se Selenium	33 As Arsenic	32 Ge Germanium	31 Ga Gallium	30 Zn Zinc	29 Cu Copper	28 Ni Nickel	27 Co Cobalt	26 Fe Iron	25 Mn Manganese	24 Cr Chromium	23 V Vanadium	22 Ti Titanium	21 Sc Scandium	20 Ca Calcium	19 K Potassium																					
17 Cl Chlorine	18 Ar Argon																	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon																										
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium															
21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium																			
23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium																							
25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium																											
27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium																															
29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																	71 Lu Lutetium																																			
31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																																																						

Şekil 3.16. Periyodik klavye (iki boyutlu)



Şekil 3.17. Periyodik klavye (üç boyutlu)



Şekil 3.18. Tuş fonksiyonu



Şekil 3.19. Uygulama



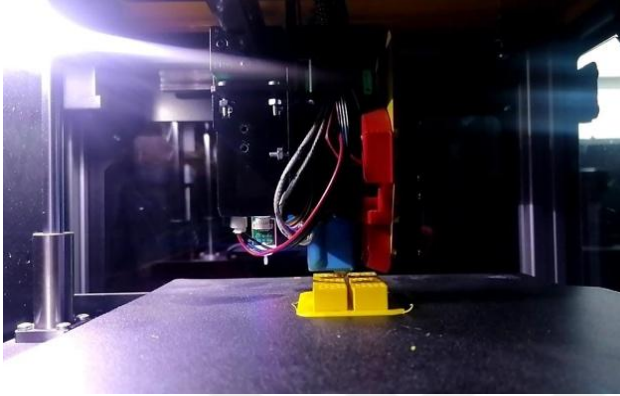
Şekil 3.20. Avatar

Kod diziliminde her bir elemente 1 değişken atanarak bu değişkenleri dijital pin değerini okuması sağlanmıştır.

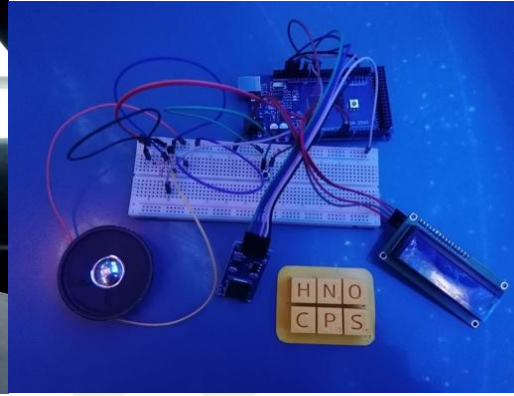
Klavye üzerinde her bir elemente basıldığında öğrenci ile konuşan karakter basılan elementin kartına dönüşerek o elementin periyodik cetveldeki yerini özelliklerini

ve günlük hayata öğrencilerin karşısına nerelerde çıkabileceği hakkında bilgi vermektedir.

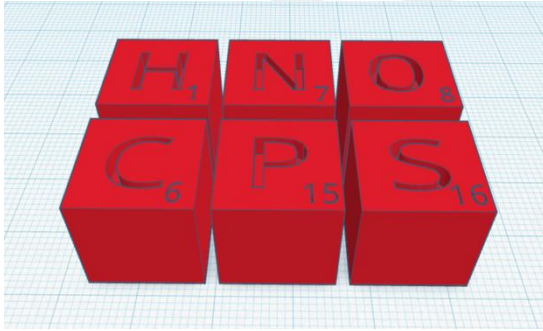
Element tanımlanan butonların üzerine Tinkercad uygulaması ile butonlara uygun tasarlanan tuşların tasarım detayları ve ölçüleri Şekil 3.16, 3.17, 3.21, 3.22’de gösterilmiştir.



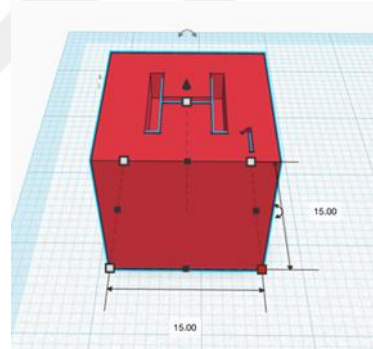
Şekil 3.21. Tuşun yazılım süreci



Şekil 3.22. Klavye modelinin tuş boyutları

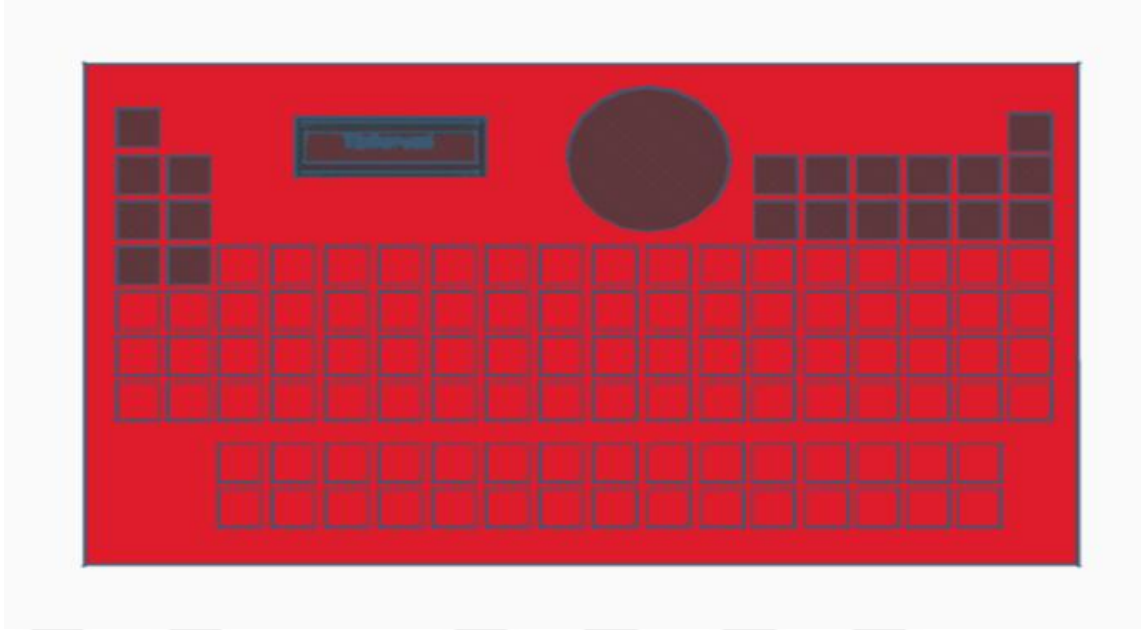


Şekil 3.23. Klavye modelinin tuşları



Şekil 3.24. Tuş örneği

Tasarlanan tuşlar üç boyutlu yazıcıdan basılarak butonlara yerleştirilmiştir. Klavyenin altına devre elemanları için oluşturulan yuvaya Arduino kart, Micro sd kart okuyucu, breadboardlar ve kablolar gibi devre elemanları sabitlenmiştir. Şekil 3.23’de gösterildiği gibi üst kısma hangi elemente basıldığını gösteren LCD ekranı ve ses çıkışı için hoparlör sabitlenmiştir.



Şekil 3.25. Periyodik klavyede ekran ve hoparlör yerleri

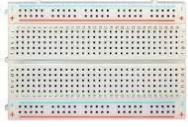
Periyodik tablo özelliklerinde ve elementlerin sembollerinde öğrenme gücü çeken bireyler zaman içinde fen bilimleri dersinin zor ve sıkıcı olduğunu düşünerek “yapamıyorum” hissine kapılarak bilimden uzaklaşabilirler. Öğrencilere bilimi sevdirmek “Periyodik Klavye” ile Periyodik Sistemler konusunu daha eğlenceli ve akılda kalıcı hale getirilmiştir. Periyodik Sistemler konusunda birçok materyal tasarlanmıştır fakat bu materyallerde çoklu zekâ türleri bir arada kullanılmamıştır.

Bu çalışmada ise hem görsel hem de işitsel zekâ bir arada kullanılarak periyodik tablodaki elementlerin ve sembollerin akılda daha kalıcı bir şekilde öğrenilmesini sağlamak ve öğrenme gerçekleştiğinde doğru elementi bulma oyununa dönüştürülerek tekrarları daha eğlenceli hale getirmesini sağlayan bir materyal olması diğer materyallerden farklılaştırılmış en önemli unsurlardır. Klavyenin donanım parçaları Tablo 3.8.’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. Klavyenin donanım parçaları

Kullanılan Malzemeler	Görsel	Kullanıldığı Yer	Açıklama
Arduino Mega Kart		Kumanda ve kontrol işlemlerinde kullanılır.	Bilgisayar tarafından programlanarak elektronik devreleri kontrol ve kumanda etme amaçlı kullanılır

Tablo 3.8. Klavyenin donanım parçaları

Kullanılan Malzemeler	Görsel	Kullanıldığı Yer	Açıklama
Direnç		Butonla analog pin arasındadır.	Tek analog pinden birden fazla buton okutmak için kullanılır.
breadboard		Devre elemanlarını bir arada tutarak pratik ve hızlı bir şekilde devre oluşturulmasında kullanılır.	Temel olarak görevi devre elemanlarını bir arada tutarak iletim hatlarını üzerindeki delikleri kullanarak devre oluşturulmasını sağlar.
Transistör		Sesi yükseltebilme amacıyla kullanılmıştır.	Transistörler farklı yarı iletken materyallerden imal edilmiştir. Yalıtkan ya da küçük bir sinyal gerilimi uygulanmasıyla iletken olabilir aktif bir elektronik devre elemanıdır.
Microsd Modül		Ses dosyalarını çalmakta kullanılır	Arduino projelerinde çalışırken elinizdeki veriyi saklayacak büyük bir alana ihtiyaç duyulduğunda micro sd kartları kullanılabilir.
Microsd kart		Ses dosyalarını depolamada kullanılır.	Dosya depolamada kullanılır.
Hoparlör		Microsd modüldeki ses dosyalarını dışarıya verir.	Sesi dışarı aktarımda kullanılır.
LCD ekran		Elementlerin gösterimi için kullanılır.	Metin yazdırmak için kullanılır.

Tablo 3.8. Klavyenin donanım parçaları

Kullanılan Malzemeler	Görsel	Kullanıldığı Yer	Açıklama
Buton		İki nokta arasında mekanik olarak elektrik iletimi sağlayan elemanıdır.	İki nokta arasında mekanik olarak elektrik iletimi sağlayan devre elemanıdır.

Tablo 3.8, Periyodik Klavye'nin donanım bileşenlerini, kullanım yerlerini ve işlevlerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Tabloda yer alan bileşenler, klavyenin hem kontrol sistemini (örneğin; Arduino Mega Kart, direnç, breadboard) hem de etkileşimli özelliklerini (ses, görsel ekran, butonlar) oluşturan parçaları kapsamaktadır. Arduino Mega, klavyenin temel kontrol birimi olarak işlev görürken; dirençler ve breadboard, devre bağlantılarını pratikleştirmektedir. Transistör ve hoparlör ses aktarımında; microSD kart ve modül ise sesin saklanması ve işlenmesinde rol oynamaktadır. LCD ekran, görsel geri bildirim sağlarken; butonlar, kullanıcı etkileşimi için temel giriş elemanlarıdır. Bu donanım bileşenlerinin bir araya gelmesiyle, öğrenciyle etkileşime giren, çoklu duyuya hitap eden ve öğrenmeyi destekleyen işlevsel bir eğitim materyali ortaya çıkmıştır. Tablo, sistemin teknik yönünü açık ve anlaşılır şekilde özetleyerek, öğretim teknolojileri açısından yenilikçi bir uygulamanın temelini yansıtmaktadır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, çalışmadan elde edilen veriler analiz edilerek tablo ve şekillerle sunulmuştur. Aşağıda sırasıyla; öğrencilerle yapılan görüşmeler, uygulanan testler ve öğretmenlerle gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Öğrenci Görüşlerine İlişkin Bulgular

Bu kısımda öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular sunulmuştur. Tablo 4.1’de öğrencilerin periyodik klavye algılarına ilişkin bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.1. Öğrencilerin “Periyodik Klavye” algısı

Tema	Kategori	Kodlar	n
Tanımsal algılama	Görsel Betimleme	Element tuşları	12
		Klavye formu	7
		Tuşlu yapı	6
		Periyodik dizilim	6
		Konuşan klavye	4
		Sıralı elementler	3
İşlevsel Algı	Eğitimsel işlev	Kimyasal alfabe	3
		Eğitici materyal	3
		Formüllü klavye	3

Öğrencilerin periyodik klavyeye ilişkin algıları incelendiğinde, betimlemelerin büyük ölçüde görsel ve fiziksel niteliklere odaklandığı görülmektedir. Öğrenciler klavyeyi öncelikle tuşlu ve sıralı bir yapıya sahip, elementlerin dizildiği bir araç olarak tanımlamışlardır. En sık ifade edilen unsur, elementlerin harfler yerine yer aldığı “element tuşları”dır (n=12). Bunun yanı sıra, yapının genel formuna ilişkin olarak “klavye formu” (n=7), “tuşlu yapı” (n=6) ve “periyodik dizilim” (n=6) gibi kodlar öne çıkmıştır. Ayrıca bazı öğrenciler daha özgün detaylara yer vererek “konuşan klavye” (n=4) ve “sıralı elementler” (n=3) ifadeleriyle klavyeyi detaylandırmış ya da dikkat çeken yönlerini vurgulamışlardır.

Bu tanımlar öğrencilerin periyodik klavyeyi somut bir nesne olarak algıladığını ve onu şekliyle, yapısıyla ve sunum tarzıyla ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Öte yandan daha az sayıda öğrenci, periyodik klavyeyi yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda içerik ve işlev boyutuyla da değerlendirmiştir. “Kimyasal alfabe” (n=3), “eğitici materyal” (n=3) ve “formüllü klavye” (n=3) şeklindeki kodlar, bu öğrencilerin klavyeyi fen öğretiminde anlamlı bir araç olarak yorumladığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda

periyodik klavye, öğrencilerin algısında hem biçimsel yönleriyle dikkat çeken hem de eğitimsel katkı potansiyeli taşıyan bir materyal olarak yer edinmiştir. Bu durum, görsel ve etkileşimli materyallerin öğrencilerin dikkatini çektiğini ve kavramsal öğrenmeye katkı sunduğunu belirten Geban ve ark. (1992) tarafından yapılan çalışmayla da örtüşmektedir. Aşağıdaki Tablo 4.2’de periyodik klavyenin olası zararlarına ilişkin öğrenci görüşleri özetlenmiştir.

Tablo 4.2. Öğrencilere göre periyodik klavyenin zararları

Tema	Kategori	Kodlar	n
Olumsuzluk Algısı Yok	Zararsız	Zararı yok	18
	Eğitimde faydalı	Kalıcı öğrenme	6
		Eğlenceli	6
		Dikkat çekici	6
Koşullu Eleştiri	Aşırı kullanım	Dikkat dağınıklığı	3
		Bağımlılık	3

Öğrencilerin periyodik klavyeye ilişkin zarar algıları genel olarak düşük düzeyde olup, katılımcıların çoğu bu materyalin herhangi bir zararı olmadığını belirtmiştir (n=18). Bu ifadeler, öğrencilerin periyodik klavyeyi genelde olumlu ve zararsız bir öğrenme aracı olarak gördüklerini göstermektedir. Hatta birçok öğrenci, bu uygulamanın sadece zararsız değil, aynı zamanda eğitim açısından faydalı olduğunu da vurgulamıştır. “Kalıcı öğrenme” (n=6), “eğlenceli” (n=6) ve “dikkat çekici” (n=6) gibi kodlar, öğrencilerin klavyeyi hem dikkat odaklı hem de eğlenceli bir öğrenme ortamı sağlayan anlamlı bir araç olarak değerlendirdiklerini göstermektedir.

Öte yandan bazı öğrenciler, koşullu eleştiri boyutunda daha temkinli bir yaklaşım sergileyerek klavyenin aşırı kullanım durumunda olumsuz etkiler yaratabileceğini dile getirmiştir. Bu bağlamda “dikkat dağınıklığı” (n=3) ve “bağımlılık” (n=3) gibi ifadelerle, teknolojik araçların kontrolsüz kullanımında ortaya çıkabilecek risklere dikkat çekilmiştir.

Sonuç olarak, öğrencilerin büyük çoğunluğu periyodik klavyeyi olumlu bir materyal olarak görürken, sınırlı sayıda öğrenci potansiyel olumsuzluklara karşı uyarıda bulunmuştur; bu da klavyenin eğitsel katkısının genel olarak olumlu algılandığını, ancak dengeli kullanımın da önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, fen öğretiminde teknolojik materyallerin öğrenci başarısını ve ilgisini artırırken, aşırıya kaçıldığında dikkat dağınıklığı ve yüzeysel öğrenme gibi riskler doğurabileceğini vurgulayan Ayvaci ve Türkdoğan (2010) çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Aşağıdaki Tablo 4.3'te periyodik klavyenin faydalarına ilişkin öğrenci görüşleri gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Öğrencilere göre periyodik klavyenin faydaları

Tema	Kategori	Kodlar	n
Katkı	Teorik	Kalıcı öğrenme	12
		Ezbersiz öğrenme	6
		Anlamli öğrenme	6
		Öğrenmeyi kolaylaştırır	6
		Akademik başarıyı artırır	3
		Bilgileri kontrol	3
	Uygulama	Tekrar	7
		Bireysel çalışma	6
Öğrenme ortamı	Görsel-işitsel	İşitsel	11
		Görsel	6
	Eğlenceli öğrenme	Eğlenceli	15
		Etkileşimli	14
		Oyunlaştırma	13
	Somutlaştırma	Soyuttan somuta	3

Öğrencilerin periyodik klavyeye ilişkin fayda algıları oldukça çeşitlenmiş ve olumlu yönde yoğunlaşmıştır. Katılımcıların büyük bölümü bu uygulamanın kalıcı öğrenmeye katkı sağladığını (n=12), ezberci yaklaşımdan uzaklaşarak anlamli öğrenmeyi desteklediğini (n=6) ve öğrenme sürecini kolaylaştırdığını (n=6) ifade etmiştir. Bunun yanında, “akademik başarıyı artırır” (n=3) ve “bilgileri kontrol eder” (n=3) gibi ifadeler, öğrencilerin bu materyali sadece eğlenceli değil aynı zamanda başarıya katkı sunan yapısıyla değerlendirdiğini göstermektedir. Uygulama yönünden ise periyodik klavyenin “bireysel çalışma” (n=6) ve “tekrar imkânı” (n=7) sağlayarak öğrenme sürecini desteklediği belirtilmiştir. Dolayısıyla, öğrencilere kazandırılmak istenilen becerilerin kendi ilgi ve istekleri doğrultusunda kanalize edilmesinin eğitimciler ve uygulama geliştiriciler açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Yapılan aktivelere öğrencileri mekanikleştirmekten ziyade sahip olunan değerleri uygun pedagojik yaklaşımlarla destekleyen yaklaşımların zengin öğretim içeriği ile desteklenmesi hususu önemle karşımıza çıkmaktadır (Başarmak ve Hamutoğlu, 2019).

Öğrenme ortamı açısından değerlendirildiğinde, öğrenciler bu materyali hem görsel (n=6) hem işitsel (n=11) uyaranlar içermesi bakımından dikkat çekici bulmuş; çoklu duyulara hitap eden yönüyle etkin bir öğrenme ortamı oluşturduğunu vurgulamışlardır. En sık dile getirilen kodlardan biri “eğlenceli” (n=15) olurken, bu ifadeyi “etkileşimli” (n=14) ve “oyunlaştırma” (n=13) izlemektedir. Bu durum, periyodik

klavyenin klasik fen öğretimi uygulamalarından farklı olarak, öğrencilerde aktif katılım ve motivasyon yarattığını ortaya koymaktadır. Ayrıca bazı öğrenciler periyodik klavyenin “soyuttan somuta geçiş” (n=3) sağladığını belirterek, Periyodik Sistem gibi kavramsal olarak zorlayıcı konuların somutlaştırılmasına yardımcı olduğunu ifade etmiştir.

