



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM EĞİTİMİ: ECOHOOOL MOBİL
UYGULAMASININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN
EKOLOJİK AYAK İZİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM
FARKINDALIKLARINA ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Tuğçe ŞAHİN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Özgöl KELEŞ

AKSARAY, 2025

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 192317401 numaralı Doktora öğrencisi Tuğçe ŞAHİN tarafından hazırlanan “**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM EĞİTİMİ: ECOHOOOL MOBİL UYGULAMASININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN EKOLOJİK AYAK İZİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM FARKINDALIKLARINA ETKİSİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Özgül KELEŞ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Kadir Yücel KAYA

Kastamonu Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Naim UZUN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Özlem AFACAN

Ahi Evran Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 13/06/2025

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Fazlıye KARABÖRK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı dūřecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gōsterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her tūrlū intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitū tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tūm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Tuğçe şAHİN



TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca, araştırma probleminin belirlenmesi ve çalışmanın yürütülmesi sürecinde bilgi birikimiyle bana yol gösteren, beni her zaman destekleyen, cesaretlendiren, bilmediğim çalışmalar konusunda beni aydınlatan, en yoğun zamanlarında bile görüş ve düşünceleri ile tezimin her aşamasında beni yönlendiren, manevi olarak varlığını hissettiren, fikirleri ile her zaman yol gösteren, enerjisiyle beni motive eden, desteğini ve yardımını her zaman yanımda hissettiğim, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. Özgül KELEŞ'e en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesinde bulunan ve tez savunma sınavımda yer alıp, değerli düşünce ve görüşlerini paylaşarak bana yol gösteren Prof. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ ve Dr. Öğr. Üyesi Kadir Yücel KAYA hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez savunma sınavımda yer alan Prof. Dr. Özlem AFACAN ve Prof. Dr. Naim UZUN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yalnızca tez çalışmam sırasında değil hayatımın her anında yanımda olan, bana güç veren, benim tezime en az benim kadar emek harcayan, her konuda destekçim olduğum gibi tez sürecimin de her anında yanımda olup, yardımcı olan, benden desteğini esirgemeyen, her zaman cesaret veren, hayat arkadaşım, sevgili eşim Alper ŞAHİN'e sonsuz teşekkür ediyorum.

Bu uzun ve bir o kadar da zorlu süreçte beni bugünlere getiren ve beni ben yapan canımın içi annem Sercan SEÇER'e, dünyama anlam katan bitanecik babam Keramet SEÇER'e ve süreç boyunca mobil uygulamanın geliştirilme sürecinde katkı sağlayan, benden desteğini, ilgisini, sevgisini, anlayışını esirgemeyen can parçam, kardeşlerim Ayça İLERİ'e, eşi Enes İLERİ'e ve Emre Can SEÇER'e sonsuz teşekkür ediyorum. Ayrıca üzerimde maddi ve manevi büyük emekleri olan süreç boyunca her anımda benimle heyecanlanıp gülen biricik Deniz teyzem ve Güler teyzeme; ek olarak kıymetli kayınbabam Adem ŞAHİN ve kayınvalidem Yaşa ŞAHİN'e de çok teşekkür ediyorum.

Anketlerimin uygulama aşamasında bana yardımcı olan hocalarıma ve anket yaptığım tüm okul idare ve öğrencilerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tuğçe ŞAHİN

AKSARAY, 2025

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	8
1.2 Problem Cümlesi	13
1.3 Alt Problemler	13
1.4 Araştırmanın Amacı.....	14
1.5 Araştırmanın Önemi	14
1.6 Varsayımlar.....	18
1.7 Sınırlılıklar.....	19
1.8 Tanımlar.....	19
1.9 Sürdürülebilir Kalkınma.....	19
1.9.1 Sürdürülebilir kalkınmanın boyutları	20
1.9.2 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri.....	20
1.9.3 Sürdürülebilir yaşam için eğitim	21
1.9.4 Ülkemizde uygulanan fen bilimleri dersi öğretim programlarında sürdürülebilir yaşam için eğitim.....	23
1.9.5 Sürdürülebilir yaşam.....	25
1.9.6 Sürdürülebilir okul.....	26
1.10 Ekolojik Ayak İzi ve Bileşenleri.....	29
1.11 Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim Uygulamaları	32
1.11.1 Artırılmış gerçeklik uygulamalarının avantajları faydaları ve dezavantajları	34
1.12 Mobil Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim Uygulamaları	36
1.12.1 Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının avantajları ve dezavantajları	38
1.13 Mobil uygulama geliştirme aşamaları	39
2. KAYNAK ÖZETLERİ	42
2.1 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar.....	42
2.2 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar	47
3. MALZEME VE YÖNTEM	55
3.1 Araştırmanın Modeli.....	55
3.1.1 Sorunun tanımlanması ve ihtiyaç analizi.....	56
3.1.2 Tasarım geliştirme.....	56
3.1.3 Uygulama ve revizyon.....	57
3.1.4 Yaygınlaştırma ve teorik çıkarımlar.....	58
3.2 Evren Örneklem	59
3.2.1 Araştırmanın çalışma grubu.....	59
3.3 Veri Toplama Araçları.....	59
3.3.1 Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği.....	60
3.3.2 Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeği	60
3.3.3 Yarı yapılandırılmış görüşme formu	60
3.4 Verilerin Analizi.....	61

3.5 Artırılmış Gerçeklikle Zenginleştirilmiş <i>Ecohool</i> Mobil Uygulamasının Geliştirilme Süreci.....	62
3.6 Mobil Uygulamanın Geliştirilme Basamakları	63
3.6.1 Splash screen (Açılış) ekranının oluşturulması	63
3.6.2 Giriş ekranın geliştirilmesi	64
3.6.3 Kayıt ol ekranı	65
3.6.4 Karakter oluşturma ekranı	66
3.6.5 Harita ekranı	67
3.6.6 Bölüm ekranı	69
3.6.7 Bölüm oyunları ve içerikleri.....	69
3.6.8 Enerji bölümü	70
3.6.9 Gıda bölümü	71
3.6.10 Su bölümü.....	71
3.6.11 Ulaşım bölümü	72
3.6.12 Geri dönüşüm bölümü	74
3.6.13 Sürdürülebilir okul bölümü.....	74
3.6.14 Sürdürülebilir kalkınma (SK) 17 hedef bölümü	76
3.6.15 Tüm bölümlerde ortak olan uygulama süreci	77
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	79
4.1 Artırılmış Gerçeklikle Zenginleştirilmiş <i>Ecohool</i> Mobil Uygulamasının Temel Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	79
4.2 Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	79
4.3 Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	83
4.4 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular	86
4.5 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	87
4.6 Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	89
4.7 Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	91
4.8 Araştırmanın Yedinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	93
4.9 Araştırmanın Sekizinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	94
4.10 Araştırmanın Dokuzuncu Alt Problemine İlişkin Bulgular	95
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	105
5.1 <i>ECohool</i> Mobil Uygulamasına İlişkin Sonuç ve Tartışma	105
5.2 Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeyi Ölçeğinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma	107
5.3 Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Düzeyi Ölçeğinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	111
5.4 Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma	114
5.5 Öneriler.....	119
KAYNAKLAR.....	121
EKLER.....	144
EK A. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği.....	145
EK B. Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği	147
EK C. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları	148
EK D. <i>ECohool</i> Mobil Uygulaması Bölüm İçerikleri.....	150
EK E. Etik Kurul İzin Belgesi	167
EK F. Araştırma İzin Belgesi.....	168
EK G. Sürdürülebilir Yaşama Yönelik ve Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği Kullanım İzni	169
ÖZGEÇMİŞ.....	170

DOKTORA TEZİ

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM EĞİTİMİ: ECOHOOOL MOBİL UYGULAMASININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN EKOLOJİK AYAK İZİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM FARKINDALIKLARINA ETKİSİ

Tuğçe ŞAHİN

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özgül KELEŞ

ÖZET

Bu araştırmanın temel amacı, artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş sürdürülebilir yaşama yönelik *ECohool* adlı mobil bir uygulamanın tasarlanması ve geliştirilmesi yoluyla ortaokul öğrencilerinin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin belirlenmesidir. Araştırmanın mobil uygulama geliştirme süreci tasarım temelli araştırma modeli çerçevesinde yürütülmüştür. Bu araştırmanın nicel boyutu ise tek gruplu ön test-son test model yarı deneysel olarak desenlemiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim öğretim yılında, Kırşehir İli merkezinde yer alan özel bir okulda öğrenimine devam eden sekizinci ve yedinci sınıf olmak üzere toplam 105 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada nicel verilerini toplamak amacıyla, “Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği” ve “Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği” kullanılmıştır. Ayrıca nitel verileri toplamak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistik teknikleri kullanılmıştır. Araştırma bulguları, artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinde uygulama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık sağladığını göstermektedir. Ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık puan ortalamaları sınıf değişkenine göre incelendiğinde ise, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerin lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Araştırmanın nitel bulguları ışığında, 8. sınıf öğrencileri geliştirilen mobil uygulama tasarımının çok iyi olduğu, uygulamayı kullanırken zevk aldıkları, uygulama sorularının kolay olduğu, kullandıkları cihazlardan kaynaklanan teknolojik problemler yaşadıkları ve uygulamanın yeniden tasarımına ilişkin sürdürülebilir yaşam ile ilgili oyun ve bölüm sayısının artırılması görüşünü belirtmişlerdir. Bu araştırmada geliştirilen *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması, farklı yaş gruplarında ve daha geniş örneklemlemlerle test edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Ekolojik Ayak İzi, Mobil Uygulama Geliştirme, Sürdürülebilir Gelişme İçin Eğitim, Sürdürülebilir Yaşam

Haziran 2025; 170 sayfa

PhD. THESIS

SUSTAINABLE LIFE EDUCATION ENRICHED WITH AUGMENTED REALITY: THE EFFECT OF ECOHOOOL MOBILE APPLICATION ON SECONDARY SCHOOL STUDENTS' ECOLOGICAL FOOTPRINT AND SUSTAINABLE LIFE AWARENESS

Tuğçe ŞAHİN

Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Prof. Dr. Özgül KELEŞ

ABSTRACT

The main purpose of this research is to determine the awareness levels of middle school students regarding ecological footprint and sustainable living through the design and development of a mobile application called *ECohool*, which is enriched with augmented reality for sustainable living. The mobile application development process of the research was conducted within the framework of design-based research model. The quantitative dimension of this research was designed as a single-group pre-test-post-test quasi-experimental model. The study group of the research consists of a total of 105 students, including eighth and seventh graders, continuing their education in a private school located in the center of Kırşehir Province in the 2023-2024 academic year. In order to collect quantitative data in the research, the "Ecological Footprint Awareness Scale" and the "Sustainable Living Awareness Scale" were used. In addition, a semi-structured interview form was used to collect qualitative data. Descriptive statistical techniques were used in the analysis of the obtained data. Research findings show that the *ECohool* mobile application enriched with augmented reality provides a statistically significant difference in the awareness levels of 7th and 8th grade students regarding ecological footprint and sustainable living after the application. When the mean scores of ecological footprint and sustainable living awareness were examined according to the grade variable, it was observed that there was a significant difference in favor of the 8th grade students participating in the research. In light of the qualitative findings of the research, 8th grade students stated that the developed mobile application design was very good, they enjoyed using the application, the application questions were easy, they experienced technological problems arising from the devices they used, and they expressed the opinion that the number of games and sections related to sustainable living should be increased for the redesign of the application. The *ECohool* mobile augmented reality application developed in this research can be tested with different age groups and larger samples.

Keywords: Augmented Reality, Ecological Footprint, Mobile Application Development, Education for Sustainable Development, Sustainable Living

June 2025, 170 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki sürdürülebilir kalkınma kazanımları.	23
Şekil 1.2. 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda sürdürülebilir kalkınma kavramıyla ilişkili öğrenme çıktıları.....	24
Şekil 1.3. Sürdürülebilir şehir.	26
Şekil 1.4. Sürdürülebilir okul.	29
Şekil 3.1. <i>ECohool</i> mobil uygulaması açılış ekranı.	64
Şekil 3.2. Giriş ekranı.	64
Şekil 3.3. a) Kayıt ol ekranı b) E-posta formatı uyarı.	65
Şekil 3.4. Karakter seçme ekranı.	66
Şekil 3.5. Harita ekranı.	67
Şekil 3.6. Enerji bölümü kartı.	68
Şekil 3.7. Gıda bölümü kartı.	68
Şekil 3.8. Su bölümü kartı.	68
Şekil 3.9. Ulaşım bölümü kartı.	68
Şekil 3.10. Atıklar bölümü kartı.	68
Şekil 3.11. Okul peyzajı kartı.	68
Şekil 3.12. a) Gıda bölümü ekran sayfası b) Soru ipucu sekmesi.	69
Şekil 3.13. Enerji bölümü sayfalarından örnekler.	70
Şekil 3.14. Gıda bölümü ve örnek sorular.	71
Şekil 3.15. Su bölümü.	72
Şekil 3.16. Ulaşım bölümü.	72
Şekil 3.17. Sürdürülebilir ulaşım öncelik piramidi.	73
Şekil 3.18. Geri dönüşüm bölümü.	74
Şekil 3.19. Sürdürülebilir okul bölümü.	75
Şekil 3.20. Sürdürülebilir okul tasarım süreci.	75
Şekil 3.21. Uygulamadan örnek bir sürdürülebilir okul.	76
Şekil 3.22. SK 17 hedef bölümü.	76
Şekil 3.23. Tüm bölümlerde ortak olan adımlar.	77
Şekil 3.24. Oyuncu Listesi.	78
Şekil 3.25. Uygulamadan çıkış adımı.	78
Şekil D.1. Enerji bölümü	150
Şekil D.2. Gıda bölümü	152
Şekil D.3. Su bölümü	154
Şekil D.4. Ulaşım bölümü.	157
Şekil D.5. Atıklar (Geri dönüşüm) bölümü.	158
Şekil D.6. Sürdürülebilir okul bölümü.	159
Şekil D.7. Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü.	160
Şekil D.8. <i>ECohool</i> mobil uygulamaya ilişkin ortaokul öğrencilerin deneyimleri .	166

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. ECohool mobil uygulamasın geliştirilme sürecine ilişkin tasarım temelli araştırma modelinin adımları.....	58
Çizelge 3.2. Ekolojik ayak izi farkındalık ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçekleri uygulama süreci.....	59
Çizelge 3.3. Öğrencilerin demografik özellikleri.....	59
Çizelge 3.4. Nicel verilerin normallik analizi Kolmogrov-Smirnov testi sonuçları..	61
Çizelge 4.1. Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulamasının temel özellikleri.....	79
Çizelge 4.2. Ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin ön test puanlarına ait betimsel istatistikler.....	80
Çizelge 4.3. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulamasının öncesinde ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları....	81
Çizelge 4.4. Uygulama sonrasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ait betimsel istatistikler.....	83
Çizelge 4.5. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulaması sonrasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları....	84
Çizelge 4.6. Araştırmaya katılan öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ön test-son test puanlarına ilişkin t-testi sonuçları.....	86
Çizelge 4.7. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ön test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.....	87
Çizelge 4.8. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi son test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.....	88
Çizelge 4.9. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri ön test puanlarına ait betimsel istatistikler.....	89
Çizelge 4.10. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin ECohool mobil uygulaması öncesinde sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.....	90
Çizelge 4.11. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi son test puanlarına ait betimsel istatistikler.....	91
Çizelge 4.12. Araştırmaya katılan ortaokul 7-8. sınıf öğrencilerinin ECohool mobil uygulaması sonrasında sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.....	92
Çizelge 4.13. Araştırmaya katılan öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri ön test-son test puanlarına ilişkin t-testi sonuçları.....	93
Çizelge 4.14. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ön test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.....	94
Çizelge 4.15. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi son test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.....	95
Çizelge 4.16. 8. sınıf öğrencilerinin kullanılan mobil uygulama hakkındaki görüşleri.....	96

Çizelge 4.17. 8. sınıf öğrencilerinin geliştirilen mobil uygulamada en çok beğendikleri bölümlere ilişkin görüşleri.	97
Çizelge 4.18. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı kullanırken yaşadığı zorluklar ile ilgili görüşleri.	98
Çizelge 4.19. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamanın yeniden tasarlanmasıyla eklenmesi ve çıkarılması gereken özelliklere ilişkin görüşleri.	99
Çizelge 4.20. 8. sınıf öğrencilerinin kullandıkları mobil uygulama sorularının zorluk seviyesiyle ilgili görüşleri.	100
Çizelge 4.21. 8. sınıf öğrencilerinin kullandıkları mobil uygulamanın sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmelerine katkı sağlaması ile ilgili görüşleri.	101
Çizelge 4.22. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı tekrar tekrar kullanma isteği ile ilgili görüşleri.	102
Çizelge 4.23. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı başka arkadaşlarıyla paylaşma isteği ile ilgili görüşleri.	103
Çizelge A.1. Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği	145
Çizelge B.1. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeği	147
Çizelge C.1. Yarı yapılandırılmış görüşme bilgileri	148

SİMGELER VE KISALTMALAR

AG	Artırılmış Gerçeklik
AI	Yapay Zeka “Artificial Intelligence”
BM	Birleşmiş Milletler
EAİFÖ	Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği
IUNC	Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources”
MAG	Mobil Artırılmış Gerçeklik
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
PA	Pedagojik Aracılar
PÇTÖ	Problem Çözme Tabanlı Öğrenme
SG	Sanal Gerçeklik
SKE	Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim
SYFÖ	Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği
UI	Kullanıcı Arayüzü “User Interface”
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu “United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization”
UX	Kullanıcı Deneyimi “User Experience”
WCED	Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu “World Commission on Environment and Development”
WWF	Doğal Hayatı Koruma Vakfı “World Wide Fund for Nature”

1. GİRİŞ

İnsanoğlu, tarih boyunca çevreyi sınırsız bir kaynak olarak görmüştür. Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve kentleşmenin ortaya çıkması sınırsız kaynakların kullanımını daha da çok artırmıştır. Ayrıca bu durum; doğal kaynakların tüketilip tahrip edilmesine, tarımsal alanların yerleşim alanı olarak kullanılmasına, çevrenin kirlenmesine neden olmuştur. 1970’li yılların başında çevre kirliliği artmasının ve doğal kaynakların azalmasının önemli bir sorun olduğunun farkına varılmış, ve uluslararası platformlarda tartışılmaya başlanmıştır (Kaman ve Bozkurt, 2025). Bilim ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak günümüzde doğaya karşı yapılan bilinçsizce müdahaleler, ekosistem dengelerinin bozulmasına ve küresel ölçekte ekolojik sorunlara neden olmuştur (Kaya, 2012).

Sürdürülebilir kalkınma, çevre sorunlarının çözülmesini, doğal kaynakların korunmasını, çevre dostu uygulamaların teşvik edilmesini ve ekonomik büyümeyle birlikte toplumsal refahın artırılmasını hedefleyen bir yaklaşımdır (Kaman ve Bozkurt, 2025). Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporu’nda kullanılmıştır. Bu raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı uluslararası gündem maddesi olarak kabul edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla ele alınmıştır. Böylece, sadece ekonomik yönüyle ele alınan kalkınma kavramının bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerektiğinin önemi vurgulanmıştır (World Commission on Environment and Development (WCED), 1987). Bunun bir sonucu olarak 1966 yılında yılında Kenneth E. Boulding’in “The Economics of the Coming Spaceship Earth” (Yaklaşan Uzay Gemisi Dünya’nın Ekonomisi) adlı eserinde, ekonomik sistemin sınırlı kaynaklarının ekolojik sisteme uyum sağlaması gerektiğinin önemi vurgulanmıştır (Blewitt, 2012; Grober, 2007).

Sürdürülebilir kalkınma kavramının ülkelerce benimsenmesi ve öneminin anlaşılması bu alanda atılan adımları daha da hızlandırmıştır. 1992 yılına gelindiğinde Dünya Zirvesi olarak isimlendirilen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Kalkınma Konferansı düzenlenmiş ve birçok devlet başkanı bir araya gelerek tüm toplumları yakından ilgilendiren küresel krizler hakkında konuşulmuştur (Paul, 2008). Ülkelerin çevresel problemler ile ilgili önlemler almasının sağlanabilmesi için 1997 yılında BM

Japonya'nın Kyoto kentinde yeni bir toplantı düzenlemiş ve katılım sağlayan ülkeler tarafından Kyoto Protokolü imzalanmıştır (Sathaye vd., 2006). BM tarafından 2002 yılında geçmişte alınan kararların değerlendirilerek yeni stratejiler belirlenmesi için Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi gerçekleştirilmiştir (La Vina vd., 2003). 2012 yılına gelindiğinde ise BM tarafından yeni bir Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı düzenlenerek sürdürülebilir kalkınma amaç ve hedeflerinin oluşturulması kararlaştırılmıştır. Alınan bu karar doğrultusunda çalışmalar gerçekleştirilerek sürdürülebilir kalkınma ile ilgili 2030 yılına kadar ulaşmak üzere 17 amaç ve 169 hedef BM tarafından 2015 yılında kabul edilmiştir (Hajer vd., 2015). Bütün bu gelişmeler ve olaylar sürdürülebilir kalkınma kavramının ortaya çıkmasının ve geniş kitleler tarafından kabul görerek üzerinde düşünülmesinin uzun zaman alan tartışmalar sonucunda gerçekleştiğini göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınma kavramının tanımı, amaçları ve hedefleri gibi konularda dönemsel olarak farklı görüş ve düşünceler ortaya atılmış olsa da sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için kabul gören ortak görüş bireylerin bu konuda eğitilmesi gerektiği olmuştur (Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2022). Bu yüzden de sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için eğitiminin oldukça önemli görevler üstlendiği düşüncesi tüm toplumlar tarafından kabul edilmektedir (Foster, 2001).

Sürdürülebilir kalkınma, mevcut kuşakların temel ihtiyaçlarını karşılarken, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan kalkınmayı amaçlayan bir yaklaşımdır (Engin, 2010). Bu yaklaşım, doğal kaynakların sınırlı olduğuna ve insan yaşamını sürdürebilmek için bu kaynakların dengeli şekilde kullanılması gerektiğine vurgu yapmaktadır. Aynı zamanda fakirlik, eğitim, sağlık, kültür gibi sosyal boyutları da içerecek biçimde; ekonomik gelişme ile çevresel koruma arasında bir denge kurmayı hedeflemektedir (Teksöz, 2014). Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınma, insanlığın doğa ile ilişkisini yeniden değerlendirmesine olanak tanıyan bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır. İnsanın gezegenin sınırlarını aştığı günümüz dünyasında, doğal kaynaklar giderek daha fazla önem taşımaktadır. Bu konu beraberinde sürdürülebilir kalkınma göstergelerinden biri olan ekolojik ayak izi kavramını getirmektedir.

Ekolojik ayak izi hesaplamaları yapan ülkeler, mevcut ekolojik varlıkların nicel değerini belirleyebilmekte, bu varlıkları izleyebilmekte ve etkin bir biçimde yönetebilmektedir. Bu bağlamda, ekolojik bilançosunu ortaya koyan ülkeler, kaynak yönetimine ilişkin doğru ve güvenilir verilere ulaşarak uzun vadeli çevresel sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik stratejiler geliştirebilmektedir. Günümüzde birçok ülkenin ekolojik ayak izinin, sahip olduğu biyolojik kapasiteyi aştığı göz önünde bulundurulduğunda; bu ayak izinin tüm bileşenleriyle birlikte nedenleri ve sonuçlarıyla kapsamlı bir biçimde analiz edilmesi, ekolojik açığın ortaya çıkardığı risklerin azaltılması açısından büyük önem arz etmektedir. Ekolojik ayak izi bilançosunu hazırlayan ülkeler, gezegenin taşıma kapasitesini dikkate alarak ve kalkınma hedeflerini çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda şekillendirerek, ekolojik açıklarını kapatma yolunda önemli adımlar atabilmektedir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir bir ekonomik yapının inşasına katkı sunmakta ve toplumların uzun vadeli refahını güvence altına almaktadır (Tosunoğlu 2014; World Wide Fund for Nature (WWF), 2012).

İnsanlığın ekolojik kapasiteyi aşmasının başlıca nedenleri arasında, ormanların doğal yenilenme hızından daha hızlı bir şekilde tahrip edilmesi, okyanuslardaki aşırı avlanma faaliyetleri ve atmosferin absorbe edebileceğinden daha fazla miktarda karbon salınımının gerçekleşmesi gibi, ekolojik kaynakların sürdürülemez biçimde kullanılması yer almaktadır. Günümüzde, insanlığın doğadan olan talepleri, ekosistemlerin kendini yenileme kapasitesini ciddi biçimde aşmış; bunun sonucunda, giderek azalan doğal kaynak stokları ve tüketim faaliyetlerinden kaynaklanan atık birikimi gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar teknolojik yenilikler, kaynak ve enerji kullanımında etkinlik sağlanması ve ekosistem verimliliğinin artırılması gibi uygulamalar ekolojik açığın azaltılmasına katkı sunmakta olsa da, bu çözümler her zaman sürdürülebilir sonuçlar doğurmamaktadır (WWF, 2014).

Öğrencilere sürdürülebilir yaşama yönelik kalıcı davranışların kazandırılması, bireylerin doğal ve sosyal koşullarda eylemsel özgürlükleri ile mümkün olmaktadır. Bu özgürlüklerin yanı sıra, bireylerin bilgi düzeyleri, algıları ve değer yargıları, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Haubrich vd., 2007).

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmek için, sürdürülebilir yaşam anlayışının benimsenmesi ve bireylerin davranışlarına yansıtılması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, özellikle öğretmenler başta olmak üzere farklı meslek gruplarına mensup bireylerin mevcut tutum ve davranışlarının belirlenmesine, bu davranışların sürdürülebilir yaşam biçimi haline dönüştürülebilmesine yönelik etkili eğitim programları ve öğretim materyallerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Eğitim, sürdürülebilir kalkınmanın temel dinamiklerinden biri olarak, bireylerin çevresel sorunlara dair tutumlarını şekillendirmekle kalmamakta; aynı zamanda daha sağlıklı, güvenli ve yaşanabilir bir dünya inşa edilmesine katkı sağlayarak yaşam kalitesinin artırılmasında da kritik bir rol üstlenmektedir. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınma eğitimi, bireylerin çevresel meseleleri sorgulama, eleştirel düşünme ve çözüm üretme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmakta; çevresel farkındalık düzeylerini artırarak onları daha bilinçli ve sorumluluk sahibi bireyler haline getirmektedir (Keleş, 2017).

İnsan, yaşadığı çevrede yürüttüğü faaliyetlerle çevre sorunlarının temel kaynağını oluşturan bir aktör olmakla birlikte, aynı zamanda bu sorunların çözümünde de kilit bir rol üstlenmektedir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı, çevresel politikalar ile kalkınma stratejilerinin bütünleştirilmesine olanak sağlayan kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçevede belirlenen hedeflerin başarıya ulaşabilmesi için toplumun tüm kesimlerine yönelik kesintisiz ve kapsayıcı bir eğitimin sağlanması gereklidir. Gelecekte doğal kaynakların kullanıcıları ve karar vericileri olacak olan çocuklar, çevre eğitiminin temel hedef kitlesini oluşturmaktadır. Her ne kadar mevcut çevresel sorunların oluşumunda doğrudan sorumlulukları bulunmasa da, çocuklar çözüm sürecine dâhil edilmesi gereken önemli aktörlerdir. Bu noktada, çocukların gelişim süreçlerinde davranışlarının şekillenmesinde etkili olan öğretmenler, eğitimciler ve gönüllüler; çevre bilinci ile sürdürülebilirlik farkındalığının kazandırılmasında ve bu alanda yürütülen projelerin uygulanmasında kritik bir rol oynamaktadırlar (Braus ve Wood, 1993).

Gelecek kuşakların yaşadıkları çevrede sürdürülebilir yaşam becerileriyle donatılması, bu hedefe ulaşmanın temel yollarından biri olarak görülmektedir (Qablan, 2005). Söz konusu yaklaşım, öğrencilerin çevresel sorunların çözüm sürecine aktif katılımını

teşvik ederek, çevre eğitimi programlarında mevcut olan eksiklikleri gidermeyi amaçlamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde, çevreye zarar vermeden yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen kararların alınması ve uygulanması sürecinde gerekli olan bilgi, değer ve becerilerin kazandırılmasına olanak tanımaktadır (Summers vd., 2005). Bu eğitim anlayışı, yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda bireylerin değer yargıları, tutumları, yaşam biçimleri ve davranışlarında sürdürülebilirliği temel alan dönüşümleri destekleyen disiplinler arası bir yaklaşımı da içermektedir. Sonuç olarak, çevresel tehditlerin ortadan kaldırılabilmesi için bireylerin bilinçli kararlar alabilmesini ve bu kararları hayata geçirebilmesini sağlayacak şekilde eğitim sistemlerinin yeniden yapılandırılması gereklidir (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2002).

Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik eğitim, bireylerin gelecekte karşılaşılabilecekleri çevresel, toplumsal ve ekonomik sorunlara karşı hazırlıklı olmalarını; eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini ve toplumu oluşturan diğer bireylerle iş birliği içerisinde çözüm yolları geliştirmelerini amaçlamaktadır (UNESCO, 2014). Bu nedenle, bireylerin sürdürülebilirlik odaklı kararlar alabilme yeterliliklerini kazanacak şekilde eğitilmeleri büyük önem taşımaktadır (Wals, 2011; Yüzbaşıoğlu, 2023). Sürdürülebilir kalkınmanın hayata geçirilebilmesi için bireylerin eğitim sürecinde bu alana ilişkin temel bilgi, değer ve tutumları edinmeleri gerekmektedir (Haubrich vd., 2007). Böylece, gezegenin geleceğine karşı sorumluluk sahibi bireylerin yetişmesi sağlanarak, sürdürülebilir kalkınma süreci desteklenebilir (Eilks vd., 2014).

Bireylere eğitim öğretim faaliyetleri ile sürdürülebilir kalkınma konusunda farkındalık kazandırılacak derslerden birisi de içeriği itibariyle fen bilimleri dersidir. Etkili şekilde planlanan ve yürütülen fen bilimleri dersiyle birlikte öğrencilere sürdürülebilir bir dünya için gerekli bilgiler kazandırılabilir (Stratton vd., 2015). Bu noktada sürdürülebilir kalkınma amaçlarından haberdar olan ve belirlenen hedeflere ulaşılması için adımlar atan bireylerin yetiştirilmesinde ilgili konulara öğretim programlarında yer verilmesi gerekmektedir (Tanrıverdi, 2009; Yüzbaşıoğlu ve Kurnaz, 2022). Yürütülen çalışmalar incelendiğinde de, öğretim programlarının sürdürülebilirlik

açısından önemi vurgulanmaktadır (Alkış, 2007; Faiz ve Bozdemir Yüzbaşıoğlu, 2019; Powers, 2004).

Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşılabilmesi için birçok ülke gibi Türkiye’de de eğitim öğretim alanında çalışmalar yürütülmektedir. Ülkemizde 2024 yılında yenilenen Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nın özel amaçlarından birisi “Sürdürülebilirliği Temel Alan Fen Öğretimi” yaklaşımıdır. Bu özel amaç altında programda sürdürülebilirliği düşünmeye yönlendiren ve sürdürülebilirlikle ilişkili yaşam becerilerini kazandırmaya yönelik konulara yer verilmektedir. Bu kapsamda sürdürülebilirlik bilincine sahip bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Son ünitelere bakıldığında ise çevre eğitimi odağında olduğu görülmektedir. Programda okuryazarlık becerileri altında sürdürülebilirlik okuryazarlığı kavramı da ön plana çıkmaktadır Öğretim programında sistem düşüncesi yaklaşımıyla, bütüncül eğitim anlayışına uygun öğrenme yaşantıları planlanarak bu konuların öğretiminin kolaylaştırılması yönünde öneriler geliştirilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2024).

Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi, öğrencilerin sürdürülebilir yaşam konularındaki farkındalıklarını artırmada öğrenmeyi daha etkileşimli, somut ve anlamlı hale getirdiği için etkili bir araç olabilir. Bu sayede öğrenciler, çevre sorunlarına karşı daha duyarlı hale gelir ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerini benimseyerek geleceğe daha bilinçli bir şekilde yaklaşabilirler. AG, kullanıcıların gerçek dünya algısını geliştiren son teknolojiyi temsil eder. Bu, dijital bilgilerin çevreleriyle harmanlanmasıyla elde edilir, böylece bağlamsal olarak ilgili içerik doğrudan çevrelerine iletilir (Rodrigues ve Pombo, 2024). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin farklı dersler, konular veya disiplinler üzerinde uygulanması gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır (Somyürek, 2014). AG'nin fen derslerinde kullanımı, soyut olayları somut örneklerle dönüştürerek öğrencilere gerçek yaşam deneyimleri sunar ve kalıcı öğrenme sağlar (Karakaş ve Özerbaş, 2020; Şahin, 2017; Yıldırım, 2016).

Teknolojideki hızlı gelişim, eğitim alanında da çeşitli yeniliklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu yeniliklerden biri de AG uygulamalarıdır (Kayalar ve Baran, 2021; Küçük vd., 2014). Artırılmış gerçeklik teknolojisi, eğitimde öğrencilerin dikkat ve motivasyonlarını artırarak öğretim süreçlerinin niteliğini olumlu yönde etkilemektedir

(Korucu vd., 2016). Ayrıca, kalıcı öğrenmenin sağlanabilmesi amacıyla öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesi hedeflenmekte ve bu bağlamda AG teknolojileri, etkileşimli ve deneyim temelli öğrenme fırsatları sunarak eğitimde önemli bir potansiyel ortaya koymaktadır (Türel ve Bayer, 2020). Türker (2021), AG teknolojisini, gerçek nesneler hakkında bilgi edinmeye yönelik olarak çeşitli ortamlar içerisinde zenginleştirilmiş içerikler sunan bir teknoloji biçimi olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde, Dikmen ve Bahadır (2021) ise artırılmış gerçeklik uygulamalarının, geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrencilerin akademik başarılarını daha fazla artırdığını da vurgulamışlardır.

Öğrencilerin gerçek ortamı sanal bir ortamla birleştirerek mobil bir cihaz aracılığıyla içeriği görselleştirmelerine olanak tanıyan ve fiziksel dünyanın gerçek zamanlı olarak etkileşimli ve dijital bir vizyonunu sağlayan erişilebilir teknolojilerden birisi de mobil artırılmış gerçekliktir (Criollo vd., 2024). Mobil artırılmış gerçeklik, öğrenenin deneyim ve bilgiyi birleştirmesini sağlamak ve farklı yeteneklere sahip öğrencilere uzaktan eğitime kıyasla ihtiyaçlarını karşılama imkânı sunmaktadır (Tesolin ve Tsinakos, 2017). Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları öğrenenlerin öğrenme ve anlama kapasitelerini artırabilmektedir (Akgün ve Üstün, 2023; Sungur vd., 2016).

Eğitimde sürdürülebilir yaşam kavramının benimsenmesi, gelecekte daha çevre dostu ve bilinçli nesiller yetiştirmek için kritik bir adımdır. Artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrencilerin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda sürdürülebilir yaşam ile ilgili kavramları soyut bir bilgi olmaktan çıkarıp deneyimleyerek öğrenmelerini sağlar. Örneğin, AG destekli bir uygulama ile öğrenciler, günlük tüketim alışkanlıklarının su kullanımı, ulaşım tercihleri ve enerji tüketimi üzerindeki etkilerini görselleştirebilirler. Bu etkileşimli öğrenme yöntemi, çevresel sorunların daha iyi kavranmasına yardımcı olurken, bireylerin sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları geliştirmesine de katkı sağlar. Eğitimde bu tür yenilikçi teknolojilerin kullanılması, öğrencilerin bilinçli kararlar almasını teşvik ederek sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır.

Mobil artırılmış gerçeklik (MAG) uygulamalarıyla tasarlanan eğitim temelli etkinlikler, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada yenilikçi ve etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu uygulamalar, özellikle sürdürülebilir kalkınma hedefi 4

(Nitelikli Eğitim) hedefi başta olmak üzere, çevresel farkındalık, toplumsal katılım ve bireysel sorumluluk gibi kavramların deneyimsel öğrenme yoluyla içselleştirilmesini sağlamaktadır. Gerçek dünya ile sanal verilerin etkileşimli biçimde bir araya getirilmesi, öğrenenlerin karmaşık çevresel ve sosyal sorunları daha iyi anlamalarına, çözüm üretme becerilerini geliştirmelerine ve eleştirel düşünme yeteneklerini pekiştirmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca yerel ve küresel düzeyde sürdürülebilirlik bilincinin artırılmasına katkı sağlayarak, eğitimde kapsayıcılığı ve erişilebilirliği desteklemektedir. Bu nedenle bu çalışmada MAG destekli etkinliklerin, sürdürülebilir kalkınma için eğitimin dönüştürücü gücünü teknolojiyle bütünleştirerek etkili bir öğrenme ortamı sunmasını sağlamak amaçlanmıştır.

1.1 Problem Durumu

Sürdürülebilir kalkınma kavramının benimsenmesiyle birlikte, bazı ülkeler insan, ekonomi ve çevre arasındaki dengeyi gözeterek bu üç unsurun etkileşimini iyileştirmeyi ve korumayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda, ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinde çevresel faktörleri dikkate almaya başlayan söz konusu ülkeler, doğal kaynakların taşıma kapasitesini aşmadan, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını riske atmadan, mevcut insan ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflemişlerdir (Ergün ve Çobanoğlu, 2012). Toplumların kalkınmasının sürdürülebilir bir nitelik kazanmasında çevrenin korunması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması temel bir rol oynamaktadır. Başka bir deyişle, kalkınma süreçlerinin uzun vadede sürdürülebilir olabilmesi büyük ölçüde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına bağlıdır (Öztürk, 2007; Kaypak, 2011).

Sürdürülebilir kalkınmanın gelecek nesillerle olan ilişkisini en açık biçimde ortaya koyan çevresel boyut olmakla birlikte, insan faaliyetlerinin doğal çevrenin kendini yenileme kapasitesine ciddi zararlar verdiği gözlemlenmektedir. Bu durum, yalnızca gelecek nesillerin refah düzeylerinin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmakla kalmamakta, aynı zamanda onların en temel ve ikame edilemez hakkı olan yaşama hakkını da ciddi biçimde tehdit etmektedir (Ergün ve Çobanoğlu, 2012). Bunun temel nedeni, insan yaşam kalitesinin doğrudan çevrenin ve çevresel değerlerin kalitesiyle yakından ilişkili olmasıdır. Sürdürülebilir kalkınma açısından çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması gerekli bir koşul olmakla birlikte, tek başına yeterli

değildir. Bu nedenle, toplumların sürdürülebilir bir biçimde kalkınan toplumlar hâline gelebilmesi, ancak sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin bütüncül ve eş zamanlı olarak sağlanmasıyla mümkün olabilecektir (Kuşat, 2013).

Sürdürülebilir kalkınma kavramının çevresel, ekonomik, sosyal ve kültürel olmak üzere çok boyutlu bir yapıya sahip olması, bu yapının kapsamlı biçimde anlaşılmasını zorunlu kılmakta ve bu nedenle Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim (SKE) önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. SKE, genç kuşaklarda yalnızca çevresel farkındalık değil, aynı zamanda sosyal sorumluluk, ekonomik duyarlılık ve kültürel değerlere karşı bilinç geliştirilmesini hedeflemektedir (Brundiers vd., 2010; Kaya ve Tomal, 2011; Teksöz vd., 2010). Ayrıca, bireylerin toplumun bir parçası olarak aldıkları kararların yalnızca kendilerini değil, toplumun genelini etkileyebileceği yönünde farkındalık kazanmaları da bu eğitim yaklaşımıyla desteklenmektedir (Nuhoğlu, 2008).

Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik etkili bir eğitim süreci, disiplinler arası bir bakış açısını gerektirir (Parker, 2010). Bu tür bir yaklaşım, bireylerin yerel ve küresel düzeyde karşılaştıkları çevresel, sosyal, ekonomik ve kültürel meseleleri bütüncül bir perspektiften değerlendirebilmelerini mümkün kılar. Böylece bireyler, sürdürülebilir bir dünya inşa etme yolunda çok yönlü bilgi ve becerilerle donatılarak daha bilinçli ve sorumlu yurttaşlar hâline gelirler (Engin, 2010; Hotinli vd., 2012).

Çevre konularının ön planda yer aldığı Fen Bilimleri dersi öğretim programlarının, genç nesillerin günümüzde yaşanan besin kıtlığı, fakirliğin giderilmesi, salgın hastalıklar ve küresel ısınma gibi sosyo-bilimsel konularda aktif katılımlarının sağlanabilmesi için sosyal, ekonomik ve kültürel bağlamda kısacası sürdürülebilir kalkınma bağlamında yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Holbrook, 2009; Tanrıverdi, 2009). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında, sürdürülebilir kalkınma konusundaki farkındalığın artırılmasına yönelik gerek konunun sınıf düzeyi olarak daha erken yaşlara taşınması, gerek kazanım ve ders saati sayısındaki artış olarak karşımıza çıkan bu değişiklikler umut vericidir (Jabareen, 2011; Parker, 2010).

Sürdürülebilir eğitim çerçevesinde değerlendirildiğinde sürdürülebilir okul kavramı ön plana çıkmaktadır. Sürdürülebilir okul kavramı, 2020'li yıllarda parçalı ve kısa vadeli

yaklaşımlardan, sistemik ve geleceğe odaklı bütüncül eylemlere doğru evrilen, dinamik bir dönüşüm süreci olarak görülmektedir (Bozkurt ve Kenan, 2022). Bu modern anlayış, yalnızca çevresel etkiyi en aza indiren, kaynakları koruyan ve sağlıklı öğrenme alanları yaratan fiziksel yapılar olmanın ötesine geçer. Temelinde, dünya düzeninin sosyal, ekonomik ve ekolojik sistemlerinin karşılıklı bağımlılığını anlamayı ve bu bilinci davranışa dönüştürmeyi sağlayan bir paradigma değişikliği hedeflenmektedir (UNESCO, 2021). Türkiye’de yapılan güncel çalışmalar, sürdürülebilir eğitimin boyutlarını; işlevsellik, eğitim kültürü, bütüne katkı bilinci, etik değerlerin korunması ve çevre bilinci olarak tanımlamaktadır (Savaş vd., 2022). Bu bütüncül yaklaşım, öğrencilere sadece küresel çevre sorunları hakkında farkındalık kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi temel yetkinlikleri aşilayarak onları çözüm odaklı küresel vatandaşlar olarak yetiştirmeyi amaçlar (UNESCO, 2021).

Sürdürülebilir okul modeli, okulları yalnızca fiziksel mekânlar olarak değil, aynı zamanda sosyal, kültürel ve ekolojik sistemlerin bir parçası olarak gören bütüncül bir yaklaşımdır. Bu alanda yapılan güncel bir ölçek geliştirme çalışması, sürdürülebilir bir okulun temel özelliklerini beş ana faktör altında toplamıştır: kültür ve miras, çevre, kapsayıcılık, verimlilik ile mimari ve tasarım (Karsantık ve Akınoğlu, 2024). Bu yaklaşımın eğitimdeki yansıması ise öğrencilerin sadece bilgi düzeyini artırmakla kalmayıp, özellikle sürdürülebilirliğe yönelik tutumlarını olumlu yönde değiştirmeyi hedeflemektedir. Nitekim 2016-2023 arasını kapsayan sistematik bir derleme, sürdürülebilirlik eğitiminin öğrenciler üzerindeki en belirgin etkisinin tutum değişikliği olduğunu ortaya koymuştur (Akbaş ve Şad, 2024).

Son on yılda, teknolojik gelişmeler ve artan internet kullanıcıları sayesinde eğitimde dijital bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bunlar, büyük bir erişim, esneklik, uyarlanabilirlik ve altyapı sunarak, onları birleştirmenin merkezi haline getirmektedir. (Munasinghe vd., 2024). Dijital platformlar, deneyim yoluyla öğrenmenin bilgi derinliği olarak yardımcı olduğu bu tür eğitimde öğrenmenin etkinliğini artıran teknolojinin öğretime dahil edilmesiyle başka bir avantaj daha eklenmektedir. Bu tür araçlar arasında sanal simülasyonlar, içeriğin oyunlaştırılması, etkileşimli sınavlar ve öğrencileri aktif olarak meşgul eden, öğrenmeyi oldukça eğlenceli ve hatırlaması kolay hale getiren sınavlar

bulunmaktadır (Ismail ve Aldous, 2025). Örneğin, web siteleri tarafından AG veya sanal gerçeklik (SG) kullanımının, öğrencilerin sürdürülebilirlik kavramlarını anlamalarını, yalnızca dersler kullanan geleneksel öğretimin kullanımına kıyasla bilgilerin hatırlanmasında %40 oranında artırdığı bildirilmiştir (Bonnelame ve Stevenson, 2023).

AG, sürdürülebilirlik eğitiminin benimsediği yeni buluşlardan biridir ve öğrencilerin canlı animasyondan hemen sonra çevre sorunlarını öğrenmelerine ve bunlarla etkileşime girmelerine olanak tanınmaktadır. Sürdürülebilirlik eğitimi çabalarındaki AG fırsatları, kullanıcının verilen ders içindeki dış faktörleri takdir edebileceği ve değiştirebileceği bu tür öğrenme alanlarının yaratılmasını sağlamada öne çıkmaktadır. Öğrenciler, ormansızlaşma, kirlilik veya küresel ısınma meydana geldiğinde belirli bir konumda ne olduğunu gösteren resimli bir daire ile yerinde AG deneyimi yaşayabilmektedir. Bu, çevre sorunlarıyla ilişki kurmanın çok kalıcı ve somut bir yolu olmaktadır (Ismail ve Aldous, 2025).

Yapılı çevrelerle gerçek zamanlı etkileşim kapasitesi nedeniyle, AG deneyimlerinin öğrenciler tarafından karmaşık sürdürülebilirlikle ilgili bilgilerin anlaşılmasını ve hatırlanmasını da geliştirdiği doğrulanmıştır. Örneğin, bu AG'de başarıldığında, kullanıcıların kendilerinin AG kullanarak uygulama üzerinde gezindiğinde araba kullanma ve plastik ev eşyaları tüketme gibi davranışların karbon maliyetini anlamaları mümkün olmaktadır. Bu tür etkinlikler, kitaplardan daha etkili bir şekilde çevreye uygun davranışı destekleyebilir ve teşvik etmektedir (Bonnelame ve Stevenson, 2023).

MAG uygulamaları ise, bireylerin öğrenme süreçlerine etkileşimli, yenilikçi ve gerçek yaşamla bütünleştirilmiş deneyimler kazandırarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine doğrudan katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler sayesinde, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile ilgili olarak küçük yaşlardan itibaren öğrenenlerin soyut kavramları somutlaştırmasına, karmaşık çevresel, sosyal ve ekonomik problemleri görselleştirerek daha iyi anlamalarına olanak tanır. Mekândan ve zamandan bağımsız erişilebilir olması sayesinde eğitimde fırsat eşitliğini destekleyen mobil AG uygulamaları, bireylerin eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birliğine dayalı öğrenme becerilerini geliştirmeye yönelik etkili bir araç haline gelmiştir.

Böylece öğrenme süreçleri daha kalıcı, kapsayıcı ve öğrencilerin aktif katılımına dayalı bir yapıya dönüşmektedir (Tesolin ve Tsinakos, 2017).

Bu araçların sürdürülebilir yaşam için eğitim içerisinde kullanımı sürdürülebilirlik bilincine sahip, sürdürülebilir okuryazarlık becerisi gelişmiş bireyler yetiştirilmesine fırsat sağlayacaktır. Mobil artırılmış gerçeklik, öğrenenin deneyim ve bilgiyi birleştirmesini sağlamaktadır. Bu nedenle artırılmış gerçeklik uygulamalarını mobil tabanlı ve mobil öğrenme sağlayan uygulamalar olarak belirtilebilmektedir. Mobil artırılmış gerçeklik, kendine özgü özellikleri sayesinde farklı yeteneklere sahip öğrencilerin uzaktan eğitime kıyasla ihtiyaçlarını daha etkili bir şekilde karşılamalarına olanak tanımaktadır (Tesolin ve Tsinakos, 2017).

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada eğitimin dönüştürücü gücü göz önüne alındığında, mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının önemi daha da belirgin hâle gelmektedir. Özellikle çevresel farkındalık, kaynakların bilinçli kullanımı ve toplumsal sorumluluk gibi konuların eğitim yoluyla bireylere aktarılması, bu teknolojiler sayesinde daha etkili bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Problem temelli ve deneyimsel öğrenmeye olanak sunan AG destekli etkinlikler, sürdürülebilir kalkınma bağlamında bireylerin yalnızca bilgi sahibi olmalarını değil, aynı zamanda bu bilgileri gündelik yaşamda uygulamaya geçirebilmelerini teşvik etmektedir. Bu doğrultuda, mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik eğitim stratejilerinin etkili ve yenilikçi bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Ancak, ilgili literatür incelendiğinde, özellikle ülkemizde mobil artırılmış gerçeklik destekli uygulamaların sayıca sınırlı olduğu ve bu alandaki çalışmaların henüz gelişim aşamasında bulunduğu görülmektedir. Bu nedenle, söz konusu çalışmada bir mobil uygulamasının geliştirilmesi, hem sürdürülebilir kalkınma temelli eğitsel yaklaşımlara katkı sunması hem de mevcut literatürdeki boşluğun giderilmesine yönelik özgün bir girişim olarak önem arz etmektedir.

1.2 Problem Cümlesi

Araştırmanın birinci basamağında;

Artırılmış gerçeklik ile zenginleştirilmiş *ECohool* adlı mobil uygulamanın tasarım süreci nasıl yapılandırılmıştır? Tasarım süreci hangi aşamalardan geçmiştir?

Araştırmanın ikinci basamağında ise;

Sürdürülebilir yaşama yönelik artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisi nedir? sorularına yanıt aranmıştır.

1.3 Alt Problemler

Bu araştırmada problem cümlesi doğrultusunda aşağıda alt problemlere yanıt aranmıştır;

- 1) Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının öncesinde, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalıkları ne düzeydedir?
- 2) Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının sonrasında, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalıkları ne düzeydedir?
- 3) Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf deney grubu öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?
- 4) Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf deney grubu öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi, ön test ve son test puanları arasında, sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?
- 5) Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının öncesinde, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıkları ne düzeydedir?
- 6) Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının sonrasında, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıkları ne düzeydedir?

7) Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf deney grubu öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?

8) Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf deney grubu öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi, ön test ve son test puanları arasında, sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?

9) Araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin geliştirilen artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının kullanılabilirliğine ilişkin görüş ve değerlendirmeleri nelerdir?

1.4 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada;

- Sürdürülebilir yaşama yönelik artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* adlı mobil uygulamanın geliştirilmesi,
- Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisinin incelenmesi,
- Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi,
- Sürdürülebilir yaşama yönelik artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının kullanılabilirliğine dair öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.5 Araştırmanın Önemi

Hızla artan nüfus, bilinçsiz tüketim alışkanlıkları ve çevresel sorumluluk eksikliği; iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilikte azalma, temiz su kaynaklarının tükenmesi ve çevre kirliliği gibi küresel çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Ülkeler arası çıkar çatışmaları ve enerji kaynaklarına yönelik sorunlar da bu çevresel tehditleri derinleştirmektedir. Özellikle ekonomik kalkınma süreçlerinde doğal kaynakların aşırı kullanımı ve çevresel tahribat, bu kalkınmanın sürdürülebilirliğini sorgulanır hale

getirmiştir (Atmaca vd., 2018; Uğraş ve Zengin, 2019). Tüm bu sorunlara çözüm arayışı, "sürdürülebilirlik" ve "sürdürülebilir kalkınma" kavramlarının ön plana çıkmasına neden olmuştur (Birdsall, 2013).

Sürdürülebilirlik, en temel anlamıyla sürekliliğin sağlanması olarak tanımlanmakta olup, sürdürülebilir kalkınma; ekonomi, enerji, teknoloji, çevre, siyaset ve toplum gibi çok boyutlu bir yapıya sahiptir (Kilinc ve Aydın, 2013). Sürdürülebilir kalkınma anlayışının tüm boyutlarıyla birlikte ele alınması, bu kavrama daha bütüncül ve geniş bir perspektiften bakılmasına olanak tanımaktadır (Altuntaş ve Türker, 2012; Kavaz ve Öztoprak, 2019). Bu perspektife ulaşabilmek ise sürdürülebilir kalkınma hedeflerine erişimle doğrudan ilişkilidir. Söz konusu hedeflere ulaşmada en belirleyici unsur ise bu hedefleri gerçekleştirebilecek bireylerin yetiştirilmesidir. Bu noktada eğitim, sürdürülebilir kalkınma sürecinin temel taşı olarak görülmekte ve bireylerin bilgi, beceri ve değerlerle donatılarak toplumsal dönüşüme katkı sağlamasında kilit rol oynamaktadır (Pauw vd., 2015; Waltner vd., 2019). Sürdürülebilir kalkınma için eğitim; küresel düzeydeki sorunların çözümüne yönelik yol haritası çerçevesinde toplumları dönüştüren, kapsayıcı ve dönüşümsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Bulut ve Çakmak, 2018).

Sürdürülebilir kalkınma eğitiminin etkili olabilmesi, öğretmenlerin bu alanda yeterli bilgi, beceri ve tutumlara sahip olmalarıyla doğrudan ilişkilidir (Corney ve Reid, 2007; Çobanoğlu ve Türer, 2015). Bu eğitim, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik, çevre kirliliği, enerji verimliliği ve sürdürülebilir tüketim gibi önemli temaları kapsamaktadır ve fen bilimleri eğitimiyle doğrudan bağlantılıdır (Ateş, 2019; Pauw vd., 2015). Türkiye’de, ilköğretim düzeyinde bu temaların entegre edilebileceği derslerden biri fen bilimleri dersi. Sürdürülebilir kalkınma, 2013’te Ulusal Eğitim Programı’na dahil edilerek fen bilimleri dersi öğretim programına entegre edilmeye başlanmış (Ateş ve Gül, 2018; MEB, 2013), 2024 yılına gelindiğinde ise Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında bu konu, önceki programların devamı olarak yer bulmuştur (Yüzbaşıoğlu, 2025).

Sürdürülebilir kalkınma ile ilişkilendirilen bir diğer önemli kavram, ekolojik ayak izidir. Ekolojik ayak izi, bireylerin yaşadıkları çevredeki doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı ölçen bir göstergedir ve sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biridir

(Ruževičius, 2010). Bu kavram, insanların Dünya'daki doğal kaynakları ne ölçüde kullandığını ve gelecekte ne kadarına ihtiyaç duyacaklarını anlamak için kullanılan bir hesaplama aracıdır. Ekolojik ayak izi, gıda, ulaşım, barınma ve enerji kullanımı gibi çeşitli alt bileşenlerden oluşmaktadır. Bu boyutlar hakkında bilgi edinmek, Dünya üzerindeki etkimizi anlamamıza yardımcı olur ve ekolojik ayak izini azaltma yollarını keşfetmemizi sağlar (Keleş, 2007).

Sürdürülebilir kalkınmada yeni eğitim teknolojilerinin de kullanılması gerekir. Yeni teknolojilerin eğitimin etkililiğini artırmak adına nasıl kullanılacağı konusu son yıllarda eğitim ve eğitim teknolojisi alanındaki çalışmalarda önem kazandığı söylenebilir. Öğrenme alanlarını tasarlama yöntemlerimiz ve öğrencilerin bu alanlar içindeki akranlar, araçlar ve bilgilerle etkileşim kurma yolları, ortaya çıkan öğrenme etkileşimleri türlerini doğrudan etkileyecektir (Tissenbaum ve Slotta, 2019). Artırılmış gerçeklik teknolojisine dayalı düzenlenen öğretimlerin daha özgün öğrenme fırsatları sağlayacağı düşünülmektedir. 3B sanal ortamlar, insanlara etkileşimli deneyimlerinde izole bir his verirken artırılmış gerçeklik kullanıcıya, sanal ve gerçek nesnelerin aynı alanda bir arada var olduğu gibi görünen, öğrenciler ve bilgi arasındaki engellerin bir dereceye kadar ortadan kaldırıldığı ortamlar sunar (Cai, 2018). Artırılmış gerçeklik teknolojilerinin ise öğrencilere gerçekte var olmayan ortamlarda bulunabilmelerini ve gerçekte yapması zor olan deneylerin simüle edilebilmesini sağladığı için eğitim ortamlarında kullanımı oldukça keyifli ve motive edici bir araçtır. Bunun yanı sıra teknolojik cihazların eğitime bu denli entegre edilmesi daha sürdürülebilir bir gelecek için oldukça önemlidir (Çaydere ve Akgün, 2023). Ayrıca artırılmış gerçeklik teknolojilerinin fen bilimlerinde kullanılması oldukça önemlidir. Öğrencilerin fen bilimleri dersindeki soyut kavramları anlaması zordur ve bu yüzden görsel öğelerin yer aldığı artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımının sağlanması önemlidir (Şahin, 2017).

Günümüzde sürdürülebilir yaşam, ekolojik ayak izi ve teknolojik gelişmeler arasındaki ilişki giderek daha önemli hale gelmektedir. AG ve mobil uygulama geliştirme, çevresel farkındalığı artırmak ve bireyleri daha sürdürülebilir yaşam tarzlarına yönlendirmek için güçlü araçlar sunmaktadır. Bu araçların eğitimde kullanılması sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden nitelikli eğitimin daha kaliteli

olmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca bu teknolojiler, kullanıcıların ekolojik etkilerini daha somut bir şekilde görselleştirmelerine yardımcı olarak, sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarını teşvik edebilir. Aynı zamanda, artırılmış gerçeklik, kullanıcıların çevresel etkilerini daha iyi kavrayabilmesi için interaktif ve gerçek zamanlı deneyimler sunmaktadır. Örneğin, bir geri dönüşüm uygulaması, artırılmış gerçeklik ile atıkların doğru şekilde ayrıştırılmasını göstererek kullanıcıların çevreye duyarlı davranışlarını destekleyebilir. Bu tür uygulamalar, kullanıcılara yalnızca bilgi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda onlara bilinçli kararlar almaya teşvik etmektedir.

Mobil artırılmış gerçeklik, öğrenenin deneyim ve bilgiyi birleştirmesini sağlamakta ve farklı yeteneklere sahip öğrencilere uzaktan eğitime kıyasla ihtiyaçlarını karşılama imkânı sunmaktadır (Tesolin ve Tsinakos, 2017).

İlgili literatür incelendiğinde, MAG uygulamalarının fen bilimleri eğitimine entegrasyonunun öğrencilerin öğrenme çıktılarına olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Arita vd. (2022), mobil artırılmış gerçeklik ve metaverse teknolojilerinin fen derslerinde öğrenme süreçlerine katkı sağladığını ortaya koyarken; Fombona-Pascual vd. (2022) ise AG uygulamalarının özellikle kimya öğretiminde karmaşık yapıların görselleştirilmesini ve anlaşılmasını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. STEM eğitimini desteklemek amacıyla artırılmış gerçekliğin kullanımına ilişkin yapılan çalışmalar (Sırakaya ve Alsancak-Sırakaya, 2022), bu teknolojinin öğretim sürecine entegre edilerek disiplinler arası öğrenmeyi desteklediğini göstermektedir. Benzer şekilde, Lin vd., (2022) tarafından tasarlanan AG destekli uygulama ile lisans öğrencilerinin dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirildiği belirlenmiştir. Ortaokul düzeyinde yapılan araştırmalarda ise AG uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, tutum ve bilişsel yük gibi değişkenler üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmektedir (Abdüsselam, 2022; Çetin ve Türkan, 2022; Demircioglu vd., 2022; Ekleş ve Doğru, 2024; Kalemkuş ve Kalemkuş, 2023; Tsai ve Lai, 2022; Yıldırım ve Arıcıoğluları, 2024). Ayrıca Karagozlu (2021) tarafından yapılan çalışmada, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik olumlu görüşler bildirdikleri ve bu teknolojilerin sınıf içi etkileşimi artırarak fen konularının anlaşılmasına katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma ve çevre eğitimi bağlamında yürütülen çalışmalar da artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkili bir öğrenme aracı olduğunu göstermektedir. Rodrigues ve Pombo (2024) tarafından geliştirilen EduCITY adlı AG oyun tabanlı uygulama, ortaöğretim öğrencilerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik farkındalık düzeylerini artırma ve bu alandaki bilgi ve becerilerini geliştirme potansiyeline sahiptir. Katılımcı öğrenciler, söz konusu oyunun sürdürülebilirlik konularına yönelik ilgilerini artırdığını ve öğrenmeye yönelik motivasyon sağladığını ifade etmişlerdir.

Bu bulgular, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin özellikle sürdürülebilirlik temelli çevre eğitimi uygulamalarında öğrencilerin ilgisini çekmede, farkındalık oluşturmada ve dönüşümsel öğrenmeyi teşvik etmede etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Mobil uygulama geliştirme, sürdürülebilirlik konusunda geniş bir etki alanına sahiptir. Kullanıcı dostu arayüzler, oyunlaştırma teknikleri ve kişiselleştirilmiş öneriler sayesinde çevresel bilincin artırılması daha etkili hale gelebilir. AG teknolojisiyle desteklenen mobil uygulamalar, bireylerin günlük yaşamlarında çevre dostu alışkanlıklar kazanmalarını kolaylaştırabilir. Bu çalışmada sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen mobil uygulama, artırılmış gerçeklik kullanarak ekolojik ayak izi bileşenlerini (gıda, enerji, ulaşım vb.), sürdürülebilir okul kavramını ve sürdürülebilir kalkınmanın 17 hedefini somut hale getirerek öğrencilerin bu kavramları daha iyi anlamalarını ve pekiştirmelerini sağlayacaktır. Sürdürülebilir yaşam ve ekolojik ayak izi konularında farkındalık yaratmak için artırılmış gerçeklik ve mobil uygulama geliştirme önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu teknolojiler, bireyleri çevreye karşı bilinçlendirerek, çevresel sorunların azaltılmasına katkıda bulunabilir. Gelecekte, sürdürülebilirlik odaklı dijital çözümler geliştirmek hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çevresel sorumluluğu artırmak için kritik bir rol oynayacaktır.

1.6 Varsayımlar

Bu çalışmada;

- Araştırmaya katılan öğrencilerin kendilerine uygulanan ölçme araçlarında yer alan soruları samimi, tarafsız ve anlayarak yanıtladıkları varsayılmıştır.

- Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının kapsam geçerliğini değerlendirmek amacıyla görüşlerine başvurulmuş alan uzmanlarının görüşlerinin yeterli ve temsil edici olduğu varsayılmıştır.

1.7 Sınırlılıklar

Yapılan araştırma kapsamında geliştirilen artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş mobil uygulamanın;

- Geri dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin yer aldığı bölümlerin AG tabanlı olması,
- Android tabanlı olması,
- Sürdürülebilir kalkınma konularıyla ilgili 7 bölümden oluşması,
- Nitel verilerin toplanması aşamasında öğretmenlerden görüş alınamaması ve
- Kullanılan ölçme araçlarıyla sınırlıdır.