Öğrenmeyi kolaylaştırmak, öğrenci motivasyonunu artırmak, soyut bilgileri somut olarak gözlemlemek ve öğrenmeyi eğlenceli hale getirmek için fen bilimleri eğitiminde de robotik kodlama uygulamaları kullanılmaktadır (Şimşek, 2019; Soypak ve Eskici, 2023). Gödek (2004)’e göre Fen eğitiminde modellerin, soyut ve karmaşık konuları öğrenciler için anlaşılır hale getirme potansiyeli büyüktür. Bu çalışmada geliştirilen sesli ve görsel destekli üç boyutlu periyodik klavye, öğretmen görüşlerine göre, öğrencilerin kimyasal elementler arasındaki ilişkileri daha somut bir biçimde kavramalarına katkı sağlamış, böylece model kullanımının öğrenmeyi destekleyici gücünü ortaya koymuştur. Ancak, Gödek (2004)’ün de belirttiği üzere modelin gerçekliğin kendisi olmadığı bilinciyle, öğretmenlerin modeli pedagojik dikkatle sunmaları, öğrencilerin kavramsal yanlış anlamalarının önüne geçmek açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda, periyodik klavye öğrenciler tarafından yalnızca eğlenceli değil; pedagojik olarak etkili, uygulama temelli ve çoklu duyulara hitap eden bir materyal olarak değerlendirilmiştir.

Aşağıdaki Tablo 4.4’te öğrencilerin, öğretmenlerinin derste periyodik klavye kullanmasını isteme nedenlerine ilişkin analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.4. Öğrencilerin öğretmenden derste periyodik klavye kullanımını isteme nedenleri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Öğrenme Süreci	Öğretim	Öğretici	13
		Kalıcı	12
		Tekrar amaçlı	6
		Pekiştireç	5
		Ezbersiz	3
Derse tutum	Motivasyon	Dikkat çekici	9
		İlginç	8
	Eğlenceli	Sıkılmayı önlemesi	22
		Oyun gibi	12
	Konuşan tablo	Renkli	4
		Etkileşimli	3
		Etkileşimli	5
Kullanışlı	İşlevsel	Düzeğe uygun	3
		Öğretmene destek	3

Öğrencilerin öğretmenlerinin derste periyodik klavyeyi kullanmalarını isteme nedenleri incelendiğinde, bu talebin hem öğrenme sürecine hem de derse karşı tutumlarına bağlı olarak şekillendiği görülmektedir. Öğrenciler öncelikle periyodik klavyenin öğretici ve öğretim sürecine katkı sağlayan bir araç olduğunu vurgulamışlardır. “Öğretici” (n=13) ve “kalıcı” (n=12) gibi yüksek frekanslı kodlar, öğrencilerin bu materyalin ders içeriğini anlamada ve bilgilerin zihinde tutulmasında etkili olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Ayrıca, ezber yerine öğrenmeye dayalı yapısı (n=3), “tekrar amaçlı kullanım” (n=6) ve “pekiştirme” işlevi (n=5) öğrenciler tarafından sıklıkla dile getirilmiştir. Diğer yandan öğrenciler, bu materyalin derse olan ilgilerini artırdığını ve sıkılmalarını önlediğini de belirtmişlerdir. “Dikkat çekici” (n=9), “ilginç” (n=8), “oyun gibi” (n=12) ve “sıkılmayı önlemesi” (n=22) gibi kodlar, klavyenin motivasyon artırıcı yönünün güçlü biçimde algılandığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Yalçın ve Akdemir (2018), dijital eğitim materyallerinin olumlu etkilerinin yanı sıra, aşırı ve bilinçsiz kullanımının öğrenci motivasyonunu olumsuz etkileyebileceğini; bu nedenle öğretmen rehberliğinin kritik olduğunu vurgulamaktadır.

Görsel ve etkileşimli yapısıyla öne çıkan klavyeye ilişkin olarak bazı öğrenciler, “konuşan tablo” (n=3) ve “renkli olması” (n=4) ifadeleriyle klavyenin dikkat çekici yönlerini vurgulamıştır. Uygulamanın kullanışlı ve öğretim sürecine uygunluğu da öğrencilerin görüşlerinde yer almıştır. “Etkileşimli kullanım” (n=5), “düzeye uygunluk” (n=3) ve “öğretmene destek sağlaması” (n=3) gibi ifadeler, öğrencilerin bu materyalin sadece kendileri için değil, öğretmen için de pratik ve yararlı olduğunu düşündüklerini göstermektedir.

Tüm bu bulgular, öğrencilerin periyodik klavyeyi çok yönlü bir öğrenme aracı olarak gördüklerini ve sınıf ortamında bu tür teknolojik materyallerin aktif olarak yer almasını istediklerini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, öğrencilere teknoloji destekli materyallerle sunulan öğrenme ortamlarının kalıcılığı artırdığını ve derse olan ilgiyi yükselttiğini belirten Güneş ve Dilek (2012) çalışmalarını destekler niteliktedir.

Aşağıda yer verilen Tablo 4.5 öğrencilerin periyodik klavyeyi ev ödevlerinde kullanmayı isteme nedenlerini ortaya koymaktadır.

Tablo 4.5. Öğrencilerin periyodik klavyeyi ev ödevlerinde kullanmak isteme nedenleri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Öğretim	Akademik Destek	Bilgiye hızlı ulaşım	12
		Tekrar yapma	12

Tablo 4.5. Öğrencilerin periyodik klavyeyi ev ödevlerinde kullanmak isteme nedenleri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Motivasyon	Konfor	Soru çözmede kolaylık	6
		Öğretici	6
		Görseller	7
		Eğlenceli öğrenme	6
		Sesli içerik	3
	Süreç kolaylaştırma	Ödev süresini kısaltır	6
		Kolaylık sağlar	6

Öğrencilerin periyodik klavyeyi ev ödevlerinde kullanma gerekçeleri incelendiğinde, bu tercihin hem akademik hem de motivasyon temeline dayandığı görülmektedir. Öğrenciler öncelikle klavyenin öğretici niteliğini ve akademik süreçte sunduğu desteği vurgulamışlardır. “Bilgiye hızlı ulaşım” (n=12) ve “tekrar yapma” (n=12) ifadeleri, öğrencilerin bu materyali ödev sırasında bilgiye kolay erişim ve öğrenilenleri pekiştirme açısından etkili bulduklarını göstermektedir. Ayrıca, “soru çözmede kolaylık” (n=6) ve “öğretici” (n=6) gibi kodlar da klavyenin ev çalışmaları sırasında öğrenmeyi destekleyici bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Bunun yanında, öğrencilerin motivasyonlarını artıran yönler de dikkat çekicidir. Özellikle “eğlenceli öğrenme” (n=6), “görseller” (n=7) ve “sesli içerik” (n=3) gibi kodlar, klavyenin sunduğu çoklu ortam özelliklerinin öğrenme sürecini daha zevkli ve dikkat çekici hale getirdiğine işaret etmektedir. Demir ve Kılıç (2017), öğretmenlerin teknoloji destekli materyalleri etkili ve dikkat çekici bulduklarını; bu tür araçların öğrenme süreçlerini destekleyici görsel ve işitsel özellikler taşımasının önemini vurguladıklarını belirtmektedir.

Ayrıca, periyodik klavyenin süreç üzerindeki pratik etkileri de öğrenciler tarafından fark edilmiştir. “Ödev süresini kısaltır” (n=6) ve “kolaylık sağlar” (n=6) ifadeleri, öğrencilerin periyodik klavyeyi yalnızca eğitsel açıdan değil, zaman yönetimi ve işlem kolaylığı bakımından da olumlu değerlendirdiklerini göstermektedir.

Tüm bu bulgular, periyodik klavyenin ev ödevlerinde öğrenme verimliliğini artıran, dikkat çeken ve süreci kolaylaştıran bir araç olarak öğrencilerin gözünde güçlü bir yer edindiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, ev ödevlerinde teknolojik materyallerin kullanılmasıyla öğrencilerin derse ilgisinin ve akademik başarılarının arttığını vurgulayan Taşdemir ve Demirbaş (2010) çalışmalarıyla paralellik göstermektedir. Teknoloji destekli ödevler, öğrencilerin konuyu daha iyi kavramalarını ve sürece aktif katılım göstermelerini sağlamaktadır.

Aşağıdaki Tablo 4.6’da öğrencilerin periyodik klavye ile grup çalışması yapma isteği ve bu isteğe ilişkin gerekçelerini belirtmektedir.

Tablo 4.6. Öğrencilerin periyodik klavye ile grup çalışması isteğine ilişkin gerekçeleri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Sosyal Öğrenme	Akran öğrenmesi	Pekiştirme	15
		Birlikte öğrenme	15
		Eksik giderme	15
	Grup çalışması	Keyifli	6
		Verimli	6
Motivasyon	Eğlenerek öğrenme	Eğlenceli	15
		Rekabet	
Akademik Fayda	Oyunlaştırma	Yarışmak	15
		Oyunlaştırma	6
	Kalıcı öğrenme	Konuların pekişmesi	8
		Daha iyi öğrenme	2

Öğrencilerin periyodik klavye ile arkadaşlarıyla birlikte pratik yapmak isteme nedenleri incelendiğinde, bu eğilimin büyük ölçüde sosyal öğrenme, motivasyon artışı ve akademik katkı beklentisine dayandığı görülmektedir. Bu durum, Bandura’nın (1977) Sosyal Öğrenme Kuramında vurguladığı Gözlem Yoluyla Öğrenme, Model Alma ve Karşılıklı Pekiştirme ilkeleriyle örtüşmekte; öğrenmenin sosyal bağlamda daha etkili gerçekleştiğini göstermektedir. En yoğun gerekçeler, akran öğrenmesi kapsamında “pekiştirme” (n=15), “birlikte öğrenme” (n=15) ve “eksik giderme” (n=15) ifadeleriyle öne çıkmıştır. Bu bulgular, öğrencilerin grup içi etkileşim yoluyla öğrenmeyi daha etkili ve anlamlı hale getirdiklerine inandıklarını ortaya koymaktadır. Aynı zamanda “grup çalışması” temasında yer alan “keyifli” (n=6) ve “verimli” (n=6) kodları, birlikte çalışmanın sadece akademik değil, sosyal-duygusal anlamda da öğrenciler üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir.

Motivasyon açıdan ise periyodik klavyeyle yapılan etkinliklerin “eğlenceli” (n=15) bulunması, bu yöntemin öğrencilerin öğrenmeye olan ilgisini ve katılımını artırdığını göstermektedir. Ayrıca “rekabet” ifadesi de öğrencilerin oyunlaştırılmış ve yarışma temelli etkinliklerle öğrenmeye daha çok motive olduklarını ima etmektedir.

Akademik fayda boyutunda, “yarışmak” (n=15) ve “oyunlaştırma” (n=6) kodlarıyla öğrenciler, materyalin öğrenmeyi daha cezbedici ve sürükleyici hale getirdiğini belirtmiştir. Ek olarak “konuların pekişmesi” (n=8) ve “daha iyi öğrenme” (n=2) gibi kodlar, uygulamanın öğrenme çıktıları üzerindeki olumlu etkisini desteklemektedir.

Polat ve Başarmak (2023)'ın çalışmasında, robotik kodlama eğitimi alan öğretmen adaylarının girişimcilik kapasiteleri çok boyutlu olarak değerlendirilmiş ve bu teknolojik eğitimin girişimcilik özellikleri üzerindeki etkisi tartışılmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu kendine güven, başarıma arzusu, yaratıcılık, yenilikçilik, liderlik, karar verme, takım çalışması ve etkili iletişim gibi temel girişimcilik yeterliklerine sahip olduklarını ifade etmiştir. Bununla birlikte bazı katılımcılar, risk alma, yaratıcılığı etkin kullanma ve karar verme gibi alanlarda zorlandıklarını belirtmiş; bu durum, girişimcilik becerilerinin yapılandırılmış eğitim içerikleriyle desteklenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Çalışmada, robotik kodlama gibi disiplinler arası ve yenilikçi öğrenme yaklaşımlarının, öğretmen adaylarının yalnızca teknolojik becerilerini değil, aynı zamanda problem çözme, liderlik ve iş birliği gibi girişimci yönlerini de geliştirdiği vurgulanmıştır. Ayrıca bireysel farklılıkların (çağdaşlık, adaptasyon, fırsat algısı vb.) girişimci düşünmeyi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, öğretmen yetiştirme programlarının, girişimcilik becerilerini geliştirecek öğrenme ortamlarıyla zenginleştirilmesi gerektiği önerilmektedir.

Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, öğrenciler periyodik klavyeyi yalnızca bireysel değil, özellikle sosyal öğrenme ortamlarında çok daha etkili, eğlenceli ve kalıcı bir materyal olarak görmekte ve birlikte kullanımı güçlü biçimde tercih etmektedir. Bu bulgu, fen eğitiminde işbirlikçi öğrenme süreçlerinin kavramsal anlamayı artırdığını belirten Aydoğdu ve Ergin (2010)'ın çalışmalarıyla da örtüşmektedir. Öğrenciler, fen konularını grup etkileşimi içinde tartışarak daha kalıcı öğrenmeler gerçekleştirmektedir.

Aşağıdaki Tablo 4.7 periyodik klavyenin kısa ve uzun vadede ortaya çıkabilecek olası olumsuz sonuçları hakkında öğrenci görüşlerini özetlemektedir.

Tablo 4.7. Öğrencilere göre periyodik klavyenin kısa ve uzun vadede olası olumsuz sonuçları

Tema	Kategori	Kodlar	n
Olumsuzluk beklemeyenler	Sorun olmaz	Sorun olmaz	12
		Ders sıkıcı olmaz	11
		Öğrenmeyi kolaylaştırır	10
	Fikri olmayanlar	Fikrim yok	15
Olası riskleri belirtenler	Kısa vade	Yüzeysel öğrenme	2
		Ezberleme	1
		Sadece eğlence	1
	Uzun vadede	Amacın dışı kullanım	7
		Teknoloji bağımlılığı	7
		Sonra sıkılma riski	4

Tablo 4.7. Öğrencilere göre periyodik klavyenin kısa ve uzun vadede olası olumsuz sonuçları

Çekimser	Tarafsız	Faydasız kullanım	3
		Konu pekiştikten	3
		Motivasyon düşüklüğü	1
		Dikkat dağınıklığı	5
		Geçici Yararlı - Kalıcı Etkisiz	1
		Kısa vadede fayda – uzun vadede belirsizlik	1
		Eşit fayda –eşit zarar	1

Öğrencilerin periyodik klavyenin kısa ve uzun vadede olası olumsuz sonuçlarına ilişkin görüşleri incelendiğinde, katılımcıların yarısından fazlası (n=15) bu konuda fikir belirtmemiş veya “fikrim yok” yanıtı vermiştir. Olumsuzluk beklemeyenler grubu ise (n=12) materyalin sorun yaratmayacağını, dersin sıkıcı olmayacağını (n=11) ve öğrenmeyi kolaylaştırdığını (n=10) ifade ederek genelde olumlu yaklaşmıştır. Buna karşılık, olası risklere dikkat çeken öğrenciler, kısa vadede yüzeysel öğrenme (n=2) ve ezberlemeye (n=1) ilişkin endişelerini dile getirmiştir. Uzun vadede ise konu pekiştikten sonra sıkılma riski (n=4), motivasyon düşüklüğü (n=1), faydasız kullanım (n=3), amaç dışı kullanım (n=7), teknoloji bağımlılığı (n=7) ve dikkat dağınıklığı (n=5) gibi çeşitli olumsuzluklar öne çıkmıştır. Ayrıca bazı öğrenciler çekimser tutum takınarak etkilerin geçici yararlı olabileceği veya uzun vadede belirsiz olduğu görüşünü paylaşmıştır (n=3). Özellikle “amacın dışı kullanım” ve “dikkat dağınıklığı” risklerinin belirtilmesi, dijital araçların kullanımında dikkat ve rehberlik ihtiyacını göstermektedir.

Sonuç olarak, öğrencilerin genel eğilimi periyodik klavyeye olumlu olsa da, bazıları uzun vadeli olası motivasyon düşüklüğü ve dijital dikkat kaybı gibi risklerin farkında oldukları söylenebilir. Bu da periyodik klavyenin kontrollü kullanımı ve öğretmenlerin rehberlik rolünün önemini vurgulamaktadır.

Aşağıdaki Tablo 4.8. periyodik klavyenin öğrencilerce algılanan farklı yönlerini ve önerilme gerekçelerini ortaya koymaktadır.

Tablo 4.8. Periyodik klavyenin öğrencilerce algılanan farklı yönleri ve önerilme gerekçeleri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Süreçte farklı olanlar	Öğrenme süreci	Eğlenceli	24
		Ders ilgisini artırma	19
		Sıkılmadan öğrenme	18
		Oyun gibi	13
		İki boyuttan üç boyuta transfer	2
	Somutlaştırma ve kalıcılık	Bilgisayar oyunu	14
		Somutlaştırma	9

Tablo 4.8. Periyodik klavyenin öğrencilerce algılanan farklı yönleri ve önerilme gerekçeleri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Öğrencilere tavsiye		Akılda kalıcılık	4
		Günlük bilgiler	4
		Genel kültür kazandırdı	2
	Çoklu duyu kullanımı	Görsel	6
		İşitsel	6
		Çok tekrar	11
	Öneririm	Mükemmel deneyim	9
		Dikkatle izlesinler	3
		Bizzat denesinler	2
	Dolaylı öneri	Eğlenerek öğrenin	6
Geliştirme önerileri	Teknik iyileştirme	Bağlantı sorunu giderilmeli	9
		Mobil uygulama yapılmalı	2
		Giriş sesi daha doğal olabilir	1
	Taşınabilirlik – donanım	Donanım sağlamlaştırılmalı	8
		Not versin	4
		Klavye küçülmeli	3
		Taşınabilir yapılmalı	1
		Dokunmatik olsun	1
		Geri tuşu	1
		Animasyonlar eklenmeli	6
	İçerik geliştirme	Yapay zeka eklenmeli	1

Öğrencilerin periyodik klavye uygulamasında deneyimledikleri farklı yönler ve bu materyali başkalarına önerme gerekçeleri çok boyutlu olarak ortaya çıkmıştır. Öğrenme sürecine ilişkin değerlendirmelerde öğrenciler uygulamayı “eğlenceli” (n=24), “sıkılmadan öğrenme” (n=18) ve “oyun gibi” (n=13) olarak tanımlamış, ders ilgisini artırdığını (n=19) belirtmişlerdir. Ayrıca iki boyutlu geleneksel tablodan üç boyutlu dijital ortama geçişin (n=2) farklılık yarattığı ifade edilmiştir. Somutlaştırma ve kalıcılık açısından da öğrenciler uygulamanın “somutlaştırma” (n=9) ve “akılda kalıcılık” (n=4) sağladığını, “bilgisayar oyunu” hissi verdiğini (n=14) ve “günlük bilgilerle” (n=4) bağlantı kurduğunu belirtmişlerdir. Bu yönüyle uygulamanın öğrenmede çoklu duyu kullanımına da katkısı olduğu, “görsel” (n=6) ve “işitsel” (n=6) uyarılarla zenginleştirildiği savunulmuştur. Öğrencilerin önemli bir kısmı uygulamayı “mükemmel deneyim” (n=9) olarak değerlendirerek başkalarına “dikkatle izleme” (n=3), “bizzat deneme” (n=2) ve “çok tekrar yapma” (n=11) gibi doğrudan önerilerde bulunmuştur. Ayrıca “eğlenerek öğrenme” (n=6) dolaylı tavsiyeler arasında yer almıştır.

Öğrencilerin periyodik klavyeyi geliştirme önerileri ise teknik iyileştirme, donanım ve içerik geliştirme olmak üzere üç ana ekseninde yoğunlaşmıştır. Teknik açıdan

“bağlantı sorunlarının giderilmesi” (n=9), “daha doğal giriş sesi” (n=1) ve “mobil uygulama” önerisi (n=2) ön plandadır. Donanım açısından “donanımın sağlamaştırılması” (n=8), “not verme” fonksiyonunun olması (n=4), “klavyenin küçültülmesi” (n=3), “taşınabilir hale getirilmesi” (n=1), “dokunmatik olması” (n=1), “geri tuşu” (n=1) talep edilmiştir. İçerik geliştirme önerileri arasında ise “animasyon eklenmesi” (n=6) ve “yapay zeka entegrasyonu” (n=1) dikkat çekmektedir.

Tüm bu bulgular, öğrencilerin periyodik klavyeyi hem eğlenceli ve etkili bir öğrenme aracı olarak benimsediklerini hem de uygulamanın teknik, donanım ve içerik yönlerinden gelişmeye açık olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Mishra ve Koehler’in (2006) Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) modelinde vurgulanan teknolojik, pedagojik ve içeriksel alanların dengeli biçimde geliştirilmesinin, dijital öğrenme materyallerinin etkinliğini artırmada kritik rol oynadığını desteklemektedir.

Aşağıdaki Tablo 4.9’da öğrencilerin periyodik klavyeyi neye benzettiklerini ve bu benzetimlere ilişkin analogileri göstermektedir.

Tablo 4.9. Öğrencilerin periyodik klavyeye ilişkin analogileri

Tema	Kategori	Kodlar / Benzetme	n
Şekilsel	Görünüş	Klavye	25
		Bilgisayar	24
		Tuşlar	17
		Daktilo	9
		Oyuncak	4
		Piyano	1
		Org	1
İşlevsel	Fonksiyon	Oyun konsolu	6
		Robot	3
		Müzik kutusu	1
		Eğitim oyuncağı	1
	Bilgi	Dijital sözlük	6
		Yarışma	4
		Bilgi kutusu	1
	Yer yön	Harita	3
		Navigasyon	1

Öğrencilerin periyodik klavyeyi neye benzettiğine dair algıları, şekilsel ve işlevsel boyutlarda çeşitlilik göstermektedir. Şekilsel benzetmelerde katılımcıların büyük çoğunluğu periyodik klavyeyi “klavye” (n=25), “bilgisayar” (n=24) ve “tuşlar” (n=17) olarak tanımlamış; bunun yanında “daktilo” (n=9) gibi geleneksel yazı aracıyla da benzerlik kurulmuştur. Daha az olmakla birlikte, “oyuncak” (n=4), “piyano” (n=1) ve “org” (n=1) gibi farklı şekilsel benzetmeler de yapılmıştır.

İşlevsel boyutta ise öğrenciler klavyeyi “oyun konsolu” (n=6), “robot” (n=3) ve “eğitim oyuncağı” (n=1) gibi interaktif ve eğlenceli araçlara benzetirken; “dijital sözlük” (n=6) ve “bilgi kutusu” (n=1) şeklinde bilgi sunma işlevine vurgu yapmışlardır. Ayrıca “yarışma” (n=4) ve yönlendirme amaçlı “harita” (n=3) ile “navigasyon” (n=1) benzetmeleri de gözlenmiştir.

Bu çok yönlü benzetmeler, öğrencilerin periyodik klavyeyi hem geleneksel ve tanıdık görsel biçimlerle ilişkilendirdiklerini hem de işlevsel olarak oyun, bilgi edinme ve rehberlik gibi farklı kullanım alanlarıyla bağdaştırdığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Vygotsky’nin (1978) sosyal etkileşim ve araç kullanımı teorisi ile Papert’in (1980) yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının birleşimiyle, öğrencilerin yeni öğrenme araçlarını önceki deneyim ve bilişsel yapılarıyla ilişkilendirerek anlamlandırdıklarını göstermektedir.

4.2. Öğretmen Görüşlerine İlişkin Bulgular

Bu kısımda, periyodik klavyeye hakkında öğretmen görüşlerinin içerik analizi sonuçları tablolaştırılarak sunulmuştur. Aşağıdaki Tablo 4.10, öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasının avantajlarına dair görüşlerini göstermektedir.

Tablo 4.10. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasının avantajlarına ilişkin görüşleri

Tema	Kategori	Kod	n
Öğretimin niteliği	Öğrenme derinliği	Kalıcı öğrenme	7
		Etkili öğrenme	3
	Öğrenme kolaylığı	Kolay	12
		Sadeleşmiş	1
	Gerçek yaşam	Bağlam temelli	11
		Günlük yaşam	2
Öğrenci ilgisi	Bireysel ihtiyaç	Kişiyeye özgü	5
	Merak uyandırma	Dikkat çekici olması	5
		Öğrencilerin ilgisini çekmesi	3
		Merak uyandırması	3
	Teknolojiye ilgi	Yeni nesil öğrenmelere uygunluk	11
		Robotik kodlamaya ilgi	2
		Öğrencilere ilham vermesi	7
	İlham	Kariyer planı	6
		Teknolojiyi faydaya dönüştürme	5
		Örnek alma	3
Görsellik	Öğrenme materyalinin sunumu	Rol model	2
		Somutlaştırma	4
		Materyal ile öğrenme	4
		Soyuttan somuta	3
		İlgi çeken görsellik	2
Sürece dahil olma	Katılım	Aktif katılımı	12

Tablo 4.10. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasının avantajlarına ilişkin görüşleri

Tema	Kategori	Kod	n
		Birebir katılım	11
		Etkileşim	9
		Hayal gücü	8
		Eğlenceli hale getirme	3
		Yaratıcılık	1

Öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasına ilişkin görüşleri, öğrenmenin niteliği, öğrenci ilgisi, teknolojiye uyum, ilham kaynağı olma, görsellik ve sürece katılım temaları çerçevesinde çeşitlenmektedir. Öğretim niteliği açısından kalıcı öğrenme (n=7) ve etkili öğrenme (n=3) önemli avantajlar olarak öne çıkarken, öğrenme kolaylığı da yüksek oranda vurgulanmıştır; katılımcıların çoğu (n=12) uygulamanın öğrenmeyi kolaylaştırdığını, ayrıca sadeleşmiş olmasının (n=1) faydasını dile getirmiştir. Gerçek yaşamla bağlantı kurma, bağlam temelli öğrenme (n=11) ve günlük yaşam ile ilişkilendirme (n=2) şeklinde desteklenmiştir. Bireysel farklılıklara yönelik olarak kişiye özgü öğrenme (n=5) de dikkate alınmıştır. Öğrenci ilgisi boyutunda dikkat çekicilik (n=5), öğrencilerin ilgisini çekme (n=3) ve merak uyandırma (n=3) öncelikli olarak belirtilmiştir. Teknolojiye uyum ve ilgide ise yeni nesil öğrenmelere uygunluk (n=11), robotik kodlamaya ilgi (n=2) ve teknolojiyi faydaya dönüştürme (n=5) öne çıkan noktalardır. İlham teması altında kariyer planı (n=6), öğrencilere ilham verme (n=7), örnek alma (n=3) ve rol model olma (n=2) gibi olumlu sosyal-psikolojik etkiler gözlemlenmiştir. Görselliğe dair somutlaştırma (n=4), materyalin ilgi çekici görselliği (n=2), soyuttan somuta geçiş (n=3) ve materyal ile öğrenme (n=4) çoklu duyuşsal öğrenmeye katkıda bulunmuştur. Sürece dahil olma açısından ise eğlenceli hale getirme (n=3), aktif katılım (n=12), yaratıcılık (n=1), hayal gücü kullanımı (n=8), birebir katılım (n=11) ve etkileşim (n=9) kodları, öğrencilerin öğrenme sürecine güçlü şekilde dahil olduklarını göstermektedir.

Genel olarak öğretmenler, periyodik klavyeyi kalıcı, etkili, teknolojiyle uyumlu ve öğrenci katılımını artıran bir öğrenme aracı olarak değerlendirmiştir. Bu değerlendirme, Jonassen ve Kim (2010)'un teknoloji destekli öğrenme ortamlarının kalıcılığı ve öğrenci etkileşimini artırmadaki önemini vurgulayan çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Öğretmenlerin periyodik klavyeye yönelik dezavantaj ve sınırlılıklarıyla ilgili görüşlerine ait bulgular aşağıdaki Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11. Öğretmen görüşlerine göre periyodik klavyenin dezavantajları ve sınırlılıkları

Tema	Kategori	Kod	n
Lojistik kısıtlar	Kullanım koşulları	Kolay deformasyon	9
		Taşınması zor	8
		Koruması zor	7
		Çalışmama	5
		Bozulma riski	3
Teknolojik Kısıtlılıklar	Teknik sınırlılıklar	Temassızlık	3
		Elektronik aksam	2
		Sistemsal aksaklık	1
		Bağlantı hataları	1
		Altyapı eksikliği	1
Uygulama ortamı	Zaman Kısıtları	Kişi başı süre	5
		Sınıfta zaman yetmez	1
		Kalabalık sınıf	1
	Mekân Kısıtları	Bireysel eğitime uygun	11
		Sınıfta disiplin	2
İçerik Sınırlılığı	Kapsam	Grupla çalışılmaz	2
		Elementleri tanımama	2
		Tüm elementleri gözlemleyememe	2
		Soyut kavram algısı	1
		Günlük hayatta elementlerin olmaması	1
Ekonomik Unsurlar	Maliyet	20 elementle sınırlı	1
		Yaşamla İlişkilendirememe	1
		Maliyetli olması	1
Eleştiri getirmeme	Katılımcı yorumu	Çoğaltmak pahalı	1
		Olumsuz Görüş Bildirmeme	4
		Dezavantajı yok	1

Tablo 4.11’de öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasının dezavantajları ve sınırlılıklarına ilişkin görüşleri ayrıntılı şekilde ele alınmıştır. Lojistik kısıtlar en çok dikkat çeken tema olup, taşınmasının zor olması (n=8), korunmasının güçlüğü (n=7), kolay deformasyona uğraması (n=9), zaman zaman çalışmama durumu (n=5) ve bozulma riskinin varlığı (n=3) öğretmenlerin belirttiği başlıca olumsuzluklardır. Teknolojik kısıtlılıklar kapsamında teknik aksaklıklar, elektronik aksam problemleri, temassızlık, bağlantı hataları ve altyapı eksiklikleri düşük sayıda olmakla birlikte (en yüksek n=3) bazı öğretmenler tarafından vurgulanmıştır. Uygulama ortamına dair zaman kısıtları özellikle kişi başına düşen sürenin kısıtlı olması (n=5) ve sınıfta zamanın yetmemesi (n=1) olarak ifade edilirken, kalabalık sınıf ve disiplin sorunları da (n=2) dile getirilmiştir. Mekân kısıtları içinde bireysel eğitime uygunluk açısından sınırlılıklar (n=11) ve grupla çalışma zorlukları (n=2) önemli bir yer tutmaktadır. İçerik sınırlılıkları teması ise periyodik klavyenin kapsamının kısıtlı olması (20 elementle sınırlı, n=1), yaşamla ilişkilendirememe (n=1), soyut kavram algısı (n=1), günlük hayatta elementlerin gözlemlenememesi (n=1), elementleri tanımama (n=2) ve tüm elementleri gözlemleyememe (n=2) gibi alt başlıklarla ortaya çıkmıştır. Ekonomik unsurlar açısından

maliyetli olması (n=1) ve çoğaltmanın pahalı olması (n=1) dezavantaj olarak belirtilmiştir. Son olarak, bazı öğretmenler dezavantaj belirtmeyerek olumsuz görüş bildirmemiştir (n=5).

Genel olarak öğretmenler, periyodik klavyenin taşınabilirlik ve dayanıklılık gibi lojistik zorlukları ile sınırlı içeriği ve uygulama ortamına bağlı zaman-mekân kısıtlarını dezavantaj olarak görmüş, teknolojik aksaklıkların görece daha az vurgulandığı, bunun yanında ekonomik boyutun da sınırlı şekilde ele alındığı tespit edilmiştir.

Dezavantajlara ilişkin genel değerlendirme yapılacak olursa; öğretmenler materyalin özellikle taşınabilirlik, korunabilirlik ve dayanıklılık açısından lojistik zorluklar taşıdığını, ayrıca kalabalık sınıflarda birebir ve grup çalışması açısından uygulama kısıtların olduğunu belirtmişlerdir. Öztürk ve Kaptan (2019), teknoloji entegrasyonunda materyalin kullanım kolaylığı ve dayanıklılığının öğretmenler için kritik öneme sahip olduğunu; lojistik sorunların ise uygulamanın sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyebileceğini belirtmektedir.

Teknolojik altyapı eksiklikleri, bağlantı sorunları ve elektronik aksaklıklar kimi öğretmenlerce dile getirilmiş, zaman baskısı ve sınıf içi disiplin sorunları da uygulama ortamına yönelik engeller olarak öne çıkmıştır. İçerik açısından ise periyodik klavyenin kapsamının sınırlı olması, bazı elementlerin günlük hayatta gözlemlenememesi ve soyut kavramların algılanmasındaki güçlükler dezavantaj olarak görülmüştür. Ekonomik açıdan ise maliyet ve çoğaltma zorlukları dile getirilmiştir.

Avantaj ve dezavantajlara ilişkin yanıtlar karşılaştırıldığında, avantajların daha çok pedagojik ve öğrenme odaklı olumlu temalara sahip olduğu; dezavantajların ise fiziksel, teknolojik ve uygulama koşullarına bağlı sınırlamalara odaklandığı görülmektedir. Bu durum, materyalin öğretim açısından güçlü ve etkili olduğu, ancak etkin kullanımının lojistik ve teknik destekle güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu bulgu, Ertmer (1999)'in teknoloji entegrasyonundaki birinci ve ikinci düzey engeller ayrımını desteklemekte; pedagojik engellerin aşılmasının yanı sıra, fiziksel ve teknolojik altyapının da iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Öğretmenlerin periyodik klavyeyi tercih etme sebeplerine ilişkin bulgular aşağıdaki Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12. Öğretmenlerin periyodik klavyeyi tercih sebepleri

Tema	Kategori	Kod	n
Kalıcı öğrenme	Bilgilerin pekiştirilmesi	Pekiştirme	15
		Bilinçli öğrenme	6
	Somutlaştırma	Somutlaştırma	12
		Teorikten pratiğe	3
Eğlenceli ve ilgi çekici olması	Oyunlaştırma ve dikkat	Oyunlaştırma	4
		Dikkat çekici	13
	Eğlenceli hale getirmesi	Bilgisayar oyunu	2
		Dinamik ortam	2
		İlgiyi artırma	7
	İlgi artırıcı	Sıkıcılığın azaltılması	4
		Ders çekiciliği	2
		Yaparak yaşayarak	2
	Aktif öğrenme	Deneyim	1
		Göze hitap	8
Etkin katılım	Duyusal uyarım	İşitsel	6
		Motor gelişim	3
		Çoklu duyu	2
		Çoklu zeka	1
		Hafıza geliştirir	1
		Tekrarlama	11
	Aktif katılım	Bireysel	10
		İşbirlikçi öğrenme	2
		Derse katılım	1
		Konuya uygun	13
Öğrenciye görelilik	Kullanıcı dostu	Yaşa uygun	13
		Sınıf seviyesine uygun	13
		Z kuşağına göre	2
		Öğrencilere uygun	1
		Konuya ilgi	11
Anlamlı öğrenme	Öğrenmeyi destekleme	Derse tutum	10
		Merak oluşturma	8
		İlgi uyandırma	7
		Dersin canlanması	6
		Ufuk açıcı	2
		Süreci kısaltma	1
	Anlaşılabilirlik	Görsellik	13
		Kavramsal netlik	2
		Kalıcı	1

Katılımcı öğretmenler, periyodik klavyeyi tercih etme sebeplerini büyük oranda öğrenmenin kalıcılığına yaptığı katkıyla ilişkilendirmiştir. Pekiştirme (n=15) ve somutlaştırma (n=12) gibi kodlar, materyalin teorik bilgileri pratiğe dönüştürme ve bilgilerin daha kalıcı hale gelmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir. İlgi çekici ve eğlenceli oluşu da tercih sebepleri arasında öne çıkmakta olup, dikkat çekici olması (n=13), oyunlaştırma (n=4) ve dersin dinamik bir ortama dönüşmesi (n=2) buna örnek teşkil etmektedir. Ayrıca, sıkıcılığın azaltılması (n=4) ve ders çekiciliğinin artırılması (n=7) gibi kategori kodları da öğretmenlerin materyale yönelik olumlu tutumunu desteklemektedir.

Etkin katılım teması altında, yaparak- yaşayarak öğrenme (n=2), çoklu duyulara hitap etme (görsel: n=8, işitsel: n=6, motor gelişim: n=3) ve bireysel tekrarlama fırsatları (n=11) öğretim sürecinde aktif katılımı teşvik eden önemli unsurlar olarak belirtilmiştir. Öğrenciye görelilik boyutunda ise materyalin yaşa (n=13), sınıf seviyesine (n=13) ve konuya (n=13) uygunluğu vurgulanmıştır. Anlamlı öğrenme kapsamında, konuya ilgi çekme (n=11), ders tutumunu iyileştirme (n=10), merak uyandırma (n=8), dersin canlanması (n=6) ve kavramsal netlik (n=2) gibi unsurlar öğrenme sürecini destekleyici niteliktedir.

Genel olarak, öğretmenler periyodik klavyeyi pedagojik açıdan etkili, öğrenci merkezli, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi destekleyen, aktif katılımı ve ilgiyi artıran bir materyal olarak değerlendirmiştir. Bir başka deyişle, öğretmenler materyali öğrenmenin kalıcılığına yaptığı katkı, ilgi ve dikkat çekici olması, somutlaştırma becerisi ve aktif katılımı teşvik etmesi nedeniyle tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bu yönleriyle materyalin pedagojik anlamda etkili ve öğrenci merkezli olduğu söylenebilir. Yenice ve Saracaloğlu (2009), öğrenme sürecinde kullanılan görsel ve somut materyallerin öğrencilerin derse ilgisini artırdığını, kalıcı öğrenmeyi desteklediğini ve aktif katılımı teşvik ettiğini vurgulamaktadır.

Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin gözlemlerine ait bulgular aşağıdaki Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin gözlemler

Tema	Gözlemler
İlgi & Dikkat	Uygulamanın dikkat çekici, ilgi uyandırıcı ve etkileyici olduğu ifade edilmiştir.
Eğlenceli Öğrenme	Konunun eğlenceli ve keyifli bir şekilde işlendiği, öğrenmeyi zevkli hâle getirdiği belirtilmiştir.
Kalıcılık ve Etkililik	Öğretimin akılda kalıcı ve etkili olduğu, bilgilerin daha iyi yerleştiği gözlemlenmiştir.
Öğrenciye Katkı	Öğrencilerin derse olan ilgisinin arttığı ve motivasyonlarının yükseldiği görülmüştür. Dersin daha dinamik ve canlı olduğu ifade edilmiştir.
Uygulama Kolaylığı	Uygulamanın pratik olduğu, kullanımının kolay ve kullanıcı dostu bulunduğu ifade edilmiştir. Kitaptaki ve afiş şeklindeki periyodik tablo öğrencinin ilginin az çekerken renkli, sesli, bilgisayar ortamında hele de kendi kontrollerine ve seçimlerine ilerleme olanağı tanıyan periyodik klavyeyi öğrenciler çok sevdiler. Tekrar tekrara deneme istediler. Yarışma yaparak eğlendiler ve konuyu pekiştirdiler.
Görsellik	Klavyenin görsel açıdan estetik, renkli ve dikkat çekici olduğu belirtilmiştir.
Geliştirilmeli	Uygulamanın şu an için yeterli bulunduğu ancak geliştirilmeye açık olduğu vurgulanmıştır. Element sayısının artırılması, taşıma kolaylığı ve sınıfta her gruba bir tane olacak şekilde 5-6 tane olması öneriler içindeydi. Ayrıca daha dayanıklı, yapay zeka ile zenginleştirilmiş, etkinlik sonunda öğrencinin bilgi düzeyini belirleyecek puan vermesi en önemli önerilerden bazılarıydı. Bunun yanında Periyodik klavyenin teknoloji bağımlılığı yapmaması için en fazla 5

Tablo 4.13. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin gözlemler

Tema	Gözlemler
	kere tekrarlanabilir olması bir süre bekleme kodlanması da önerilmişti. Ses düzeyi ayarlamalı, ses ve avatar seçeneği olmalı, akıllı tahtaya aktarılabilmeli, eski çalışmayı kaydetse iyi olur öğrenci kaldığı yerden devam eder.
Ezber İçeriği	İçeriğin yer yer ezbere dayalı olduğu, bilgi yoğunluğu içerebildiği ifade edilmiştir.
İlham Verici Yönler	Uygulamanın öğretmenlerde yenilik yapma isteği uyandırdığı, öğrencilerin ilgisinden etkilenildiği görülmüştür.
Kısıtlı Yönler	Bazı öğretmenler, uygulamanın her seviyedeki öğrenci için uygun olmayabileceğini veya uzun vadede etkisinin sınırlı olabileceğini belirtmiştir.
Belirtilmeyen (B-NEB)	Herhangi bir olumlu ya da olumsuz görüş bildirmeyen öğretmenler bu gruba dâhil edilmiştir.