1.8 Tanımlar

Artırılmış gerçeklik (AG): Kullanıcıya hem fiziksel çevreyi hem de dijital bilgileri aynı anda deneyimleme imkânı sunan; gerçek dünyaya bilgisayar destekli içeriklerin anlık olarak entegre edildiği bir teknolojidir (Nijholt, 2023).

Sanal gerçeklik (SG): Kullanıcıyı gerçek dünyadan izole ederek, bedensel hareketlerine duyarlı ve çoklu duyu uyaranlarıyla zenginleştirilmiş bilgisayar üretimi bir ortamda etkileşim kurmasını sağlayan kapsayıcı bir teknolojidir (Bailenson, 2024).

1.9 Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma sahip olduğumuz doğal kaynakları tüketmeden, ekosistemde var olan dengeye müdahale etmeden kalkınmanın gerçekleşmesidir (Aydede vd., 2019). Kaynakların uçsuz bucaksız, sonsuz olarak tanımlanmadığı dünya şartlarında bilhassa günümüzde, sosyal standartlarımızı koruyarak; ancak gelecek nesillerin haklarını gasp etmeden çevreden yararlanılması olarak da sürdürülebilir kalkınma kavramı tanımlanabilir. Sürdürülebilir kalkınmanın gelişen toplumda öneminin artmasıyla bireylerin sürdürülebilir kalkınma bilincine sahip olmalarının önemi

artmıştır (Şeker ve Aydın, 2021). Sürdürülebilir kalkınma kavramı, ilk kez Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUNC) tarafından hazırlanan “Dünya Koruma Stratejisi” adlı raporda kullanılmıştır. Ancak kavram, dünya çapında 1987’de yayımlanan "Ortak Geleceğimiz" (Brundtland Raporu) ile yaygınlaşmıştır (Keleş, 2007). Bu raporda sürdürülebilir kalkınma, “bugünkü kuşakların ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan karşılayabilen kalkınma” olarak tanımlanmıştır (Yapıcı, 2003).

1.9.1 Sürdürülebilir kalkınmanın boyutları

Sürdürülebilir kalkınmanın hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için 3 boyutunun da bütün bir şekilde incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma boyutları aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Keleş, 2017; Koçulu, 2018);

Çevresel Boyut: Ekosistem dengesinin sürdürülmesi, doğal kaynakların bilinçli ve sürdürülebilir şekilde kullanılması, atıkların geri dönüştürülmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi gibi unsurları içermekte olup, çevre temelli sürdürülebilir bir yapının oluşturulmasını amaçlamaktadır.

Ekonomik Boyut: Doğa ile uyumlu üretim ve tüketim modellerinin benimsenmesi, yeşil ekonomi anlayışının geliştirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen ekotasarım teknolojilerinin teşviki ile ilişkili olup, ekonomi merkezli sürdürülebilir bir sistemin inşasını kapsamaktadır.

Sosyal Boyut: Toplumsal eşitlik, sağlık hizmetlerine erişim, yaşam kalitesinin artırılması, nitelikli eğitime ulaşım, karar alma süreçlerine katılım ve gelecek kuşakların haklarına duyulan saygı gibi kavramları içermekte olup, toplumsal sürdürülebilirliği esas alan bir yapının geliştirilmesini hedeflemektedir.

1.9.2 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri başlıca su, eğitim, barış gibi pek çok konu alanını kapsamaktadır (Kish ve Quilley, 2022). Birleşmiş Milletler, 2030 yılına kadar ulaşılması öngörülen küresel sürdürülebilir kalkınma hedeflerini on yedi başlık altında toplamıştır (Aydın, 2021). Bu hedefler şu şekilde sıralanabilir:

- Yoksulluğun tamamen ortadan kaldırılması,
- Açlıkla mücadele edilerek gıda güvenliğinin sağlanması,
- Bireylerin sağlıklı yaşam koşullarına kavuşması,
- Herkes için kapsayıcı ve nitelikli eğitime erişimin sağlanması,
- Cinsiyetler arasında eşitliğin tesis edilmesi,
- Temiz suya ve hijyenik yaşam koşullarına ulaşımın yaygınlaştırılması,
- Sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarının erişilebilir hâle getirilmesi,
- İnsana yakışır iş olanaklarının artırılması ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması,
- Sanayi altyapısının güçlendirilmesi, inovasyonun teşvik edilmesi,
- Gelir ve fırsat eşitsizliklerinin azaltılması,
- Yaşanabilir, sürdürülebilir şehirlerin ve yerleşim alanlarının oluşturulması,
- Sorumlu üretim ve tüketim kalıplarının benimsenmesi,
- İklim değişikliğine karşı acil ve etkili önlemlerin alınması,
- Su ekosistemlerinin korunması ve sürdürülebilir kullanımı,
- Karasal ekosistemlerin sağlığının korunması,
- Barışçıl toplumların inşası, adaletin sağlanması ve güçlü kurumların oluşturulması,
- Bu hedeflerin başarılması için küresel iş birliklerinin güçlendirilmesi.

1.9.3 Sürdürülebilir yaşam için eğitim

Günümüzde çevre problemleri, bilimsel ve teknolojik gelişmeler ve dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak her geçen gün artan ihtiyaçlar ve kaynakların bilinçsizce kullanılması neticesinde yeryüzünde yaşamı tehdit eden küresel bir sorun haline gelmiştir (Akgün vd., 2016). Çevre eğitiminin bugünün çevre sorunlarını çözecek bireyler yetiştirmediği, bireylerin çevre duyarlılıklarının gelişmesine rağmen hâlâ çevre sorunlarının kökeninde yatan temel sebepler hakkında bilgi sahibi olmadıkları vurgulanmaktadır. 21. yüzyılın zorluklarıyla uğraşırken geçmişin düşünce ve eğitim uygulamalarının yerine, modern çevresel ve toplumsal zorlukları tüm karmaşıklığıyla ele alabilecek, toplumları sürdürülebilirliğe doğru ilerletecek olan eğitim süreçleri oldukça önemlidir. 1987 yılında yayınlanan Brundtland Raporunda yeryüzünde yaşamın devamlılığını sağlamak için sürdürülebilir kalkınma tanımlanmış ve çevre

eđitimi sűreçleri yeni bir boyut kazanmıřtır. İnsanın dođayı tanınması, dođaya iyi davranması ve dođayı koruması sınırlılıđında yűrűtűlmekte olan çevre eđitimi, bűtűn insan geçiminin, űretim-tűketim faaliyetlerinin dođayla uyumlu hale getirilmesi için çok yűnlű dűnűřűműn űnűnű aabilecek sűrdűrűlebilirlik eđitimine evrilmiřtir (Ŗzdemir, 2022).

Sűrdűrűlebilir kalkınma anlayıřının benimsenmesi dođal kaynakların sınırsızca tűketilmeden ve dođal çevrenin bozulmadan ekonomik bűyűme ve kalkınmayı gerektirir. İnsanların ihtiyaçları için yapılan űretim ve tűketim faaliyetlerinin dođal çevreye verdiđi zararların en az seviyeye dűřűrűlmesi yeryűzűnde yařamın sűrdűrűlebilirliđi bakımından űnem arz etmektedir. Toplumların ve bireylerin ihtiyaçlarını karřılarken dođal çevreye verilen zararların farkında olmaları, bilgi sahibi olmaları, sorumluluk almaları, olumlu tutum ve davranıřlar gűstermeleri sűrdűrűlebilirlik eđitimi ile műmkűn olabilir. Sűrdűrűlebilirlik eđitimi, gezegenin yűz yűze olduđu ve her geçen gűn bűyűyen çevresel sorunları ele almak için eđitim ihtiyaından dođmuřtur. Bunun için eđitimin, űđrencileri sűrdűrűlebilirliđe katkıda bulunma konusunda gűlendirecek bilgi, beceri, tutum ve davranıřları sađlayacak řekilde deđiřmesi gerekir (Uslu, 2024).

UNESCO'nun 2005 yılında yayımladıđı “BM Sűrdűrűlebilir Kalkınma için Eđitim On Yılı 2005-2014 Uluslararası Uygulama Programı”na (UN Decade of Education for Sustainable Development) gűre, sűrdűrűlebilirlik eđitiminin temel űzellikleri řu řekilde sıralanmıřtır (UNESCO, 2005):

- Sűrdűrűlebilir kalkınmanın temel ilke ve deđerlerine dayanır.
- evre, sosyo-kűltűrel ve ekonomik alanlarda refahı hedefler.
- Yařam boyu űđrenmeyi teřvik eder.
- Yerel ve kűltűrel bađlama uygun olur.
- Yerel ihtiyaçları dikkate alırken, bu ihtiyaçların genellikle kűresel sonuçları olduğunun farkındadır.
- Hem űrgűn hem de yaygın eđitimde yer alır.
- Sűrdűrűlebilirlik kavramının dinamik dođasını kabul eder.
- Kűresel sorunları ve yerel űncelikleri gűz űnűnde bulundurarak içerik oluřturur.

- Toplum temelli karar verme, çevre yönetimi ve sosyal hoşgörü gibi beceriler geliştirmeye yönelik çalışır.
- Disiplinlerarası bir yaklaşımdır, çünkü her disiplin sürdürülebilirlik eğitiminin bir parçasıdır.

Katılımcı öğrenmeyi ve eleştirel düşünmeyi destekleyen pedagojik yöntemler kullanır. Sürdürülebilirlik eğitimi genel olarak herkes için daha sürdürülebilir ve adil bir toplum sağlamak için bilgi, beceri, değerler ve tutumlardaki değişiklikleri teşvik eden eğitim olarak tanımlanmaktadır (UNESCO, 2018). Sürdürülebilirlik eğitimi öğrencilere çevresel bütünlük, ekonomik uygulanabilirlik ve şimdiki ve gelecek nesiller için adil bir toplum için bilinçli kararlar ve sorumluluk alma konusunda kazanımlar sağlayabilir (Uslu, 2024).

1.9.4 Ülkemizde uygulanan fen bilimleri dersi öğretim programlarında sürdürülebilir yaşam için eğitim

Ülkemizde 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Dersi 7-8. Sınıf Öğretim Programı'nda yer alan sürdürülebilir kalkınma konuları ile ilişkili kazanımlar Şekil 1.1'de verilmiştir (MEB, 2018).

Sınıf Düzeyi	Öğrenme Alanı / Ünite	Kazanımlar
7	Saf Madde ve Karışımlar / Madde ve Doğası	Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm F.7.4.5.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder. F.7.4.5.2. Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar. F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye katkısı vurgulanır. F.7.4.5.4. Yakın çevresinde atık kontrollüne özen gösterir. F.7.4.5.5. Yeniden kullanılabilir eşyalarını, ihtiyacı olanlara iletmeye yönelik proje geliştirir.
	Mevsimler ve İklim / Dünya ve Evren	Mevsimlerin Oluşumu F.8.1.1.1. Mevsimlerin oluşumuna yönelik tahminlerde bulunur. İklim ve Hava Hareketleri F.8.1.2.1. İklim ve hava olayları arasındaki farkı açıklar. F.8.1.2.2. İklim biliminin (klimatoloji) bir bilim dalı olduğunu ve bu alanda çalışan uzmanlara iklim bilimci (klimatolog) adı verildiğini söyler.
8	Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi / Canlılar ve Yaşam	Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları F.8.6.3.1. Madde döngülerini şema üzerinde göstererek açıklar. F.8.6.3.2. Madde döngülerinin yaşam açısından önemini sorgular. F.8.6.3.3. Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışır.
	Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi / Canlılar ve Yaşam	Sürdürülebilir Kalkınma F.8.6.4.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir. F.8.6.4.2. Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar. F.8.6.4.3. Geri dönüşüm için katı atıkların ayrıştırılmasının önemini açıklar. F.8.6.4.4. Geri dönüşümün ülke ekonomisine katkısına ilişkin araştırma verilerini kullanarak çözüm önerileri sunar. F.8.6.4.5. Kaynakların tasarruflu kullanılmaması durumunda gelecekte karşılaşılabilecek problemleri belirterek çözüm önerileri sunar.

Şekil 1.1. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki sürdürülebilir kalkınma kazanımları.

2024 yılında yayınlanan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim programının özel amaçlarından birisi “Sürdürülebilirliği Temel alan Fen Öğretimi”dir. Bunun için çağın gerektirdiği sürdürülebilirlik okuryazarlığı gibi becerilerin bireylerde geliştirilmesine odaklanması gerektiği programda özellikle vurgulanmaktadır (MEB, 2024). 2024 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında 3. sınıf dışındaki tüm sınıf seviyelerinde son üniteler “Çevre ve Sürdürülebilirlik” konularına ayrılmıştır. Yeni fen programında öğrenci ve öğretmenlerin okul dışı öğrenme ortamlarını rahatça ve işlevsel olarak kullanabilmeleri için sürdürülebilirlik ve çevre konularının bahar aylarına denk gelen son ünitelerde yer almasına özen gösterilmiştir. Bu kararın isabetli olduğu söylenebilir. Öğrencileri sınıfta tutmanın zor olduğu bahar aylarında dersler sınıf dışındaki öğrenme ortamlarında işlenebilmektedir (MEB, 2024).

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi 7-8. Sınıf Öğretim Programı’nda yer alan sürdürülebilir kalkınma kavramı ile ilgili öğrenme çıktıları Şekil 1.2’de verilmiştir (MEB, 2024):

Sınıf Düzeyi	Ünite	Öğrenme Çıktıları ve Süreç Bileşenleri
7	Sürdürülebilir Yaşam ve Enerji	2. Bölüm: Sürdürülebilir Yaşam FB.7.7.2.1. Kaynakların tasarruflu kullanımının önemini sorgulayabilme. a) Kaynakların tasarruflu kullanımı ile ilgili problemi tanımlar. b) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik çözüm bulmak için model geliştirir. c) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik planladığı araştırmayı gerçekleştirir. ç) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik analiz ettiği verileri yorumlar. d) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik kanıta dayalı çözüm üretir. e) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik bilgileri değerlendirir ve paylaşır.

Şekil 1.2. 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda sürdürülebilir kalkınma kavramıyla ilişkili öğrenme çıktıları.

2. Bölüm: Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları
FB.8.7.2.1. Madde döngülerini şema üzerinde bilimsel çıkarım yapabilme
 a) Madde döngülerinin niteliklerini tanımlar.
 b) Madde döngülerini şema üzerinde inceler.
 c) Madde döngülerini yorumlayarak değerlendirir.
FB.8.7.2.2. Madde döngülerinin yaşam açısından önemini yapılandırabilme
 a) Madde döngülerinin yaşam açısından önemi ile ilişkisini ortaya koyar.
 b) Madde döngülerinin yaşam açısından önemi konusunda elde ettiği bilgileri uyumlu bir bütün olarak açıklar.
FB.8.7.2.3. Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışabilme
 a) Küresel iklim değişikliklerinin nedenleri ve olası sonuçlarına yönelik mantıksal temellendirme yapar.
 b) Küresel iklim değişikliklerinin nedenleri ve olası sonuçlarına yönelik mantıksal tutarsızlıkları tespit eder.
 c) Küresel iklim değişikliklerinin nedenleri ve olası sonuçları konusunda geçerli bir fikir oluşturur.
FB.8.7.2.4. Ülkemizdeki küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu bir probleme yönelik çözüm önerisi sunabilme
 a) Ülkemizdeki küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu problemi yapılandırır.
 b) Yapılandırılan problemi özetler.
 c) Problemin çözümüne yönelik gözleme ve veriye dayalı tahmin yürütür.
 d) Problemin çözümüne yönelik önermeler üzerinden akıl yürütür.
 e) Ülkemizdeki küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu problemin çözümüne yönelik değerlendirme yapar.

Şekil 1.2. (devam). 2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda sürdürülebilir kalkınma kavramıyla ilişkili öğrenme çıktıları.

1.9.5 Sürdürülebilir yaşam

Sürdürülebilir yaşam; ekonomik, çevresel, sosyal ve kültürel boyutların etkileşimini kapsar. Sürdürülebilir yaşamın ilkelerini, nasıl uygulanabileceklerini, ilgili değerleri ve uygulamalarının sonuçlarını anlamak için doğa bilimleri, sosyal bilimler ve beşeri bilimlerden oluşan disiplinlerarası yaklaşıma ihtiyaç bulunur (Tilbury vd., 2002). Bu açıdan sürdürülebilirlik eğitimi, eğitimin tüm alanlarıyla bütünleştirilmelidir. Sürdürülebilirlik eğitimi mevcut ve gelecek kuşakları, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarına dengeli ve bütünlük bir yaklaşım kullanarak ihtiyaçlarını karşılamak için güçlendirmeyi ve donatmayı amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik eğitimi ile bireylere bilişsel süreçler ve sürdürülebilir yaşam becerilerinin kazandırılması hedeflenmektedir. Sürdürülebilirlik eğitimi bireylerin, toplumların ve ülkelerin, sürdürülebilir bir dünya için değerlendirmeler ve tercihler yapma kapasitelerini geliştirir ve dünyamızın daha güvenli, daha sağlıklı ve refah düzeyi yüksek hale gelmesini sağlayarak yaşam kalitesini artırır (Gökmen, 2014). Sürdürülebilirlik eğitiminde; öğretici ve öğrenmeyi teşvik edici, eylem odaklı ve etkileşimli, öğrenci merkezli yenilikçi pedagojilerin kullanılması önerilmektedir (UNESCO, 2018). Sürdürülebilir yaşamın hayata geçirilmesi için temel ilkeler etkin

katılım, doğaya uygunluk, yeterlik ve verimlilik şeklinde ifade edilmektedir (Özdemir, 2022).

Sürdürülebilir yaşamın oluşturulabileceği sürdürülebilir şehirlere ilişkin dikkat edilmesi gereken aşamaları gösteren bir görsel Şekil 1.3’de gösterilmektedir (URL-1):



Şekil 1.3. Sürdürülebilir şehir.

1.9.6 Sürdürülebilir okul

Sürdürülebilir yaşam ilkelerinin benimsenmesi ve bu bilincin geleceğimizin teminatı olan çocuklarımıza aktarılması, aktif katılımı gerektiren bir süreçtir. Bu katılım, sürdürülebilir yaşam hakkında bilgi sahibi, bilinçli ve farkındalığı yüksek bireyler tarafından sağlanabilir. Bu kazanımlar ise, gerçek yaşam deneyimlerinin kazandırıldığı okulların sorumluluğundadır. Sürdürülebilir yaşam bilincine sahip genç nesillerin yetiştirilmesinde, sürdürülebilir okullar kritik bir rol oynamaktadır (Keleş, 2021).

Eğitim, sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu beceri ve davranışların kazanılmasında kritik bir rol oynar. Toplumun dönüşümünü sağlamak için önemli bir değişim aracıdır. Eğitimin her seviyede yeniden şekillendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada etkili bir araç olarak görülmektedir (UNESCO, 2002). Öğrenciler, okul binalarının sürdürülebilirlik ilkelerine göre tasarlanması sayesinde, yaparak ve yaşayarak öğrenme deneyimi elde ederler. Bu süreç, öğrencilerin sürdürülebilirlik kavramını zihinlerinde yapılandırılmalarına yardımcı o

lur (Keleş, 2021).

Sürdürülebilir okul, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarına ilişkin karşılaşılan zorlukların bütüncül bir yaklaşımla ele alındığı, bu doğrultuda tasarlanmış ve yönetilen eğitim kurumları olarak tanımlanabilir (Kalaitzidis, 2012). Huckle (2014) tarafından vurgulandığı üzere, sürdürülebilir bir okulun temel amacı, sürdürülebilirliğin yalnızca müfredata değil; okulun yönetim yapısına, pedagojik yaklaşımlarına, fiziksel altyapısının yönetimine, ulaşım politikalarına ve okul-toplum ilişkilerine de entegre edilmesidir.

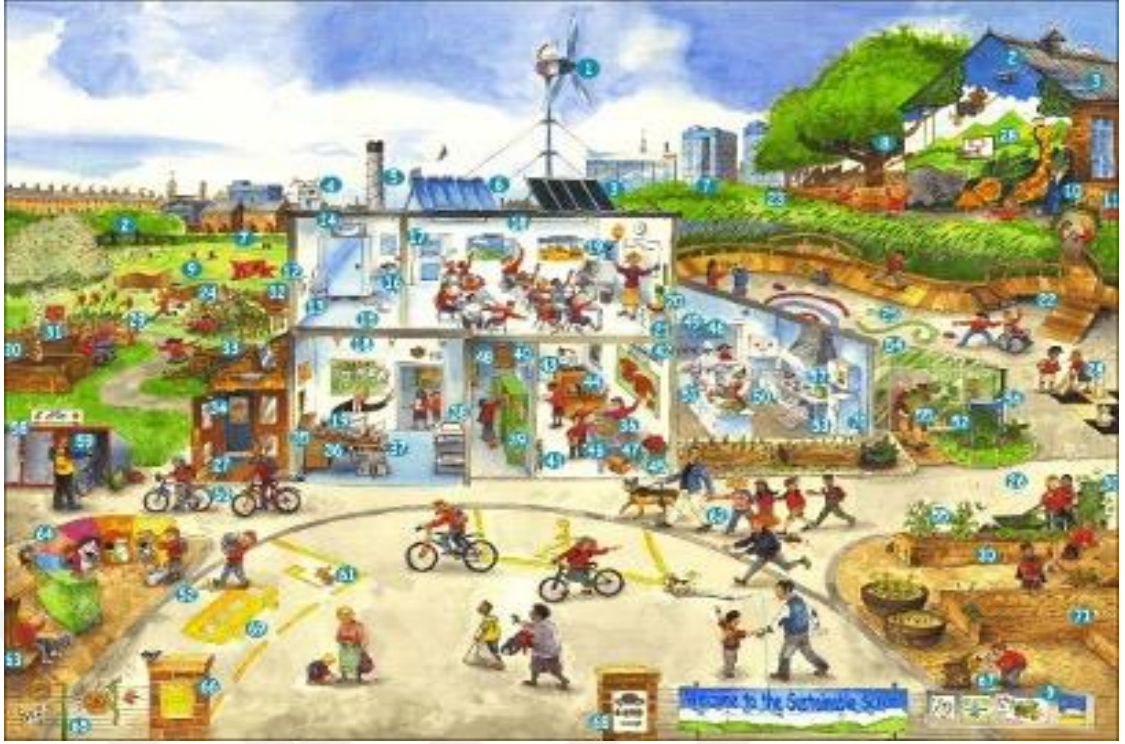
Sürdürülebilir okullar, çevresel sürdürülebilirliğe duyarlılık gösteren ve bu doğrultuda eğitim süreçlerini şekillendiren kurumlardır. Bu tür okullarda temel amaç, öğrencilere sürdürülebilir yaşam biçimleri ve çevresel sorunlara dair kapsamlı bilgi kazandırarak onların çevresel sorumluluk bilincini geliştirmektir (Güler, 2009). Aynı zamanda, sürdürülebilirliğin günlük yaşamda nasıl uygulanabileceğine dair pratik örnekler sunularak, öğrencilerin bu yaşam tarzını benimsemeleri desteklenir. Örneğin, geri dönüşüm uygulamaları, atık miktarının azaltılması ve enerji kullanımının verimli hâle getirilmesi gibi davranışlar öğrencilere kazandırılabilir. Sürdürülebilirlik eğitiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için önerilen bütüncül okul yaklaşımı, okulun kültürel yapısı, temel değerleri ve öncelikleri üzerine temellendirilmelidir. Bu yaklaşım yalnızca çevresel konularla sınırlı kalmayıp; ekonomik, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik başlıklarını da kapsayan bütünsel bir eğitim programı tasarımı ve uygulanmasını gerektirir (Bolstad vd., 2004).

Okul topluluğunun tüm üyelerinin sürdürülebilirlik süreçlerine aktif katılımı ve bu doğrultuda sorumlu davranışlar geliştirmesi bu okullarda teşvik edilmektedir. Bu katılımın temelini, okulun sürdürülebilirliğe yönelik kurumsal taahhüdü oluşturmakta ve bu taahhüt; sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi, ilgili politika ve stratejilerin geliştirilmesi ile sürdürülebilirlik eylem planlarının hazırlanması süreçlerine yön vermektedir (Gough, 2005). Böylece, okulun çevresel etkisi azaltılarak, gelecek nesiller için daha yaşanabilir bir çevrenin inşasına katkı sunulması amaçlanmaktadır (Akpola ve Demirbilek, 2024).

Sürdürülebilir okulun üç ana bileşeni vurgulanmaktadır: Pedagojik, sosyal ve örgütsel ile çevresel-teknik-ekonomik bileşenlerdir. Bunların her biri, okul yaşamının farklı yönlerine işaret eden sürdürülebilirlik konularıdır (Papadimitriou, 2010). Sürdürülebilir bir okulun inşasında, okulun fiziksel yapısal özellikleri (Prakash ve Fielding, 2007), kurumsal kültürü (Harris, 2005; Lee ve Louis, 2019), ekolojik sorunlara yönelik duyarlılığı (Yüksel, 2009) ile insani ve finansal kaynakların etkin ve verimli yönetimi (Hargreaves ve Fink, 2003) gibi çeşitli faktörler kritik bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, tüm paydaşların ortak bir vizyon doğrultusunda iş birliği içerisinde hareket etmesini gerektirir (Lee ve Louis, 2019).

Sürdürülebilir okul kavramının en önemli bileşeni, okul binalarının sürdürülebilir bir tasarıma sahip olmasıdır. Sürdürülebilirlik, okul binalarının ve çevresinin tasarımı aracılığıyla davranışlara dönüştürülebilir. Bir yapının sürdürülebilir olarak nitelendirilebilmesi için, sürdürülebilir arazi planlaması, su ve enerji verimliliği, ekolojik malzeme kullanımı, bina içi hava kalitesi, kullanıcı sağlığı, ulaşım ve atık yönetimi gibi alanlarda belirli standartları karşılaması gerekir. Bu unsurlar, kaynakların verimli kullanılmasını ve çevreye olan olumsuz etkilerin azaltılmasını hedefler. Ayrıca, daha az enerji ve su tüketen, daha az atık üreten ve kullanıcılarına kaliteli yaşam alanları sunan yapılar sürdürülebilir yapılar olarak kabul edilmektedir (Çilhoroz ve Işık, 2018; Turgut, 2019; URL-2).

Sürdürülebilirliğin bireysel davranışlara dönüştürülmesinde etkili olan temel unsurlardan biri, okul binalarının ve çevresel fiziksel alanların sürdürülebilirlik ilkelerine uygun biçimde tasarlanmasıdır. Bu tür bir mekânsal düzenleme, öğrencilerin öğrenme süreçlerine etkin biçimde katılmalarını; yaparak, yaşayarak ve doğrudan uygulamalara dâhil olarak öğrenmelerini mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir eğitim yapılarının, yenilenemez enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanacak biçimde tasarlanması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu tür uygulamalar, öğrencilere çevresel farkındalık ve enerji verimliliği konularında rol model olacak nitelikte fiziksel öğrenme ortamları sunmaktadır (Çamur, 2018; Güler, 2016; Turgut, 2019). Sürdürülebilir okulu temsil edebilecek örnek bir görsel Şekil 1.4’de gösterilmektedir (URL-3):



Şekil 1.4. Sürdürülebilir okul.

1.10 Ekolojik Ayak İzi ve Bileşenleri

Sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik olarak, insan faaliyetlerinin doğa üzerindeki etkilerini ölçmek ve bu etkilere dayalı politika geliştirmek amacıyla çeşitli çevresel hesaplama araçları geliştirilmiştir. Bu araçlardan biri de ekolojik ayak izi kavramıdır. Ekolojik ayak izi, canlıların doğadan tükettiği kaynak miktarını ve bu kaynakların tahrip düzeyini nicel göstergelere dönüştüren, insanlığın diğer canlı türleri üzerindeki etkisini somut bir biçimde ortaya koyan bir hesaplama yöntemidir (Wackernagel vd., 1999). Bu bağlamda, ekolojik ayak izi gibi araçların yalnızca ölçüm işleviyle değil; aynı zamanda insanın doğayla olan ilişkisinde etik bir farkındalık yaratma potansiyeliyle değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

İnsanların doğa ile ilişkisi var olmalarıyla başlamış, gün geçtikçe doğal kaynaklarda sınırsız kullanım, nüfusun hızlı bir şekilde artış göstermesi, sonuç olarak da plansız gerçekleşen kentleşmeyle dünyada çevresel problemler meydana gelmiş, havanın, suyun, toprağın bozulması, küresel rekabetin olması, artış gösteren nüfusun olması, teknolojiye, sanayiye ilerleme olması, bilinçli olmayan yaşam biçimi doğada bozulmaya sebep olmuş ve sonuçta değişik çevresel problemler meydana gelmiş,

böylelikle ekosistem taşımasının kapasitesi tehdit içine girmiştir (Eraslan ve Seçme, 2021). Çevre ile ilgili kaynakların tüketilir olduklarının fark edilmesi, toplumların çevreyle ilgili duyarlılıklarının artış göstermesi ekolojik ayak izinin ortaya çıkmasının sebebidir (Güler vd., 2022). Bu bağlamda, çevresel kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve toplumların çevre bilincinin artırılması, ekosistemlerin taşıma kapasitesinin korunması ve çevresel problemlerin önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Çullu, 2025).

“Ekolojik ayak izi”, insanların doğal sistemlerin üzerinde; yaşamıyla, üretimiyle, hizmetleriyle vb. çeşitli yaşam ile ilgili faaliyetlerinden kaynaklanmakta olan etkiyi somut veriye dayandırarak ortaya çıkaran aracın biri şeklinde bahsedilmekte olan eğilim artışı açısından fazlasıyla önem taşıyan yöntem olmaktadır (Günel vd., 2018; Keleş, 2017). Bu nedenle, ekolojik ayak izi, çevresel etkileri somut verilerle ölçerek ekolojik problemlerin anlaşılmasına ve çözümüne katkıda bulunan değerli bir araçtır. Ekolojik ayak izini uygulanabilirlik göstergesi şeklinde kullanılmakla pek çok avantaj sunulur, şundan dolayıdır ki insanların ekolojik problemlerini inceleme amacıyla eşit derecede geliştirilmiş başka birçok yöntem geliştirilmesi sağlanmıştır (Maria vd., 2019).

Canlıların gezegene yapmış olduğu baskı ve biyolojik üretken alan kullanım miktarı ekolojik ayak izi kavramı ile simgeleştirilmiş, bu kavram insan faaliyetlerinin sonucunda bozulan ekosistem dengesini hesaplamak, ekosisteme geri kazandırılması gerekli olan miktarı belirleyebilmek amacıyla geliştirilmiş bir yöntem olmaktadır (Doğan ve Atik, 2021).

Ekolojik ayak izi sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin yerine getirilme durumunun bir göstergesi olmaktadır, tüketimin böyle gitmesinin devamlılığında insanlara birden fazla dünya gerekli olduğunu göstermekte olan bir matematiksel uyarı olmaktadır, çevrenin üzerinde olan bu baskıyı ne kadar daha taşıyabileceğinin bir hesabı olmaktadır (Hüdavendigâr, 2024; Keleş, 2017). Bundan dolayı ekolojik ayak izi kavramı farkındalığın oluşması açısından büyük önem taşımaktadır (Çullu, 2025).

Ekolojik ayak izi, kişilerin tüketim alışkanlıklarıyla doğada kullandıkları alan miktarını ve bu alışkanlıkları devam ettirirken gereksinim duyulacak alan miktarını

göstermekte olan kavram olduğundan, alışkanlıkların çevre için olumlu olacak şekilde düzenlenmesinin sağlanması açısından veriler ortaya çıkarabilmektedir (Üçüncü ve Yılmaz, 2019). Ekolojik ayak izi kişinin yeryüzünde bırakmış olduğu olumsuz etkiyi nicel bir şekilde göstermekte olan ölçme yöntemidir (Güngör ve Cevher Kalburan, 2022).