Öğretmenler periyodik klavye uygulamasının dikkat çekici, ilgi uyandırıcı ve etkileyici olduğunu belirtmişlerdir. Konunun eğlenceli ve keyifli işlenmesi sayesinde öğrenme sürecinin zevkli hale geldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğretimin akılda kalıcı ve etkili olması, bilgilerin daha iyi yerleşmesini sağlamıştır. Öğrencilerin derse ilgisi artmış, motivasyonları yükselmiş ve ders daha dinamik, canlı bir ortam halini almıştır. Uygulamanın pratikliği ve kullanıcı dostu olması da olumlu bulunmuştur; özellikle renkli, sesli ve bilgisayar ortamında, öğrencilerin kendi kontrolleriyle ilerleyebildikleri klavyeyi sevmişlerdir. Tekrar denemek istemeleri, yarışma yaparak konuyu pekiştirmeleri olumlu etkileşimlerin göstergesidir.

Nitekim Çiftçi ve Bildiren (2020) çalışmalarında, öğrencilerin teknolojik materyallerle yapılan öğretim etkinliklerinde daha istekli ve katılımcı olduklarını, öğrenmenin daha kalıcı hale geldiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Güven ve Sülün (2012) de, fen eğitiminde oyun temelli öğrenme stratejilerinin öğrencilerin derse olan ilgisini artırdığını ve akademik başarıyı olumlu etkilediğini belirtmektedir. Bu durum, öğrencilerin renkli, sesli ve etkileşimli materyallerle etkileşime geçerek, eğlenerek öğrenmelerini desteklemektedir.

Görsel açıdan klavyenin estetik, renkli ve dikkat çekici olması da dikkat çekmiştir. Bununla birlikte uygulamanın geliştirilmeye açık olduğu, element sayısının artırılması, taşıma kolaylığı sağlanması ve sınıfta grup çalışmaları için daha fazla sayıda klavye temin edilmesi gibi öneriler getirilmiştir. Ayrıca, yapay zekâ ile zenginleştirilmesi, öğrencinin bilgi düzeyini ölçen puanlama sisteminin eklenmesi, teknoloji bağımlılığını önleyecek sınırlandırmaların getirilmesi, ses düzeyi ve avatar seçeneklerinin sunulması, akıllı tahtaya aktarım ve kaldığı yerden devam etme gibi işlevlerin eklenmesi önerilmiştir.

İçerik açısından bazı öğretmenler uygulamanın zaman zaman ezbere dayalı ve bilgi yoğunluğu içerebileceğini ifade etmiştir. Uygulamanın öğretmenlerde yenilik yapma isteği uyandırdığı ve öğrencilerin ilgisinden olumlu etkilendiği gözlemlenmiştir. Akgün ve Yıldırım (2021), öğretmenlerin dijital araçları sınıf ortamına entegre ederken bazı içeriklerin karmaşık ve bilgi ağırlıklı olabileceğini ifade ettiklerini, ancak genel olarak öğrencilerin dikkatini çekme, öğrenmeyi kalıcı hâle getirme ve öğretmen motivasyonunu artırma gibi yönleriyle oldukça faydalı bulduklarını belirtmiştir. Yılmaz ve Orhan (2010) da benzer şekilde, öğretim teknolojilerinin öğrencilerin derse katılımını artırdığını, öğretmenlerde ise mesleki yenilikçilik duygusunu desteklediğini ifade etmektedir. Bu da periyodik klavye gibi yenilikçi materyallerin etkili bir öğrenme ortamı yaratabileceğini göstermektedir.

Bununla beraber, uygulamanın her öğrenci seviyesi için uygun olmayabileceği ve uzun vadeli etkisinin sınırlı olabileceği yönünde bazı çekinceler de dile getirilmiştir. Son olarak, bazı öğretmenlerin herhangi olumlu veya olumsuz görüş bildirmediği de kayda geçmiştir.

Sonuç olarak, gözlem verileri, periyodik klavye materyalinin öğrenci ilgisi, dikkat, kalıcı öğrenme ve öğretim etkililiği açısından son derece olumlu değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, Gagné'nin (1985) öğrenme kuramında vurguladığı dikkat çekme, anlamlandırma ve geri bildirim sağlama ilkelerinin etkili öğretim materyalleri yoluyla başarıyla gerçekleştirilebileceğini desteklemektedir.

Olumsuz ya da sınırlayıcı bir görüş çok az sayıda ifade edilmiş ve bu durum materyalin pedagojik potansiyelini daha da belirginleştirmektedir. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin önerilerine dair bulgular aşağıdaki Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Tablo 4.14. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin önerileri

Tema	Kategori	Kod	n
Teknik Hazırlık ve Altyapı	Ön Hazırlık ve Altyapı	Teknik sorunlara önlem	7
		Ön hazırlık	7
		Ders öncesi denemeler	2
		Altyapı	2
Donanım ve Bağlantı	Cihaz Donanımı ve Bağlantılar	Bağlantının uzun olması	4
		Tuşların sağlamlığı	3
		İnternet bağlantısı	3
		Tablet entegrasyonu	2
		Akıllı tahta	1
İçerik ve Materyal	İçerik Geliştirme	Günlük elementlerin eklenmesi	3
		20 element yeterli	1

Tablo 4.14. Öğretmenlerin periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin önerileri

Tema	Kategori	Kod	n
		Sıfır düzeyine göre ayarlanmalı	1
		Fazlası üst düzey için olur	1
		Yaygın elementler eklenmeli	1
Görsellik ve Etkileşim	Materyal Görselliği ve Zenginleştirme	İçeriğin zenginleştirilmesi	3
		Animasyon eklenmesi	2
		Dikkat çekicilik	1
Kullanıcı Desteği	Öğretmen Destek ve Bilgilendirme	Öğretmen bilgilendirmesi	1
Zaman Yönetimi	Planlama	Ders süresine dikkat	1
Kullanım Sürekliliği	Sıklık ve Devamlılık	Sürekli kullanım önerisi	1

Tablo 4.14, öğretmenlerin periyodik klavye uygulamasına yönelik geliştirme önerilerini teknik, içerik ve pedagojik yönlerden sistemli biçimde sunmaktadır. "Teknik Hazırlık ve Altyapı" teması altında yer alan kodlar, öğretmenlerin uygulama öncesi planlama ihtiyacına dikkat çektiğini göstermektedir. Özellikle "teknik sorunlara karşı önlem" (n=7) ve "ön hazırlık" (n=5) gibi kodlar, sürecin sorunsuz işlemesi için materyalin sınıf ortamına entegre edilmeden önce test edilmesi ve öğretmenlerin bilgilendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

"Donanım ve Bağlantı" teması ise materyalin fiziksel yapısına ve teknolojik gereksinimlerine odaklanmaktadır. "Bağlantının uzun olması" (n=4) ve "internet bağlantısı" (n=3) gibi maddeler, donanım altyapısının eksiksiz olması gerektiğini; "klavye tuşlarının sağlam yapılması" (n=3) gibi kodlar ise malzeme kalitesi konusunda öğretmenlerin hassasiyetini göstermektedir. Bu yönüyle öğretmenler, periyodik klavyenin sınıf ortamında sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilmesi için teknik altyapının ve cihaz sağlamlığının yeterli düzeyde olmasını önemli görmektedirler. Bu bulgu, Ertmer (1999)'ın birinci düzey teknoloji entegrasyonu engelleri arasında yer verdiği altyapı ve donanım eksikliklerinin, öğretmenlerin teknoloji kullanımını doğrudan etkilediğini ortaya koyan çalışmalarıyla örtüşmektedir.

"İçerik ve Materyal" teması altında sunulan "günlük elementlerin eklenmesi" (n=3) ve "sınıf düzeyine göre uyarlanmalı" gibi kodlar, materyalin öğrenci düzeyine uygun, yaşantısal ve anlamlı bir içerikle zenginleştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu, öğretmenlerin yalnızca teknik değil, pedagojik içeriğe de dikkat ettiklerini ortaya koymaktadır.

"Görsellik ve Etkileşim" teması altında öne çıkan "zenginleştirme" (n=3) ve "animasyon eklenmesi" (n=2) gibi maddeler, materyalin görsel açıdan daha çekici ve

etkileşimli hale getirilmesini önermektedir. Bu öneriler, öğrencilerin dikkatini çekmeye yönelik gelişim alanlarını işaret etmektedir.

"Kullanıcı Desteği" ve "Zaman Yönetimi" gibi daha az sayıda öneri içeren temalar da dikkate değerdir. Özellikle "öğretmen bilgilendirmesi" (n=1) kodu, materyalin etkin kullanılabilmesi için öğretmenlerin önceden bilgilendirilmesine yönelik ihtiyaç olduğunu göstermektedir. "Ders süresine dikkat" (n=1) kodu ise uygulamanın sınıf süresi içinde planlı şekilde yer alması gerektiğini belirtmektedir.

Son olarak, "Uygulama Sıklığı" temasında yer alan "sürekli kullanım önerisi" (n=1) kodu, bazı öğretmenlerin bu tür materyallerin eğitim süreçlerine sürekli entegre edilmesini önerdiğini göstermektedir. Ancak bu önerinin tekil bir görüş olması, bu konuda farklı düşüncelerin de olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak, öğretmen görüşlerine dayalı bu tablo, periyodik klavye materyalinin özellikle altyapı, içerik uyumu, görsellik ve pedagojik bütünlük açısından geliştirmeye açık yönlerini net biçimde ortaya koymaktadır. Kaptan ve Korkmaz (2019), öğretim materyallerinin geliştirilmesinde öğretmen görüşlerinin dikkate alınmasının, materyalin sınıf içi uygulanabilirliğini ve öğrenci başarısına katkısını artırdığını vurgulamıştır. Benzer şekilde, Demirel ve Yağcı (2012), görsel unsurların ve pedagojik düzenlemelerin materyalin etkililiğini belirlemede kritik olduğunu, bu nedenle materyalin çok boyutlu değerlendirme sürecine açık tutulması gerektiğini belirtmiştir.

Öneriler, materyalin yalnızca teknolojik değil; aynı zamanda pedagojik, içerik ve operasyonel açıdan da güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu yönüyle Tablo 4.14'ün, ileride yapılacak materyal geliştirme çalışmaları için kapsamlı ve somut bir yol haritası sunduğu düşünülmektedir. Bu durum, Akpınar (2005)'in etkili bir eğitim teknolojisi tasarımı için içerik, pedagojik amaçlar ve teknik altyapının bütüncül olarak ele alınması gerektiğini vurgulayan yaklaşımıyla örtüşmektedir. Benzer şekilde, Yıldırım ve Çetin (2020), fen eğitiminde teknoloji destekli materyallerin etkili kullanımı için hem içerik hem de donanım açısından sürekli geliştirme ve iyileştirme çalışmalarının gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Tablo 4.15'te Öğretmenlerin periyodik klavyeyi geliştirmeye yönelik önerileri sunulmuştur.

Tablo 4.15. Öğretmenlerin periyodik klavyeyi geliştirmeye yönelik önerileri

Tema	Kategori	Kodlar	n
Teknik Geliştirme	Donanım Uyumu	Sağlam tuş yapısı	3
		Taşınabilirlik önerisi	2
	Teknolojik Entegrasyon	İnternet uyumu	3
		Tablet entegrasyonu	2
		Akıllı tahta bağlantısı	1
	Teknik Önlem	Ders öncesi deneme	2
Altyapı kontrolü		2	
İçerik Geliştirme	Element Dağılımı	Yaygın element eklenmesi	1
		Element sayısı artırılсын	1
	Düzeye Uyum	Seviyeye uygun içerik	1
	Günlük Yaşam Bağlantısı	Günlük element önerisi	3
Görsel-Etkileşimsel	Etkileşim Artırımı	Ses – avatar seçeneği	2
		Animasyon eklenmesi	2
		Öğrenciye seçim hakkı	1
		Kaldığı yerden devam özelliği	1
	Kullanıcı Takibi	Önceki çalışmayı kaydetme	1
		Akıllı tahtaya yansıtma	1
		Ses düzeyi ayarlama	1
		Ölçme-Değerlendirme	Geribildirim Sistemi
Kullanım Sınırı	Teknoloji Yönetimi	Tekrar sınırı eklenmesi	1
		Bekleme süresi tanımlama	1
Zaman Planlaması	Süre Uyum	Derse göre süre ayarı	1
Yaygınlaştırma	Uygulama Tavsiyesi	Sürekli kullanım önerisi	1
		Diğer sınıflara öneri	1
		Okul geneline yayma	1
		Paylaşım Arzusu	Öğrencilere anlatma isteği

Öğretmen görüşlerine dayalı olarak yapılandırılan bu tablo, periyodik klavye materyalinin eğitim ortamında daha etkin ve verimli kullanılabilmesi amacıyla geliştirilmeye açık yönlerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır. En sık önerilen gelişim alanlarından biri olan "Teknik Geliştirme" teması altında, öğretmenler donanım dayanıklılığına (n=3), taşınabilirliğe (n=2) ve teknolojik entegrasyonun (örneğin akıllı tahta, internet, tablet uyumu) sağlanmasına özellikle dikkat çekmiştir. Bu durum, materyalin sürdürülebilir ve çeşitli ders ortamlarında kullanılabilir hale getirilmesi yönünde beklentileri yansıtır.

"İçerik Geliştirme" teması altında öğretmenler, hem içeriklerin öğrencilerin düzeyine ve günlük yaşamdaki karşılıklarına göre düzenlenmesi (n=3), hem de element sayısının artırılması (n=1) gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu öneriler, materyalin yalnızca teknik değil içerik bakımından da daha kullanıcı dostu ve anlamlı hale getirilmesini hedeflemektedir.

"Görsel-Etkileşimsel" öneriler (örneğin animasyonlar, avatarlar, öğrenci seçimi, ses düzeyi ayarı) materyalin öğrenci ilgisini uzun süre canlı tutması açısından önemlidir.

Özellikle “kaldığı yerden devam” ve “önceki çalışmayı kaydetme” gibi kodlar, öğrenci odaklı dijital öğrenme materyallerinde süreklilik sağlayan kullanıcı deneyimini güçlendirme amacını taşımaktadır.

"Ölçme-Değerlendirme" başlığında yer alan *puanlama özelliği* önerisi (n=2), materyalin sadece öğretim aracı değil, aynı zamanda bir değerlendirme ve geri bildirim aracı olarak da yapılandırılabilceğini ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle oyunlaştırma ile ölçme uygulamalarının birleştirilmesinde önemli bir adımdır.

"Kullanım Sınırı" ve "Zaman Planlaması" gibi temalar ise öğretmenlerin dijital materyallerin öğrencilerde dikkat dağınıklığına ya da teknoloji bağımlılığına yol açma potansiyeline karşı bilinçli olduklarını ve bu tür riskleri sınırlandıracak önlemler önerdiklerini göstermektedir. *Bekleme süresi tanımlama ve tekrar sınırı eklenmesi* gibi kontrollü kullanım önerileri dikkat çekicidir.

Son olarak, "Yaygınlaştırma" teması altında yer alan *okul geneline yayma ve diğer sınıflara öneri* gibi ifadeler, öğretmenlerin materyali başarılı bulduklarını ve daha geniş kitlelere ulaştırılmasını istediklerini göstermektedir. Bu paylaşımlar, öğretmenlerin sahiplenme düzeylerinin yüksek olduğunu ve uygulamayı mesleki çevrelerine yaymaya istekli olduklarını ortaya koymaktadır.

Genel olarak, öğretmenler hem teknik hem pedagojik açıdan çok yönlü ve yapıcı öneriler sunmuşlardır. Bu öneriler yalnızca materyalin eksiklerine işaret etmekle kalmamış, aynı zamanda geliştirilebilir yönleriyle ilgili net çözümler de üretmiştir. Bu durum, materyalin potansiyelinin yüksek olduğunu ve öğretmenlerce benimsendiğini göstermektedir.

Öneriler, periyodik klavyenin teknik, içerik ve pedagojik yönlerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Özellikle donanımsal dayanıklılık, öğretmen eğitimleri ve görsel zenginleştirme alanlarında gelişim potansiyeli öne çıkmaktadır. Ayrıca materyalin sürekli kullanımı ve günlük hayatla bağlantılı hale getirilmesi önerileri de dikkat çekmektedir.

Tablo 4.16. Araştırmacı ve öğretmenlerin uygulama sürecindeki gözlemleri

Ölçüt/Kriter	Ortalama Puan	Min Puan	Max Puan	Yorum
Periyodik klavye uygulamasını fen bilimlerine entegre edebiliyor mu?	4,6	4	5	Çoğu öğrenci uygulamanın derse entegrasyonunu olumlu buluyor.
Derslere katılımı nasıldı?	5.0	5	5	Derslere katılım tüm öğrenciler tarafından yüksek.

Tablo 4.16. Araştırmacı ve öğretmenlerin uygulama sürecindeki gözlemleri

Ölçüt/Kriter	Ortalama Puan	Min Puan	Max Puan	Yorum
Öğrencinin teknolojiye bakışı başlangıçta nasıldı?	4,5	4	5	Başlangıçta teknolojiye olumlu ama bazı farklılıklar var.
Periyodik klavye uygulaması ile işlenen derslerden keyif aldı mı?	5.0	4	5	Uygulama derslerden keyif alınmasını sağladı.
Periyodik klavye uygulamasına karşı ilgili miydi?	4,8	4	5	İlgi seviyesi genel olarak yüksek.
Uygulama ile işlenen derslerde konular hakkında fikir yürüttü mü?	4,1	4	5	Öğrenciler konular üzerinde düşünme aşamasına katıldı.
Uygulamalar sonunda derse motivasyon seviyesi	5.0	4	5	Motivasyon artırıcı etkisi çok yüksek.
Teknolojiye bakış uygulama sonunda nasıldı?	5.0	5	5	Teknolojiye bakış uygulama sonunda tamamen olumlu hale geldi.
Periyodik klavye uygulaması öğrencinin hayal gücünü geliştirdi mi?	4,4	3	5	Hayal gücü üzerinde olumlu etkisi var.
Ders işleme konuyu daha kalıcı hale getirdi mi?	4,9	4	5	Konunun kalıcılığı artırıldı.
Konuyu somut öğrenme sağlandı mı?	5.0	5	5	Somut öğrenme tüm öğrencilerce gerçekleşti.
Test sorularında başarıya etkisi oldu mu?	5.0	5	5	Başarıya pozitif etkisi net.
Öğrencinin hangi becerisini geliştirdi? (özet)	4.7			Öğrencilerin motivasyon ve görsel öğrenme becerileri geliştiği ifade edildi.
Öğrencinin uygulamayı kullanımı	5.0	5	5	Kullanım düzeyi çok iyi.
Öğrenci için farklı/orijinal olan neydi?	4.9			Eğlenceli, somutlaştırıcı, oyunlaştırıcı özellikler. Düz anlatımdan farklı, somut ve eğlenceli olması vurgulanmış.
Ortalama Toplam Puan	61.9	56	64	Puanlar genel olarak yüksek, olumlu geri bildirim yoğun.