Dünyamızda doğal kaynaklar hızlı bir şekilde tükeniyor, tükenmeye yönelik kesin olarak çözümler bulunamıyor ve burada ekolojik ayak izi, kişilerde farkındalık olması amacıyla öne çıkmaktadır (Arslan ve Yağmur, 2022). İnsanların çevreye yönelik vermiş oldukları zarar ekolojik ayak izi vasıtasıyla somut bir duruma getirilerek fark etmesini sağlamak, insanların çevreye daha duyarlı kişiler olmalarına etki edecektir (Ocak, 2022).

Ekolojik ayak izi hesaplamaları, bireylerin ve toplumların doğal kaynak tüketim düzeyini belirlemek amacıyla altı temel bileşen üzerinden yapılmaktadır. Bu bileşenler, her biri farklı kaynak kullanımını temsil edecek şekilde aşağıda açıklanmıştır:

- *Karbon ayak izi*, fosil yakıt kullanımı, kimyasal süreçler ve arazi değişiklikleri gibi insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan karbondioksit emisyonlarının doğal yollarla, özellikle ormanlar aracılığıyla telafi edilebilmesi için gereken biyolojik kapasitenin hesaplanmasını ifade eder. Bu hesaplamada, okyanusların emisyonları absorbe etme kapasitesi de dikkate alınır.
- *Tarım arazisi ayak izi*, bireylerin tüketim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tahıl, sebze, meyve, lif, yem bitkileri, yağlı tohumlar ve kauçuk gibi tarımsal ürünlerin üretimi için gereken tarım alanının büyüklüğünü kapsar.
- *Orman ürünleri ayak izi*, kereste, odun, tomruk gibi hem enerji üretiminde hem de endüstriyel kullanımda değerlendirilen orman ürünlerini elde etmek için gerekli olan orman alanını tanımlar.
- *Otlak ayak izi*, et, süt, yün ve deri gibi hayvansal ürünlerin üretimi için kullanılan mera ve otlak alanlarının yüzölçümüne karşılık gelir.
- *Balıkçılık alanı ayak izi*, deniz ve tatlı su kaynaklarından elde edilen balık ve diğer su ürünlerinin sürdürülebilir biçimde sağlanabilmesi için gerekli olan su ekosistemi alanlarını temsil eder.

- *Yapılaşmış alan ayak izi*, konut, ulaşım altyapısı, enerji üretim tesisleri ve sanayi yapıları gibi insan yerleşimlerine ait kalıcı fiziksel yapıların kapladığı alanı ifade eder (WWF, 2012; Tosunoğlu, 2014).

1.11 Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim Uygulamaları

AG, gerçek dünya ile sanal içeriğin aynı anda ve aynı duyuşsal alan içinde birleştirildiği, kullanıcıya gerçek zamanlı olarak sunulan etkileşimli ortamlardır (Özarslan, 2011). Başka bir ifadeyle, artırılmış gerçeklik; kullanıcının fiziksel çevreyle etkileşimini sürdürürken, bu çevre üzerine yerleştirilmiş dijital nesnelerle de etkileşim kurmasına olanak tanıyan bir teknolojidir (Zhu vd., 2004). Bu teknoloji, sanal ve fiziksel dünyanın bütünleştiği etkileşimli bir platform oluşturur ve bu etkileşimin temel aracı artırılmış gerçekliktir (Bronack, 2011; Klopfer ve Squire, 2008). Yalnızca fiziksel nesnelerin üzerine yansıtılan dijital içeriklerle sınırlı kalmayan artırılmış gerçeklik, aynı zamanda sanal ve fiziksel nesnelerin birlikte var olabildiği hibrit bir deneyim sunar (Martín-Gutiérrez vd., 2017).

Öğrenme süreçlerini destekleme açısından da artırılmış gerçeklik önemli katkılar sağlar. Geleneksel öğretim yöntemlerinin ötesine geçmek isteyen öğrenciler için bu teknoloji, öğrenme deneyimini zenginleştirici bir araç işlevi görür (Billinghurst ve Duenser, 2012). Üç boyutlu yapısı sayesinde kullanıcıların nesneleri algılamasını kolaylaştırır ve kavramsal anlamayı destekler (Azuma, 1997). Eğitim ortamlarına entegre edildiğinde, öğrencilerin daha aktif katılım göstermesini teşvik eder ve pasif öğrenme yerine deneyim temelli öğrenmeyi ön plana çıkarır (Uzun Hazneci, 2019). Bu bağlamda, artırılmış gerçeklik teknolojileri, özellikle A-12 düzeyindeki eğitimde; matematik, geometri, fen bilimleri (fizik, kimya, biyoloji) ve astronomi gibi disiplinlerde etkili biçimde kullanılmaktadır (Lee, 2012).

AG teknolojisi, fizik, kimya, biyoloji, geometri, matematik ve astronomi gibi birçok disiplinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle fen bilimleri eğitiminde önemli bir rol oynayan bu teknoloji, laboratuvar ortamına gerek kalmadan sanal bir ortam oluşturarak öğrencilere gözlem yapma imkânı sağlar. Bu, eğitimin daha verimli hale gelmesine yardımcı olur (Albayrak, 2025).

AG'nin sağladığı eğitsel faydalar (Önder, 2016):

- Soyut kavramları somutlaştırır.
- Kavramların daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunur.
- Bilgilerin görsel olarak sunulmasıyla anlamayı kolaylaştırır.
- Öğrenme sürecini öğrenciler için daha zevkli bir hale getirir.
- Öğrencinin dikkatini çeker ve öğrencinin motivasyonunu artırır.
- Öğrencilerin bilgi işleme süreçlerini destekler.
- Gerçek dünya ile ilişkili görsel-uzamsal bilgileri kazandırır.

Fen bilimleri gibi uygulama ve deney gerektiren derslerde AG uygulamalarının kullanılması, öğrencilerin süreçte aktif olmasını sağlamasının yanı sıra, anlaşılması zor konuların aktarılmasında da yardımcı olacaktır (Ateş, 2018). Eğitim ortamında gerçekleştirilmesi zor ya da imkânsız kimyasal tepkimelerin gerçekleştirilmesi sürecinde AG uygulamaları etkin rol oynamaktadır (Chang vd., 2010). Böylelikle AG teknolojisi laboratuvar tecrübesine ulaşım imkânı olmayan durumlarda öğrencilere çok farklı bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Fen bilimleri dersinde AG etkinlikleriyle desteklenen eğitimde öğrenciler; kendi öğrenme tasarımlarını imkanına sahipken ayrıca bu teknoloji bireysel öğrenmelere de ortam hazırlamaktadır (Baytak vd., 2011). AG sayesinde öğrencilerin eğitim sürecine etkin katılımı, etkileşim ve ilgi uyandıran bir öğrenme ortamı olduğundan fen bilimlerine olan ilgi ve istekleri olumlu düzeyde artabilmektedir (Benli Özdemir, 2019). Akıllı telefon, tablet ve sanal gerçeklik gözlükleri gibi çeşitli teknolojik aletler, günlük yaşamda gözlemlenebilmesi zor olan nesne ve olguları gerçek hayattaymışçasına gözlemlene imkânı sunmaktadır (Ceylan, 2015).

Fen bilimleri derslerinde çokça soyut kavram bulunmaktadır, bu sebeple soyut kavramları öğrenenlerin algı düzeylerine göre somut hale getirip görselleştirmek ve gerçek yaşamda gözlemlene imkânı bulunmayan olayların kavratılması noktasında AG kullanımı önemli bir yardımcı hale gelebilmektedir (Ekinci-Ünyeli, 2024). Bu sebeple, AG teknolojisinin bilim derslerinin öğretilmesinde, öğrenenlerin soyut ve üst düzey bilişsel beceri gerektirecek kavramları öğrenmeleri ve içerikleri daha iyi

anlayabilmelerine olanak sunan çok boyutlu bir anlayışla sanal unsurlar gerçek ortama eklenmelidir (Wang, 2022; Xu vd., 2022).

Önceki yıllarda yapılmış olan AG teknolojisinin kullanım alanları hızla genişlemiş ve bu doğrultuda çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir. Bu uygulamalar arasında özellikle müzelerde kullanılan artırılmış gerçeklik sistemi "Arox" ile kütüphaneler için tasarlanmış olan "AGLIS" dikkat çekici örneklerdendir (Kuzgun, 2019). Öte yandan, Google Glass ve Microsoft'un geliştirdiği Hololens gibi cihazlar, artırılmış gerçeklik ile sanal gerçeklik teknolojilerini bir araya getirerek kullanıcı deneyimini zenginleştirmeyi amaçlamaktadır (Arth vd., 2015; Kuzgun, 2019). Bu gelişmelere paralel olarak, Apple şirketi 2017 yılında dünyanın en büyük artırılmış gerçeklik platformu olarak tanımlanan "Artırılmış Gerçeklik Geliştirici Kiti (AGKit)"ni geliştirmiştir (Kuzgun, 2019). Akıllı cihaz teknolojilerinin ve AG yazılımlarının hızlı gelişimi ile birlikte, her geçen gün yeni mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirilmekte ve kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır.

1.11.1 Artırılmış gerçeklik uygulamalarının avantajları faydaları ve dezavantajları

AG teknolojisi birden çok duyu organına hitap edebilme yapısına sahip olduğu için öğrenmeler üzerinde birçok olumlu etkisinden söz etmek mümkündür. Kullanıcıları geleneksel öğrenme ortamlarından çıkararak, öğrenmeleri daha ilgi çekici hale getirir. Araştırmacılar AG teknolojisini eğitim ortamına entegre etmenin, öğrencilerin bilgiye ulaşabilmelerinde büyük kolaylıklar sağlayarak geleceğe yönelik güzel bir adım olarak ifade etmektedirler (Freitas ve Campos, 2008). AG teknolojisinin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da söz konusudur. Bunlardan bazıları; materyal oluşturma ve teknolojik bakım maliyetleri (Barraza-Castillo vd., 2015), uygulamaların kullanım aşamalarında problemlerle karşılaşılması (İbili vd., 2019), teknik arızalar, sürekli elektronik cihazlara bağımlı kalma gibi olumsuz yanları söz konusudur (Arancioğlu, 2025).

AG uygulamalarının avantajları aşağıdaki gibidir:

- AG teknolojisi öğrenciler ve öğretmenler için erişim, kullanım kolaylığı gibi avantajlar sunmaktadır.
- AG teknolojilerinin eğitim sürecine dâhil edilmesi ile birlikte öğrencilerde analiz etme, ayırt etme, hata ayıklama ve uzamsal düşünme gibi üst bilişsel becerilerinin gelişime katkı sunmaktadır.
- AG etkinlikleriyle yürütülen derslerde işbirlikli öğrenme yaklaşımıyla takım çalışmalarının gelişmesini sağlar.
- Öğrenilmesi zor olan soyut konu ve kavramları somut hale getirerek öğrenme sürecine olumlu katkılar sunar.
- AG etkinlikleri öğrencilerin derslere karşı olan tutumlarına olumlu katkılar sunar.
- AG etkinlikleri öğretim sürecinde öğrenci motivasyon durumlarını artırır.
- Öğrenme sürecinde edinilen bilgilerin kalıcılığında önemli rol oynar.
- AG teknolojisi kullanıcılara bireysel öğrenmeye olanak sunmaktadır.
- AG teknolojisi öğrenme ortamlarına zengin içerikler sunarak etkileşim imkânı verir.
- AG teknolojisi öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenmeler için ortam hazırlar.
- Sınıf ortamlarında gerçekleştirilmesi imkânsız ya da gözlemlene imkânı zor olan deneylerin uygulama süreçlerini destekleyerek olumlu katkılar sunar.
- Öğrencilerin eğlenerek öğrenmelerini sağlayarak derse katılımlarına katkı sağlar.
- AG etkinlikleri öğrenci başarılarını destekler ve artırır (Abdüsselam, 2014; Alzahrani, 2020; Azuma, 2004; Bonnard vd., 2012; Bujak vd., 2013; de Ravé vd., 2016; Dede vd., 1997; Demitriadou vd., 2020; Dunleavy ve Dede, 2014; Elsayed ve Al-Najrani, 2021; İbili ve Şahin, 2013; Lee, 2012; Radu, 2014; Sırakaya, 2015; Wojciechowski ve Cellary, 2013; Wu vd., 2013; Yılmaz, 2014; Yılmaz ve Batdı, 2016).

AG uygulamalarının dezavantajları ise aşağıdaki gibidir:

- Uzun süre elektronik cihazlara maruz kalındığı için çeşitli sağlık sorunlarını beraberinde getirecektir.
- AG uygulamalarının öğrenciler tarafından kullanılabilirlik problemleri olabilmektedir.

- AG teknolojisini kullanan elektronik cihazlarda bazı teknik problem yaşanabilmektedir.
- AG uygulamaları uzun süre dikkat gerektirmesi ve sınıf içerisinde entegrasyon sorunları yaşanabilmektedir.
- AG uygulamalarının üretimi yüksek düzeyde teknik bilgi ve beceri, maliyet ve zaman gerektirir.
- Çok büyük öğrenci gruplarında uygulaması zor bir teknolojidir.
- AG teknolojisi yeni bir teknoloji olduğu için kullanıcıların önyargıyla yaklaşp, direnç gösterebilmektedir (Akçayır ve Akçayır, 2017; Alzahrani, 2020; Coimbra vd., 2015; Doğan vd., 2021; Göçmen, 2019; İbili vd., 2019; Palancı ve Turan, 2021; Pritami ve Muhimmah, 2018).

1.12 Mobil Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim Uygulamaları

AG, gerçek dünya ortamına dijital içeriğin entegre edilmesini sağlayan bir teknolojidir. Azuma (1997), artırılmış gerçekliği gerçek ve sanal nesnelerin gerçek zamanlı olarak birleştirilmesi, gerçek dünya ile etkileşim ve üç boyutlu bir ortamda kayıt olarak tanımlanmıştır. Son yıllarda, mobil cihazların yaygınlaşması ve teknolojik gelişmeler, artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında kullanımı hızlandırılmıştır. Eğitimde MAG uygulamaları, öğrenme süreçlerini daha etkileşimli, görsel ve ilgi çekici hale getirerek geleneksel öğretim yöntemlerine yeni bir boyut kazandırılmaktadır (Kılıç ve Karadeniz, 2018).

MAG teknolojisi ile eğitim alanında birçok avantaj sunulmaktadır. Dunleavy ve Dede (2014), artırılmış gerçekliğin eğitimde kullanımının öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri, problem çözme yetenekleri ve iş birliği becerileri geliştirildiğini belirtmektedir. Ayrıca, Wu vd. (2013) tarafından yapılan araştırmada, AG teknolojisinin öğrencilerin motivasyonunu artırdığı, akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği ve daha derin öğrenme deneyimleri sağladığı ortaya konulmuştur.

Akçayır ve Akçayır (2017) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı bir literatür taramasında, AG teknolojisinin eğitimde kullanımının avantajları sıralanmıştır:

- Öğrenci başarısının artması

- Öğrenme motivasyonunun yükselmesi
- Öğrenme sürecinin daha ilgi çekici hale gelmesi
- Soyut kavramların somutlaştırılması
- Mekân ve zaman sınırlamalarının aşılması
- Etkileşimli öğrenme ortamlarının oluşturulması

Özcan vd. (2021), Türkiye'de 2010-2020 yılları arasında eğitimde artırılmış gerçeklik konusunda yapılan çalışmaları incelemiş ve AG uygulamalarının özellikle fen bilimleri, matematik, tarih ve yabancı dil eğitiminde etkili olduğu belirtilmiştir.

Fen bilimleri eğitiminde ise, karmaşık ve soyut kavramların öğretilmesi sıklıkla zorluk yaratmaktadır. Bu bağlamda, MAG uygulamaları, öğrencilerin moleküler yapıları, atom modelleri, güneş sistemi gibi kavramları üç boyutlu olarak görselleştirebilmeleri sağlanmaktadır (İbili ve Şahin, 2015). Örneğin, "Elements 4D" uygulaması, öğrencilere kimyasal elementleri ve bunların etkileşimlerini etkileşimli bir şekilde keşfetme imkânı sunulmaktadır. Benzer şekilde, "Anatomy 4D" uygulaması, insan vücudunu detaylı bir şekilde inceleme fırsatı vermektedir (Kucuk vd., 2016).

Yıldırım (2020), fen bilgisi öğretmenliği öğrencileriyle yaptığı araştırmada, AG teknolojisinin özellikle biyoloji konularının öğrenilmesinde etkili olduğunu ve öğrencilerin derse olan ilgisini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, Erbaş ve Demirer (2019), AG teknolojisinin fen eğitiminde laboratuvar çalışmalarını destekleyici bir unsur olarak kullanılabileceğini ve bazı tehlikeli deneylerin sanal ortamda güvenli bir şekilde gerçekleştirilebileceği vurgulanmıştır.

Günümüzde herkesin elinde telefon, tablet gibi taşınabilir kişisel cihazlar vardır. Bu cihazlara özel olarak kodlanmış ve tasarlanmış yazılımlara mobil uygulama denilmektedir. Mobil uygulamaların kullanılacağı cihaza göre değişiklik gösterdiği bilinmelidir. Bu değişiklikler cihazların IOS ya da Android işletim sistemi tercihlerine göre belirlenmektedir (Uslu, 2024).

Mobil teknolojilerin eğitime entegrasyonu, öğretim yöntemlerinin, öğrenme stratejilerinin ve içerik tasarımının analizini gerektirir. Mobil öğrenmenin ana hedefleri, mobil kaynaklardan yararlanarak eğitim ve öğretimi teşvik etmek; içeriğin

öğrenci tarafından özümseme olasılığını artırmak, görevlerini yerine getirmelerine izin verecek bir eğitim aracına sahip olma olasılığı; sınıfın sınırlarını zorlamaktır (Reis vd., 2012).

1.12.1 Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının avantajları ve dezavantajları

Teknolojinin hızlı gelişimi, eğitim alanında yeni öğretim yöntemlerinin ve araçlarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. AG, bu yenilikçi teknolojilerden biri olarak dikkat çekmektedir. Azuma (1997) artırılmış gerçekliği, gerçek dünya ortamına sanal nesnelerin entegre edilmesini sağlayan, gerçek ve sanal nesnelerin eş zamanlı etkileşimine olanak tanıyan ve üç boyutlu ortamda çalışan bir teknoloji olarak tanımlamıştır. Mobil cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte, artırılmış gerçeklik uygulamaları taşınabilir hale gelmiş ve eğitimde kullanımı hızla yaygınlaşmaya başlamıştır (Diegmann vd., 2015).

Mobil artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitimde kullanımında birçok avantaj bulunmakla birlikte, bazı zorluklar da mevcuttur. Küçük vd. (2014), tarafından AG uygulamalarının eğitimde kullanımında karşılaşılan zorluklar sıralanmıştır:

- Teknik altyapı gereksinimleri
- Öğretmenlerin teknoloji kullanım becerileri
- Yüksek maliyetler
- Uygulamaların eğitim programlarıyla entegrasyonu
- İçerik geliştirme süreci

Bu zorlukların aşılması için, Karadeniz ve Kılıç (2019), öğretmenlere AG teknolojisinin kullanımı konusunda hizmet içi eğitimler verilmesini, teknik altyapının güçlendirilmesini ve AG içeriklerinin eğitim programlarıyla uyumlu bir şekilde geliştirilmesini önermektedir.

MAG uygulamalarının avantajları aşağıdaki gibidir:

- MAG teknolojisinin öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve derse katılımını önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir.

- MAG teknolojisi ile özellikle anlaşılması zor olan soyut kavramların somutlaştırılmasında önemli avantajlar sunmaktadır.
- MAG uygulamaları, öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinde etkili olmaktadır.
- MAG uygulamaları, öğrenciler arasında iş birliğini teşvik etmektedir.
- MAG uygulamaları, öğrencilere anında geri bildirim sunarak öğrenme sürecini daha etkili hale getirmektedir. (Akçayır ve Akçayır, 2017; Chen ve Wang, 2015; Dunleavy vd.,2009; Kaufmann ve Schmalstieg, 2003; Hwang vd., 2016).

MAG uygulamalarının dezavantajları ise aşağıdaki gibidir:

- MAG uygulamalarının eğitimde kullanılabilmesi için belirli teknik altyapı gereksinimlerinin karşılanması gerekmektedir.
- MAG uygulamalarının kullanımı sırasında teknik sorunlarla karşılaşılabilir.
- MAG uygulamalarının mevcut eğitim programlarıyla entegrasyonu önemli bir zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır.
- MAG uygulamaları, öğrencilerin dikkatini dağıtabilmekte ve bilişsel yüklerini artırabilmektedir.
- Uzun süreli AG uygulaması kullanımı, bazı sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. (Akçayır ve Akçayır ,2017; Akçayır vd., 2016; Di Serio vd., 2013; Santos vd., 2014; Wu vd.,2013).

1.13 Mobil uygulama geliştirme aşamaları

Mobil uygulama geliştirme, birçok disiplini içinde barındıran sistematik bir süreçtir. Bu süreç, yalnızca bir yazılımın geliştirilmesinden ibaret olmayıp, aynı zamanda kullanıcı deneyimi, tasarım, test ve sürdürülebilirlik gibi birçok faktörü de kapsamaktadır (Wasserman, 2010). Genel hatlarıyla bu süreç yedi temel aşamada incelenebilir Bunlar, fikir geliştirme ve hedef belirleme, araştırma planlama, tasarım süreci, geliştirme, test etme, yayınlama, bakım ve güncellemeler aşamalarından oluşmaktadır.

Fikir geliştirme ve hedef belirleme aşamasında, geliştirme sürecinin ilk aşaması olup, uygulamanın amacının ve hedef kitesinin belirlenmesidir. Bu aşamada, kullanıcıların

karşılaştığı problemler analiz edilerek, geliştirilecek uygulamanın bu problemleri nasıl çözeceği ortaya konur. Aynı zamanda, pazardaki rakip uygulamalar incelenerek özgünlük ve değer önerisi oluşturulur (Inukollu vd., 2014).

Araştırma ve planlama aşamasında, uygulamanın kapsamı ve işlevleri netleştirilir. Kullanıcı gereksinimleri belirlenerek fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan ihtiyaçlar analiz edilir. Ayrıca, geliştirilecek uygulamanın hangi platformlarda (iOS, Android, hibrit) çalışacağına karar verilir. Süreç boyunca kullanılacak teknolojiler, programlama dilleri ve araçlar da bu aşamada planlanır (Joorabchi vd., 2013).

Tasarım süreci aşamasında, kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyimi, mobil uygulama başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, uygulamanın akış diyagramları ve ekran tasarımları wireframe araçları (örneğin: Figma, Adobe XD) kullanılarak oluşturulur. UI (User Interface) tasarımı, uygulamanın görsel yönünü ifade ederken; UX (User Experience) tasarımı, kullanıcının uygulama ile etkileşimini optimize etmeyi hedefler (Norman, 2013).

Geliştirme (kodlama) aşamasında, uygulamanın yazılım olarak hayata geçirildiği kısımdır. Frontend (istemci tarafı) ve backend (sunucu tarafı) olmak üzere iki ana bölümden oluşabilir. Frontend kısmında, kullanıcı arayüzü geliştiricileri, tasarıma uygun olarak mobil ekranları kodlar. React Native, Flutter gibi platformlar bu aşamada sıklıkla kullanılmaktadır. Backend tarafında ise veri işleme, kullanıcı yönetimi gibi işlemleri gerçekleştiren API'ler oluşturulur. Backend için Flask, Django, Node.js gibi teknolojiler tercih edilebilir (Malavolta vd., 2015).

Test etme aşamasında, geliştirilen uygulama, hata (bug) tespiti, performans ölçümü ve kullanıcı deneyimi açısından test edilir. Manuel ve otomatik testler uygulanabilir. Bu aşamada yapılan fonksiyonel testler, uygulamanın beklenen işlevleri doğru biçimde yerine getirip getirmediğini değerlendirir. Kullanıcı testleri ile arayüzün kullanım kolaylığı analiz edilir. Ayrıca, farklı cihazlarda uyumluluk testleri yapılmalıdır (Musil vd., 2012).

Yayınlama aşamasında, testleri başarıyla tamamlanan uygulama, mobil uygulama mağazalarında (Google Play Store, Apple App Store) yayımlanmak üzere hazırlanır.

Bu süreçte mağaza optimizasyonu (App Store Optimization - ASO) stratejileri uygulanarak, uygulamanın daha geniş kitlelere ulaşması hedeflenir. ASO, uygulama başlığı, anahtar kelimeler, açıklamalar ve görsellerin etkili şekilde kullanılmasıyla ilgilidir (Ceccherini vd., 2016).

Bakım ve güncellemeler aşamasında, uygulama yayınlandıktan sonra, kullanıcı geri bildirimlerine dayalı olarak düzenli bakım ve güncellemeler yapılmalıdır. Bu süreç, yeni özelliklerin eklenmesini, performans iyileştirmelerini ve güvenlik açıklarının kapatılmasını içerir. Sürdürülebilir bir mobil uygulama, yaşam döngüsü boyunca düzenli olarak geliştirilmeli ve güncel tutulmalıdır (Kitchenham ve Charters, 2007).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Çakırlar-Altuntaş ve Turan (2025) çalışmasında, çevre eğitiminde belgesel tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkililiği ile soru-cevap tekniğiyle desteklenen doğrudan öğretim yöntemini karşılaştırmıştır. Çalışma, öğrencilerin çevre sorunları hakkında ilk bilgi kaynağının okul olduğunu ortaya koymuştur. Nicel sonuçlar, belgesel tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının çevre eğitiminde, öğrenilen bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmede daha etkili olduğunu göstermektedir. Nitel sonuçlar ise bu eğitimin, bireylerin çevre sorunlarının davranışsal sonuçlarını düşüncelerini sağlamada daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bu eğitimi alan öğrencilerin çevre sorunlarıyla ilgili ifadelerinde, sorunların nedenlerini daha fazla araştırdıkları gözlemlenmiştir.

Bostan vd. (2025) çalışmasında, fen eğitimi ve okul yönetiminde teknolojinin entegrasyonunu ele alarak, bu dönüşümün eğitim süreçleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dijital teknolojilerin kullanımı, fen eğitiminin daha etkileşimli ve erişilebilir hale gelmesini sağlarken, okul yönetiminde dijitalleşme süreçleri eğitim yöneticilerine daha verimli karar alma mekanizmaları aldığını belirtmiştir. Yapay zeka destekli öğrenme sistemleri, sanal laboratuvarlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları gibi yenilikçi teknolojilerin, öğrenci başarısını artırdığını ve eğitim süreçlerini en uygun hale getirdiğini belirtmiştir.

Ekleş ve Doğru (2024) tarafından yürütülen bu çalışmada, artırılmış gerçeklik uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin Güneş Sistemi ve Ötesi konusuna yönelik akademik başarıları, fen bilimleri kaygı düzeyleri ve bilişsel yükleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Nicel veriler, artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarıyı artırdığını ortaya koyarken, deney grubundaki öğrencilerin bilişsel yük düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, teknolojik araçların karmaşıklığı ve sınıf ortamındaki dikkat dağıtıcı unsurlarla ilişkilendirilmiştir. Nitel bulgular ise, öğrencilerin artırılmış gerçekliği öğrenme açısından faydalı bulduklarını, ancak kaygı düzeylerinin yüksek olduğunu

göstermektedir. Çalışma, artırılmış gerçekliğin eğitimde etkili bir araç olabileceğini, ancak uygulama sürecinde dikkatli bir planlamanın gerekliliğini vurgulamaktadır.

Yıldırım ve Arıcıoğulları (2024) çalışmasında, 6. sınıf fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılmasının, öğrencilerin “Güneş sistemi ve tutulmalar” ünitesindeki artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; ortaokul 6. sınıf fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılması sonucunda öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarının olumlu yönde geliştiğini ortaya koyulmuştur. Bu bulgu, artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımının öğrencilerin duyuşsal gelişimlerine katkı sağladığını göstermektedir.

Akyol ve Anıl (2024) tarafından yürütülen bu çalışmada, ilköğretim ikinci kademedeki fen bilimleri derslerinde uygulanan artırılmış gerçeklik temelli öğretim süreçlerinin etkililiği incelenmiştir. Bu kapsamda, artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen bilgisi derslerindeki etkisini değerlendiren çalışmalara ulaşmak amacıyla çeşitli veri tabanları taranmış ve belirlenen dâhil edilme kriterlerine uygun 17 araştırma meta-analiz sürecine dahil edilmiştir. Meta-analiz bulgularına göre, artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen bilimleri derslerinde öğrencilerin akademik başarılarına etkisi orta düzeyde ve pozitif olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, artırılmış gerçekliğin fen bilimleri öğretiminde pedagojik açıdan önemli avantajlar sunduğunu ortaya koymaktadır.

Demir vd. (2024) çalışmasında, 2012-2022 yılları arasında ilkokulda artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımına dair tez ve makalelerin dağılımı incelenmiştir. Yapılan tarama sonucunda, çoğunlukla 2022 ve 2019 yıllarında yapılan araştırmaların yüksek lisans tezlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Çalışmaların büyük kısmı 4. sınıf öğrencileri ve Türkçe dersi üzerine yoğunlaşmış, 1-30 katılımcılı nicel ve karma yöntemli araştırmalar tercih edilmiştir. Ayrıca, artırılmış gerçeklik uygulamalarının en çok akademik başarıya etkisiyle ilgili çalışmalara yer verilmiş ve öntest-sontest ölçme aracı kullanıldığı tespit edilmiştir.

Ateş ve Garzón (2023) çalışmasında, AG fen eğitimine sağladığı öğrenme kazanımları, öğrenme motivasyonu ve işbirlikli öğrenme gibi faydalar üzerinde durulmuştur.

Ancak, AG kullanımının büyük ölçüde öğretmenlerin istekliliğine bağlı olduğu ve öğretmenlerin bu teknolojiyi kullanma niyetlerini belirleyen çalışmaların literatürde yeterince bulunmadığı vurgulanmıştır. Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin sınıflarında AG kullanma niyetlerini tahmin etmek için bir model önerilmiştir. Türkiye'nin farklı şehirlerinden 451 fen bilgisi öğretmeniyle test edilen dokuz hipotez sonucunda, önerilen modelin, öğretmenlerin AG kullanma niyetlerini etkileyen faktörleri, referans alınan teorilerden daha güçlü bir açıklama gücüyle belirlediği ortaya konmuştur.

Akbolat vd. (2023) çalışmasında, ilköğretim 7. sınıf "Güneş Sistemi ve Ötesi" ünitesinde öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının tespiti ve artırılmış AG uygulamalarının bu kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi incelenmiştir. Öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını belirlemek için kavram yanlışlığı testi uygulanmış ve bu test öncesinde öğrencilerin mevcut kavram yanlışları tespit edilmiştir. Daha sonra, artırılmış gerçeklik uygulamaları 3 hafta süreyle derslerde kullanılmıştır. Uygulama sonrasında, aynı kavram yanlışlığı testi tekrar uygulanarak öğrencilerdeki değişiklikler incelenmiştir. Sonuçlar, özellikle gündelik hayatta sıkça kullanılan "yıldız kayması" ve "kuyruklu yıldız" gibi kavramlarda öğrencilerde yaygın kavram yanlışlarının bulunduğunu, ancak artırılmış gerçeklik uygulamaları ile bu yanlışların büyük oranda giderildiğini göstermiştir.

Kalemkuş ve Kalemkuş (2023) çalışmasında, AG uygulamalarının fen bilimleri eğitiminde öğrencilerin akademik başarısına etkisini incelemiştir. Bu amaçla, fen bilgisi derslerinde AG uygulamalarının kullanımının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini değerlendiren 16 deneysel araştırma meta-analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Meta-analiz sonucunda, artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen bilimleri dersinde öğrenci başarısını orta düzeyde olumlu yönde etkilediği bulunmuştur. Bu bulgu, artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen bilimleri eğitiminde etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Özeren ve Top (2023) çalışmasında, AG uygulamalarının yedinci sınıf ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları ve motivasyonları üzerindeki etkileri incelenmiş ve öğrencilerin AG uygulamalarına ilişkin görüşlerini belirlemiştir. "Hücre ve Hücre Bölünmesi" ünitesi için geliştirilen "CellAG" adlı AG uygulaması, araştırmanın temel

materyali olmuştur. Araştırmada, ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen ve genel tarama modeli kullanılmıştır. Veriler akademik başarı testi, motivasyon ölçeği ve AG uygulamasına yönelik görüş anketi ile toplanmıştır. Elde edilen bulgular, AG uygulaması kullanan deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının ve motivasyonlarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermektedir. Öğrenciler, AG uygulamasının soyut kavramları somutlaştırmada ve aktif öğrenme deneyimleri sağlamada etkili olduğunu, ayrıca uygulamanın yaratıcı ve ilgi çekici olduğunu belirterek motivasyonlarını artırdığını ifade etmişlerdir.

Sırakaya ve Alsancak-Sırakaya (2022) çalışmasında, STEM eğitimini desteklemek için AG kullanımını sistematik olarak incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada, AG'nin STEM eğitimindeki genel durumu, avantajları ve karşılaşılan zorluklar ortaya konulmuştur. SSCI veri tabanında indekslenen dergilerde yayınlanan ve araştırma amacına uygun 42 makale incelenmiştir. Elde edilen bulgular, AG'nin STEM eğitimindeki kullanımının son yıllarda arttığını ve genellikle okullarda işaretçi tabanlı AG uygulamalarıyla gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Aydın ve Özcan (2022) çalışmasında, Google Play Store'da yer alan MAG uygulamalarındaki Güneş Sistemi AG modelinin doğruluğunu değerlendirmiştir. 1 Aralık 2020-1 Ocak 2021 tarihleri arasında mağazadaki başvurular incelenmiş ve belirli kriterlere uyan 23 uygulama seçilmiştir. Seçilen uygulamalar, Güneş Sistemi'nin içerik gereksinimlerini değerlendirmek için geliştirilen bir kodlama şemasıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar, mobil AG uygulamalarının Güneş Sistemi modelinin gereksinimlerini karşılamadığını, özellikle yerçekimi, ölçek ve sistem oluşumu gibi önemli öğeleri yetersiz şekilde sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bu uygulamaların benzer kavram yanlışlarına yol açma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Demircioglu vd. (2022) çalışmasında, AG temelli argümantasyon etkinliklerinin, astronomi içeriği öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve motivasyonları üzerindeki etkisi incelemiştir. Araştırmada, üç farklı fen sınıfından toplamda 79 öğrenci yer almış ve yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, AG temelli argümantasyon etkinliklerinin, astronomi öğretiminde hem

argümantasyon hem de geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrencilerin başarı ve motivasyonunu daha etkili bir şekilde artırdığını göstermiştir.

Çetin ve Türkan (2022) çalışmasında, fen bilimleri dersinde yer alan "Elektrikli Araçlar" temasına yönelik AG tabanlı uygulamalar tasarlanmış ve bu uygulamalar Zoom programı üzerinden öğrencilere sunulmuştur. Araştırma sonuçları, AG tabanlı uygulamaların öğrencilerin fen dersine yönelik başarılarını ve tutumlarını önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Bu bulgular, AG uygulamalarının fen eğitimi açısından olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır.

Abdüsselam (2022) çalışmasında, fen öğretiminde artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin ışık mikroskobu kullanımına etkisi incelenmiştir. Araştırmanın amacı, e-öğrenme sürecinde fen bilimleri dersinde mikroskop kullanımı ve mikroskopla incelemelere yönelik konuların öğretiminde artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, derse katılımlarına ve mikroskop kullanımındaki öz yeterlik inançlarına etkisini belirlemektir. Sonuçlar, sanal gerçeklik teknolojisinin mikroskop kullanımıyla ilgili öz-yeterlik inançları üzerinde olumlu bir etki yarattığını ve öğrenciler arasında yüksek düzeyde etkileşim sağlandığını göstermektedir.

Tün vd. (2018) çalışmasında, artırılmış gerçeklik uygulamalarından HP Reveal (Aurasma) kullanılarak 8. sınıf fen bilimleri dersinde sürdürülebilir kalkınma konusunda yer alan "Geri dönüşüm için katı atıkların ayrıştırılmasının önemini açıkla." kazanımı doğrultusunda bir öğretim etkinliği hazırlanmıştır. Bu etkinlik, öğretmenlerin fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan geri dönüşümle ilgili kazanımları gerçekleştirmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Hazırlanan 80 dakikalık ders etkinliği, artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimde nasıl kullanılabileceği konusunda öğretmenlere fikir vermek amacıyla uygulanmıştır. Bu çalışma, geri dönüşüm konusunu artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla öğretmek isteyen öğretmenler için bir rehber niteliği taşımaktadır.

2.2 Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Jost vd. (2025) çalışmasında, müze öğrenme deneyimlerine AG ve üretken yapay zekanın (AI) entegrasyonunun sürdürülebilirlik karar alma sürecini nasıl iyileştirebileceğini araştırmıştır. Araştırma, AI destekli eğitim içeriği ve oyunlaştırılmış bir mobil AG görevi geliştirerek her yaştan müze ziyaretçisini sürdürülebilirlik eğitimine nasıl dahil edebileceğini incelemiştir. Bu çalışma, ziyaretçilerin Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile uyumlu AI tarafından oluşturulan önerileri kullandığı Avusturya'daki inatura müzesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bulguları, AI destekli AG görevinin (SusQuest) pratik, çekici ve teşvik edici olduğunu ve özellikle daha genç kitlelerde ziyaretçilerin sürdürülebilirlik karar alma süreçlerini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir.

Wei vd. (2025) çalışmasında, fen öğrenimini desteklemek amacıyla AG ortamlarında Pedagojik Aracılar (PA) ile geliştirilmiş bir 5E modeli tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bu modelin amacı, öğrencilerin fen bilgisi öğrenme süreçlerinde yaşanan boşlukları doldurmaktır. Çalışma sonucunda, AG ortamlarında PA destekli 5E yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısını önemli ölçüde iyileştirdiği ve bilişsel yüklerini azalttığı bulunmuştur. Ayrıca, deney grubundaki öğrenciler, AG fen dersleri sırasında PA destekli 5E yöntemine yönelik olumlu algılar bildirmiştir. Bu bulgular, yapılandırmacı ilkelerle uyumlu fen öğrenimini desteklemek için gelişmiş eğitim teknolojilerinden faydalanan öğretim tasarımcıları ve eğitimciler için değerli içgörüler sunmaktadır.

Priya ve Rajaprian (2025) çalışmasında, AG teknolojisinin geri dönüşüm uygulamalarını tanıtmak ve halkı bu konuda eğitmek amacıyla nasıl kullanıldığını incelemiştir. Araştırma, kullanıcıları geri dönüşümün önemi, geri dönüştürülebilen malzeme türleri ve doğru geri dönüşüm yöntemleri hakkında bilgilendirmek için tasarlanmış çeşitli AG platformları ve uygulamalarını incelemektedir. Çalışma, eğitim ortamlarında başarılı AG uygulamalarının vaka çalışmaları ile desteklenmiş ve bu yenilikçi yaklaşımın etkisi ve faydaları gösterilmiştir. Sonuç olarak, AG'nin çevre eğitimindeki gelecekteki potansiyeli ve sürdürülebilir davranışları teşvik etmedeki rolü vurgulanmaktadır.

Mirza vd. (2025) çalışmasında, AG uygulamalarındaki pedagojik sorunları ve zorlukları incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, literatür taraması ve öğretmen anketi aracılığıyla, AG teknolojisinin eğitime entegrasyonundaki çeşitli zorlukları analiz etmeyi hedeflemiştir. Elde edilen bulgulara göre, öğretmenlerin yalnızca %27,2'si mobil AG uygulamalarını eğitimde kullanırken, %72,8'i kullanmamaktadır. Bu sonuç, araştırmacıların ve geliştiricilerin AG uygulamalarının tasarımı ve geliştirilmesi sürecinde pedagojik sorunları dikkate alarak, öğrenme çıktıları üzerinde etkili bir şekilde ulaşabilmek için gerekli adımları atmaları gerektiğini vurgulamaktadır.

Dawana vd. (2025) çalışmasında, AG teknolojisinin, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden SK-4 (nitelikli eğitim) ile uyumlu bir problem çözme tabanlı öğrenme (PÇTÖ) modeli ile entegre edilerek lise öğrencilerinin fizik alanındaki PÇTÖ profillerini değerlendirmiştir. Araştırmada, ön nitel bir tanımlayıcı analiz kullanılmış ve veriler, PÇTÖ testleri, görüşmeler ve anketler aracılığıyla toplanmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin PÇTÖ becerilerinin yeterince gelişmediğini ortaya koymuştur. Öğrenciler, problemleri anlamalarına rağmen, bağımsız problem çözme pratiği eksikliği nedeniyle çözümleri incelemede zorluk yaşamışlardır. AG teknolojisinin uygulanmasının, öğrenme katılımını ve sonuçlarını iyileştirebileceği ve böylece kapsayıcı ve nitelikli eğitimi destekleyerek PÇTÖ'nü geliştirebileceği ifade edilmiştir.

Herlina vd. (2025) çalışmasında, Endonezya'da çalışan beyaz yakalı çalışanlar arasında AG destekli yeşil eğitimin çevresel bilgiyi artırma ve çevre dostu davranışları teşvik etme etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçları, artırılmış gerçeklik ile geliştirilen bir eğitim programının, katılımcıların çevre konusundaki bilgilerini önemli ölçüde artırdığını ve bu bilginin çevre dostu davranışları hızlandırıldığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, çevresel bilginin artırılmış gerçeklik eğitimi aracılığıyla sağlandığını ve çevre dostu davranış değişikliğine yol açtığını doğrulamaktadır. Çalışma, artırılmış gerçekliğin çevre yönetimi konusunda bilgi artırma ve sürdürülebilir davranış değişikliğini sağlama açısından kurumsal sürdürülebilirlik girişimlerine yönelik güçlü bir eğitim aracı olduğunu vurgulamaktadır.

Zuo vd. (2025) çalışmasında, AG teknolojisinin K-12 öğrencilerinin öğrenme motivasyonu üzerindeki etkisi araştırmıştır. Çalışmada, 2013-2024 yılları arasında yayınlanan ve AG ile öğrenme motivasyonu arasındaki ilişkiyi inceleyen 44 araştırma

makalesi sistematik bir literatür incelemesi yöntemiyle analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, AG teknolojisinin özellikle matematik, fen ve sanat gibi alanlarda yaygın olarak kullanıldığını ve bu teknolojinin öğrenciler için otantik ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri sunduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, AG'nin etkileşimli ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri yaratarak geleneksel eğitimi dönüştürme potansiyelini vurgulamaktadır.

Xu vd. (2025) çalışmasında, dijital araçların sürdürülebilirlik eğitiminin kalitesi ve bireylerin davranışlarındaki değişikliklerin teşvik edilmesindeki etkinliğini değerlendirmiştir. Sistematik inceleme, PRISMA 2020 yönergelerine uygun olarak yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen yirmi makale, sürdürülebilirlik eğitimi çerçevesinde bilgi edinimi ve tutum değişiklikleriyle ilgili bulguları incelemiştir. Sonuçlar, dijital platformlar kullanıldığında sürdürülebilirlik konularına ilişkin farkındalık ve bilgi seviyesinin önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Ayrıca, dijital araçlar ile katılımcıların sürdürülebilirlik derslerinden elde ettikleri bilgi kazanımlarının %40'ın üzerinde arttığı öngörülmüştür.

Chen vd. (2024) çalışmasında, iklim değişikliği eğitimi ile yenilikçi eğitim teknolojilerinin birleştiği bir alanda, aurora astronomisi bağlamında yeni öğrenme boyutlarına öncülük etmektedir. AG teknolojisi, iklim değişikliğinin doğal fenomenler üzerindeki etkilerini, özellikle auroralar gibi olayları öğrencilerle canlı bir şekilde paylaşmak için kullanılmıştır. AG, öğrencilere sanal yolculuklara çıkma ve Dünya'nın manyetik alanları ile auroraların davranışlarını etkileyen çevresel dönüşümleri keşfetme fırsatı sunmaktadır. Bu araştırma, aynı zamanda iklim değişikliğinin küresel bir sorun olarak auroraların oluşumuyla bağlantısını vurgulamaktadır. Sonuçlar, AG ve mobil öğrenmenin entegre edilmesiyle, öğrencilerin auroralar ve iklim değişikliği arasındaki karmaşık bağlantıları araştırmalarını ve bu bağlamda öğrencilerin motivasyonlarını artırmalarını sağlamanın yanı sıra, daha derinlemesine öğrenme deneyimleri sunabileceğini ortaya koymaktadır.

Pombo ve Rodrigues (2024) çalışmasında, mobil artırılmış gerçeklik oyunlarının kullanımını incelemeyi ve EduCITY isimli bir oyun geliştirmeyi amaçlamıştır. Katılımcı lisans öğrencilerinin, bu yenilikçi deneyim ve EduCITY uygulaması hakkındaki görüşleri analiz edilmiştir. Öğrenciler, AG teknolojisi sayesinde gerçek bir

bağlamda deneyimleme fırsatı bulduklarını ve bu nedenle uygulamanın daha ilginç hale geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, oyunların açık hava ortamlarında keşfedildiğinde ve AG gibi yeni teknolojilerle entegre edildiğinde eğitimsel etkinin üstel olabileceği ve öğrencilerin fen öğrenmeye daha fazla katılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Negi (2024) çalışmasında, SG ve AG teknolojilerinin sürdürülebilirlik eğitimi üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Çalışma, bu teknolojilerin öğrenci, profesör ve profesyonellerin bakış açılarından çevresel farkındalık ve davranış değişikliği üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Sonuçlar, SG ve AG'nin sürükleyici bir öğrenme deneyimi sağladığını, teori ile pratiği birleştirdiğini ve çevre bilincini artırma konusunda etkili olduğunu göstermektedir. Bu teknolojiler, sürdürülebilir yaşamı teşvik etme ve çevresel nedenlere duyarlılığı artırma konusunda eğitici araçlar olarak değerli bulunmuştur.

Arici (2024) çalışmasında, AG teknolojisinin çevre okuryazarlığı, öz düzenleme becerileri ve fen öğrenme motivasyonunun gelişimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma, bu üst düzey becerilerin kazanılmasının, öğrencilerin çevre sorunlarına duyarlı hale gelmelerini, çevresel bilgilerini artırmalarını ve özellikle uzaktan öğrenme sürecinde karşılaşılan motivasyon düşüşünü aşmalarını sağlamak için önemli olduğunu vurgulamaktadır. Araştırma sonucunda, AG teknolojisinin çevresel duyarlılığı artırdığı, olumlu davranışları teşvik ettiği ve çevresel bilgi ile becerilerin gelişimini desteklediği tespit edilmiştir. Ayrıca, AG'nin öz düzenleme becerilerinin gelişiminde de önemli bir katkı sağladığı bulunmuştur.

Erwis vd. (2024) çalışmasında, mobil öğrenme bağlamında AG doğal bilimleri öğrenmedeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın odak noktası, artırılmış gerçekliğin doğal bilimler kavramlarını anlama, öğrenme motivasyonu ve öğrenci katılımı üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Çalışmanın sonuçları, AG teknolojisiyle desteklenen mobil öğrenme grubunun, geleneksel öğretim yöntemleriyle karşılaştırıldığında doğal bilimler kavramlarını anlamada belirgin bir artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bu grup daha yüksek düzeyde öğrenme motivasyonu ve daha aktif bir katılım sergilemiştir. Bu bulgular, artırılmış gerçekliğin mobil öğrenmeye entegrasyonunun, dijital çağda doğal bilimler eğitimini iyileştirmek için etkili bir strateji olduğunu göstermektedir.

Ramli vd. (2024) çalışmasında, öğrenci öğrenme deneyimini iyileştirmek için AG ve oyun öğelerini entegre eden bir mobil öğrenme uygulaması tasarlamıştır. Uygulama, içerik, pedagoji/teknoloji ve etkileşim olmak üzere üç ana bileşenden oluşturulmuş ve konu uzmanları tarafından doğrulanmıştır. Bu modele dayanarak m-BioP adlı bir mobil uygulama prototipi geliştirilmiş ve sezgisel olarak test edilmiştir. Elde edilen bulgular, geliştirilen modelin geçerliliğini onaylamıştır. Sonuç olarak, m-BioP uygulaması, akademisyenler ve öğrenme içeriği oluşturucuları için STEM öğrencilerine daha iyi bir öğrenme deneyimi sağlamak amacıyla mobil öğrenme uygulamaları tasarlamak ve geliştirmek için bir kılavuz olarak kullanılabilir.

Gao vd. (2023) çalışmasında, MAG uygulamasının öğrencilere etkileşimli görselleştirme ve gerçek zamanlı sayısal simülasyonlar sunarak, kimya derslerinde sınıf içi aktif öğrenmeyi teşvik etmesini amaçlamıştır. Araştırmanın bulguları, ön test ve son test sonuçlarıyla desteklenmiş olup, MAG uygulamasının öğrencilerin damıtma işleminin ilke ve temel kavramlarını daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin MAG uygulamasını kullanırken olumlu bir deneyim yaşadıklarını ve uygulamanın öğrenme deneyimlerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Marini vd. (2023) çalışmasında, metaverse ile MAG teknolojilerinin, fen derslerinde öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma, bir ilkokulda öğrenim gören 92 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bulgulara göre, metaverse uygulamasının kullanımı, öğrencilerin öğrenme çıktılarını olumlu yönde etkilemiştir. Öğrenciler, metaverse uygulamasını kullanarak daha iyi öğrenme sonuçları elde etmiş ve öğrenmeye daha fazla ilgi duymaya başlamışlardır. Ayrıca, öğrenciler yeni bilgileri daha kolay anlamış ve keşfetmişlerdir. Öğrenciler, mobil artırılmış gerçeklik ile desteklenen metaverse uygulamasının öğrenmeyi daha eğlenceli hale getirdiğini belirtmişlerdir.

Fombona-Pascual vd. (2022) çalışmasında, AG teknolojisinin moleküllerin 3B görselleştirilmesindeki potansiyelini ve kimya eğitimindeki mevcut durumunu incelemiştir. 2018-2020 yılları arasında Web of Science veri tabanından alınan 143 araştırma yayını üzerinde yapılan tanımlayıcı analiz ile hem eğitim hem de araştırma ortamlarında AG'nin kimya öğretiminde nasıl uygulandığına dair önemli örnekler

vurgulanmıştır. Çalışma, geleneksel 2B ekran görselleştirmesinin hala tercih edilse de, AG'nin erken eğitimde kimyasal yapıların daha iyi anlaşılması ve görselleştirilmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, AG teknolojisinin web platformları ve bilimsel ağlarla daha fazla entegrasyonu, öğretme ve öğrenme stratejilerinde yeni fırsatlar yaratmıştır.

Sandoval Perez vd. (2022) çalışmasında, yeni başlayanlara güç elektroniği öğretmek amacıyla bir AG uygulaması geliştirmiş ve bu uygulamanın etkinliğini değerlendirmiştir. Uygulamada iki ana konu sunulmuştur: Çalışma, fotovoltaiik paneller, elektrikli araçlar ve depolama sistemleri arasındaki enerji alışverişinin davranışlarını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin AG uygulamasına yönelik tutumlarının geleneksel öğretime kıyasla çok daha olumlu olduğunu ve AG teknolojisi kullanarak daha iyi bilişsel performans sergilediklerini göstermiştir. Ayrıca, AG aracının geri bildirim sağlayan öğrenciler tarafından değerli görüşlerle desteklendiği ve bir endüstri dersinde etkin bir şekilde kullanıldığı vurgulanmıştır.

Tsai ve Lai (2022) çalışmasında, yedinci sınıf öğrencileri için yapılandırılmış programlamanın temel kavramlarıyla ilişkilendirilmiş AG teknolojileri ve oyun tabanlı öğretim materyalleri kullanarak bir AG mantık programlama öğretim sistemi önermeyi amaçlamıştır. Araştırmanın bulgularına göre, AG tabanlı öğrenme grubu, geleneksel öğrenme grubuna kıyasla öğrenme motivasyonu açısından önemli ölçüde daha yüksek seviyeler göstermiştir. Bu sonuçlar, AG tabanlı mantık programlama öğretim sisteminin öğrencilerin öğrenme etkinliğini ve motivasyonunu artırmada etkili bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Sáez-López vd. (2019) çalışmasında, AG ile ilgili oyun yaklaşımlarının öğrenme üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla altıncı sınıf öğrencileriyle yarı deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ortaokul öğrencileriyle bir öğrenme senaryosu tasarlanmış ve AG uygulaması olarak “WallaMe” seçilmiştir. Araştırmanın bulguları, ortaokul öğrencilerine uygulanan artırılmış gerçeklik uygulamasının öğrenme ve sınıf başarısını artırmada önemli bir rol oynadığını göstermiştir.

Ib   ez vd. (2014)   alışmasında, keşif öğrenme araçları olarak AG tabanlı simülatörlerin etkisini incelemiştir. Öğrencilerin bir dizi deney yoluyla elektriğın temel ilkelerini keşfetmeleri için AG-SaBER adlı AG tabanlı simülasyon aracını kullanmaları üzerine yapılan deneysel   alışma, AG-SaBER'in web tabanlı simülasyon ortamlarında keşif yoluyla öğrenmeyi destekleyen bilgi destek ve sorgulama mekanizmalarıyla geliştirilmiş olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın sonunda, AG simülatörlerinin, öğrencilerin elektriğın temel ilkelerini öğrenmeleri için etkili öğrenme ortamları sunduğu kanıtlanmıştır.

Rock Zou vd. (2015)   alışmasında, akıllı telefonların yüksek doyunluğunu ve Nesnelerin İnterneti'nin artan popülaritesini kullanarak genç çocukları çevresel kavramlarla eğitmek ve onları gerçek hayattaki "yeşil alışkanlıklara" teşvik etmek amacıyla oyunlaştırılmış bir sistem önermiştir. Konsepti göstermek ve sistemin etkinliğini test etmek için “Eco Eco” adlı bir mobil oyun geliştirilmiştir. Bu oyun, Farmville benzeri bir oyun olup, gerçek hayat aktiviteleri (yeniden kullanılabilir su şişesi kullanma, adım atma, elektrik tüketimini azaltma gibi) gerçekleştirildikçe oynanır. Unity3D ile geliştirilen oyun, Google Fit API'si ile adım sayımını, CloudSight API'si ile görüntü tanımayı ve bağlı akıllı cihazlarla enerji kullanımını izlemeyi sağlamaktadır.

Yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların sürdürülebilir yaşam konusunda farkındalık yaratmada mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermesine rağmen, bu alandaki çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. MAG uygulamaları, öğrencilere ekolojik ayak izi, sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları ve sürdürülebilir yaşam alışkanlıkları kazanmaları konusunda soyut kavramları somutlaştırarak aktarabilecek etkili araçlar sunmaktadır. Bu teknoloji sayesinde öğrenciler, yalnızca teorik bilgi edinmekle kalmaz, aynı zamanda etkileşimli içeriklerle günlük yaşantılarında sürdürülebilir uygulamaları nasıl hayata geçirebileceklerini deneyimleyebilirler.

Ayrıca MAG ile geliştirilen uygulamalar, kullanıcıların sürdürülebilir alışveriş tercihleri konusunda bilinçlenmesini sağlayabilir, ekolojik ayak izi azaltımı gibi konularda bireysel farkındalıklarını artırabilir. Örneğin, iklim değişikliği nedeniyle

bozulan ekosistemlerin artırılmış gerçeklik ortamlarında simüle edilmesiyle, kullanıcılar bu çevresel dönüşümleri doğrudan gözlemleyebilir; böylece çevreye verilen zarar ile bireysel yaşam tarzı arasındaki ilişkiyi daha net kavrayabilirler. Bu tür deneyimsel öğrenme süreçleri, sürdürülebilir yaşam tarzlarının benimsenmesini destekleyerek hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çevresel duyarlılığı artırabilir. Ayrıca, oyunlaştırma temelli AG uygulamalarının, çevre dostu davranışları teşvik etme ve bu davranışların günlük hayatta sürdürülebilir alışkanlıklara dönüştürülmesinde nasıl etkili olabileceği de literatürde yeterince ele alınmamıştır. Bu çalışma, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin öğretiminde oyunlaştırma ve AG teknolojilerinin entegrasyonu ile bu boşlukları doldurmayı hedeflemektedir.

Geliştirilecek MAG oyunu, öğrencilerin sürdürülebilirlik ile ilgili bilgilerini oyun aracılığıyla geliştirmeyi ve aynı zamanda çevreye duyarlı davranışları eğlenceli bir şekilde pekiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu tür bir oyunlaştırılmış yaklaşım, geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak, öğrencilere çevresel konuları etkileşimli bir biçimde sunarak onların aktif katılımını sağlamayı hedefler. Literatürde, özellikle sürdürülebilir yaşam ve kalkınma hedefleri ile doğrudan bağlantılı oyunlaştırılmış AG uygulamalarına dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu araştırma, oyunlaştırma ve artırılmış gerçeklik teknolojisinin, sürdürülebilir yaşam alışkanlıklarını öğretme konusundaki etkisini gözler önüne serecek ve bu alandaki literatürdeki eksiklikleri giderecektir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde; araştırma modeline, araştırmanın kapsamına, çalışmada tercih edilen örneklem seçimine, veri toplama araçlarına, veri toplama sürecine ve verilerin çözümlenmesine yer verilmektedir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın birinci aşaması, eğitim teknolojileri alanında yenilikçi bir çözüm geliştirmek amacıyla tasarım temelli araştırma modeli çerçevesinde yürütülmüştür. Tasarım temelli araştırma yöntemini kullanan araştırmacılar, eğitsel sorgulamaya bir mühendisin yeni bir ürün geliştirme süreciyle benzer şekilde yaklaşırlar: Öncelikle, ele alınması gereken bir problemi tanımlarlar (Örneğin, öğrencilerin karşılaştığı belirli bir öğrenme güçlüğü). Ardından, teori ve önceki araştırmaların bu problemi çözebileceğini öne sürdüğü öğretim araçları (örneğin, akıl yürütme stratejileri, çalışma kâğıtları vb.) biçiminde potansiyel bir “çözüm” tasarlarlar. Sonrasında, bu öğretim araçlarını gerçek bir ortamda test ederek, araçların öğrenci öğrenimini olumlu yönde etkileyip etkilemediğini gözlemlerler. Test süreci ilerledikçe, araştırmacılar bu araçların etkililiğine dair ortaya çıkan kanıtları değerlendirir ve gerektiğinde bu araçları gerçek zamanlı olarak kademeli şekilde revize ederler (Collins vd., 2004). Son olarak, uygulamanın sonuçları üzerine düşünerek, öğretim araçlarının başlangıçtaki öğrenme problemini çözmede başarılı olan yönlerini belirler, öğrenmeye katkı sağlamayan kısımlarını yeniden düzenler ve araştırmanın deneyin dayandığı teoriyi nasıl bilgilendirdiğini analiz ederler (Scott vd., 2020).

Bu süreç, öğrenci öğrenimini desteklemek amacıyla öğretim araçlarını geliştirmek için tasarım, test, değerlendirme ve yansıtma döngüsünün bir sonraki araştırma aşamasına geçilmesini sağlar. Tasarım temelli araştırmanın kabul edilen dört ana aşaması vardır:

1. Sorunun Tanımlanması ve İhtiyaç Analizi
2. Tasarım ve Geliştirme
3. Uygulama ve Revizyon
4. Yaygınlaştırma ve Teorik Çıkarımlar (Collins vd., 2004).

ECohool adlı mobil uygulamasının geliştirilme sürecinde tasarım temelli araştırma süreci aşağıdaki gibi yürütülmüştür;

3.1.1 Sorunun tanımlanması ve ihtiyaç analizi

Bu aşamada sürdürülebilir yaşam bilincinin artırılmasına yönelik eğitim içerikli teknolojik çözümlerin eksikliği belirlenmiştir. Özellikle küçük yaştaki öğrencilerin sürdürülebilir yaşam konusunda farkındalıklarını artıracak mobil öğrenme araçlarının sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda literatür taraması gerçekleştirilmiş; sürdürülebilir yaşam, AG teknolojisi, mobil öğrenme ve sürdürülebilir yaşam için eğitim konularında mevcut yurt içi ve yurt dışında yapılmış makale ve tezler incelenmiştir. Elde edilen veriler, *ECohool* adlı bir mobil AG uygulamasının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

Analiz sonucunda, etkileşimli öğrenme deneyimleri sunmayı amaçlayan artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* adlı mobil uygulamanın geliştirilmesine karar verilmiştir. Bu uygulamanın, hem sürdürülebilir yaşam konularında farkındalık oluşturmaya hem de mobil öğrenme deneyimlerini zenginleştirmesi hedeflenmiştir.

3.1.2 Tasarım geliştirme

Bu aşamada, *ECohool* uygulamasının tasarımına başlanmıştır. Uygulama, ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir yaşam uygulamalarını öğrenmesini desteklemek amacıyla etkileşimli AG senaryoları ve sorularla desteklenmiş, oyunlaştırılmış içerikler içerecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarım aşamasında ayrıca her bir seviye için oyunun aşamaları çizilerek somut hale getirilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin merkezde olduğu rekabetçi görevler almalarına dikkat edilmiştir. Tasarım sürecinde fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanım ve konular dikkate alınmıştır. Sürdürülebilir yaşam konusundaki oyun adımları geliştirilirken, somuttan soyuta ilkesi, aşamalılık ilkesi (basitten karmaşığa, kolaydan zora), etkileşim ve aktif katılım ilkeleri temel alınarak eğitimsel içerikler geliştirilmiştir. İçerikler, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile bütünleşik şekilde yapılandırılmış; her bir oyun seviyesi, sürdürülebilir yaşamın bir alt başlığını merkeze alacak biçimde kurgulanmıştır.

Geliştirme süreci, disiplinlerarası bir iş birliği ile yürütülmüş; yazılım ve grafik tasarımı iki bilgisayar mühendisi tarafından gerçekleştirilmiş, tüm süreç araştırmacının koordinasyonunda ilerlemiştir. Bu bütüncül tasarım yaklaşımı, uygulamanın hem pedagojik açıdan etkili hem de teknolojik olarak işlevsel olmasını sağlamayı hedeflemiştir. Mobil uygulamamanın sürdürülebilir yaşam için eğitim kapsamında konu içeriği, oyunlaştırma senaryoları ve soruları ilgili araştırmacı ve tez danışmanı tarafından hazırlanmıştır.