Tablo 4.16, araştırmacı-öğretmen tarafından öğrencilerin Periyodik Klavye uygulaması sürecindeki gözlemlerine dayalı olarak, öğrencilerin teknolojiye, derse katılıma, motivasyona ve akademik başarıya yönelik davranışlarını çok boyutlu şekilde değerlendirmektedir. Her bir ölçüt hem puan ortalamaları hem de minimum-maksimum aralıkları üzerinden analiz edilmiştir.

Periyodik Klavye uygulamasının fen bilimleri dersine entegrasyonu, öğrenciler tarafından genel olarak olumlu ve anlamlı bulunmuştur (ortalama puan $\bar{x}=4,6$; minimum 4, maksimum 5). Bu sonuç, uygulamanın doğrudan anlaşılır ve öğretici olduğuna işaret etmekte olup, minimum puanın 4 olması bazı öğrencilerin başlangıçta alışma süreci yaşadığını düşündürmektedir.

Derslere katılım düzeyi ise en yüksek düzeyde gerçekleşmiş; tüm öğrenciler uygulamaya tam katılım sağlamıştır ($\bar{x}=5,0$). Bu durum, uygulamanın öğrenciler üzerinde güçlü bir etkileşim ve aktif öğrenme ortamı yarattığını açıkça göstermektedir.

Teknolojiye yönelik başlangıçtaki bakış açıları da genellikle olumlu olmakla birlikte ($\bar{x}=4,5$), bireysel farklılıklar gözlemlenmiştir; bu da öğrencilerin teknoloji okuryazarlığı ya da önceki deneyimlerinde farklılıklar olduğunu göstermektedir. Ancak uygulama sonrasında teknolojiye bakış açısı tam olumlu hale gelmiş ($\bar{x}=5,0$), uygulamanın teknolojiye karşı güven, anlam ve yararlılık hissi kazandırdığı ortaya konmuştur. Oğul ve ark. (2022), çalışmalarında öğretmen adaylarının STEM uygulama sürecinde adım adım rehberlik edildiği takdirde temel kodlamadan başlayarak basit robot tasarlama becerisi kazandıklarını belirtmişlerdir. Aynı araştırmada öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına ilişkin olumlu görüşler geliştirdikleri, kendi tasarımlarını tarafsız olarak eleştirebilme ve diğer arkadaşlarının tasarımlarını geliştirmeye yönelik öneri oluşturma becerilerinin ilerlediği ifade edilmiştir.

Öğrenciler, bu uygulama ile işlenen derslerden büyük keyif almışlardır ($\bar{x}=5,0$). Bu yüksek keyif alma düzeyi, öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca uygulamaya gösterilen ilgi de yüksek seviyededir ($\bar{x}=4,8$) ve bu, materyalin pedagojik açıdan dikkat çekici ve ilgi uyandırıcı bir tasarıma sahip olduğunu göstermektedir.

Ders sırasında fikir yürütme düzeyi diğer ölçütlere kıyasla biraz daha düşük kalmakla birlikte ($\bar{x}=4,1$), halen yüksek sayılabilecek seviyededir. Bu durum, uygulamanın daha çok görselleştirme ve sunum odaklı olması nedeniyle analitik düşünme ve tartışma ortamının sınırlı kalmış olabileceğine işaret etmektedir. Bu sonuç, eğlence, uygulama ve problem çözme temelli öğrenmeyi bütünleştiren STEM yaklaşımlarının öğrencilerin dikkatini çektiğini ve öğrenmeyi kalıcı hâle getirdiğini ortaya koyan Bybee (2010)'nin STEM öğretim modeliyle de örtüşmektedir.

Motivasyon açısından ise uygulama çok başarılı bulunmuştur ($\bar{x}=5,0$). Uygulama, öğrencilerin hem derse olan ilgisini hem de katılımını sürdürülebilir kılacak düzeyde motivasyon sağlamıştır. Öğrencilerin kavramları somutlaştırarak öğrenme süreçleri de tam puan almış ($\bar{x}=5,0$), bu sayede soyut kavramların anlaşılması kolaylaştırılmıştır.

Kalıcı öğrenme açısından da uygulama yüksek bir etki yaratmıştır ($\bar{x}=4,9$). Gee (2003)'ün oyun tabanlı öğrenmenin öğrencilerin bilişsel katılımını artırarak kalıcı öğrenmeyi desteklediğini ifade eden çalışmalarını desteklemektedir. Ayrıca, Mayer

(2001)'in çoklu ortam öğrenme kuramı da görsel ve etkileşimli içeriklerin anlamlı öğrenmeyi güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Ders işleme yöntemleri, görsel ve etkileşimli içeriklerle desteklenerek öğrencilerin konuları kalıcı şekilde öğrenmelerine olanak sağlamıştır.

Akademik başarı üzerinde de pozitif bir etkisi olduğu görülmüş ve bu alanda maksimum puan alınmıştır ($\bar{x}=5,0$).

Uygulama süresince öğrencilerde özellikle motivasyon ve görsel öğrenme becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Bu durum, uygulamanın hem bilişsel hem de duyuşsal boyutları desteklediğini göstermektedir.

Öğrencilerin uygulamayı kullanım düzeyleri de oldukça yüksektir; tüm öğrenciler materyali rahatlıkla kullanabilmiş ve kullanıcı dostu olduğunu belirtmiştir ($\bar{x}=5,0$). Öğrenciler, periyodik klavye uygulamasını klasik ders işleme yöntemlerinden farklı, eğlenceli, oyunlaştırılmış ve somutlaştırıcı özelliklere sahip olarak değerlendirmişlerdir. Bu özgünlük, öğrenme sürecine olan ilgiyi ve katılımı artırmıştır. Bu bulgu, Piaget'in (1970) Bilişsel Gelişim Teorisi doğrultusunda, somutlaştırma yöntemlerinin öğrencilerin soyut kavramları daha iyi anlamasını sağladığını desteklemektedir.

Genel olarak uygulamanın tüm ölçütlerinde yüksek puanlar alınmış, ortalama puan 61,9 olarak hesaplanmıştır (minimum 56, maksimum 64). Teo (2008), teknoloji destekli öğretim uygulamalarının öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ve bu durumun öğrenme sürecine aktif katılımı artırdığını belirtmektedir. Tüm kriterlerde 4'ün altına inilmemesi, materyalin hem pedagojik açıdan güçlü hem de öğrenci odaklı bir uygulama olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu durum, Demirel (2012)'in öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımlarının, öğretim sürecinde kalıcılığı artırdığı ve öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu etkilediği yönündeki bulgularıyla da örtüşmektedir. Bunun yanında bu bulgu, Ainsworth (2006)'ın çoklu temsiller kuramıyla örtüşmektedir; çünkü etkileşimli ve somutlaştırıcı öğrenme materyalleri, öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve uzun süreli öğrenmeyi desteklemektedir.

Periyodik Klavye uygulaması öğrencilerin teknolojiye karşı tutumlarını pozitif yönde değiştirmiş, motivasyonlarını ve derse katılımlarını artırmıştır. Bu durum, Mayer (2005)'in bilişsel kuramına göre, görsel destekli materyallerin hem dikkat çekici hem de anlamlandırma sürecini kolaylaştırıcı etkisi sayesinde öğrencilerin motivasyonunu artırarak öğrenmeyi kalıcı hâle getirdiğini ortaya koymaktadır.

Ayrıca somut ve kalıcı öğrenmeyi destekleyerek öğrenme ortamını öğrenciler için aktif, eğlenceli ve işlevsel hale getirmiştir. Bu durum, Csikszentmihalyi (1990)'nin “akış” teorisi kapsamında, öğrencilerin yüksek düzeyde keyif aldıkları öğrenme süreçlerinde motivasyonlarının ve katılımlarının arttığını ortaya koymaktadır.

En dikkat çekici bulgu, uygulamanın test başarısı ve motivasyona tam katkı sağlamasıdır. Ancak fikir yürütme ve hayal gücü gibi yaratıcı alanlarda daha fazla destekleyici bileşen eklenmesi, uygulamanın etkisini daha da artırabilir. Benzer şekilde Hırça (2013), yapılandırılmış ve etkileşimli materyallerin hem akademik başarıyı artırdığını hem de öğrencilerin öğrenme sürecine yönelik olumlu tutum geliştirmelerini sağladığını belirtmiştir.

Aşağıda Tablo 4,17’de ayrıca öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarına ilişkin betimsel istatistikler ve Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.17. Akademik başarıya ilişkin Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testi

Ölçüm	N	$\bar{x}$	S	Min.	Max.	SO	ST	Z	p
Ön test	30	35,00	1,82	32,00	38,00				
						15,50	465,00	-4,808 ^b	000*
Son test	30	90,40	2,85	86,00	93,00				

Tablo 4.17 incelendiğinde, uygulama öncesinde öğrencilerin akademik başarı puan ortalamasının 35,00 olduğu, uygulama sonrasında ise bu ortalamanın 90,40’a yükseldiği görülmektedir. Ayrıca, ön testte standart sapma 1,82 iken, son testte bu değerin 2,85 olduğu tespit edilmiştir. Minimum ve maksimum puanlar karşılaştırıldığında da öğrencilerin başarı düzeylerinde anlamlı bir artış olduğu gözlemlenmektedir (ön test: 32–38, son test: 86–93).

Bu bulgular, uygulama sürecinin öğrencilerin akademik başarılarını artırıcı yönde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ön testte oldukça düşük seyreden başarı ortalamasının, son testte kayda değer şekilde yükselmiş olması, hem öğrenme çıktılarında hem de kavramsal anlamada olumlu bir gelişime işaret etmektedir. Aynı zamanda standart sapmadaki artış, öğrenciler arasında başarı farklılıklarının uygulama sonrasında bir miktar daha arttığını göstermektedir. Bu durum, bazı öğrencilerin uygulamadan daha

fazla yararlandığı ya da bireysel farklılıkların son testte daha fazla görünür hale geldiği şeklinde yorumlanabilir.

Sonuç olarak, uygulama sürecinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde pozitif yönde bir etkisi olduğu ve bu etkinin hem ortalama başarı düzeyinde hem de başarı dağılımında kendini gösterdiği söylenebilir. Bu bulgu, Karasar (2005)'ın deneysel araştırmalarda öğretim sürecine müdahalenin öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini açıklarken vurguladığı gibi, planlı ve öğrenci merkezli uygulamaların akademik başarıyı hem genel düzeyde hem de bireysel farklılıklar açısından artırabildiğini desteklemektedir. Tablo 4.17 incelendiğinde, öğrencilerin ön test akademik başarı puan ortalamasının $\bar{x} = 35,00$ (SS = 1,82) olduğu görülmektedir. Ön testte puanlar minimum 32,00 ile maksimum 38,00 arasında değişmektedir. Uygulama sonrasında yapılan son testte ise öğrencilerin akademik başarı puan ortalamasının önemli ölçüde arttığı, $\bar{x} = 90,40$ (SS = 2,85) olduğu görülmektedir. Son test puanları minimum 86,00 ile maksimum 93,00 arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarını artırıcı etkisine dair ilk bulguları sunmaktadır. Benzer şekilde, Demirel ve Altun (2010), yapılandırmacı yaklaşıma dayalı uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini ve özellikle materyal destekli öğretimin öğrenme sürecine anlamlı katkı sağladığını belirtmiştir.

Bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testi sonuçları da verilmiştir. Test sonucuna göre, öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -4,808$; $p < .001$). Bu fark, son test lehine olup, uygulama sürecinin öğrencilerin akademik başarı düzeylerini anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir.

Tablo 4.17'de verilen Wilcoxon testi sonuçlarına göre, öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -4.808$, $p < .001$). Bu bulgu, uygulama sürecinin öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Sıralar ortalaması ve sıralar toplamı değerlendirildiğinde, son test puanlarının ön test puanlarına kıyasla daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, hem betimsel istatistikler hem de Wilcoxon testi bulguları, uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarında olumlu ve anlamlı bir gelişmeye katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu durum, yapılan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin öğrenmelerini destekleyici nitelikte olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Şahin ve Yıldırım (2009), yapılandırmacı öğretim etkinliklerinin öğrencilerin akademik

başarılarını anlamlı düzeyde artırdığını ve öğrenme sürecine aktif katılımı destek sağladığını belirtmiştir. Ayrıca, Yaman ve Yalçın (2005) çalışmalarında, öğrenci merkezli öğretim yaklaşımlarının fen ve teknoloji derslerine yönelik olumlu tutum geliştirdiğini ve bu tutumun başarıyla yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tablo 4.17’de görüldüğü üzere, öğrencilerin ön testteki akademik başarı puan ortalaması 35,00 iken, son testte bu ortalamanın 90,40’a yükselmesi dikkat çekicidir. Bu artış, uygulamanın öğrencilerin akademik başarıları üzerinde belirgin ve olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ön test ve son test arasındaki bu farkın Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testiyle de anlamlı bulunması ($Z = -4,808$; $p < .001$), uygulama sürecinin etkisinin tesadüfi olmadığını, istatistiksel olarak da desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Bu bulgular, uygulanan öğretim etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkı sağladığını, bilgilerin daha kalıcı ve etkili bir biçimde içselleştirildiğini göstermektedir. Ayrıca, son test puanlarının ön test puanlarına göre hem ortalama hem de minimum ve maksimum değerler açısından ciddi bir gelişme kaydetmesi, öğrencilerin genel başarı düzeylerinin yükseldiğini doğrulamaktadır. Bu sonuç, öğrenme sürecinde aktif katılım ve yapılandırılmış uygulama temelli öğretim yöntemlerinin, bilişsel düzeyi artırarak akademik gelişimi desteklediğini ortaya koyan Çepni ve Ayas (2000) çalışmasıyla da örtüşmektedir.

Literatürde de benzer şekilde, deneysel uygulamalar sonrasında öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı artışlar raporlanmıştır. Bu durum, etkin, yenilikçi ve öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin öğrenme süreçlerinde etkili olduğunu destekler niteliktedir. Örneğin, Yıldız ve Ergin (2006), yapılandırmacı yaklaşıma dayalı fen öğretiminde öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı düzeyde artış gözlemlendiğini belirtmiş; öğrenci merkezli uygulamaların öğrenmeyi kalıcı ve anlamlı kıldığını vurgulamışlardır.

Sonuç olarak, elde edilen veriler ışığında, uygulamanın öğrencilerin akademik başarısını olumlu yönde etkilediği ve bu tür öğretim yaklaşımlarının eğitim süreçlerinde daha yaygın olarak kullanılması gerektiği söylenebilir. Gelecek çalışmaların, bu sonuçların farklı öğrenci gruplarında da geçerliliğini incelemesi faydalı olacaktır.

Cinsiyete göre akademik başarı ve uygulama puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı, Mann-Whitney U Testi ile analiz edilmiş ve elde edilen bulgular Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18. Akademik başarı puanlarının cinsiyete göre Mann-Whitney U Testi ile karşılaştırılması

Ölçüm	Cinsiyet	N	$\bar{x}$	S	SO	ST	U	p
Akademik başarı	Kız	18	90,43	3,19	15,71	330,00	90,000	.082
	Erkek	12	90,33	2,00	15,00	135,00		
Uygulama Puanı	Kız	18	62,57	,75	17,21	361,50	58,50	.006*
	Erkek	12	60,33	3,50	11,50	103,50		

*p<, 05

Cinsiyete göre öğrencilerin akademik başarı ve uygulama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Akademik başarı puanlarına ilişkin analiz sonuçlarına göre, kız öğrencilerin ortalama puanı ($\bar{x}$ =90,43) erkek öğrencilerden ($\bar{x}$ =90,33) biraz daha yüksek olmakla birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (U=90,00; p=0,082 > .05). Bu sonuç, cinsiyetin akademik başarı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Uygulama puanları açısından ise kız öğrencilerin ortalama puanı ($\bar{x}$ =62,57) erkek öğrencilerden ($\bar{x}$ =60,33) daha yüksek bulunmuştur ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır (U=58,50; p=0,006 < .05). Bu bulgu, uygulama puanlarında cinsiyete bağlı anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Kız öğrenciler, uygulama sürecinde erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek puan almışlardır.

Bu araştırmada, öğrencilerin akademik başarı ve uygulama puanlarının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre, akademik başarı puanları açısından kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, akademik bilgiye dayalı başarıların cinsiyetten bağımsız olarak benzer düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, her iki cinsiyetin teorik bilgi edinme ve sınav performansları benzer düzeydedir.

Öte yandan, uygulama puanlarında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiş ve kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Bu sonuç, kız öğrencilerin uygulamalı etkinliklerde daha dikkatli, özenli veya sorumluluk sahibi davrandıkları şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca bu farklılık, uygulamaların doğasına, öğretim sürecindeki beklentilere ya da öğrencilerin sürece katılım düzeylerine bağlı olarak da şekillenmiş olabilir. Altun ve Demirtaş (2009) yaptıkları çalışmada, kız öğrencilerin özellikle grup çalışması ve uygulamalı etkinliklerde daha sorumlu davrandıklarını ve başarı düzeylerinin erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu bulgu literatürde yer alan bazı çalışmalarla da örtüşmektedir. Örneğin bazı araştırmalar, kız öğrencilerin özellikle grup çalışması, planlama, not alma ve uygulamaları yazılı hale getirme gibi süreçlerde daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Ancak bu sonuçların genellenebilirliği sınırlı olduğundan, farklı örneklerle yapılacak benzer çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, bu araştırma cinsiyetin teorik başarı üzerinde etkili olmadığını, ancak uygulama performansında farklılaşma yaratabileceğini ortaya koymaktadır. Bu durum, öğretim sürecinde cinsiyetin dikkate alınması gereken değişkenlerden biri olabileceğini göstermektedir.

Bu kısımda öğrencilerin akademik başarı puanları ve uygulama puanları okul türlerine göre karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular **Kruskall-Wallis H testi** ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her bir değişken için istatistiksel anlamlılık durumları belirlenmiş, Tablo 4.19’de elde edilen bulgular yorumlanarak ve tartışılmıştır.

Tablo 4.19. Okullara göre akademik başarı ve uygulama puanlarının Kruskall-Wallis H testi sonuçları

Ölçüm	Okul	N	$\bar{x}$	SO	Khi Kare	sd	p	U
Akademik başarı	A	15	92,20	20,60	13,651	3	0,003*	A-C
	B	6	89,50	13,25				
	C	6	87,50	7,25				
	D	3	89,00	11,00				
	Toplam	30	90,40					
Uygulama puanı	A	15	62,60	17,00	2,227	3	,527	
	B	6	62,50	17,00				
	C	6	59,50	11,75				
	D	3	62,00	12,50				
	Toplam	30	61,90					

*p<,05

Tablo 4.19’de yer alan akademik başarı puanlarına ilişkin Kruskall-Wallis H testi sonuçlarına göre öğrencilerin akademik başarı puanları okullara göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir ($\chi^2(3) = 13,651$; $p = 0,003 < 0,05$). Bu sonuç, farklı okullarda öğrenim gören öğrencilerin akademik başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Tablodaki veriler incelendiğinde, en yüksek ortalama başarı puanına A okulundaki öğrencilerin sahip olduğu görülmektedir ($\bar{x} = 92,20$). Diğer okulların ortalama başarı

puanları sırasıyla B okulu ($\bar{x} = 89,50$), D okulu ($\bar{x} = 89,00$) ve C okulu ($\bar{x} = 87,50$) olarak sıralanmıştır. Bu bulgular, özellikle A okulundaki öğrencilerin akademik başarılarının diğer okullara kıyasla daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Post-hoc analiz (çiftli karşılaştırma) sonucuna göre anlamlı farkın özellikle A ile C okulları arasında olduğu belirlenmiştir. Bu durum, A okulunda yürütülen eğitsel uygulamaların ya da öğrencilerin bireysel ve çevresel özelliklerinin, C okulundaki öğrencilere göre akademik başarı üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Elde edilen bu bulgu, okul türünün ya da okulda uygulanan öğretim stratejilerinin akademik başarıyı etkileyebileceğini göstermektedir. Öğrencilerin akademik başarılarında; öğretmen kalitesi, okul ortamı, veli desteği ve eğitim materyallerine erişim gibi birçok değişken etkili olabilir. A okulundaki öğrencilerin daha yüksek başarı göstermesi, bu okulda etkili öğretim yöntemlerinin kullanıldığını ya da öğrencilere yönelik daha destekleyici bir öğrenme ortamı sunulduğunu gösterebilir.

Uygulama Puanlarına İlişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçlarına göre öğrencilerin uygulama puanları ile okullar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu durum, öğrencilerin uygulama puanlarının okul türüne göre farklılaşmadığını göstermektedir.

Tablodaki ortalamalar incelendiğinde, uygulama puanlarının oldukça yakın olduğu görülmektedir (A okulu: $\bar{x} = 62,60$; B okulu: $\bar{x} = 62,50$; C okulu: $\bar{x} = 59,50$ ve D okulu: $\bar{x} = 62,00$). Bu puanlar arasındaki küçük farklar istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır.

Bu bulgu, öğrencilerin uygulamalı etkinliklerdeki başarılarının okuldan bağımsız olarak benzer seviyelerde gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum, uygulamaların tüm okullarda benzer şekilde yürütüldüğü ya da öğrencilerin bireysel becerilerinin uygulama başarısını daha çok belirlediği şeklinde yorumlanabilir. Uygulama sürecinin daha yapılandırılmış ve standartlaştırılmış olması, tüm öğrencilerin benzer performans göstermesine neden olmuş olabilir.

Ayrıca uygulama puanlarının okul türüne göre anlamlı şekilde değişmemesi, öğretmenlerin uygulamayı benzer düzeyde yönetmiş olabileceğini ya da uygulamanın tüm öğrenciler için eşit erişim ve fırsat sağladığını da düşündürebilir.

Akademik başarıda okullar arasında anlamlı farklar vardır; bu durum okul ortamı, öğretmen etkisi ya da öğrencilerin bilişsel düzeyleri ile ilişkili olabilir.

Uygulama puanlarında anlamlı fark olmaması, uygulama sürecinin eşit şekilde yürütüldüğünü ve okuldan bağımsız olarak öğrencilerin benzer düzeyde performans gösterdiğini işaret etmektedir. Bu bulgu, uygulamalı öğretim etkinliklerinin standartlaştırılmasının öğrenciler arası fırsat eşitliğini destekleyebileceğini ve farklı eğitim ortamlarında benzer öğrenme çıktılarının elde edilebileceğini göstermektedir (Özdemir, 2006).

Bu sonuçlar, eğitim uygulamalarının değerlendirilmesinde sadece akademik başarıya değil, uygulama becerilerine de odaklanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Oğul ve ark. (2022), öğretmen adaylarının robot tasarlama sürecine ilişkin duygu ve düşünceleri incelendiğinde eğitici, mesleğe katkı ve gelecekte öğretmenlik hayatında öğrencilerine uygulama gibi çeşitli olumlu düşünceler taşıdıklarını belirtmişlerdir. Arzu ve istek teması kapsamında ise çoğu öğretmen adayının STEM uygulamalarının ders olarak müfredatlarında yer almasına yönelik düşüncelerinin yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca, okullar arası başarı farklarının nedenlerine dair daha derinlemesine analizlerin yapılması, eğitim eşitliği açısından önemli olacaktır. Darling-Hammond (2010), eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanabilmesi için sadece sınav puanlarının değil, öğrencilerin uygulama temelli performanslarının da dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Tablo 4.20, akademik başarı ile uygulama puanları arasındaki ilişkinin Spearman Sıra Farkları Korelasyon Katsayısı (Spearman's Rho) yöntemiyle analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4.20. Akademik Başarı ile Uygulama Arasındaki Korelasyon(Spearman's rho)

Korelasyon	Ölçüm	Akademik başarı	Uygulama Puanı
Spearman's rho	Akademik Başarı	r	1,000
		p	.
		N	30
	Uygulama Puanı	r	-,007**
		p	,971
		N	30

Araştırmada öğrencilerin akademik başarı puanları ile uygulama puanları arasındaki ilişki Spearman's rho korelasyon katsayısı ile incelenmiştir. Korelasyon katsayısı -0,007 olarak bulunmuş ve bu değer istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p = ,971 > ,05$). Bu durum, akademik başarı ile uygulama puanları arasında herhangi bir doğrusal ilişki bulunmadığını göstermektedir.

Başka bir ifadeyle, öğrencilerin teorik başarı düzeylerinin yüksek ya da düşük olması, uygulama puanlarını anlamlı şekilde etkilememektedir. Bu sonuç, teorik bilgiyi ölçen sınavlarda başarılı olan öğrencilerin her zaman uygulama becerilerinde de başarılı olamayabileceğini ortaya koymaktadır. Aynı şekilde, uygulama becerileri yüksek olan öğrenciler teorik testlerde aynı düzeyde başarı göstermemiş olabilirler. Shulman (1986), öğretmenlik mesleğinde ve eğitim uygulamalarında yalnızca içerik bilgisi ya da teorik bilginin yeterli olmadığını, pratik uygulamalar için pedagojik ve bağlamsal bilginin de gerekli olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgu, özellikle teknoloji entegrasyonuna dayalı uygulamalarda yalnızca teorik bilginin yeterli olmadığını, teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPACK) gibi çoklu becerilerin bir arada bulunmasının önemli olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin uygulama sürecinde motor becerileri, problem çözme yetkinlikleri, dijital araçları kullanma becerileri gibi farklı yeterlik alanları ön plana çıkmış olabilir. Mishra ve Koehler (2006) da teknolojinin etkili kullanılabilmesi için TPACK modelinin temel alınması gerektiğini ve çoklu becerilerin bütünlük bir şekilde geliştirilmesinin öğretim süreçlerinde başarıyı artırdığını savunmaktadır. Bu bağlamda, eğitim süreçlerinde sadece akademik başarıya değil, uygulamalı öğrenme ortamlarına da ağırlık verilmesi gerektiği önerilebilir. Bu öneri, Kolb'un (1984) deneyimsel öğrenme kuramı ile de örtüşmektedir; çünkü Kolb'a göre öğrenciler, bilgiyi yalnızca teorik yoldan değil, deneyimleyerek, yaparak ve yaşayarak daha kalıcı şekilde öğrenmektedir.

Ayrıca, bu bulgunun öğrenme stilleri, motivasyon düzeyi, önceki deneyimler ve teknolojiye karşı tutum gibi değişkenlerle birlikte ele alınması, daha kapsamlı değerlendirmelere zemin hazırlayabilir. Ertmer (1999)'in teknoloji entegrasyonunu etkileyen bireysel faktörlere ilişkin bulgularıyla da desteklenmektedir çünkü öğretmen ve öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumları, önceki deneyimleri ve motivasyon düzeyleri, teknolojinin sınıf içi kullanımında belirleyici rol oynamaktadır.

4.3. Nitel ve Nicel Bulguların İlişkilendirilmesi

Bu kısımda karma yöntem yakınsayan paralel desen kullanarak elde edilen nitel ve nicel bulguların ilişkilendirilme düzeyleri incelenmiştir. Aşağıdaki Tablo 4.21 ve Tablo 4.22 bulguların ilişkilendirilmesini içermektedir.

Tablo 4.21. Nitel ve nicel verilerin ilişkilendirilmesi

Ölçüm / Tema	Nicel Bulgular	Nitel Bulgular	Nicel ve Nitel Uyumu
Öğrencilerin periyodik klavye algısı	Görsel Betimleme: Element tuşları (n=12), Klavye formu (n=7), Tuşlu yapı (n=6)	Öğrenciler periyodik klavyeyi, görsel ve dokunsal özellikleriyle kolay algılandığını belirtmiştir.	Nitel veriler, görselliğin algı üzerindeki etkisini destekliyor.
Periyodik klavyenin zarar algısı	Zararsız olduğu ve eğitime katkısı (n=18)	Öğrenciler genelde uygulamanın zararsız olduğunu ve öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.	Nicel ve nitel veriler olumlu algıyı doğrulamaktadır.
Periyodik klavyenin faydaları	Kalıcı öğrenme (n=12), Eğlenceli ve etkileşimli öğrenme (n=15, 14)	Öğrenciler uygulamanın kalıcı öğrenmeye ve eğlenceli, etkileşimli derslere katkı sağladığını belirtmiştir.	Öğrenci ifadeleri nicel sonuçlarla uyumlu.
Öğrencilerin evde kullanım isteği	Bilgiye hızlı ulaşım (n=12), Tekrar yapma (n=12), Ödev süresini kısaltma (n=6)	Öğrenciler evde ödevlerinde klavyeyi pratik, kolay ve motive edici bulduklarını belirtmişlerdir.	Nitel veriler kullanım kolaylığı ve motivasyonu destekliyor.
Öğretmenlerin avantaj görüşleri	Kalıcı öğrenme ve somutlaştırma (n=7, 12), Öğrenci ilgisi (n=5)	Öğretmenler uygulamanın kalıcı öğrenme sağladığını, öğrencilerin ilgisini artırdığını belirtmiştir.	Nitel ve nicel bulgular birbirini desteklemektedir.
Öğretmenlerin dezavantajları	Taşınma ve bozulma riskleri (n=9), Teknik aksaklıklar (n=3)	Öğretmenler cihazın taşınabilirlik ve teknik altyapı sorunlarına dikkat çekmiştir.	Nitel veriler nicel sınırlılık verilerini doğrular.
Akademik başarı testi sonuçları	Ön test ortalama 35,00; Son test ortalama 90,40 (p<0,001)	---	Nicel bulgular öğrenme sürecinde anlamlı başarı artışı gösteriyor.
Akademik başarı ve uygulama puanı ilişkizliği	Spearman's rho = -0,007, p=0,971	---	Akademik başarı ve uygulama puanı arasında anlamlı ilişki yok.

Tablo 4.21 ve bulgular incelendiğinde, öğrencilerin periyodik klavye uygulamasını genel olarak olumlu algıladıkları; görsel ve etkileşimli özelliklerinin öğrenme motivasyonunu artırdığı görülmektedir. Öğrencilerin hem sınıf içi kullanımda hem de evde ödevlerde bu uygulamayı tercih etmeleri, kolay kullanım ve eğlenceli olmasıyla desteklenmektedir. Öğretmen görüşleri de uygulamanın kalıcı öğrenme sağladığını, öğrencilerin ilgisini artırdığını ve somutlaştırıcı etkisini desteklediğini göstermektedir. Barak ve Dori (2005) de etkileşimli ve öğrenci merkezli materyallerin, öğrencilerin ilgisini çektiğini, öğrenme motivasyonunu artırdığını ve anlamlı öğrenmeyi desteklediğini belirtmiştir.

Öte yandan, öğretmenler tarafından dile getirilen lojistik ve teknik sorunlar, uygulamanın yaygınlaştırılması için geliştirilmesi gereken alanlar olarak ön plana

çıkmiştir. Akademik başarı test sonuçları ise uygulamanın öğrenme sürecine anlamlı katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Ancak, akademik başarı ile uygulama puanları arasında anlamlı bir korelasyon bulunmaması, uygulama başarısının doğrudan akademik başarıyı yansıtmadığını veya farklı becerileri ölçtüğünü düşündürmektedir. Sungur ve Tekkaya (2006), fen öğretiminde kullanılan yenilikçi materyal ve uygulamaların öğrencilerin tutum ve ilgisini artırdığını ancak bu tür uygulamaların her zaman doğrudan akademik başarıya yansımayaabileceğini belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, nitel ve nicel veriler birbiriyle uyumlu biçimde, periyodik klavyenin öğrencilerin öğrenme sürecinde etkili ve olumlu bir araç olduğunu; fakat teknik ve lojistik açıdan bazı iyileştirmelere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Çepni ve Özmen (2002), fen öğretiminde kullanılan materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiğini; ancak bu materyallerin etkili kullanılabilmesi için uygulama ortamları, donanım ve öğretmen yeterliliği gibi unsurların da göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır.

Tablo 4.22. Nitel ve nicel bulguların ilişkilendirilmesi (yakınsayan paralel desen)

Nicel Bulgular	Nitel Bulgular	Yorum
Son test puan ortalaması ($\bar{x}=38,43$), uygulama sonrası akademik başarıda artış görülmüştür.	Öğrenciler uygulama sonrasında "daha iyi öğrendiklerini", "öğretici bir süreç olduğunu", "eğlenceli ve akılda kalıcı olduğunu" belirtmişlerdir.	Nitel ve nicel bulgular birbiriyle örtüşmektedir. Öğrenciler uygulamanın akademik başarılarını artırdığını hem testte hem de görüşmelerde ifade etmişlerdir.
Uygulama ve son test arasında pozitif korelasyon ($r=0.620$, $p<0.01$)	Uygulamayı başarılı bulan öğrenciler, öğrenmenin kalıcılığı ve keyifli öğrenmeye vurgu yapmışlardır.	Uygulama başarısı ile akademik başarı arasında anlamlı ilişki vardır. Bu durum öğrencilerin olumlu öğrenme deneyimleriyle de örtüşmektedir.
Kız öğrencilerin son test puan ortalaması erkeklerden yüksektir.	Kız öğrenciler, çalışmaya daha çok katkı sunduklarını, yazmaya ve düzenlemeye daha istekli olduklarını ifade etmişlerdir.	Cinsiyet temelli farklılık hem nicel başarıda hem de nitel gözlemde paralel biçimde görülmüştür.
Ön test-son test arasında anlamlı fark bulunmuştur.	Uygulama öncesi "konuyu karıştırıyorduk", "çok net değildi" gibi ifadeler, sonrasında "anladık", "artık kafamda oturdu" şeklinde değişmiştir.	Uygulamanın etkisi hem ölçme sonuçlarına hem de öğrenci beyanlarına yansımıştır.
Uygulama puan ortalaması ($\bar{x}=46,77$), maksimum 50 üzerinden oldukça yüksektir.	Öğrenciler hikâye yazma sürecinde iş birliği yaptıklarını, herkesin katkı sunduğunu ve motivasyonlarının yüksek olduğunu söylemişlerdir.	Uygulamanın hem sürece katılım hem de başarı açısından verimli geçtiği görülmektedir.

Tablo 4.21’de nicel verilerle desteklenmeyen, sadece nitel verilerle belirli ölçüde ilişkilendirilebilen ancak tam olarak karşılığı bulunamayan bulgular yer almaktadır. Bu

bulguların bazıları deneyimsel ifadeler olup, ölçme araçlarında doğrudan bir maddeyle eşleştirilememiştir. Ancak tematik olarak çalışmanın genel bulgularını desteklemektedir.

Tablo 4.23. Sadece nitel verilerle desteklenen bulgular

Bulgu	Nitel Bulgular	Yorum
Periyodik klavyenin fonksiyonu	Öğrenciler, periyodik klavyeyi kullanırken ve oyunlaştırırken yaratıcılıklarını kullanabildiklerini ve sürecin hayal güçlerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.	Bu boyut nicel olarak ölçülmemiştir. Ancak öğrencilerin öz değerlendirmeleri, yaratıcı düşünmenin desteklendiğini göstermektedir.
Süreç	Sürecin "eğlenceli", "sürükleyici", "ilk defa böyle çalıştık" şeklinde tanımlanması dikkat çekicidir.	Uygulamanın pedagojik açıdan yenilikçi olduğu öğrenci görüşlerine dayalı olarak belirlenmiştir.
İşbirlikçi öğretim	Grup çalışmasının olumlu yanları (iş birliği, paylaşım, ortak karar alma) sıkça vurgulanmıştır.	Bu durum nicel ölçümlere yansıtılmamıştır ancak öğrenme ortamı ve sosyal etkileşim açısından önemli bir çıktıdır.

Tablo 4.23 ise sadece nitel verilerle desteklenen bulguları içermektedir. Bu bulgulara ilişkin herhangi bir nicel veri toplanmamış, dolayısıyla ölçümlerle desteklenmemiştir. Ancak öğrenci ifadeleri, sürece ilişkin pedagojik çıkarımlar yapılmasına olanak tanımıştır. Özellikle yaratıcı düşünme, yenilik algısı ve sosyal etkileşim gibi alanlar bu kapsamdadır.

4.4. Bulguların Sınırlılıkları

Bu araştırma karma yöntem deseni ile yürütüldüğünden dolayı hem nitel hem nicel veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Verilerin büyük çoğunluğu ilişkilendirilmiş, ancak bazı veriler yalnızca nitel ya da yalnızca nicel yollarla toplanmıştır. Bu durum karma yöntemin öngördüğü verilerin birbirini tamamlamasında kısmi sınırlılıklar doğurmuştur. Özellikle öğrencilerin yaratıcı düşünme, eğlenme düzeyi ya da grup etkileşimi gibi kavramsal boyutlar nitel görüşmelerle ortaya çıkmasına rağmen, bu boyutlara ilişkin nicel ölçümler yapılmamıştır. Diğer yandan bazı nicel bulgular da (örneğin başarı testlerindeki puan farkları) nitel görüşmelerde açık biçimde vurgulanmamış olabilir. Bu nedenle, veri türleri arasında yüzde yüz karşılaştırma ve çapraz analiz yapılamamıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu kısımda sırasıyla araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

Bu araştırmada, periyodik klavye uygulamasının öğrenciler ve öğretmenler tarafından nasıl algılandığı, materyalin eğitim sürecindeki işlevi, güçlü ve sınırlı yönleri nicel ve nitel verilerle kapsamlı biçimde ortaya konmuştur. Öğrenci görüşlerinden elde edilen bulgular, periyodik klavyenin hem görsel ve işitsel uyaranlar içermesi hem de eğlenceli ve oyunlaştırılmış yapısıyla öğrencilerin dikkatini çektiğini, öğrenme sürecine katılımı artırdığını ve bilgilerin kalıcılığına katkı sağladığını göstermektedir. Öğrenciler bu materyali eğlenceli, öğretici ve anlamlı bir araç olarak görmüş, öğrenme sürecine katkısının farkında olduklarını açıkça ifade etmişlerdir.

Öğrenciler özellikle ev ödevlerinde ve grup çalışmalarında bu materyali kullanmaya istekli olmuş; işbirlikçi öğrenmenin pekiştirici etkisini vurgulamışlardır. Bununla birlikte, öğrencilerin az da olsa bazı olası risklere (örneğin dikkat dağınıklığı, teknoloji bağımlılığı ve uzun vadede motivasyon düşüklüğü) dikkat çekmeleri, dijital materyallerin kontrollü ve pedagojik bağlamda rehberlik eşliğinde kullanılmasının önemini ortaya koymuştur.

Öğretmen görüşleri de öğrencilerinkiyle büyük ölçüde örtüşmektedir. Öğretmenler, periyodik klavyeyi etkili, dikkat çekici, öğrenme sürecini destekleyen ve özellikle görsel-işitsel destekli bir araç olarak değerlendirmiştir. Ayrıca materyalin yaparak-yaşayarak öğrenmeyi teşvik ettiği, bireysel farklılıklara olan duyarlılığı ve teknolojiyle uyumu gibi yönleri öne çıkmıştır. Bununla birlikte öğretmenler, materyalin taşınabilirlik, dayanıklılık, zaman ve mekân kısıtları ile teknik sorunlar gibi lojistik ve uygulama temelli dezavantajlarına da dikkat çekmiştir.