3.1.3 Uygulama ve revizyon

Mobil uygulamanın her bir bölümü için prototip tasarımlar hazırlanmış ve hedef kitleden küçük bir grupta (60 ortaokul öğrencisi) ön uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte hem öğrenci ara yüzü hem de içerik yapısı sürekli gözden geçirilmiştir. Kullanıcıların mobil cihazlar aracılığıyla AG içeriklerle etkileşime girmesi ve belirlenen görevleri tamamlamasıyla süreç yürütülmüştür. Bu süreç boyunca kullanıcı deneyimi verileri toplanmış ve geri bildirimler alınmıştır. Toplanan veriler doğrultusunda uygulamanın AG tabanında, e-posta uygunluğunu kontrol edilmesinde, kullanıcı kaydı oluşturmada, nesne oluşturmada problemler yaşanmış, daha sonra sorunlar çözülmüş ve uygulama revize edilmiştir. Teknik hatalar giderilmiş, kullanıcı ara yüzü iyileştirilmiş ve içerikler hedef kitlenin öğrenme seviyesine daha uygun hale getirilmiştir.

Hazırlanan uygulamada içeriğin fen bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlara uygunluğu, sürdürülebilir yaşam için eğitim konularını içermesi, kullanıcı yaş seviyesine uygunluğu, kullanıcıların ne kadar öğrendiğini gösterecek bir geri bildirim sisteminin varlığı, uygulamada her görevin net olarak ifade edilmesi ve dijital erişilebilirliği konusunda kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla sürdürülebilir gelişme için eğitim ve çevre eğitimi alanında uzman 3 öğretim üyesinin görüşüne başvurulmuştur.

Bu revizyon süreci, tasarım temelli araştırma yaklaşımının döngüsel yapısına uygun olarak yürütülmüş ve uygulamanın hem teknik hem de öğretimsel nitelikleri bakımından daha etkili ve kullanıcı dostu hale getirilmesine katkı sağlamıştır.

3.1.4 Yaygınlaştırma ve teorik çıkarımlar

Uygulamanın son hali araştırmanın çalışma grubuna sunularak uygulamanın etkililiği değerlendirilmiştir. Uygulama sürecinden elde edilen veriler ışığında, sürdürülebilir yaşam için eğitim, mobil öğrenme ve AG teknolojilerinin birlikte kullanımı konusunda yeni çıkarımlar yapılmıştır. Ayrıca, eğitim teknolojileri alanında yapılacak gelecekteki çalışmalara yönelik öneriler geliştirilmiştir. Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının geliştirilme süreci ve tamamlanması 1 yıllık bir süreci kapsamaktadır. Çizelge 3.1’de *ECohool* mobil uygulamasın geliştirilme sürecine ilişkin tasarım temelli araştırma modelinin adımları gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. ECohool mobil uygulamasın geliştirilme sürecine ilişkin tasarım temelli araştırma modelinin adımları.

1. Sorunun Tanımlanması ve İhtiyaç Analizi	1. Aşama: Araştırmacı tarafından alan yazın taraması		
2. Tasarım Geliştirme	2. Aşama: Basit prototip: Mobil uygulamanın bölümlerine ait tasarım ve içerik taslaklarının hazırlanması		
3. Uygulama ve Revizyon	3. Aşama:	5. Aşama:	6. Aşama:
	Prototipi geliştirme (versiyon 1.0)	Prototipi geliştirme (versiyon 2.0)	Prototipi geliştirme (versiyon 3.0)
	(Uygulamanın arayüzündeki teknik problemler ve e-posta sorunu giderilmiştir.)	(AR içeriğinin sorulardaki puan hesaplaması sorunu giderilmiştir.)	(AR içeriğinin çalışması, görsel ve resim eşleştirme sorunu giderilmiştir.)
4. Yaygınlaştırma ve Teorik Çıkarımlar	6. Aşama: Pilot Çalışma		
	7. Aşama:	8. Aşama	
	Tasarım ölçütlerine ulaşma	Son prototipi geliştirme (Son versiyon 4.0) (Bütün olası sorunlar tekrar gözden geçirilip çözülmüştür.)	

Araştırmanın ikinci aşamasında sürdürülebilir yaşam için eğitim kapsamında geliştirilen *ECohool* mobil uygulamasının, araştırmaya katılan öğrencilerin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyini hangi ölçüde değiştirdiğini belirlemek amacıyla nicel araştırma desenlerinden tek gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın uygulama basamağı 5 haftalık bir süreci

kapsamıştır. Sürecin 2 haftası ön test-son test uygulamaları için; 1 haftası ise, nitel verilerin elde edilmesi için kullanılmıştır. Katılımcılara uygulama öncesi ve sonrası aynı ölçme araçları uygulanarak, uygulamanın etkililiği analiz edilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Ekolojik ayak izi farkındalık ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçekleri uygulama süreci.

Grup	Ön Test	Uygulama	Son Test
Deney Grubu	Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği	ECohool mobil uygulaması	Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği
	Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeği		Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeği

3.2 Evren Örneklem

3.2.1 Araştırmanın çalışma grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2023-2024 eğitim öğretim yılında Kırşehir İli merkezde yer alan özel bir okulda öğrenimine devam eden sekizinci sınıf (32 kız, 24 erkek) ve yedinci sınıf (23 kız, 26 erkek), olmak üzere toplam 105 (55 kız; 50 erkek) olarak öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubu kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Araştırmacının öğretmenlik yaptığı ve ders verdiği okulda bu uygulama gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.3'te öğrencilerin demografik özellikleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. Öğrencilerin demografik özellikleri.

Cinsiyet	7. Sınıf	8. Sınıf	Toplam
Kız	23	32	55
Erkek	26	24	50
Toplam	49	56	105

3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel verilerini toplamak amacıyla “Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği (EK A) ve “Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği (EK B)” kullanılmıştır.

3.3.1 Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği

Bu araştırmada Coşkun (2013) tarafından geliştirilen “Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği (EAİFÖ)” kullanılmıştır. Ölçeğin birinci bölümünde demografik özelliklerin (sınıf, cinsiyet, en uzun süre yaşanan birim, anne ve baba eğitim durumu) belirlenmesine yönelik hazırlanmış olan beş soru bulunmaktadır. İlgili ölçeğin ikinci bölümünde ise bireylerin ekolojik ayak izi konusundaki farkındalık düzeylerini belirlemeye yönelik 46 madde yer almaktadır. İlgili ölçek beş alt boyuttan (gıda, ulaşım, barınma, enerji, atıklar ve su tüketimi) oluşmaktadır. Orijinal ölçeğin güvenirlik analizinde tüm ölçeğe ait Cronbach’s Alpha değeri 0,76 olarak hesaplanmıştır. Bu araştırmada ölçeğin güvenirlik Cronbach’s Alpha değeri 0,81 bulunmuştur. Veri toplama aracının güvenirliğini göstermekte olup 0,70’den büyük olması beklenmektedir. Veri toplama aracının güvenirlik katsayısı 1’e yaklaşıncı güvenirlik değerinin yüksek olduğu kabul edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2011).

3.3.2 Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeği

Bu araştırmada Akgül ve Aydoğdu (2020) tarafından geliştirilen “Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği (SYYFÖ)” kullanılmıştır. İlgili ölçek, üçlü likert tipi, 20 maddeden oluşmaktadır. Ölçek “Toplum, Çevre, Ekonomi” olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. “Toplum” alt boyutu sekiz, “çevre” alt boyutu yedi ve “ekonomi” alt boyutu ise beş maddeden oluşmaktadır. Orijinal ölçeğin Cronbach’s Alpha değeri 0,77 olarak hesaplanmıştır. İç tutarlılık güvenirlik katsayısı Cronbach Alfa, SYYFÖ’nin toplum, çevre ve ekonomi boyutları için sırasıyla 0,76, 0,73 ve 0,69 olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırmada ise ölçeğin güvenirlik Cronbach’s Alpha değeri 0,76 olarak bulunmuştur. Bu değer bu ölçeğin güvenilir bir ölçme aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

3.3.3 Yarı yapılandırılmış görüşme formu

Bu araştırmada, *ECohool* mobil uygulamasının öğretim açısından etkililiği ve kullanımına ilişkin derinlemesine nitel veriler elde etmek amacıyla görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. Görüşmeler, ders ve uygulama sürecine aktif olarak katılan 17 gönüllü 8. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak

yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır (Ek C). Bu formun hazırlanmasında, 3 uzmanın (2 Fen Bilimleri Öğretmeni ve 1 Fen eğitimi ve sürdürülebilir gelişme için eğitimde uzman öğretim üyesi) görüşü alınarak geçerlilik açısından gözden geçirilmiştir. Görüşme formunda 8 açık uçlu soru ve bu soruları derinleştiren sonda sorular yer almaktadır. Sorularda öğrencilerin uygulama hakkındaki düşünceleri, en çok beğenilen bölümlerin neler olduğu, uygulamayı kullanırken yaşanan zorluklar, uygulamanın yeniden tasarlanmasıyla eklenmesi ve çıkarılması gerekenler, soruların zorluk seviyesi hakkındaki görüşler, uygulamanın sürdürülebilir yaşam konularını öğrenilmesine katkısı, uygulamayı tekrar tekrar kullanılma isteği, öğrencilerin uygulamayı arkadaşları ile paylaşma durumu yer almaktadır.

Araştırmanın uygulama süreciyle ilgili etik kurul izin belgesi (Ek E) ve araştırma izin belgesi (Ek F) alınmıştır.

3.4 Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verilerinin analizinde betimsel istatistik teknikleri kullanılmıştır, veriler SPSS 22 programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır. Çizelge 3.4'te gösterilen değerler 0,05 anlamlılık düzeyinden büyük olduğundan, verinin normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir ($p>,05$). Bu sonuca dayanarak nicel veri analizinde parametrik testlerden bağımsız ve bağımlı gruplar için t testi kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Nicel verilerin normallik analizi Kolmogrov-Smirnov testi sonuçları.

Bağımlı Değişken	Kolmogrov-Smirnov		
	İstatistik	Sd	p
Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi	,173	105	,183
Ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi	,158	105	,198

Elde edilen nitel veriler, içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu kapsamda veriler kodlanmış, benzer kodlar altında kategoriler oluşturulmuştur. Analiz sürecinden elde edilen kategori ve kodlar doğrultusunda, katılımcıların uygulamaya ilişkin deneyimleri, görüşleri ve önerileri uygun çizelgelerde sunulmuştur. Kodlama sürecinde güvenilirliği artırmak amacıyla, iki araştırmacı (araştırmacının kendisi ve tez

danışmanı) tarafından kodlar karşılaştırılmış ve görüş birliği oranı hesaplanmıştır. Verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla iki farklı araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapılan kodlamaların karşılaştırılması Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği görüş birliği uyum yüzdesi formülü ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda, kodlayıcılar arasında %80 oranında bir uyum elde edilmiş olup, bu oran nitel araştırmalar için kabul edilebilir güvenilirlik düzeyindedir.

3.5 Artırılmış Gerçeklikle Zenginleştirilmiş *Ecoool* Mobil Uygulamasının Geliştirilme Süreci

Bu çalışmada araştırmacılar tarafından artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulaması geliştirilmiştir. Geliştiren *ECohool* Mobil uygulamada 7 oyun seviyesi bulunmaktadır. Bu seviyeler; enerji, gıda, su, ulaşım, atıklar, sürdürülebilir okul ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden oluşmaktadır. Enerji seviyesinde sürdürülebilir enerji ve gıda konusunda 10 soru; su basamağında 15 soru yer almaktadır. Kullanıcı bu soruları doğru cevapladıkça puan kazanmaktadır. Ancak yanlış yaptığı için sorunun hemen yanına açıklama butonu eklenmiştir. Bu buton arayıcılığıyla sorunun doğru yanıtını öğrenebilmektedir. Uygulamanın ulaşım basamağında sürdürülebilir ulaşım doğrultusunda öğrencilerin sürdürülebilir yaşam tarzı tercihleri (Örneğin; okula gelirken yürümek, bisiklet tercih edilmesi, okulda bisiklet park alanlarının bulunması, toplu taşıma araçlarının kullanılması vb.) ön plana çıkarılmıştır. Atıklar basamağında uygulamayı kullanırken ekranda belirtilen nesnelerden (kâğıt-metal kutu-muz kabuğu-plastik şişe-cam şişe gibi) seçim yaparak bulunan nesneleri AG tabanlı olarak kullanıp ilgili geri dönüşüm kutularıyla eşleştirme yapmaları istenmektedir. Sürdürülebilir okul basamağında öğrencilerin kendi okullarını tasarlamaları istenmektedir. Bu bölümde, ilk olarak kendilerine uygulamada sunulan görseller üzerinden en sürdürülebilir okulu seçmesi, minik bir sebze-meyve bahçesi kurulmuş olması, ağaçlarda kuş beslemek için yuvaların kurulmuş olması, yeşillik bir alan olması, öğrenciler için hazırlanmış oyun alanlarının bulunması (küçük bir oyu parkı, satranç taşlarından oluşmuş bir alan, etkinliklerin sergileyebilecekleri bir sergi ve etkinlik alanı vb.) beklenmektedir. Birden fazla boyutu tercih eden öğrenciler oyundan ne kadar doğru olanı seçerse o kadar daha fazla puan alacaklardır. Uygulamanın son bölümünde ise öğrenciler AG kullanarak ekranda UNESCO

tarafından belirlenen sürdürülebilir kalkınmanın 17 hedefinin sembolleri ve bu sembollerin en anlama geldikleri konusunda sorularla karşılaşmaktadır. Uygulamanın tüm basamakları tamamlandığında öğrenciler sürdürülebilir yaşam konusunda ilgili konunun tüm kavramları konusunda kendi seviyelerinde bir farkındalık düzeyine sahip olmaktadır.

3.6 Mobil Uygulamanın Geliştirilme Basamakları

Araştırmada geliştirilen artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamanın geliştirilme basamakları ilgili başlıklar altında ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

3.6.1 Splash screen (Açılış) ekranının oluşturulması

Araştırmada geliştirilen uygulamanın açılış ekranının oluşturulmasında Splash Screen kullanılmıştır. Splash Screen ekranı uygulamalarda kullanıcıyı karşılayan genellikle eğlenceli içeriklere sahip, uygulamanın logosunu ismini barındıran bir açılış ekrandır. Bu ekran ve uygulama içeriğindeki bütün resimler, ikonlar ve logoların sağlanmasında Shutterstock çevrimiçi platformu tercih edilmiştir. Splash ekranı ve Shutterstock görseli kullanılarak elde edilen, araştırmamızdaki uygulamanın giriş sayfası Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. *ECohool* mobil uygulaması açılış ekranı.

3.6.2 Giriş ekranının geliştirilmesi

Giriş sayfasında kullanıcıya iki farklı dil seçeneği sunulmuştur. Kullanıcı istediğinde Türkçe veya İngilizce olarak sayfanın sağ üst köşesinde bulunan düğme ile istediği dil seçimini yapabilmektedir. Giriş ekranı üzerinden Şekil 3.2’de görüldüğü gibi kullanıcı e-posta ve şifresi ile uygulamaya giriş yapabilmektedir.



Şekil 3.2. Giriş ekranı.

Bunun için iki adet input bulunmaktadır. E-posta adresinin yazıldığı input da kullanıcının girdiği e-posta formatı kontrol edilmektedir. Eğer girdiği e-posta adresi, e-posta formatına uygun değilse uyarı çıkmaktadır. Şifre girdiği alan da ise kullanıcı girdiği şifreyi sağ tarafta bulunan ikon yardımı ile görünür kılabilir.

Kullanıcı e-posta adresini ve şifresini girdikten sonra “Giriş Yap” butonuna tıkladıktan sonra uygulamaya giriş yapabilmektedir. Eğer kullanıcı uygulamaya üye değil ise “Henüz bir hesabınız yok mu?” linki üzerinden kayıt ol sayfasına yönlendirilmektedir. Bu sayfada istenilen bilgileri girdiği takdirde uygulamaya üye olabilmektedir.

3.6.3 Kayıt ol ekranı

“Kayıt Ol” ekranında kullanıcının dil seçimi yapabilmesi mümkün kılınmıştır. Kullanıcının uygulamaya başarılı bir şekilde kaydolması için, kullanıcıdan uygulama boyunca kullanacağı kullanıcı adı bilgisi ve buna ek olarak e-posta ve şifre bilgisini eksiksiz bir şekilde doldurulması istenmektedir. Giriş ekranında olduğu gibi kullanıcının e-posta bilgisini girebileceği alan e-posta formatına göre kontrol edilmektedir. Sınıf düzeyi sekmesinden öğrencimiz hangi sınıf düzeyinde ise onu tercih edebilecektir (Şekil 3.3). Ek olarak sistem güvenliği sebebiyle kullanıcı bir e-posta üzerinden sadece bir kullanıcı adıyla sisteme kaydolabilmektedir. Eğer geçersiz bir e-posta adresi girilirse uyarı çıkmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. a) Kayıt ol ekranı b) E-posta formatı uyarı.

Şifre bilgisini de doldurduktan sonra “Kayıt Ol” butonuna basarak kullanıcının başarılı bir şekilde hesabı oluşturulmaktadır. Son olarak ise başarılı bir şekilde giriş yapılır. Giriş ekranı ve Kayıt Ol ekranında Firebase kullanılmıştır.

3.6.4 Karakter oluşturma ekranı

Uygulama içerisinde mevcut yapının kurulmasında Flutter yazılım teknolojisindeki “Games_levels_scrolling_map” kütüphanesi kullanılmıştır. Bu kütüphane sayesinde uygulamadaki kaydırılabilir sayfa yapısı oluşturulmuştur. Uygulamanın genel çalışma prensibine göre kullanıcı hesabı olmayan kişilerin uygulamaya giriş yapabilmek için öncelikli olarak kayıt yaptırmaları gerekmektedir. Kullanıcı, kaydolma sayfasında istenilen bilgileri girdikten sonra “Karakter Seçme” sayfasına yönlendirilmektedir (Şekil 3.4). Her bir karakterin sürdürülebilir yaşam konusunda bir rolü bulunmaktadır. Bu rol ilgili karakterin altında yazılmıştır. Kullanıcı Şekil 3.4’de gösterilen, uygulama içerisinde statik olan ve uygulamanın konusuna göre belirli rollere sahip olan karakterlerden kendisini en yakın hissettiği karakteri seçerek uygulamaya devam edebilmektedir.



Şekil 3.4. Karakter seçme ekranı.

3.6.5 Harita ekranı

Kullanıcı uygulamaya kaydolduktan sonra direkt olarak “Harita Ekranına” yönlendirilmektedir. Bu sayfa tasarlanırken sürdürülebilir bir yaşam için ekolojik ayak izlerimizin küçülmesi gerektiği, bunun içinde ekolojik ayak izinin bileşenleri konusunda adımlar atılması gerektiği düşüncesinden hareket edilmiştir. Oyundaki her bir seviye aşağıdan yukarıya doğru ekolojik ayak izinin temel bileşenlerinden oluşan bölümlere ayrılmıştır. Her bir seviye aşağıdan başlayacak şekilde konumlandırılmış olup, kullanıcının bulunduğu seviyeye göre, kullanıcı tarafından tıklanarak etkileşim kurulabilen bir yapıya sahiptir.

Şekil 3.5’te yer alan bölüm ekranı üzerinde bölümlerin ilerleme seviyesi gösterilmektedir. Oyun en alttaki seviyeden başlayarak, en üste doğru çıkmaktadır. Bu haritada hangi karakteri seçtiyseniz onun simgesi ekranın sol üst köşesinde görünmektedir. Kullanıcı adının yanında hem uygulamanın hangi seviyesinde ve hangi bölümde olduğunu gösteren bilgiler yer almaktadır. Ayrıca sorulara verilen yanıtlardan elde edilen puanlar da bir yıldız simgesi ve yanında yazılan puan ile gösterilmektedir. Uygulamada kullanıcı ilk bölümü tamamlamadan diğer bölümlere geçememektedir. Bölüm isimleri ilgili seviye tamamlandıktan sonra değişmektedir.



Şekil 3.5. Harita ekranı.

Şekil 3.6’da ise harita sayfasının en üst bölümünde konumlandırılmış olan oyuncu kartı sayesinde kullanıcının hangi seviyede ve bölümde olduğu, ayrıca bölümler içerisinde cevaplanan sorulardan kazanmış olduğu toplam puanları görülebilmektedir.



Şekil 3.6. Enerji bölümü kartı.

Ayrıca kullanıcın bölüm bilgisine göre oyuncu kartının tasarımı değişmektedir. Bu tasarımlara ait örnek görseller Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Gıda bölümü kartı.



Şekil 3.8. Su bölümü kartı.



Şekil 3.9. Ulaşım bölümü kartı.



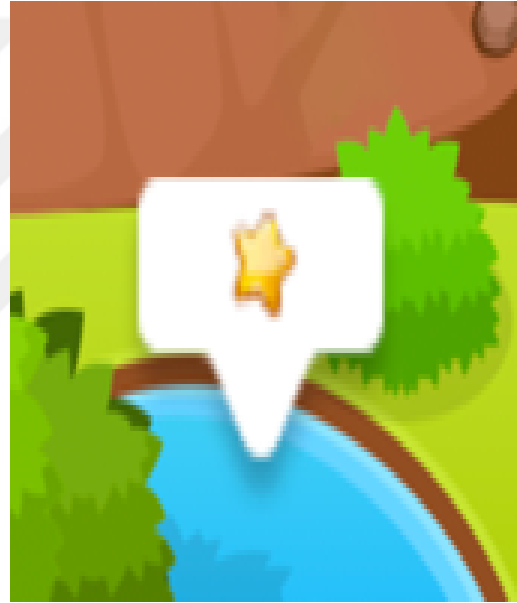
Şekil 3.10. Atıklar bölümü kartı.



Şekil 3.11. Okul peyzajı kartı.

3.6.6 Bölüm ekranı

Harita arayüzü üzerinde, kullanıcının sistemde tanımlı bulunduğu seviyeye göre erişim yetkileri belirlenmekte ve kullanıcı, etkileşimde bulunduğu (tıkladığı) uygun içerik ya da sayfaya yönlendirilmektedir. Kullanıcı ilgili sayfa üzerinde gezinerek bölümde yer alan sorulara ulaşmaktadır. Ayrıca kullanıcı ipuçlarına tıkladığında bir açılır pencere (pop-up) ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.12.a ve Şekil 3.12.b). Bu açılır pencere içerisinde bölüm ile ilgili kullanıcının cevaplayacağı sorular yer almaktadır. Bu sekmeye tıkladığında ilgili bölümde nasıl ilerleneceği açılacaktır. Hem çoktan seçmeli ve doğru/yanlış soruların hemde AR tabanlı oyunların yer aldığı ekran görülmektedir.



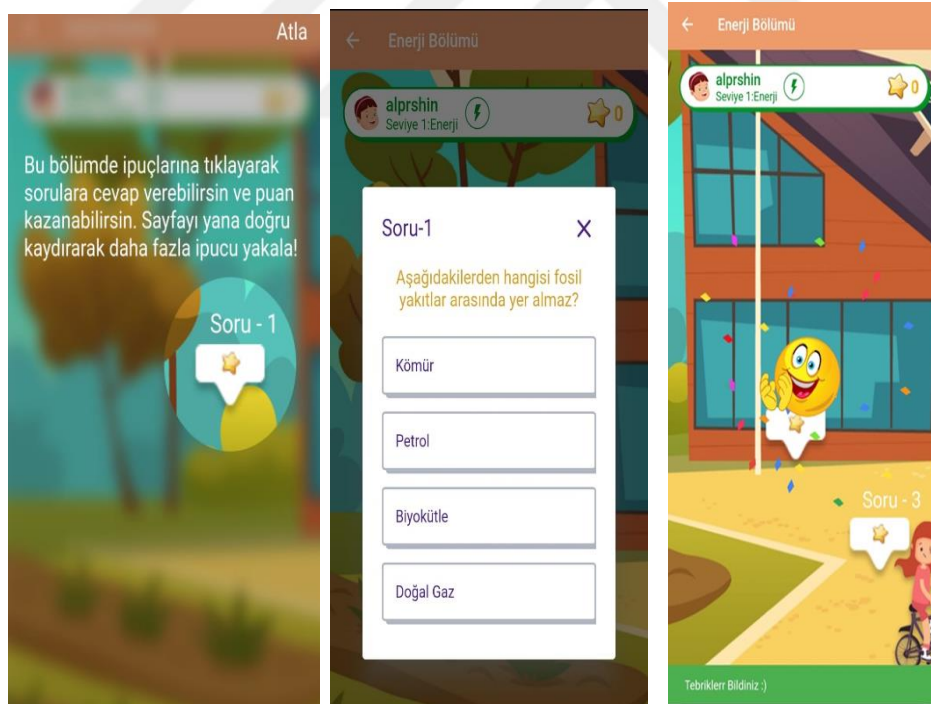
Şekil 3.12. a) Gıda bölümü ekran sayfası b) Soru ipucu sekmesi.

3.6.7 Bölüm oyunları ve içerikleri

ECohool mobil uygulaması içerisinde 7 seviye bulunmaktadır. Bu seviye; enerji, gıda, su, ulaşım, atık, sürdürülebilir okul ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri olarak belirlenmiştir. Atık ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri bölümlerinde artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılmıştır. Aşağıda her bir bölüme giriş ekranı ve örnek sorularla oyunun işleyiş basamakları açıklanmıştır.

3.6.8 Enerji bölümü

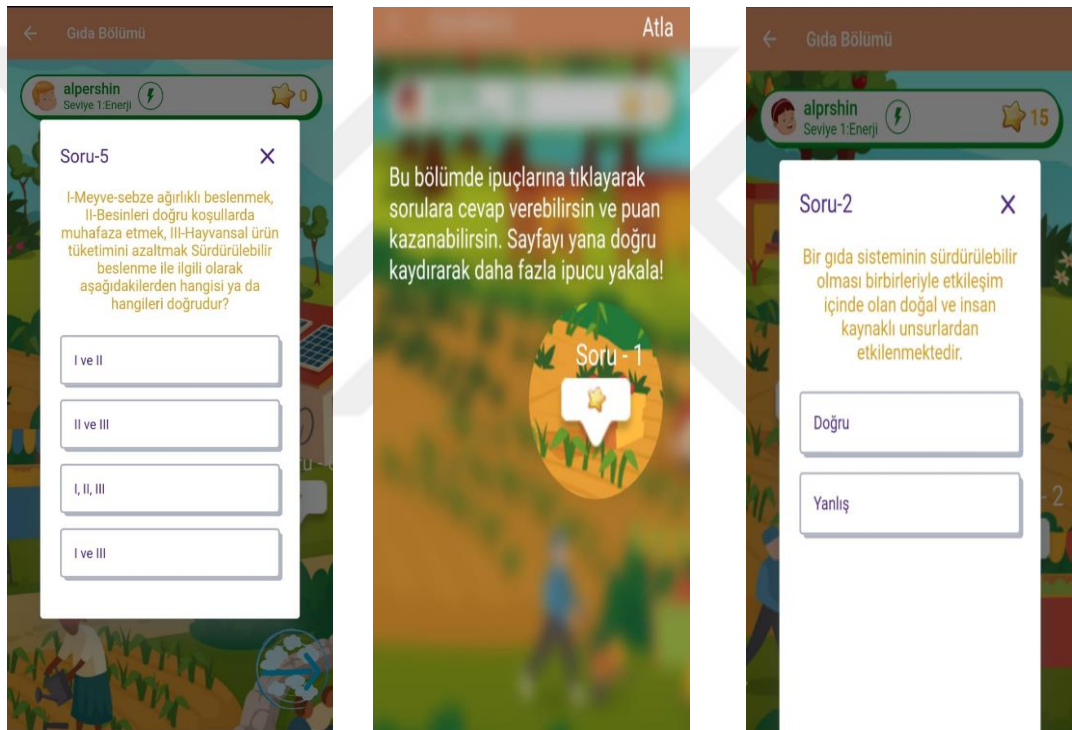
Enerji bölümünde 5 adet çoktan seçmeli ve 5 adet doğru-yanlış olmak üzere toplam 10 adet soru yer almaktadır. Bu sorularla yenilebilir enerji, kaynakların tasarruflu kullanımı, enerjinin doğru kullanımı kavramları ön plana çıkarılmıştır. Her bölümde kullanıcıları ilk olarak o bölümü anlatan bir tanıtım kısmı karşılamaktadır. Ardından Şekil 3.13'te ilk olarak oyunun birinci bölümünü anlatan kısmı atladıktan sonra burada yer alan ipuçlarına tıklayarak ilgili sorulara cevap verilip puan kazanılabilir. Sayfayı da yana doğru kaydırılarak diğer sorulara ulaşılır. Bununla ilgili gerekli olan açıklamada bölüm girişinde yapılmaktadır. Şekil 3.13'te yer alan enerji bölümü ile ilgili soru ise hemen ardından açılmaktadır. Bu soru pop-up bölümlerinde çoktan seçmeli ve doğru yanlış soru tipleri yer almaktadır. Her soruya doğru cevap verdiğinde puan kazanıp yıldız kutucuğundaki değer artmaktadır. Eğer yanlış cevap verilirse puan kazanamamaktadır. Şekil 3.13'teki gibi sorulara doğru cevap verildiğinde veya yanlış cevap verildiğinde yüz ifadeleriyle (emojilerle) geri bildirim sağlanmaktadır.



Şekil 3.13. Enerji bölümü sayfalarından örnekler.

3.6.9 Gıda bölümü

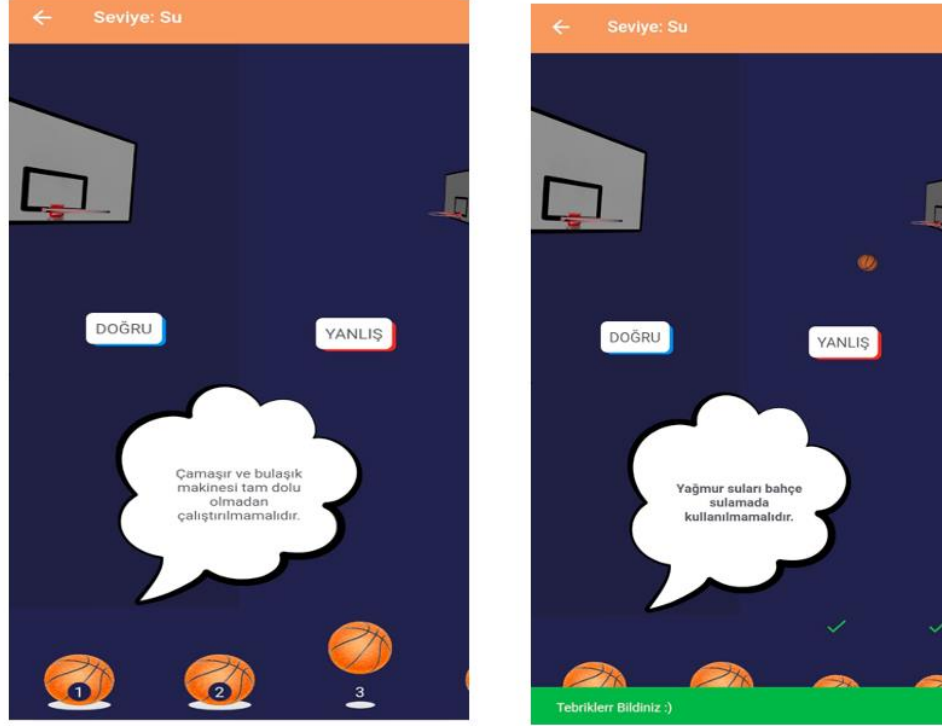
Gıda bölümünde 5 adet çoktan seçmeli ve 5 adet doğru yanlış tipinde hazırlanmış sorular yer almaktadır. Şekil 3.14’te oyunun gıda bölümündeki soruları yanıtlaması için gereken açıklamalar ve örnek sorular gösterilmektedir. Kullanıcılar ilgili sayfayı yana doğru kaydırarak bölümdeki diğer sorulara ulaşabilmektedir. Bununla ilgili gerekli olan açıklamada bölüm girişinde yapılmaktadır. Şekil 3.14’te enerji, gıda bölümleri için yanlış yapılan her soru karşılığında soru açıklaması eklenmiştir. Böylece öğrenci yanlış yaptığında doğrusunu direk açıklamaya tıklayarak öğrenebilmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.14. Gıda bölümü ve örnek sorular.