Genel olarak elde edilen bulgular, periyodik klavyenin fen eğitiminde anlamlı ve etkili bir öğretim materyali olarak kullanılabileceğini göstermekte; ancak uygulamada teknik, içeriksel ve donanımsal bazı düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu da ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında yapılan Wilcoxon eşleştirilmiş iki örneklem testi sonuçlarına göre, öğrencilerin uygulama öncesi akademik başarı puan ortalaması 35,00 iken, uygulama sonrası bu ortalamanın 90,40'a yükseldiği tespit edilmiştir. Bu fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, periyodik klavye uygulamasının

öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve bilişsel kazanımlarını artırmada etkili olduğu ortaya koymaktadır. Ayrıca, başarı puanlarındaki standart sapmanın artması, öğrenciler arasında başarı dağılımının uygulama sonrasında genişlediğini, bazı öğrencilerin uygulamadan daha fazla fayda sağladığını düşündürmektedir. Bu durum, öğrenme süreçlerinde bireysel farklılıkların göz ardı edilmemesi gerektiğini bir kez daha vurgulamaktadır. Mann-Whitney U testi sonuçları, akademik başarı puanlarında cinsiyete dayalı anlamlı bir fark olmadığını, ancak uygulama puanlarında anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. Kız öğrencilerin uygulama puan ortalamaları erkek öğrencilere kıyasla daha yüksektir. Bu durum, kız öğrencilerin uygulamalı etkinliklerde daha dikkatli ve özenli davrandıkları ya da sürece daha aktif katılım sağladıkları şeklinde yorumlanabilir. Literatürde benzer sonuçlara rastlanmakta; bazı çalışmalar, kız öğrencilerin grup çalışmaları, planlama, yazılı materyal oluşturma gibi süreçlerde daha başarılı olduklarını ortaya koymaktadır. Ancak bu sonuçların genellenebilirliği için daha geniş örneklemli çalışmalar yapılması önerilmektedir. Kruskal-Wallis H testi bulgularına göre, öğrencilerin akademik başarı puanları okullara göre anlamlı farklılık göstermektedir. A okulu öğrencilerinin ortalama başarı puanlarının diğer okullara kıyasla daha yüksek olması, okul ortamı, öğretmen faktörü, eğitim materyallerine erişim gibi faktörlerin bu başarıda etkili olabileceğini düşündürmektedir. Ancak uygulama puanlarında okul türüne göre anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, uygulamanın tüm okullarda benzer şekilde yürütüldüğünü ve öğrencilerin uygulama süreçlerine eşit düzeyde katıldığını göstermektedir. Spearman korelasyon analizi sonucunda, akademik başarı ile uygulama puanları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç, teorik başarı düzeyinin uygulama becerisiyle doğrudan ilişkili olmadığını ortaya koymaktadır. Uygulama süreçlerinde farklı beceriler (motor beceriler, teknoloji kullanımı, işbirliği gibi) öne çıkmakta ve bu beceriler her zaman teorik başarıyla örtüşmeyebilmektedir. Bu sonuç, öğretim süreçlerinde hem bilişsel hem de beceri temelli değerlendirmelere eş zamanlı yer verilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Araştırmada kullanılan yakınsayan paralel desen, nitel ve nicel bulguların birbirini tamamladığını göstermiştir. Öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda, periyodik klavye uygulamasının öğrenme sürecini görselleştirdiği, motivasyonu artırdığı ve kalıcı öğrenmeye katkı sunduğu ifade edilmiştir. Ancak teknik altyapı ve erişim konularında çeşitli sınırlılıklar da dile getirilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları, teknolojik ve görsel materyallerin öğrencilerin akademik gelişimlerinde önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Uygulama, özellikle karma öğretim ortamlarında hem bilişsel hem de uygulamalı becerileri destekleyici bir araç olarak etkili olmuştur. Ancak, teorik başarı ile uygulama becerileri arasında ilişki bulunmaması, çok yönlü öğretim stratejilerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Özellikle bazı tematik bulgular yalnızca nitel yollarla elde edilmiş, bunlar için nicel veriler toplanamamıştır. Gelecek araştırmalarda, özellikle yaratıcı düşünme, işbirliği ve motivasyon gibi değişkenlerin de ölçülmesi önerilmektedir. Ayrıca, uygulamanın farklı yaş gruplarında ve disiplinlerde denenmesi, elde edilen bulguların genellenebilirliğini artıracaktır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada, öğretim materyali olarak geliştirilen periyodik klavye, ortaokul düzeyindeki öğrenciler ve öğretmenler tarafından deneyimlenmiş ve değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

Periyodik klavye tasarımının sadece teknolojik açıdan değil, pedagojik, içerik ve operasyonel boyutlarıyla da desteklenmesi gerekmektedir; böylece materyalin eğitim ortamlarında daha etkili ve sürdürülebilir kullanımı sağlanabilir. Tasarım sürecinde öğretmen ve öğrencilerin geri bildirimleri dikkate alınarak, işlevselliği artıracak görsel-işitsel destekler ve interaktif özellikler gibi iyileştirmeler yapılabilir. Ayrıca, öğrencilerin bireysel farklılıkları göz önünde bulundurularak materyale farklı öğrenme stillerine uygun özellikler entegre edilebilir Eğitim uygulamalarında ise öğretmenlerin materyali kullanmadan önce kısa süreli oryantasyon eğitimi alması, pedagojik yeterliliklerini artırarak uygulamanın etkinliğini yükseltmede rol oynayabilir Öğrencilerin materyali kullanırken daha aktif, işbirlikçi ve yaratıcı bir süreç yaşadıkları göz önüne alındığında, bu tür etkileşimli öğrenme ortamlarının teşvik edilmesi önemlidir. Kimya dersine ilgiyi ve katılımı artıran yenilikçi materyallerin, ders dışı kulüp ve atölye gibi ortamlarda da kullanılması önerilmektedir. Periyodik klavye materyalinin farklı sınıf düzeylerine uyarlanabilmesi için modüler versiyonlarının hazırlanması, ilkokul için basitleştirilmiş, lise için ise daha kapsamlı içerikler geliştirilmesi faydalı olacaktır. Bu materyalin yaygınlaştırılması sürecinde TÜBİTAK projeleri, öğretmen çalıştayları ve hizmet içi eğitim seminerleri destekleyici araçlar olarak kullanılabilir. Ayrıca, dijital versiyonunun geliştirilerek uzaktan eğitim sistemlerine entegre edilmesi, daha geniş öğrenci kitlelerine

ulaşmasını sağlayacaktır. Gelecek alışmalar için ise, farklı okul türleri, bölge ve yaş gruplarında yapılacak araştırmalarla materyalin geçerlik ve etkililik düzeyinin daha kapsamlı şekilde kullanılması önerilebilir. Son olarak, ğrenci ve ğretmen görüşlerinin yanında veli, müfettiş ve materyal tasarım uzmanlarının da görüşlerine yer verilerek daha bütüncül değerlendirmeler yapılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Açıkgöz, K. Ü. (2003). *Etkili öğrenme ve öğretme*. Kanyılmaz Matbaası.
- Alkan, C., & Kurt, A. A. (2011). Dijital öğretim materyali tasarımı ve geliştirme süreci. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 7(1), 1–22.
- Arson, K. G., Long, G. R., & Briggs, M. W. (2012). Periodic properties and inquiry: Student mental models observed during a periodic table puzzle activity. *Journal of Chemical Education*, 89(12), 1491–1498. <https://doi.org/10.1021/ed200625e>
- Aycan, S., Türkoğuz, S., Sarı, E. & Kaynar, Ü. (2002). Periyodik cetvelin ve elementlerin tombala oyun tekniği ile öğretimi ve bellekte kalıcılığının saptanması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Aydoğdu, C., & Ergin, Ö. (2010). Fen ve teknoloji öğretiminde öğrencilerin periyodik sistemdeki elementleri tanımada yaşadığı güçlükler. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 54–65.
- Aymen Peker, E., & Taş, E. (2017). Nesnel ve dijital “Uygula Öğren Periyodik Cetvel” materyalinin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(1), 20–42. <https://dergipark.org.tr/en/pub/fbod/issue/71987/1157981>
- Banzi, M. (2011). *Getting Started with Arduino: The Open Source Electronics Prototyping Platform*. Maker Media, Inc.
- Başaran Y. (2017). Sosyal Bilimlerde Örneklem Kuramı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(47), 480-495.
- Başarmak, U., & Hamutoğlu, N. B. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin “KOD Adı 2023” Projesi Eğitimine Yönelik Görüşleri. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5, 55-66.
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A. & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics into early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002(1), 123–145.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. In *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors* (ss. 1–21).
- Bolmgren, K. (1995). Creating interactive periodic table activities for middle school. *Journal of Chemical Education*, 72(4), 350–353.
- Bonanni, L., Fox, S., & Kitano, H. (2010). Learning by making: Conceptual understanding through Arduino projects. *International Journal of Engineering Education*, 26(4), 832–839.

- Boz, Y. (2011). The effect of constructivist learning environments on students' understanding of the periodic table. *Journal of Science Education*, 25(3), 67–78.
- Chang, C.-H., Tseng, K.-H., & Chou, P.-N. (2021). Effects of learning with mBlock on coding skills and learning motivation in elementary school. *Education and Information Technologies*, 26, 1051–1067.
- Cheng, H. N. (2005). Teaching the periodic table: A historical perspective. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1313.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (1. baskı). Pfeiffer.
- Çalık, M., & Sözbilir, M. (2014). Eğitimde yenilikçi yaklaşımlar: Teknoloji destekli öğretim ve bilim eğitimi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 22–30.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Ayas, A., & Johnson, D. (1997). Fen öğretiminde kavram haritaları ve görsel materyallerin kullanımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 69–76.
- Demirbaş, M., & Pektaş, H. M. (2006). Fen bilgisi öğretiminde üç boyutlu materyallerin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 361–377.
- Demircioğlu, H., Vural, S. & Boz, İ. (2016). Periyodik tabloda elementlerin yerini bulmada farklı bir bakış açısı. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 3(1), 43–50. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jgedc/issue/38681/449371>
- Demirel, Ö. (2012). *Eğitimde program geliştirme: Kuramdan uygulamaya*. Pegem Akademi.
- Dreyfuss, D. (2000). A rolling periodic table. *Journal of Chemical Education*, 77(4), 434.
- Dreyfuss, R. (2000). Chemistry meets art: Turning an old car into a periodic table. *Science Teacher*, 67(2), 45–49.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. In *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*.
- Eroğlu, S., & Ünal, H. (2021). İlkokul öğrencilerinin mBlock kullanarak geliştirdiği robotik projelerin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 1–20.

- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25–39. <https://doi.org/10.1007/BF02504683>
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). *Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect*. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Ertürk, S. (1998). *Eğitimde program geliştirme*. Meteksan Yayınları.
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy* (2nd ed.). Palgrave Macmillan.
- Genç, Ş. (2008). *Sosyo-kültürel oluşturmaçılık*. (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Gödek, Y. (2004). The importance of modelling in science education and in teacher education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(26).
- Hasançebi, B., Terzi, Y., & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 224–240. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.615465>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). *Instructional media and technologies for learning* (7. baskı). Merrill Prentice Hall.
- Hsu, T.-C., Chang, S.-C. & Hung, Y.-T. (2019). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 141, 103728.
- Joag, S. D. (2014). An effective method of introducing the periodic table as a crossword puzzle at the high school level. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 864–867.
- Jonassen, D. H., Howland, J. L., Marra, R. M., & Crismond, D. (2008). *Meaningful learning with technology*. Pearson.
- Kabapınar, F. & Ergin, İ. (2007). Kavramsal değişim metinleri ile desteklenen öğretimin, periyodik tablo konusundaki öğrenci başarısına etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 35(174), 23–38.
- Karakuş, F., & Akman, Ö. (2021). Öğretim materyali tasarımında artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımı. *Eğitim Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 2(1), 15–27.

- Kaya, E., & Büyük, U. (2019). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının periyodik tablo öğretiminde öğrenci başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 312–329.
- Khan, S. (2012). A conceptual framework for the use of digital technologies in science education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(2), 197–206. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.672038>
- Kılıç, Z., & Sağlam, N. (2012). Fen laboratuvarlarında kullanılmak üzere geliştirilen özgün materyallerin değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(163), 205–216.
- Kumar, D. (2014). Teaching electronics through Arduino platform: A hands-on approach. *Journal of Engineering Education Transformations*, 28(3), 12–18.
- Kurt, A. A. (2010). Bilgisayar destekli öğretim materyali geliştirme süreci. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 1(2), 45–54.
- Kuznetsov, S., & Paulos, E. (2010). Rise of the expert amateur: DIY projects, communities, and cultures. In *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (ss. 295–304).
- Kuzu, A. (2007). Öğretim materyallerinin geliştirilmesinde öğrenci katılımının önemi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(14), 59–72.
- Lai, C.-H., & Yang, J.-C. (2020). Enhancing students' learning motivation and performance through mBlock-based game design. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 879–896.
- Li, Q., Yu, L., & Liu, S. (2020). Personalized learning with adaptive learning systems and AI: A literature review. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30, 253–281. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00186-6>
- Li, Y., & Ni, L. (2016). Integrating programming into STEM education with mBlock. In *Proceedings of the 2016 International Symposium on Educational Technology (ISET)*. IEEE.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- McSharry, G., & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(208), 73–78.
- MDPI. (2022). Misconceptions in the learning of natural sciences: A systematic review. *Education Sciences*, 14(5), Article 497. <https://doi.org/10.3390/educsci14050497>

- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2009). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. U.S. Department of Education.
- MEB. (2006a). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Melchior, A., Cohen, F., Cutter, T., & Leavitt, T. (2005). Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children. *Museum of Science, Boston*.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). 2023 eğitim vizyonu. https://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Necor, D. C. (2012). Students' level of conceptual understanding in the trends of periodic table of elements: Basis for remedial activities. Paperzz. [Preliminary diagnostic study]
- Oğul, E., Polat, D., & Uluay, G. (2022). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları. In İ. Dökme & A. V. Yüzüak (Eds.), *Fen eğitimi araştırmalarına güncel bakış – V* (ss. 121–138). Akademisyen Kitapevi.
- Öztürk, M., & Dönmez, İ. (2017). 5E modeli destekli dijital materyallerin fen öğretiminde kullanımının öğrenci başarısına etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 735–753.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.
- Peppler, K., & Bender, S. (2013). Maker movement spreads innovation one project at a time. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 22–27.
- Polat, D., & Başarmak, U. (2023). Robotik Kodlama Eğitimi Alan Öğretmen Adaylarının Girişimcilik Özellikleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 6(3), 296-320. <https://doi.org/10.47477/ubed.1358330>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). *Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology*. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 97–115). Cambridge University Press.
- Scerri, E. (2007). *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*. Oxford University Press.
- Scientist in the Making. (2023). Why students forget and what you can do about it. Scientists in the Making. Retrieved from <https://scientistsinthemaking.com/why-students-forget-and-what-you-can-do-about-it/>
- Seferoğlu, S. S. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Pegem A Yayıncılık.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>
- Şahin, Ç., & Yıldırım, H. I. (2009). Yapboz tekniği ile geliştirilen öğretim materyalinin fen bilgisi dersindeki etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3), 103–110.
- Şimşek, P. Ö., & Karataş, F. Ö. (2020). Fen bilimleri eğitiminde yaratıcı drama kullanımına ilişkin araştırmaların meta-analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(1), 335–366.
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. & Baran, E. (2017). A comprehensive framework for teacher professional development to integrate educational technology effectively into classroom practice. *Educational Technology Research and Development*, 65, 1105–1134. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9506-1>
- Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555–575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Ünver, G., & Demirel, Ö. (2004). Öğretim materyali tasarımı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 289–306.

- Wang, L., Wang, X., & Wang, Q. (2018). Research on application of mBlock programming in primary school information technology teaching. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 452, 032064.
- Wikipedia. (2025, June). Testing effect. In Wikipedia. Retrieved July 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/Testing_effect
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yağar, F., & Dökme, S. (2018). Niteliksel araştırmaların planlanması: Araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenirlik. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1 <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/563245>
- Yalın, H. İ. (2008). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Nobel Yayınları.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, R., & Gök, B. (2020). mBlock programının öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerine etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 10(2), 276–295.
- Yurdugül, H. (2005, Eylül). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Bildirileri*, 1, 771–774, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli, Türkiye.
- Yurdugül, H., & Aşkar, P. (2008). Öğrencilerin Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği Faktör Yapılarının İncelenmesi: Türkiye Örneği. *İlköğretim Online*, 7(2), 288-309.
- Zawodny, N., Kirschner, P. A., & Chen, W. (2020). Learning robotics with mBlock: An integrated approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 773–787.



EKLER

EK-1 Periyodik Tablo Akademik Başarı Testi

Okulu:

Sınıfı:

Öğrenci kodu:

Sevgili Öğrenciler,

Birazdan uygulanacak olan sınav, 15 boşluk doldurma ve 10 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Toplam soru sayısı 25'tir. Sınav süresi 30 dakikadır. Her doğru cevap 1 puan değerindedir. Yanlış ve boş bırakılan sorular puanlandırılmayacaktır. Boşluk doldurma sorularında anlamlı ve yazım kurallarına uygun cevaplar beklenmektedir. Çoktan seçmeli sorularda sadece bir seçeneği işaretleyiniz; birden fazla seçeneğin işaretlendiği sorular yanlış kabul edilecektir. Sorulara dikkatlice yanıt veriniz. Lütfen sınav süresince sessiz olunuz ve sadece kendi sınav kağıdınızla ilgileniniz. Süre sonunda sınav kağıdınızı eksiksiz şekilde teslim etmeyi unutmayınız.

Başarılar dileriz

1. Periyodik tablodaki yatay sıralara dikey sıralara ise adı verilir.
2. Periyodik tabloda tane periyot vardır.
3. Aynı periyotta soldan sağa doğru gidildikçe element atom numaraları
4. Periyodik tabloda tane A grubu element vardır.
5. Periyodik tablonun çoğunluğunu oluşturan sol ve orta kısımdaki elementlere denir.
6. Metaller (cıva hariç) oda sıcaklığında halledirler.
7. Yarı metaller oda sıcaklığında halde bulunurlar.
8. Soy gazların tamamı oda sıcaklığında halindedir.
9. Metallerin yüzeyleri özelliktedir.
10. Metaller kırılkan değildirler bu nedenle haline getirilebilirler.
11. Metaller ısıyı ve elektriği iletirler.
12. Periyodik tablonun sol tarafında bulunan (hidrojen hariç) elementlere denir.
13. Periyodik tablonun 8A grubunda bulunan elementlere denir.
14. Soy gazların (helyum hariç) son yörüngesinde elektron bulunur.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdaki periyodik sistem ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?
A. Periyodik tabloda satır ve sütunlar bulunur.
B. Periyodik tablodaki yatay sıralara grup denir.
C. Periyodik tabloda 7 periyot vardır.
D. Periyodik tabloda elementler atom numarasına göre sıralanmıştır.
2. Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe değişen özellikler aşağıdakilerden hangisinde yanlış verilmiştir?
A) Katman sayısı değişmez.
B) Proton sayısı artar.
C) Değerlik elektron sayısı azalır.
D) Atom numarası artar.
3.
K: 1. Periyot 8A grubu
L: 3. Periyot 2A grubu
M: 2. Periyot 4A grubu

Yukarıda periyodik tablodaki yerleri verilen K, L ve M elementlerinin proton sayısı çok olandan az olana doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) K, L, M
B) L, K, M
C) M, L, K
D) L, M, K

4. Şekildeki gibi bir periyotta soldan sağa doğru gidildikçe

→			
K	L	M	N

Atom numarası
Katman sayısı
Elektron verme isteği
Ametalik özelliği
Değerliklik elektron sayısı
Değerlerinden kaçtanesi artar?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

5. Günümüzde kullanılan periyodik tablodaki elementlerin hangi özelliği dikkate alınarak hazırlanmıştır?

- A) Artan atom numaraları
B) Fiziksel özellikleri
C) Benzer özellik göstermeleri
D) Artan atom ağırlığı

6. Aşağıdaki elementlerden hangisi yanlış sınıflandırılmıştır?

- A) Alüminyum - Metal
B) Hidrojen - Metal
C) Azot -Ametal
D) Bor - Yarı metal

7. Periyodik sistemin 1. grubunda bulunan elementlerden hangisi farklı sınıflandırılır?

- A) Hidrojen
B) Lityum
C) Sodyum
D) Potasyum

8. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi Cl elementine ait olamaz?