3.6.10 Su bölümü

Su bölümünde 15 tane doğru-yanlış tipinde soru yer almaktadır. Soru numaraları basket toplarıyla gösterilmiştir. Şekil 3.15’te görüldüğü gibi su bölümünde yer alan basketbol topları 15 soruya göre görseldeki gibi sağa doğru devam etmektedir. Birinci topa tıklayınca o soruyla ilgili baloncuk açılmaktadır. Eğer ifade doğru ise “Doğru” yanlış ise “Yanlış” sekmesine basarak ilerlemektedir. Hangisini seçtiyse o bölüme doğru basket atılmaktadır.



Şekil 3.15. Su bölümü.

3.6.11 Ulaşım bölümü

Ulaşım bölümünde kullanıcıların sürdürülebilir ulaşım tercihleri konusunda sıralama yapabilecekleri bir soru hazırlanmıştır. Bu soruda kullanıcıların hangi sürdürülebilir ulaşım tercihinin doğaya daha az zarar verdiğini anlamaları beklenmektedir. Şekil 3.16’da yer alan ulaşım bölümündeki soruda, farklı ulaşım araçlarının hareket etmek için kullandıkları enerji tüketimlerinin doğaya salınan sera gazları da düşünülerek karşılaştırılması beklenmektedir.



Şekil 3.16. Ulaşım bölümü.

Kullanıcıların bu görselde yer alan 6 farklı ulaşım aracını, en az enerji tüketimi olandan en fazlaya doğru sıralanması istenmektedir. Örneğin: 1. Yürüyem veya oturan insanlar, 2. Bisiklet süren kişi, 3. Elektrikli motor kullanan kişi, 4. Tramvay, 5. Otobüs, 6. Kişisel otomobil şeklinde bir sıralama yapılmalıdır. Yanlış bir eşleştirme yapılması durumunda sistem uyarı vererek doğru sıralamayı gösterecektir. Bu etkinlik ile sürdürülebilir ulaşım tercihlerinin, ekolojik ayak izi açısından en yüksekten en düşüğe doğru nasıl sıralandığı öğrenilmektedir. Ulaşım bölümünün ikinci aşamasında kullanıcıların karşısına sürdürülebilir bir ulaşım en öncelikli seçenektan en son seçeneğe doğru sıralamayı gösteren sürdürülebilir ulaşım öncelik piramidi çıkmaktadır (Şekil 3.17).

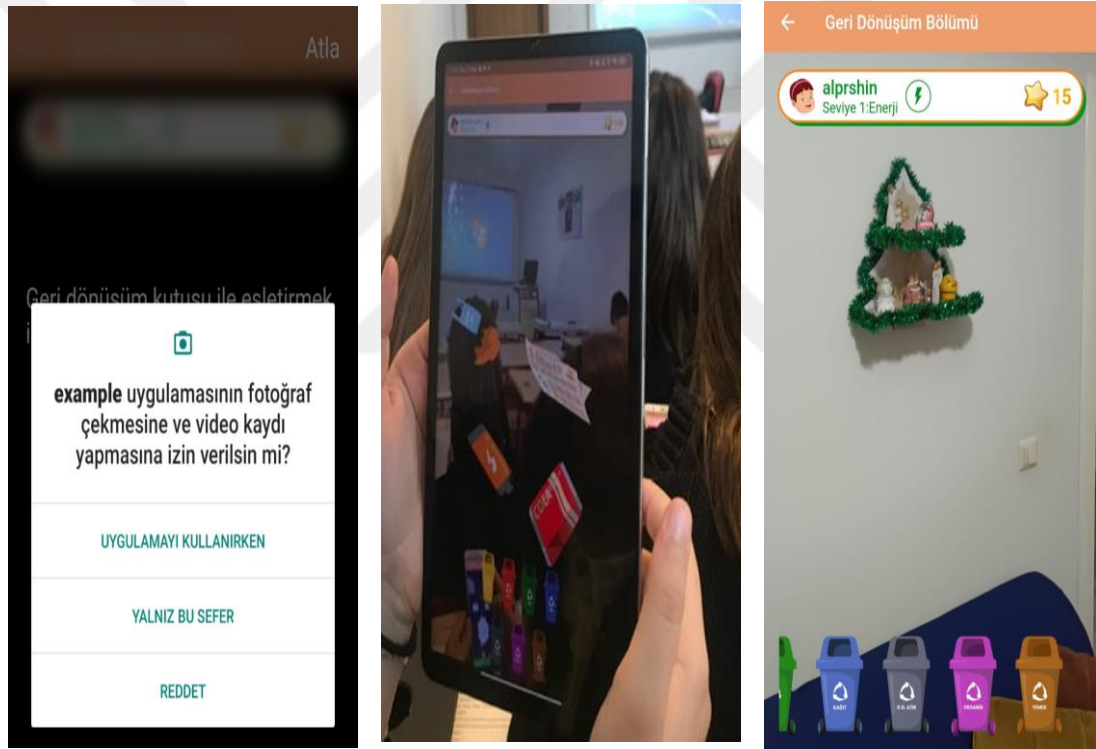


Şekil 3.17. Sürdürülebilir ulaşım öncelik piramidi.

Şekil 3.17’de görülen sürdürülebilir ulaşım öncelik piramidine göre sürdürülebilir ulaşım da öncelikli olarak yürümenin tercih edilmesi, ardından bisiklet ve scooter gibi ulaşım araçlarına yer verilmesinin gerekli olduğu gösterilmektedir. Devamında ise sırasıyla motosiklet, tramvay, otobüs gibi toplu taşıma araçları ve bireysel özel araçlar basamakları gelmektedir. Bu duruma göre piramit en öncelikli seçenek ve en son seçenek olacak biçimde şekillenmektedir.

3.6.12 Geri dönüşüm bölümü

Geri dönüşüm bölümünde artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılmıştır. Bu bölüme giriş yapıldığında ilk olarak artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanmak için kamera izni istemektedir. Kamera izni verildikten sonra, çevrede büyük beyaz noktalar oluşuncaya kadar arama yapılır. Noktalar belirince üzerinde tıklandığında geri dönüşüm nesneleri ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan geri dönüşüm için doğru çöp kutularında sıralanması beklenen (plastik poşet, gazete kâğıdı, atık pil, kırık cam parçası ve metal kutu vb.) nesneler yer almaktadır. Ortaya çıkan geri dönüşüm nesnelerinin, işlevlerine göre farklı renklerdeki geri dönüşüm çöp kutularıyla doğru bir şekilde eşleştirilmesi istenir (Şekil 3.18).

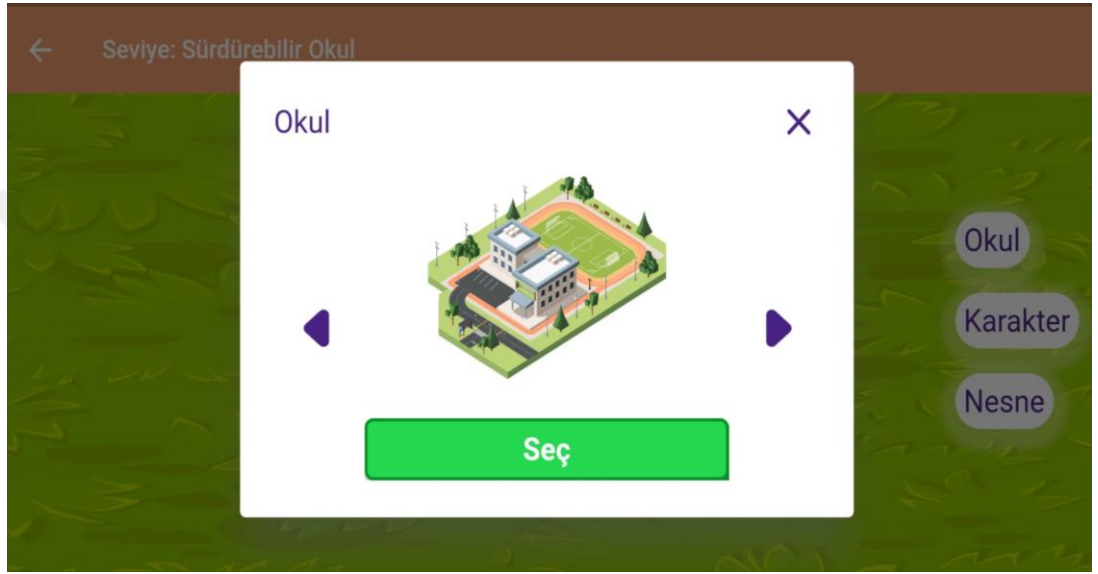


Şekil 3.18. Geri dönüşüm bölümü.

3.6.13 Sürdürülebilir okul bölümü

Uygulamanın bu bölümünde kullanıcıların sürdürülebilir bir okul tasarlaması istenmektedir. Uygulamaya girildiğinde ilgili bölümde farklı okul binalarını gösteren görseller yer almaktadır (Şekil 3.19). Kullanıcıların bu okullar arasından sürdürülebilir bir okulda olması gereken, bir okulun ekolojik ayak izini azaltan nesneleri

(sürdürülebilir olan okul, tarım ürünleri eken çocuklar, geri dönüşüm kutuları, meyve ağaçları, çevre düzenine önem veren çocukları) seçerek bu tasarımı yapmaları beklenmektedir. Oyun içerisinde sürdürülebilir yaşama uygun olmayan nesneler (sürdürülebilir olmayan okul, parkta oynayan çocuklar, top oynayan çocuklar) de yer almaktadır. Bu durum uygulamanın bu kısmında dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Kullanıcıların doğru yaptığı her seçimde puanları yükselirken yanlış tercihlerinde puanları düşmektedir.



Şekil 3.19. Sürdürülebilir okul bölümü.

Şekil 3.20’de sürdürülebilir okul tasarım süreci yer almaktadır.



Şekil 3.20. Sürdürülebilir okul tasarım süreci.

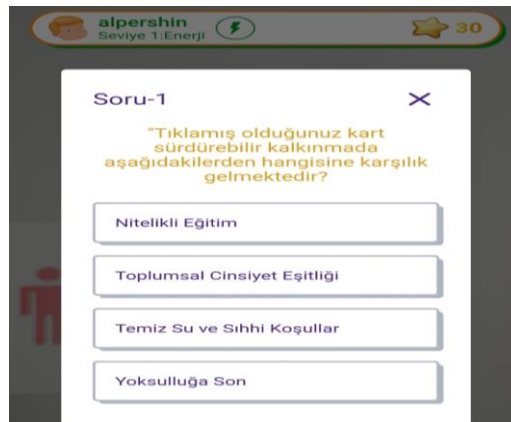
Şekil 3.21’de ise bu bölümün tamamlanması sonucu kullanıcıların karşısına çıkabilecek örnek bir sürdürülebilir okul tasarımı görülmektedir.



Şekil 3.21. Uygulamadan örnek bir sürdürülebilir okul.

3.6.14 Sürdürülebilir kalkınma (SK) 17 hedef bölümü

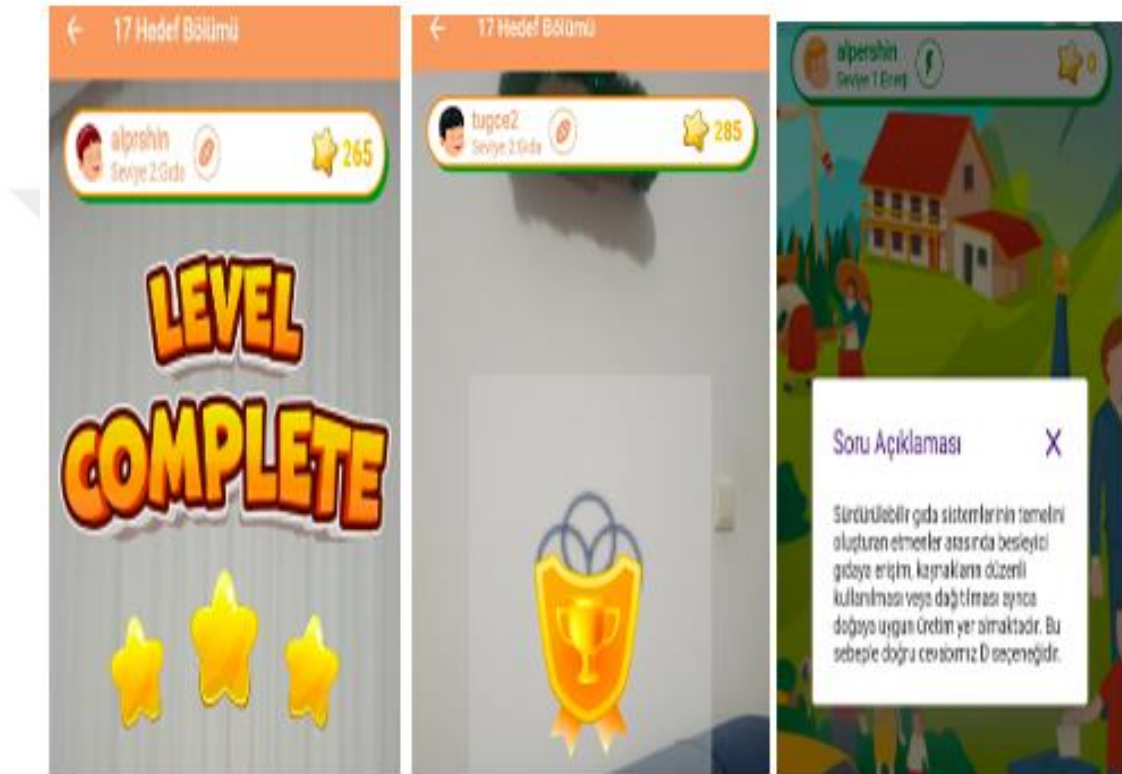
Geliştirilen uygulamanın son basamağında sürdürülebilir kalkınmanın 17 temel hedefi konusunda kullanıcıların farkındalıklarını artırmak amaçlanmıştır. Bu bölümde de artırılmış gerçeklik kullanılmıştır. Şekil 3.22’de görüldüğü gibi ilk olarak kullanıcılara bölüm başlamadan ne yapmaları istendiği anlatılmaktadır. Bu bölümde sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin küresel olarak açıklamalarına karşılık gelen görsel simgeler ekrana çıkmaktadır. Her bir hedefe ilişkin görsel simge ekrana çıktığında, beraberinde bölümde ilgili ekranın sorusu gelmektedir.



Şekil 3.22. SK 17 hedef bölümü.

3.6.15 Tüm bölümlerde ortak olan uygulama süreci

Geliştirilen uygulamanın her bölümde süreklilik arz eden süreç adımları bulunmaktadır. “Level complete” her bölüm sonunda çıkmaktadır. Eğer bölüm hiç hata yapılmadan tamamlanırsa bölüm sonunda bir bu kupa verilmektedir. Enerji ve gıda bölümleri için yanlış yapılan her soru için kullanıcıyı doğru cevaba yönlendiren, sorunun doğru cevabını açıklayan soru açıklaması kısmı eklenmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Tüm bölümlerde ortak olan adımlar.

Uygulamada oyuncu listesi görülebilmektedir. Bu listede kullanıcı adları, aldıkları puanlar ve kazandıkları kupalara ilişkin bilgiler yer almaktadır. Bu liste kullanıcılar giriş yaptıkça güncellenmektedir (Şekil 3.24). Bu şekilde uygulamayı geliştiren kişilere de geri bildirim verilebilmektedir.



Şekil 3.24. Oyuncu Listesi.

Şekil 3.25’de yer alan uygulamadan çıkış butonu bu ilgili botunu kullanılarak uygulamadan çıkış yapıp, başka bir e-posta adresi ve kullanıcı adıyla tekrar oyuna kaydolup yeni bir giriş yapabilirler. Bu şekilde uygulama çok fazla sayıda kullanabilecektir.



Şekil 3.25. Uygulamadan çıkış adımı.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde araştırma problemi doğrultusunda belirlenen alt problemlere ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Artırılmış Gerçeklikle Zenginleştirilmiş *Ecohool* Mobil Uygulamasının Temel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın probleminde “Sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının tasarım süreci nasıl yapılandırılmıştır? *ECohool* mobil uygulamasının tasarım sürecinde hangi aşamalardan geçmiştir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Çizelge 4.1’de bu araştırma kapsamında geliştirilen oyunun temel özellikleri sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının temel özellikleri.

Geliştirilen Mobil Uygulamanın Temel Özellikleri	
Amaç	Kullanıcıların sürdürülebilir yaşam için eğitim konularında farkındalık düzeylerini artırmak
Platform	AG, MAG
Yazılım	Flutter, Dart Cross ve Firebase
İşletim sistemi	Android
Etkileşim Türleri	Telefon ve tablet ekranından 3B objelerle 2B etkileşim
Google Play Store İndirme Linki	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.next.ecohool

Araştırma kapsamında geliştirilen *ECohool* mobil uygulamasında Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi kullanıcıların sürdürülebilir yaşam için eğitim konularında farkındalık düzeylerini geliştirmek amaçlanmıştır. Uygulama AG, MAG platformlarını desteklemektedir. İşletim sistemi Android olarak tasarlanmıştır. Etkileşim türü ise telefon ve tablet ekranından 3B objelerle 2B etkileşim olmaktadır. Uygulamaya Google Play Store üzerinden indirilebilmektedir.

4.2 Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminde “Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının öncesinde, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf

öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalıkları ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ait ön test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin ön test puanlarına ait betimsel istatistikler.

Alt Boyutlar	N	$\bar{X}$	SS
Gıda	105	16,76	0,88
Ulaşım ve Barınma	105	18,85	2,54
Enerji	105	31,23	6,78
Atıklar	105	21,38	5,52
Su Tüketimi	105	9,20	2,52
Genel	105	97,44	3,64

Çizelge 4.2’ e göre ortaokul öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin ölçeğin genelinde ortalama puanlar incelendiğinde, puan ortalamalarının gıda alt boyutunda ($\bar{X}$ =16,76), ulaşım ve barınma alt boyutunda ($\bar{X}$ =18,85), enerji alt boyutunda ($\bar{X}$ =31,23), atıklar alt boyutunda ($\bar{X}$ =21,38), ve su tüketimi ($\bar{X}$ =9,20) olduğu görülmektedir. Bu verilere bağlı olarak; ortaokul öğrencilerinin en büyük ($\bar{X}$ =31,23) ekolojik ayak izine enerji alt boyutunda ve en küçük ($\bar{X}$ =9,20) ekolojik ayak izi ile su tüketimi alt boyutunda sahip olduğunu görülmektedir. Bu bağlamda araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin bir alt boyutta farkındalık düzeyinin yüksek olması, farkındalık düzeyi arttıkça ilgili alt boyuttaki ekolojik ayak izinin azalması anlamına gelmektedir. Buna göre ekolojik ayak izine en az katkıyı yapan alt boyut enerji alt boyutu en fazla katkıyı yapan ise su tüketimi alt boyutu olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan ortaokul 7-8. sınıf öğrencilerinin *ECohool* mobil uygulaması öncesinde ekolojik ayak izi farkındalık ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtlara ait betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulamasının öncesinde ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Ölçek Maddeleri	N	$\bar{X}$	SS
1. Mevsimi dışında üretilmiş gıdalar tüketmem.	105	2,06	,76
2. Hayvansal gıdalardan çok meyve ve sebze ağırlıklı beslenirim.	105	1,75	,77
3. Fast food ya da hazır gıdalarla beslenirim.	105	2,20	,77
4. Gıda alış verişinde ihtiyacımdan fazla besin, almam.	105	1,72	,81
5. Yaşadığım yerde veya yaşadığım yere yakın yerlerde üretilmiş ürünleri kullanırım.	105	2,03	,81
6. Gıda alış verisi yaparken yurtdışından getirilmiş ürünleri tercih etmem.	105	2,28	,75
7. İşlenmiş gıdalardan plastik poşet ve kaplar da olanları satın almam.	105	2,35	,79
8. Organik tarım ürünleriyle beslenirim.	105	2,32	,67
9. Şehirlerarası yolculuklarda çevre dostu yakıt kullanan ulaşım araçlarıyla yolculuk ederim.	105	1,94	,81
10. Ulaşım araçlarında aşırı hız yapmak, yakıt tüketimini artıracığından çevre için zararlıdır.	105	1,37	,71
11. Özel araç satın alırken çevre dostu yakıtlı olanları tercih etmek çevre için faydalıdır.	105	2,60	,72
12. Araç kullanırken sabit hızda frene az basarak kullanırım.	105	2,24	,77
13. Ulaşımında kirlilik oluşturmadığı için bisiklet kullanırım.	105	2,12	,80
14. Kullanım alanı büyük olan evler daha fazla alanı kaplayacağından çevre için zararlıdır.	105	2,11	,86
15. Ev dekorasyonunda ekolojik dengeye en az zarar verecek olan malzemeleri tercih ederim.	105	2,15	,83
16. Yaşadığımız mekânları bireysel kullanım alanlarının az, ortak kullanım alanlarının fazla olmasına göre dizayn ederim.	105	1,98	,77
17. Müstakil evlerde oturmanın, kullanım alanı fazlalığı oluşturmasından dolayı çevreye zararlı olduğunu düşünürüm.	105	2,29	,81
18. Isınmada çevreye en az zarar veren/temiz enerji kaynakları kullanırım.	105	2,42	,72
19. Klima çalıştığında pencereleri kapatırım.	105	2,61	,74
20. Kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre açık bırakmam.	105	1,14	,47
21. Buzdolabının kapağı uzun süre açık bırakmam.	105	1,41	,76
22. Evlerde daha az elektrik tüketen makineler, buzdolapları, ısıtıcılar ve ampuller kullanırım.	105	2,47	,65
23. Binalarda ısı yalıtımı açısından çift camlı pencereler kullanmayı tercih ederim.	105	2,43	,69
24. Evimi aydınlatmak için geleneksel ampul yerine, kompakt floresan ampul (CFL) kullanmayı tercih ederim.	105	2,18	,80
25. Televizyon ve bilgisayar gibi teknolojik araçları gereksiz yere açık bırakmam.	105	1,61	,83
26. Bulaşık ve çamaşır makinesi gibi aletleri tam dolmadan çalıştırmam.	105	1,46	,72
27. Evde uzun süre bulunmadığım zamanlarda kombi vb. ısıtıcıları kapatırım.	105	2,50	,74
28. Telefon ve bilgisayar gibi elektrikli aletleri uzun süre şarjda bırakmam.	105	1,89	,88

Çizelge 4.3 (devam). Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulamasının öncesinde ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

29. Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır.	105	2,71	,55
30. Evimin aydınlanmasında fazla ampullü avizeler kullanmam.	105	1,76	,80
31. Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidrojen vb.) kullanmayı tercih ederim.	105	2,42	,71
32. Bilgisayar, televizyon, müzik çalar gibi elektrik enerjisi ile çalışan aletleri kullanılmadığında uyku modunda tutmam tamamen kapatırım.	105	2,15	,89
33. Eski/hurda elektronik cihazlar (elektronik atıklar), pil akü vb. malzemeler mümkünse geri dönüşüme kazandırırım.	105	2,49	,68
34. Faturalarımı internet üzerinden ödemeyi kâğıt tasarrufu sağlayacağından tercih ederim.	105	2,36	,75
35. Geri dönüşebilir evsel atıkları çöplerden ayırarak mümkünse geri dönüşüme kazandırırım.	105	2,49	,72
36. Artan yemekleri çöpe atmam.	105	1,67	,82
37. İhtiyaca göre yemek pişiririm.	105	2,63	,65
38. Alışverişte bir kere kullanılıp atılan plastik poşetler yerine çok kullanımlık bez çanta, file ya da sepet tercih ederim.	105	2,50	,71
39. Alışverişlerde plastik kaplı, süslenmiş eşyaların ambalajını atmayarak onları farklı şekillerde değerlendirmenin çevre için daha yararlı olduğunu düşünürüm.	105	2,35	,76
40. Pil alırken yeniden şarj edilebilir olanları tercih ederim.	105	2,30	,85
41. Ambalaj atıkları (cam, teneke, plastik, kâğıt) ayrı toplamamın ve geri dönüşüme kazandırmaya çalışırım.	105	2,55	,67
42. Ev temizliğinde çok gerekmiyorsa yıkama yerine silme tercih ederim.	105	2,40	,72
43. Temizlik malzemelerini gereğinden fazla kullanmam.	105	1,47	,75
44. Su tasarrufu açısından küçük abdest-büyük abdest ayırımına göre ikili yapısı olan tuvalet sifonlarını kullanılması gerektiğini düşünürüm.	105	2,37	,83
45. Su israfının önlenmesi için bulaşık ve çamaşır makinesini dolmadan çalıştırmam.	105	1,44	,69
46. Duş süresini sınırlandırma, diş fırçalarken, tıraş olurken suyu kapatma, arabayı hortumla yıkamama , evlerde halı yıkanmasını azaltma gibi yöntemlerle su tasarrufu sağlar.	105	1,50	,76

Çizelge 4.3'e göre araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları ortalama puanlar uygulama öncesinde incelendiğinde; en yüksek puanların "Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır. ($\bar{X}$ =2,71), İhtiyaca göre yemek pişiririm. ($\bar{X}$ =2,63), Klima çalıştığında pencereleri kapatırım. ($\bar{X}$ =2,61), dikkati çekmektedir. Bu sonuçların yanında, "Kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre açık bırakmam." ve "Ulaşım araçlarında aşırı hız yapmak, yakıt tüketimini artıracığından çevre için zararlıdır." Maddelerine ait ortalamalarının (sırasıyla $\bar{X}$ =1.14 ve $\bar{X}$ =1.37) "kararsızım" seçenekleri arasına denk geldiği görülmektedir. Böylece en yüksek ortalama puan "Kamu binalarını ve evleri güneş

enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır.” ($\bar{X}=2,71$) olurken, en düşük ortalama puanın ise “Kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre açık bırakmam.” ($\bar{X}=1,14$) olduğu dikkat çekmektedir.

4.3 Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt probleminde “Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının sonrasında, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalıkları ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ait son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uygulama sonrasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ait betimsel istatistikler.

Alt Boyutlar	N	$\bar{X}$	SS
Gıda	105	17,53	3,10
Ulaşım ve Barınma	105	21,26	3,72
Enerji	105	39,20	4,62
Atıklar	105	23,35	3,12
Su Tüketimi	105	12,98	2,02
Genel	105	114,32	13,41

Çizelge 4.4’e göre araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin ölçeğinde aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde; gıda alt boyutunda ($\bar{X}=17,53$), ulaşım ve barınma alt boyutunda ($\bar{X}=21,26$), enerji alt boyutunda ($\bar{X}=39,20$), atıklar alt boyutunda ($\bar{X}=23,35$), su tüketimi ($\bar{X}=12,98$) ve ayrıca ölçeğin genelinde ise ($\bar{X}=114,32$) olduğu görülmektedir. Bu verilere bağlı olarak; ortaokul öğrencilerinin ekolojik ayak izi ortalama puanı enerji alt boyutunda en yüksek iken ($\bar{X}=39,20$); su tüketimi alanında en küçük ($\bar{X}=12,98$) olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan ortaokul 7-8. sınıf öğrencilerinin *ECohool* mobil uygulaması öncesinde ekolojik ayak izi farkındalık ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtlara ait betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulaması sonrasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Ölçek Maddeleri	N	$\bar{X}$	SS
1. Mevsimi dışında üretilmiş gıdalar tüketmem.	105	2,33	,80
2. Hayvansal gıdalardan çok meyve ve sebze ağırlıklı beslenirim.	105	2,01	,83
3. Fast food ya da hazır gıdalarla beslenirim.	105	2,00	,72
4. Gıda alışverişinde ihtiyacımdan fazla besin, almam.	105	2,46	,71
5. Yaşadığım yerde veya yaşadığım yere yakın yerlerde üretilmiş ürünleri kullanırım.	105	2,26	,77
6. Gıda alışverişi yaparken yurtdışından getirilmiş ürünleri tercih etmem.	105	2,00	,79
7. İşlenmiş gıdalardan plastik poşet ve kaplar da olanları satın almam.	105	1,84	,79
8. Organik tarım ürünleriyle beslenirim.	105	2,52	,60
9. Şehirlerarası yolculuklarda çevre dostu yakıt kullanan ulaşım araçlarıyla yolculuk ederim.	105	2,32	,77
10. Ulaşım araçlarında aşırı hız yapmak, yakıt tüketimini artıracığından çevre için zararlıdır.	105	2,61	,70
11. Özel araç satın alırken çevre dostu yakıtlı olanları tercih etmek çevre için faydalıdır.	105	2,62	,66
12. Araç kullanırken sabit hızda frene az basarak kullanırım.	105	2,36	,68
13. Ulaşımda kirlilik oluşturmadığı için bisiklet kullanırım.	105	2,38	,76
14. Kullanım alanı büyük olan evler daha fazla alanı kaplayacağından çevre için zararlıdır.	105	2,30	,84
15. Ev dekorasyonunda ekolojik dengeye en az zarar verecek olan malzemeleri tercih ederim.	105	2,36	,79
16. Yaşadığımız mekânları bireysel kullanım alanlarının az, ortak kullanım alanlarının fazla olmasına göre dizayn ederim.	105	2,38	,73
17. Müstakil evlerde oturma, kullanım alanı fazlalığı oluşturmasından dolayı çevreye zararlı olduğunu düşünürüm.	105	1,83	,81
18. Isınmada çevreye en az zarar veren/temiz enerji kaynakları kullanırım.	105	2,56	,66
19. Klima çalıştığında pencereleri kapatırım.	105	2,75	,55
20. Kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre açık bırakmam.	105	2,75	,57
21. Buzdolabının kapağı uzun süre açık bırakmam.	105	2,72	,58
22. Evlerde daha az elektrik tüketen makineler, buzdolapları, ısıtıcılar ve ampuller kullanırım.	105	2,74	,52
23. Binalarda ısı yalıtımı açısından çift camlı pencereler kullanmayı tercih ederim.	105	2,63	,61
24. Evimi aydınlatmak için geleneksel ampul yerine, kompakt floresan ampul (CFL) kullanmayı tercih ederim.	105	2,35	,75
25. Televizyon ve bilgisayar gibi teknolojik araçları gereksiz yere açık bırakmam.	105	2,59	,68
26. Bulaşık ve çamaşır makinesi gibi aletleri tam dolmadan çalıştırmam.	105	2,72	,54
27. Evde uzun süre bulunmadığım zamanlarda kombi vb. ısıtıcıları kapatırım.	105	2,68	,63
28. Telefon ve bilgisayar gibi elektrikli aletleri uzun süre şarjda bırakmam.	105	2,36	,82
29. Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanan yerlere yapmak çevre için faydalıdır.	105	2,77	,52
30. Evimin aydınlanmasında fazla ampullü avizeler kullanmam.	105	2,58	,71
31. Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidrojen vb.) kullanmayı tercih ederim.	105	2,63	,61
32. Bilgisayar, televizyon, müzik çalar gibi elektrik enerjisi ile çalışan aletleri kullanılmadığında uyku modunda tutmam tamamen kapatırım.	105	2,15	,85

Çizelge 4.5 (devam). Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulaması sonrasında ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

33. Eski/hurda elektronik cihazlar (elektronik atıklar), pil akü vb. malzemeler mümkünse geri dönüşüme kazandırırım.	105	2,70	,53
34. Faturalarımı internet üzerinden ödemeyi kağıt tasarrufu sağlayacağından tercih ederim.	105	2,47	,72
35. Geri dönüşebilir evsel atıkları çöplerden ayırarak mümkünse geri dönüşüme kazandırırım.	105	2,58	,65
36. Artan yemekleri çöpe atmam .	105	2,38	,79
37. İhtiyaca göre yemek pişiririm.	105	2,70	,55
38. Alışverişte bir kere kullanılıp atılan plastik poşetler yerine çok kullanımlık bez çanta, file ya da sepet tercih ederim.	105	2,63	,67
39. Alışverişlerde plastik kaplı, süslenmiş eşyaların ambalajını atmayaarak onları farklı şekillerde değerlendirmenin çevre için daha yararlı olduğunu düşünürüm.	105	2,53	,68
40. Pil alırken yeniden şarj edilebilir olanları tercih ederim.	105	2,55	,69
41. Ambalaj atıkları (cam, teneke, plastik, kâğıt) ayrı toplamanın ve geri dönüşüme kazandırmaya çalışırım.	105	2,67	,60
42. Ev temizliğinde çok gerekmiyorsa yıkama yerine silme tercih ederim.	105	2,48	,71
43. Temizlik malzemelerini gereğinden fazla kullanmam .	105	2,59	,66
44. Su tasarrufu açısından küçük abdest-büyük abdest ayırmasına göre ikili yapısı olan tuvalet sifonlarını kullanılması gerektiğini düşünürüm.	105	2,58	,66
45. Su israfının önlenmesi için bulaşık ve çamaşır makinesini dolmadan çalıştırmam .	105	2,72	,58
46. Duş süresini sınırlandırma, diş fırçalarken, tıraş olurken suyu kapatma, arabayı hortumla yıkamama , evlerde halı yıkanmasını azaltma gibi yöntemlerle su tasarrufu sağlar.	105	2,54	,70

Çizelge 4.5 incelendiğinde araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları puanlar *ECohool* mobil uygulaması sonrasında incelendiğinde; en yüksek ortalama puanın “Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır ($\bar{X}=2,77$), Klima çalıştığında pencereleri kapatırım ve kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre açık bırakmam ($\bar{X}=2,75$), Evlerde daha az elektrik tüketen makineler, buzdolapları, ısıtıcılar ve ampuller kullanırım ($\bar{X}=2,74$)” yönünde ön plana çıktığı dikkati çekmektedir. Bu sonuçların yanında, “Müstakil evlerde oturmanın, kullanım alanı fazlalığı oluşturmamasından dolayı çevreye zararlı olduğunu düşünürüm.” ve “İşlenmiş gıdalardan plastik poşet ve kaplar da olanları satın almam.” maddelerine ait ortalamaların (sırasıyla $\bar{X}=1,83$ ve $\bar{X}=1,84$) “kararsızım” seçenekleri arasına denk geldiği ve düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Böylece en yüksek ortalama puan “Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır ($\bar{X}=2,77$), davranışına ait olurken, en düşük

ortalama puanın ise “Müstakil evlerde oturmanın, kullanım alanı fazlalığı oluşturmamasından dolayı çevreye zararlı olduğunu düşünürüm.” ($\bar{X}=1,83$) olduğu görülmektedir.