- A) Isı ve elektriği iletir.
B) Ametaldir.

C) Mattır.

D) Klor elementi ile bileşik oluşturabilir.

9. Aşağıda özellikleri verilen elementler hangi sınıfta yer alır?

X: Isı ve elektriği iyi iletir.	Y: İyon olduğunda negatif yük taşır.	Z: Elektrik iletkenliği X'den kötü Y'den iyidir.
---------------------------------	--------------------------------------	--

- | X | Y | Z |
|-----------|------------|------------|
| A) Metal | Ametal | Soygaz |
| B) Ametal | Metal | Yarı metal |
| C) Metal | Ametal | Yarı metal |
| D) Metal | Yarı metal | Ametal |

10.

1 -Yüzeyleri mattır	2- Tel ve levha haline getirilemez.
3-Erime ve kaynama noktaları yüksektir.	4- Moleküler yapıdadır.

Buna göre numaralandırılmış özelliklerden hangisi metallere aittir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ

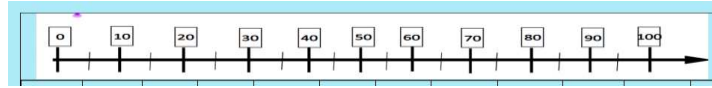
Öğrenci Kodu:

Hafta Numarası:

Periyodik Klavye Uygulaması Alt Konu:

Tarih/...../2025

1. Bu hafta **PRİYODİK L KLAVYE** uygulamasında derste şunları öğrendim:
2. Bu uygulama beklentimi karşıladı mı?
3. Derste öğrenemediğim kısımlar şunlardır:
4. Öğrenmediğim kısımları tamamlamak için planım şudur:
5. Öğrendiklerimi unutmamak için şunları yapacağım:
6. Ben olsam bu **PERİYODİK KLAVYE** uygulamasını şu şekilde yapardım:
7. Bu uygulama hakkında olumlu ve olumsuz düşüncelerim şunlardır:
8. Bu uygulamayı yapmakbecerimi geliştirdi.
9. Bu hafta anlatılan dersin ne kadarını öğrendiniz? Dersin genel anlaşılabilirlik düzeyine 0-100 arasında puan vermeniz gerekirse kaç puan verirsiniz? Puanınızı aşağıdaki sayı doğrusunun altındaki ilgili kutucuğa X yazarak işaretleyiniz.



EK-3 Öğrenci Gözlem Formu

GÖZLENECEK ÖĞRENCİ KAZANIMLARI	Zayıf (1)	Geliştirilmeli (2)	Orta (3)	İyi (4)	Mükemmel (5)
Periyodik klavye uygulamasını fen bilimleri dersine entegre edebiliyor mu?					
Derslere katılımı nasıldı?					
Öğrencinin teknolojiye bakışı başlangıçta nasıldı?					
Periyodik klavye uygulaması ile işlenen derslerden keyif aldı mı?					
Periyodik klavye uygulamasına karşı ilgili miydi?					
Periyodik klavye uygulaması ile işlenen derslerde konular hakkında fikir yürüttü mü?					
Uygulamaların sonunda Periyodik klavye öğrencileri derse ne derece motive etti?					
Öğrencinin teknolojiye bakışı uygulamalar sona erdiğinde nasıldı?					
Periyodik klavye uygulaması öğrencinin hayal dünyasını geliştirdi mi?					
Periyodik klavye uygulaması ile ders işlemek konuyu daha kalıcı hale getirdi mi?					
Öğrencilerin konuyu somut olarak öğrenmeleri gerçekleşti mi?					
Test sorularında başarıya etkisi oldu mu?					
Periyodik klavye uygulaması öğrencinin hangi becerisini geliştirdi mi?					
Öğrencinin uygulamayı kullanımı nasıldı?					
Öğrenci için farklı /orijinal olan neydi? Hangi anlamda fark yarattı?					
Aldığı Puanlar Toplamı					
Toplam					

Öğretmen kanaati:

Sürecin başında öğrenci:

Süreç boyunca öğrencinin en çok dikkat çeken yönleri:.....

Süreç sonunda öğrenci:.....

EK-4 Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu

Sevgili Öğrenciler,

Bu görüşme formu, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doç. Dr. Dilber Polat danışmanlığında yürütmekte olduğum “Robotik Kodlama ile Periyodik Klavye Tasarlanması ve Öğretim Materyali Olarak Kullanılması” isimli yüksek lisans tez çalışmam için bilgi toplamayı amaçlamaktadır. Bunun aşamada siz değerli öğrencilerimizin görüşüne ihtiyaç duymaktayız. Görüşme bire bir mülakat şeklinde olup katılımda gönüllülük esastır. Mülakata sadece, aileleri veli onam formu dolduran öğrencilerimiz katılabileceklerdir. Toplam mülakat süresi 12-15 dakika sürecek olup istediğiniz zaman mülakatı sonlandırma hakkınız vardır.

Araştırmamız için katkılarınız çok değerli olup kişisel bilgi ve yanıtlarınızın üçüncü şahıslarla paylaşılmayacağı, genellemelere varılarak sadece bilimsel yayınlarda bulgu ve sonuç olarak yayınlanacağı konusunda sizi temin ederiz.

Ayşe EFE

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Katılımcı Kodu:

Okul:

Cinsiyetiniz:

Periyodik klavye deyince aklınıza neler getiriyor? Açıklayınız.

Periyodik klavye kullanmanın zararları var mıdır? Açıklayınız.

() Evet () Hayır () Fikrim Yok

Cevabınız “evet” ise söz konusu zararları nelerdir açıklayınız?

Cevabınız “hayır” ise neden böyle düşündüğünüzü? Varsa açıklayınız.

Periyodik klavye kullanmanın faydaları var mıdır? Açıklayınız.

() Evet () Hayır () Fikrim Yok

Cevabınız “evet” ise söz konusu zararları nelerdir açıklayınız?

Cevabınız “hayır” ise neden böyle düşündüğünüzü? Varsa açıklayınız.

Öğretmenlerim periyodik klavyeyi kullanmasını ister misiniz? Niçin? Açıklayınız.

() Her zaman () Bazen () Hiçbir zaman

Periyodik klavyeyi ev ödevi yaparken kullanmak ister misini? Niçin açıklayınız.

() Her zaman () Bazen () Hiçbir zaman

Arkadaşlarınızla birlikte periyodik klavye üzerinde pratik yapmak ister misiniz?

() Her zaman () Bazen () Hiçbir zaman

Cevabınız “evet” ise neler yaptığınızı açıklayınız?

Cevabınız “hayır” ise neden bir şey yapmamayı tercih ettiğinizi açıklayınız.

Periyodik klavye kullanmanın kısa ve uzun vadede meydana getireceği olası olumsuz sonuçlara dair fikriniz var mı?

Fikrim var

Fikrim yok

Cevabınız “Fikrim var” şeklinde ise

Kısa vadede sonuçları neler olabilir açıklayınız.

Uzun vadede sonuçları neler olabilir?

Bu süreçte sizin için farlı olan neydi? Başka öğrencilere önerir misiniz? Sürece ilişkin önerileriniz nelerdir?

Periyodik klavyeyi bir şeye benzetmek gerekirse; Sizce neye benzer? Niçin?

Periyodik klavye 'ya benzer	Çünkü.....
-----------------------------------	------------

EK-5 Öğrenci Etkinlik Günlüğü

Sevgili Öğrenciler,

*Bugün yaptığınız pratikleri yapmadan önce, yaparken ve yaptıktan sonra neler düşündünüz, diğer günlerden farklı olarak bugün neler öğrendiniz, neler gözlemdiniz ve neler hissettiniz? Günlüğünüze yazınız. **Periyodik klavye deneyiminizi anlatınız.***

Etkinlik Adı:

Öğrenci Kodu:

Tarih:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

EK-6 Öğretmen Gözlem Rubriği

ÖĞRETMEN GÖZLEM RUBRİĞİ							
	Bilgisayar Kullanma Becerisi	İletişim	Soru Sorma	Sorulara Cevap Verme Becerisi	Diğer konularla ilişkilendirme	Yorumlama	Açıklama
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							
Öğrenci Kodu							

EK-7 Yarı Yapılandırılmış Öğretmen Görüşme Formu

Değerli Öğretmenler,

Bu görüşme Fen Bilimleri Dersi öğretmenlerinin periyodik klavye kullanma eğilimlerini belirlemeye yönelik **"Robotik Kodlama ile Periyodik Klavye Tasarlanması ve Öğretim Materyali Olarak Kullanılması"** isimli yüksek lisans tezi araştırması kapsamında, veri toplama aracı olarak hazırlanmıştır. Elde edilen bilgiler araştırmanın amacı dışında kullanılmayacaktır. Mülakat 15-20 dakika sürecek olup, istediğiniz zaman görüşmeyi sonlandırabilirsiniz. Araştırmanın amacına ulaşması, tüm soruları içtenlikle ve gerçek düşüncenizi yansıtacak biçimde cevaplamanıza bağlıdır.

Katkılarınızdan dolayı teşekkür eder, saygılar sunarım.

Ayşe EFE

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Öğrencisi

Danışman: Prof. Dr. Dilber POLAT

Öğretmen görüşleri yarı yapılandırılmış görüşme formu

Cinsiyet	Kadın ()	Erkek ()
Kıdem		
Derslerde periyodik tablo kullanıyor musunuz?	Evet ()	Bazen () Nadiren () Hayır ()
Fen derslerinde periyodik tablo kullanmak öğrencinin kalıcı öğrenmesi üzerine sizce ne kadar etkilidir?	Çok Etkilidir ()	Etkilidir () Az Etkilidir () Etkili Değildir ()
Derslerinizde Periyodik klavye tercih eder misiniz?		
B.Avantajları:		
C.Dezavantajları:		
D.Tercih sebepleriniz:		
Derslerinizde periyodik tablo kullanmıyorsanız tercih etmeme sebeplerinizi açıklayınız.		
Görev başındaki öğretmenlerin periyodik klavyeyi etkin kullanma açısından yeterli bilgi ve donanımına sahip olduğunu düşünüyor musunuz?	Yeterli bilgi ve donanımına çok sahipler. () Yeterli bilgi ve donanımına sahipler. () Yeterli bilgi ve donanımına az sahipler. () Yeterli bilgi ve donanımına sahip değiller. ()	
Öğrencilerinizin periyodik tabloya olan ilgisi hangi düzeydedir?	çok ilgili ()	ilgili () az ilgili () ilgisiz ()
Öğrencilerinizin periyodik klavyeye ilgisi hangi düzeydedir?	çok ilgili ()	ilgili () az ilgili () ilgisiz ()
Periyodik klavye uygulama sürecindeki gözlemleriniz nelerdir?		
Periyodik klavye uygulama sürecine ilişkin önerileriniz nelerdir?		

EK-8 Etik İzin



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ ETİK KURUL DEĞERLENDİRME VE KARAR FORMU

Değerlendirme Talebinde Bulunan Kişi/Kurum	Ayşe EFE		
Değerlendirme Başvuru Tarihi			
Değerlendirilmesi Talep Edilen Eserin/Araştırmanın Adı	Robotik Kodlama ile Periyodik Klavye Tasarlanması ve Öğretim Materyali Olarak Kullanılması		
Değerlendirilmesi Talep Edilen Araştırma/Ölçek/Anket/Görüşme Formu			
Değerlendirmeyi Yapan Etik Kurul	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu		
Değerlendirme Toplantı Bilgileri	Yeri	Tarihi	Saati
	Ziraat Fakültesi Dekanlık Toplantı Salonu	15.03.2024	11:00
Karar No	Karar Tarihi	19.03.2024	
	Karar No	2024/04	
Karar Sonucu	(X) Kabul	(X) Oybirliği	
		() Oy Çokluğu	
	() Ret	() Oybirliği	
		() Oy Çokluğu	

Etik Kurulumuz, yukarıda başvuru bilgileri yer alan eser/araştırma için toplanarak bilimsel araştırmalar ve yayın etiği açısından değerlendirme yapmış ve aşağıda gerekçesi açıklanan karar(lar)ı almıştır:

Karar ve Gerekçesi

Ayşe EFE' ye ait " Robotik Kodlama ile Periyodik Klavye Tasarlanması ve Öğretim Materyali Olarak Kullanılması" konulu proje araştırmasının bilimsel araştırmalar etiği açısından yapılan değerlendirmesinde kabulüne

Oy birliğiyle karar verilmiştir.

Etik Kurul Başkanı |
Prof. Dr. Ahmet KAZANKAYA

EK-9 MEB İzni



**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ**



Başvuru No: MEB.TT.2024.004791.01

T.C. Kimlik No: 60*****52

Adı Soyadı: AYŞE EFE

Araştırmanın Adı: ROBOTİK KODLAMA İLE PERİYODİK KLAVYE TASARLANMASI VE ÖĞRETİM MATERYALİ OLARAK KULLANILMASI

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Robotik Kodlama ile Periyodik Klavye Tasarlanması ve Öğretim Materyali Olarak Kullanılması

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 20.11.2024

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 20.11.2025

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
KIRŞEHİR	Özel Türk Ortaokulu	ÖZEL KIRŞEHİR ORTAOKULU	99952713

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

Doğrulama Kodu: 1d3bf858b73511bbbec02e6d27f3b06e0b459e79743bd7feb898c0fae713cbe8
Doğrulama Adresi: arastirmaiznleri.meb.gov.tr/belge-dogrula
Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb_arastirmaiznleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr

Sayfa 1/1



EK-10 Etkinlik günlüğü

Sevgili Öğrenciler,

Bugün yaptığımız pratikleri yapmadan önce, yaparken ve yaptıktan sonra neler düşündünüz, diğer günlerden farklı olarak bugün neler öğrendiniz, neler gözlemlediniz ve neler hissettiniz? Günlüğünüze yazınız. Periyodik klavye deneyiminizi anlatınız.

Etkinlik Adı: Periyodik klavye uygulaması

Öğrenci Kodu: 8

Tarih:

Bu gün periyodik klavye ile çalıştık. Başlamadan önce nasıl olacağını merak ettim ama kullandık. Çok eğlendim.

Tuslara sadece element bilgisi çıkınca öğrenmek kolaylaştı. Kitaptan ezberlemek zor olduğuna bu uygulama sayesinde aklımda daha iyi kaldı. Diğer günlerden farklı olarak ders sıkılmadan dinledim. Böyle etkinliklerin daha sık yapılmasını isterim.

EK-11 Öğrenme Günlüğü

ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ

Öğrenci Kodu: ..8.....

Hafta Numarası:

Periyodik Klavye Uygulaması Alt Konu:

Tarih/...../2025

1. Bu hafta PERİYODİK L KLAVYE uygulamasında derste şunları öğrendim:

2. Bu uygulama beklentimi karşıladı mı?

Evet ders daha eğlenceli ve atılabilir hale getirdi.
için beklentimi karşıladı

3. Derste öğrenemediğim kısımlar şunlardır:

Bazı elementlerin özelliklerin

4. Öğrenmediğim kısımları tamamlamak için planım şudur:

Tekrarlar yaparak

5. Öğrendiklerimi unutmamak için şunları yapacağım:

öğrendiğim bilgileri not alarak

6. Ben olsam bu PERİYODİK KLAVYE uygulamasını şu şekilde yapardım:

Klavyeye bastığımda sadece bilgi değil küçük bir
animasyon da çıkabilirdi.

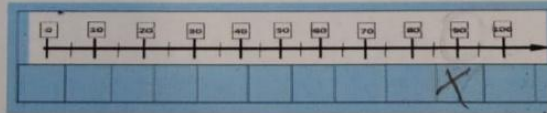
7. Bu uygulama hakkında olumlu ve olumsuz düşüncelerim şunlardır:

olumlu! Eğlenceli öğreniyorduk

olumsuz! Bazı ayrıntılar 'kısıtlı' kalıyor

8. Bu uygulamayı yapmak eğlenceli ve öğretici bir deneyimdi. Bilgisayar
kullanma becerimi geliştirdi.

9. Bu hafta anlatılan dersin ne kadarını öğrendiniz? Dersin genel anlaşılabilirlik
düzeyine 0-100 arasında puan vermeniz gerekirse kaç puan verirsiniz? Puanınızı
aşağıdaki sayı doğrusunun altındaki ilgili kutucuğa X yazarak işaretleyiniz.



Genel olarak çok faydalı ve eğlenceliydi!

EK-12 Kongrede Sunulan Bildirinin Tam Metin Kitabında Yayımlanmış Metni

**15TH INTERNATIONAL CONGRESS
ON SOCIAL, HUMANITIES,
ADMINISTRATIVE, AND
EDUCATIONAL SCIENCES IN A
CHANGING WORLD
PROCEEDINGS BOOK**

FEBRUARY 13-15, 2025
(ONLINE & FACE TO FACE PARTICIPATION)
ANKARA, TÜRKİYE

DOI: <https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8545-8-9.2025.601>

ISBN: 978-9952-8545-8-9

ISSN 1978-9952 (Print) & 1978-9952 (Online) 1978-9952-8545-8-9 (2025)

15th International Congress on Social, Humanities, Administrative, and Educational Sciences in a Changing World
(Early View Proceedings)

**PERIODIC KEYBOARD DESIGN PROCESS BY
ROBOTIC CODING³⁷**

Ayşe Eke¹, Dilek Pelat²

¹ Institute of Natural and Applied Sciences,
Science Education Program, Kırıkkale, Turkey
ORCID iD: 0000-0001-8904-1128

² Institute of Natural and Applied Sciences,
Science Education Program, Kırıkkale, Turkey
ORCID iD: 0000-0001-1931-0626

ABSTRACT

Technology integration in education has started to be used in almost every field of education in recent years. In order to reach the targeted point in line with the technology integration emphasised in the MİNE 2023 Education Vision published in 2018, the achievements of science and science education courses taught in secondary schools were reviewed and some subjects such as robotic coding and technological design were added. Even after 2000 into technology, the expectations of Generation Z, called 'Digital Natives' or 'NET (Internet) Generation', from educational processes differ from the previous generation. Generation Z children are not passive but active learners, they prefer learning processes that they can experience personally and where technological tools are used. The model of the research was determined as 'Action Research', which is one of the qualitative research methods. In this context, the periodic table was converted into a keyboard using Arduino software and a three-dimensional design was made. By using this keyboard, it is aimed for the students to learn the periodic keyboard subject with the support of technology, by experiencing it personally, in accordance with the theory of multiple intelligences, colourful, sound touch, having fun and repeating it as much as they want, making it abstract. As a result, with this digital keyboard, a portable, colourful and suitable 'technological teaching material' was designed to enable secondary school students to learn about the elements in the periodic table and to practice on the subject. All processes and sub-processes of the design stages are presented in detail. Considering the difficulties encountered in the process and results of this study, its contribution to learning and learning outcomes, the following suggestions were made. The keyboard can be developed not only in the subject of elements but also in other science subjects including many concepts such as human anatomy, environment and earth science, programmed with Arduino wiring based programming language and transferred to the board with Arduino software development environment Arduino IDE.

Keywords: Technology integration, Periodic keyboard, ARDUINO coding

³⁷ This study is based on the ongoing master's thesis of the first author, supervised by the second author.

EK-13 Kongre Katılım Belgesi



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Ayşe EFE
Uyruğu	T.C.
Orcid Numarası	0009-0005-9229-779X

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Eğitim Fakültesi
Bölümü	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Anabilim Dalı	Fen Bilgisi Eğitimi
Mezuniyet Yılı	2020
Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Programı	Fen Bilgisi Eğitimi
Mezuniyet Tarihi	2025

Bilimsel Yayınlar
Efe, A., & Polat, D. (2025, Şubat). <i>Periodic keyboard design process by robotic coding</i> [Tam metin bildirisi]. 15th International Congresses on Social, Humanities, Administrative, and Educational Sciences in a Changing World (s. 960–970). Ankara, Türkiye.