4.4 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt probleminde “Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf deney grubu öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Ön test ve son test puanları arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için bağımlı gruplar için t testi kullanılmıştır. Buna yönelik bağımlı gruplar için t testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Araştırmaya katılan öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ön test-son test puanlarına ilişkin t-testi sonuçları.

Bağımlı Değişken	Deney Grubu	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	η^2
Ekolojik Ayak İzisi Yönelik Farkındalık Puanı	Ön test	105	97,44	7,00	102	-4,817	,000*	0,18
	Son test	105	114,32	6,41				

(*p<,001)

Çizelge 4.6 incelendiğinde araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyine yönelik ön test-son test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($t_{(102)}=-4,817$; $p=,000<,001$). Ekolojik ayak izi farkındalık ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=97,44$) ve son test puan ortalamaları ($\bar{X}=114,32$) incelendiğinde 16,88 puan ile ortaya çıkan farkın son test lehine anlamlı olduğunu göstermektedir. Bağımlı gruplar için t-testi sonucunda test sonuçları arasında yüksek düzeyde etki değeri ($\eta^2=0,18$) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu bulgu, geliştirilen uygulamanın öğrencilerin ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerini artırdığını göstermektedir.

4.5 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt probleminde “Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi, ön test ve son test puanları arasında sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Sınıf düzeyine göre ön test ve son test puanları arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için bağımsız gruplar için t-testi kullanılmıştır. Buna yönelik bağımsız gruplar için ön teste ait t-testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ön test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.

Alt Boyutlar	Sınıf	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	η^2
Gıda	7.sınıf	49	16,46	2,30	99	-1,170	,245	
	8.sınıf	56	17,01	2,40				
Ulaşım ve Barınma	7.sınıf	49	18,63	2,98	99	-,762	,448	
	8.sınıf	56	19,03	2,26				
Enerji	7.sınıf	49	30,42	2,95	99	-2,681	,009*	0,06
	8.sınıf	56	31,94	2,73				
Atıklar	7.sınıf	49	21,21	3,50	99	-,502	,617	
	8.sınıf	56	21,53	2,98				
Su Tüketimi	7.sınıf	49	8,95	1,38	99	-1,492	,139	
	8.sınıf	56	9,42	1,72				
Genel	7.sınıf	49	95,70	7,69	99	-2,390	,019*	0,05
	8.sınıf	56	98,96	6,00				

(*p<,05)

Çizelge 4.7 incelendiğinde ekolojik ayak izi farkındalık ön test puan ortalamaları ($\bar{X}_{7.sınıf}=95,70$; $\bar{X}_{8.sınıf}=98,96$), sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. 7. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ön test puanlarının 8. sınıf öğrencilere göre düşük olduğu görülmüştür. Puan ortalamaları arasındaki 3,26 puanlık fark t-testi bulgularına göre incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($t_{(99)}=-2,390$; $p=,019<,05$). Bağımsız gruplar için t-testi sonucunda test sonuçları arasında düşük düzeyde etki değeri ($\eta^2=0,05$) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin alt boyutları incelendiğinde ise, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık puan ortalamalarının ($\bar{X}_{7.sınıf}=30,42$; $\bar{X}_{8.sınıf}=31,94$) enerji alt boyutunda sınıf değişkenine göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Puan ortalamaları arasındaki 1,52 puanlık fark t-testi bulgularına göre incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($t_{(99)}=-2,681$; $p=,009<,05$). Bağımsız gruplar için t-testi sonucunda test sonuçları

arasında orta düzeyde etki değeri ($\eta^2=0,06$) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi son test puanlarının sınıf düzeyine göre karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi son test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.

Alt Boyutlar	Sınıf	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	η^2
Gıda	7.sınıf	49	18,25	2,95	99	2,246	,027*	0,04
	8.sınıf	56	16,88	3,11				
Ulaşım ve Barınma	7.sınıf	49	21,53	3,83	99	,686	,494	
	8.sınıf	56	21,01	3,63				
Enerji	7.sınıf	49	39,34	4,88	99	,285	,776	
	8.sınıf	56	39,07	4,41				
Atıklar	7.sınıf	49	23,40	3,07	99	,163	,871	
	8.sınıf	56	23,30	3,19				
Su Tüketimi	7.sınıf	49	12,97	1,90	99	-,006	,995	
	8.sınıf	56	12,98	2,13				
Genel	7.sınıf	49	115,51	13,38	99	,835	,406	
	8.sınıf	56	113,26	13,47				

(* $p<,05$)

Çizelge 4.8’e göre ekolojik ayak izi farkındalık son test puan ortalamaları ($\bar{X}_{7.sınıf}=115,51$; $\bar{X}_{8.sınıf}=113,26$) sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. T-testi bulgularına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($t_{(99)}=0,835$; $p=,406>,05$). Ölçeğin alt boyutları incelendiğinde ise, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık puan ortalamalarının ($\bar{X}_{7.sınıf}=18,25$; $\bar{X}_{8.sınıf}=16,88$) gıda alt boyutunda sınıf değişkenine göre farklılık gösterdiği görülmektedir. 7. sınıf öğrencilerinin gıda alt boyutunda ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri son test puanlarının, 8. sınıf öğrencilerine göre yüksek olduğu görülmüştür. Gıda alt boyutu puan ortalamaları arasındaki 1,37 puanlık fark t-testi bulgularına göre incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak 7. sınıflar lehine, anlamlı bir farklılık görülmüştür ($t_{(99)}=2,246$; $p=,027<,05$). Bağımsız gruplar için t-testi sonucunda test sonuçları arasında düşük düzeyde etki değeri ($\eta^2=0,05$) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.6 Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt probleminde “Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının öncesinde, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıkları ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerine ait ön test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri ön test puanlarına ait betimsel istatistikler.

Alt Boyutlar	N	$\bar{X}$	SS
Toplum	105	11,52	2,68
Çevre	105	15,87	1,62
Ekonomi	105	13,04	1,75
Genel	105	40,43	2,53

Çizelge 4.9 incelendiğinde, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin; ölçeğin geneli için ortalama puanının ($\bar{X}=40,43$), toplum alt boyutunda ($\bar{X}=11,51$), çevre alt boyutunda ($\bar{X}=15,86$) ve ekonomi alt boyutunda ($\bar{X}=13,04$) olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının en yüksek düzeyde olduğu alt boyutun çevre ($\bar{X}=15,86$), en düşük düzeyde olduğu alt boyutun ise toplum ($\bar{X}=11,51$) olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında, bir alt boyutta elde edilen farkındalık düzeyinin yüksek olması, öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının o boyutta daha güçlü olduğu şeklinde yorumlanabilir. Buna göre, sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalığa en düşük katkının toplum alt boyutundan, en yüksek katkının ise çevre alt boyutundan geldiği görülmektedir. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının öncesinde sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtlara ait betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin ECohool mobil uygulaması öncesinde sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Ölçek maddeleri	N	$\bar{X}$	SS
1. İnsanların kendi ihtiyaçları için doğal çevre üzerinde değişiklik yapma hakları vardır.	105	1,83	,84
2. Dünya üzerindeki yoksulluk ve açlık her ülkede eşit oranda artmaktadır.	105	1,58	,75
3. Günümüzdeki hızlı nüfus artışının doğal kaynak tüketimine bir etkisi yoktur.	105	1,32	,63
4. Gelişmiş ülkeler, halkının barınma sorununu tamamıyla çözmüştür.	105	1,74	,83
5. Ülkede nüfusun artması bir güçlülük göstergesidir.	105	1,70	,84
6. Yeryüzünde tüm insanlığa yetecek kadar doğal kaynak mevcuttur.	105	1,56	,77
7. İnsan doğadaki kaynakları istediği oranda tüketebilir.	105	1,24	,59
8. İnsanın var oluş amacı doğaya hükmetmektir.	105	1,27	,56
9. Bir ülkede ormanlık alan yüzdesinin azalmasının sebebi kentleşme politikalarıdır.	105	2,58	,72
10. Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır.	105	2,74	,62
11. Çölleşme insan kaynaklı bir sorun değildir.	105	1,48	,70
12. Bitki ve hayvan türlerinin sayısının azalması biyoçeşitliliğin azalmasına sebep olur.	105	2,62	,66
13. Doğadaki bitki ve hayvan türlerinin neslinin tükenmesi sürdürülebilir yaşamı direkt olarak etkiler.	105	2,60	,63
14. Çevre sorunları yalnızca bulunduğu bölgeyi etkiler.	105	1,24	,55
15. Geçmiş yüzyıllarda canlıların nesillerinin tükenmesi büyük ölçüde insan kaynaklıdır.	105	2,40	,78
16. Dünyadaki gelir dağılımının düzensiz olması suç oranını artırır.	105	2,45	,72
17. Bir ülke, ekonomisini sahip olduğu hammadde kaynaklarına göre yapılandırmalıdır.	105	2,55	,68
18. Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar.	105	2,71	,55
19. Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır.	105	2,69	,62
20. Atık maddeler kullanılarak elektrik enerjisi üretmek mümkündür.	105	2,55	,63

Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları puanlar *ECohool* mobil uygulaması öncesinde incelendiğinde; en yüksek ortalama puanın “Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır. ($\bar{X}=2,74$)”, “Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar. ($\bar{X}=2,71$)”, “Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır. ($\bar{X}=2,69$)”, yönünde ön plana çıktığı dikkati çekmektedir. Bu sonuçların yanında, “İnsan doğadaki kaynakları istediği oranda tüketebilir ve çevre sorunları yalnızca bulunduğu bölgeyi etkiler” ve “İnsanın var oluş amacı doğaya hükmetmektir.” maddelerine ait ortalamaların (sırasıyla $\bar{X}=1.24$ ve $\bar{X}=1.27$) “kararsızım” seçenekleri arasına denk geldiği ve düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Böylece en yüksek ortalama puan “Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır. ($\bar{X}=2,74$), davranışına ait olurken,

en düşük ortalama puanın ise “İnsan doğadaki kaynakları istediği oranda tüketebilir ve çevre sorunları yalnızca bulunduğu bölgeyi etkiler.” ($\bar{X}=1,24$) olduğu görülmektedir.

4.7 Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın altıncı alt probleminde “Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının sonrasında, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıkları ne düzeydedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerine ait son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi son test puanlarına ait betimsel istatistikler.

Alt Boyutlar	N	$\bar{X}$	SS
Toplum	105	12,89	4,03
Çevre	105	15,93	1,74
Ekonomi	105	13,05	1,94
Genel	105	41,88	4,15

Çizelge 4.11’e göre, araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin; ölçeğin geneli için ortalama puanı ($\bar{X}=41,88$), toplum alt boyutu için ($\bar{X}=12,89$), çevre alt boyutu için ($\bar{X}=15,93$) ve ekonomi alt boyutu için ($\bar{X}=13,05$) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda, öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının en yüksek olduğu alt boyut çevre ($\bar{X}=15,93$), en düşük olduğu alt boyut ise toplum ($\bar{X}=12,89$) olarak tespit edilmiştir. Buna göre, sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalığa en fazla katkı sağlayan alt boyutun çevre, en az katkı sağlayan alt boyutun ise toplum olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Araştırmaya katılan 7-8. sınıf öğrencilerinin Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulaması öncesinde sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ölçeğindeki maddelere verdikleri yanıtlara ait betimsel istatistik sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Araştırmaya katılan ortaokul 7-8. sınıf öğrencilerinin ECohool mobil uygulaması sonrasında sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Ölçek maddeleri	N	$\bar{X}$	SS
1. İnsanların kendi ihtiyaçları için doğal çevre üzerinde değişiklik yapma hakları vardır.	105	1,99	,92
2. Dünya üzerindeki yoksulluk ve açlık her ülkede eşit oranda artmaktadır.	105	1,62	,79
3. Günümüzdeki hızlı nüfus artışının doğal kaynak tüketimine bir etkisi yoktur.	105	1,42	,71
4. Gelişmiş ülkeler, halkının barınma sorununu tamamıyla çözmüştür.	105	1,53	,76
5. Ülkede nüfusun artması bir güçlülük göstergesidir.	105	1,63	,77
6. Yeryüzünde tüm insanlığa yetecek kadar doğal kaynak mevcuttur.	105	1,81	,87
7. İnsan doğadaki kaynakları istediği oranda tüketebilir.	105	1,43	,69
8. İnsanın var oluş amacı doğaya hükmetmektir.	105	1,56	,79
9. Bir ülkede ormanlık alan yüzdesinin azalmasının sebebi kentleşme politikalarıdır.	105	2,58	,69
10. Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır.	105	2,70	,62
11. Çölleşme insan kaynaklı bir sorun değildir.	105	1,49	,76
12. Bitki ve hayvan türlerinin sayısının azalması biyoçeşitliliğin azalmasına sebep olur.	105	2,67	,63
13. Doğadaki bitki ve hayvan türlerinin neslinin tükenmesi sürdürülebilir yaşamı direkt olarak etkiler.	105	2,55	,67
14. Çevre sorunları yalnızca bulunduğu bölgeyi etkiler.	105	1,37	,71
15. Geçmiş yüzyıllarda canlıların nesillerinin tükenmesi büyük ölçüde insan kaynaklıdır.	105	2,55	,69
16. Dünyadaki gelir dağılımının düzensiz olması suç oranını artırır.	105	2,55	,68
17. Bir ülke, ekonomisini sahip olduğu hammadde kaynaklarına göre yapılandırılmalıdır.	105	2,48	,74
18. Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar.	105	2,67	,61
19. Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır.	105	2,72	,60
20. Atık maddeler kullanılarak elektrik enerjisi üretmek mümkündür.	105	2,55	,69

Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları puanlar ECohool mobil uygulaması sonrasında incelendiğinde; en yüksek ortalama puanın “Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır ($\bar{X}=2,72$), Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır ($\bar{X}=2,70$), Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar. ($\bar{X}=2,67$)”, yönünde ön plana çıktığı dikkati çekmektedir. Bu sonuçların yanında, “Çevre sorunları yalnızca bulunduğu bölgeyi etkiler.” ve “Günümüzdeki hızlı nüfus artışının doğal kaynak tüketimine bir etkisi yoktur.” maddelerine ait ortalamaların

(sırasıyla $\bar{X}=1.37$ ve $\bar{X}=1.42$) “kararsızım” seçenekleri arasına denk geldiği ve düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Böylece en yüksek ortalama puan “Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır” ($\bar{X}=2,72$), maddesine ait olurken, en düşük ortalama puanın ise “Günümüzdeki hızlı nüfus artışının doğal kaynak tüketimine bir etkisi yoktur.” ($\bar{X}=1,37$) olduğu görülmektedir.

4.8 Araştırmanın Yedinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedinci alt probleminde “Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf deney grubu öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Ön test ve son test puanları arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için bağımlı gruplar için t testi kullanılmıştır. Buna yönelik bağımlı gruplar için t testi sonuçları Çizelge 4.13’te gösterilmektedir.

Çizelge 4.13. Araştırmaya katılan öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri ön test-son test puanlarına ilişkin t-testi sonuçları.

Bağımlı Değişken	Deney Grubu	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	η^2
Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Düzeyi Puanı	Ön test	105	85,48	2,53	102	-2,367	,020*	0,05
	Son test	105	98,36	4,06				

(*p<,05)

Çizelge 4.13 incelendiğinde, araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($t_{(102)}=-2,367$; $p=,020<,05$). Ön testte elde edilen farkındalık puanı ortalaması ($\bar{X}=85,48$), son testte anlamlı bir artış göstererek ($\bar{X}=98,36$) daha yüksek bir düzeye ulaşmıştır. Bu bulgular, geliştirilen uygulama sonrasında öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin arttığını göstermektedir. Bağımsız gruplar için t-testi sonucunda test sonuçları arasında düşük düzeyde etki değeri ($\eta^2=0,05$) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.9 Araştırmanın Sekizinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın sekizinci alt probleminde “Araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi, ön test ve son test puanları arasında sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmakta mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Sınıf düzeyine göre ön test ve son test puanları arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için bağımsız gruplar için t-testi kullanılmıştır. Buna yönelik bağımsız gruplar için ön teste ait t testi sonuçları Çizelge 4.14’ de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ön test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.

Alt Boyutlar	Sınıf	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p	η^2
Toplum	7.sınıf	49	12,00	2,91	99	1,492	,140	
	8.sınıf	56	11,11	2,43				
Çevre	7.sınıf	49	15,43	1,95	99	-2,246	,027	
	8.sınıf	56	16,22	1,19				
Ekonomi	7.sınıf	49	12,54	2,02	99	-2,460	,016*	0,05
	8.sınıf	56	13,47	1,38				
Genel	7.sınıf	49	39,97	2,78	99	-1,507	,136	
	8.sınıf	56	40,81	2,26				

(*p<,05)

Çizelge 4.14’e göre sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ön test puan ortalamaları ($\bar{X}_{7.sınıf}=39,97$; $\bar{X}_{8.sınıf}=40,81$) sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. T-testi bulgularına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($t_{(99)}=-1,507$; $p=,136>,05$). Ölçeğin alt boyutları doğrultusunda incelendiğinde ise, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık puan ortalamalarının ($\bar{X}_{7.sınıf}=12,54$; $\bar{X}_{8.sınıf}=13,47$) ekonomi alt boyutunda, sınıf değişkenine göre farklılık gösterdiği görülmektedir. 7. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri ön test puanlarının 8. sınıf öğrencilere göre düşük olduğu görülmüştür. Puan ortalamaları arasındaki 0,93 puanlık fark t-testi bulgularına göre incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($t_{(99)}=-2,460$, $p=,016<,05$). Bağımsız gruplar için t-testi sonucunda test sonuçları arasında düşük düzeyde etki değeri ($\eta^2=0,05$) olan anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi son test puanlarının sınıf düzeyine göre karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar t-testi sonuçları Çizelge 4.15’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Sınıf düzeyine göre, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi son test puanlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız gruplar için t-testi sonuçları.

Alt Boyutlar	Sınıf	N	$\bar{X}$	SS	Sd	t	p
Toplum	7.sınıf	49	13,29	4,29	99	,956	,342
	8.sınıf	56	12,51	3,77			
Çevre	7.sınıf	49	15,87	1,77	99	-,356	,722
	8.sınıf	56	16,00	1,73			
Ekonomi	7.sınıf	49	13,10	1,77	99	,266	,791
	8.sınıf	56	13,00	2,12			
Genel	7.sınıf	49	42,27	4,43	99	,902	,370
	8.sınıf	56	41,51	3,88			

Çizelge 4.15’e göre sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık son test puan ortalamaları ($\bar{X}_{7.sınıf}=42,27$; $\bar{X}_{8.sınıf}=41,51$) sınıf düzeyine göre farklılık göstermektedir. T-testi bulgularına göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır ($t_{(99)}=0,902$; $p=,370>,05$).

4.10 Araştırmanın Dokuzuncu Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın son alt probleminde “Araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin geliştirilen artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının kullanılabilirliğine ilişkin görüş ve değerlendirmeleri nelerdir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu bölümde sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen mobil uygulama konusunda ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin görüşlerini incelemek için görüşme sorularına verdikleri yanıtlar incelenerek elde edilen veriler kategori ve kodlar oluşturulmuştur. Çizelge 4.16’da, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen *ECohool* mobil uygulamasına ilişkin görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategori ve kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.16. 8. sınıf öğrencilerinin kullanılan mobil uygulama hakkındaki görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Kullanıcı Deneyimine İlişkin Görüşler	Renk seçimi ve görsel uyum	Uyumlu	Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö15, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17
	Uygulamanın Kullanışlılığı	Zevkli	Ö1, Ö2
		Başarılı	Ö2, Ö8, Ö9
	Yazı stili ve okunabilirlik	Çok iyi	Ö4, Ö8
	Arayüzde gezinme kolaylığı	Güzel	Ö5, Ö14, Ö15

Çizelge 4.16 incelendiğinde, “Kullanıcı deneyimine ilişkin görüşler” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “Renk seçimi ve görsel uyum, uygulamanın kullanışlılığı, yazı stili ve okunabilirlik ve arayüzde gezinme kolaylığı” olarak dört alt kategoride gruplandırıldığı görülmektedir. “Renk seçimi ve görsel uyum” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla kullandıkları mobil uygulamanın uyumlu olduğundan bahsetmişlerdir.

Bazı öğrencilerin kullandıkları mobil uygulama konusu ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö2: *“Uygulama çok yararlı ve eğlenceliydi.”*

Ö4: *“Kullanılan renkler uygulamanın konusu ile uyumluydu, yazı karakterleri ve büyüklükleri çok iyiydi.”*

Ö6: *“Çok güzel bir uygulamaydı, çevre için çok etkili olacağını düşünüyordum.”*

Ö8: *“Kullanılan renkler gayet güzel ve canlı, menü ve yazı büyüklükleri çok iyi olup tamamen okunabilir.”*

Ö15: *“Menüler arası geçişler ve her şey çok güzeldi.”*

Çizelge 4.17’de, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin geliştirilen mobil uygulamada en çok beğendikleri bölümlere ilişkin görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategoriler ve ilgili kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.17. 8. sınıf öğrencilerinin geliştirilen mobil uygulamada en çok beğendikleri bölümlere ilişkin görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Mobil Uygulamanın En Beğenilen Bölümlerine Yönelik Görüşler	Enerji	Sorular	Ö8, Ö10
	Gıda		Ö8, Ö10, Ö15
	Su	Basketbol oyunu	Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17
	Ulaşım	Ulaşım tercihlerine göre sıralama	Ö8, Ö10
	Atıklar	AG tasarımı	Ö3, Ö7, Ö8, Ö10
	Sürdürülebilir Okul	Okul tasarlama	Ö8, Ö10, Ö11
	Sürdürülebilir	AG tasarımı	Ö8, Ö10, Ö13
	Kalkınma Hedefleri		

Çizelge 4.17 incelendiğinde, “Kullandığınız mobil uygulamada en çok beğenilen bölümlerine yönelik görüşler” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “Enerji, gıda, su, ulaşım, atıklar, sürdürülebilir okul, sürdürülebilir kalkınma hedefleri” olarak yedi alt kategoride gruplandırıldığı görülmektedir. “Su” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla kullandıkları mobil uygulamada en çok beğenilen oyunun basketbol oyunu olduğu belirtilmiştir. Bir sonraki beğenilen bölümler ise sırasıyla “Atıklar” alt kategorisine ait olan artırılmış gerçeklik ile tasarlanan geri dönüşümü oyunu seçilmiştir.

Bazı öğrencilerin kullandıkları mobil uygulamada en çok beğenilen bölüm ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö3: “Artırılmış gerçeklikli ile ilgili geri dönüşüm bölümünü çok beğendim. Çünkü insanların atıklar konusunda bilinçli olması gerek.”

Ö6: “Basketbol oyunu bence. Çünkü su hayatımızdaki en önemli şeylerden biridir. Getirdiği sorunlarda çok fazla olduğu için bence su oyunu en iyi kısımdı.”

Ö8: “Bütün bölümlerin soruları güzeldi. Her bir bölüm ayrı ayrı önemliydi. Bu yüzden hepsini çok beğendim.”

Ö10: “Hepsi birbirinden güzeldi. Seçim yapamadım.”

Ö11: “Okul bölümü çok güzeldi. Yani kendi okulunu kurmak kadar güzel bir şey yok.”

Ö13: “Sürdürülebilir kalkınma hedefleri bölümü çok güzeldi. Çünkü sorular artırılmış gerçeklik ile ilgili desteklenmesi gayet ilgi çekiciydi.”

Ö14: “Su bölümü yani basketbol topu oyununu beğendim. Çünkü oyun hem bilgilendiren hem de basket atıldığı için daha eğlenceliydi.”

Ö15: “En çok gıda bölümünü beğendim.”

Çizelge 4.18’de, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı kullanma sürecinde karşılaştıkları zorluklara ilişkin görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategoriler ve ilgili kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.18. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı kullanırken yaşadığı zorluklar ile ilgili görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kod	Alt Kodlar	Katılımcılar
Mobil uygulamada yaşanan zorluklara yönelik görüşler	Teknolojik problemler	Cihaz kaynaklı	Telefon yazılım ve donanım uyumsuzluğu	Ö5, Ö6, Ö11, Ö16
			Uygulama performans sorunu	Ö2, Ö4, Ö17
		Sistemsel	Sürekli bölümü başa alma	Ö2, Ö9, Ö10, Ö11

Çizelge 4.18 incelendiğinde, “Mobil uygulamada yaşanan zorluklara yönelik görüşler” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “teknolojik problemler” alt kategorisinde gruplandırıldığı görülmektedir. “Teknolojik problemler” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla telefon yazılımlarının uyumsuz olduğu, uygulamada performans sorunu ve sürekli bölümü başa alma sorunlarının olduğunu belirtmişlerdir.

Bazı öğrencilerin mobil uygulamayı kullanırken yaşadığı zorluklar ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö2: “Uygulamayı kullanırken kendi kendine uygulamadan atıp biraz kasti.”

Ö11: “Enerji ve gıda bölümlerinde cevaplanan sorudan sonra başa atıyordu. Ayrıca telefon yazılımını desteklemediği için artırılmış gerçeklik bölümlerine giremedim.”

Ö16: “Telefonumun yazılımı yetersizdi.”

Ö17: “Uygulamada bir zorluk çekmedim fakat bazen telefonum çok kasılıp dondu.”

Çizelge 4.19’da, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamanın yeniden tasarlanmasına yönelik olarak eklenmesi ya da çıkarılması gerektiğini düşündükleri özelliklere ilişkin görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategori ve kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.19. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamanın yeniden tasarlanmasıyla eklenmesi ve çıkarılması gereken özelliklere ilişkin görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Uygulamanın Yeniden Tasarımına Yönelik Öneriler	Eklenmesi gereken özellikler	Sanal gerçeklik özelliği eklenmesi	Ö1, Ö10
		Oyun/bölüm sayısının artırılması	Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö9
		Soru sayısının/çeşidinin artırılması	Ö2, Ö5, Ö13
	Tasarımın aynı kalması	Yeterli	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6
		Çok iyi	Ö6, Ö8, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17

Çizelge 4.19 incelendiğinde, “Uygulamanın Yeniden Tasarımına Yönelik Öneriler” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “eklenmesi gereken özellikler ve tasarımın aynı kalması” olarak iki alt kategoride gruplandırıldığı görülmektedir. “Tasarımının aynı kalmasına” yönelik alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla uygulamanın çok iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Bazı öğrencilerin mobil uygulamanın yeniden tasarlanmasına ilişkin eklenmesi gereken özellikler ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö1: “Uygulamaya herhangi bir şey ekleyecek olsam sanal gerçeklik eklerdim.”

Ö2: “Bir şey çıkarılmasını veya eklenmesini istemem ama ekleyecek olsam daha fazla oyun eklerdim.”

Ö5: “Daha çok soru, daha çok bölüm olmasını isterdim. Ayrıca ekolojik ayak izini ölçme gibi bir araç eklense güzel olabilirdi.”

Ö8: “Gayet güzel hazırlanmıştı bir şey eklemek ve çıkarmak istemem.”

Ö10: “3boyutlu (3D) bir yer tasarlanabilir bir okul ve mekan olabilir.”

Ö12: “Bence seviye olarak çok güzel olmuş bir şey eklemek çıkarmak istemezdim.”

Ö13: “Soru çeşidi olarak boşluk doldurmalar olabilirdi. Çeşit artırılabilir.”

Ö15: “Uygulamayı çok sevdim çok güzeldi bir şey eklemek ve çıkarmak istemem.”

Çizelge 4.20’de, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin kullandıkları mobil uygulamanın sorularının zorluk seviyesiyle ilgili görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategori ve kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.20. 8. sınıf öğrencilerinin kullandıkları mobil uygulama sorularının zorluk seviyesiyle ilgili görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Mobil uygulama sorularının seviyesi	Zorluk Seviyesi	Kolay	Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö13, Ö15
		Orta	Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17
		Zor	Ö1, Ö9, Ö15, Ö16

Çizelge 4.20 incelendiğinde, “Mobil uygulama sorularının seviyesi” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “kolay, orta ve zor” olarak üç kod şeklinde gruplandırıldığı görülmektedir. “Zorluk seviyesi” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla uygulamanın orta olduğu ve uygulamayı rahatlıkla kullanabildiklerini belirtmişlerdir.

Bazı öğrencilerin kullandıkları mobil uygulamanın sorularının zorluk seviyesi ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö5: “Uygulama çok basitti ama zaten zor olmamalı.”

Ö6: “Güzeldi ama ben zaten biliyordum ama yine de katkı sağlıyordu.”

Ö8: “Zorluk seviyesi güzeldi ne kolay ne zordu bilen yapabilirdi.”

Ö9: “Soruların geneli kolaydı ama zor sorularda vardı.”

Ö12: “Bence seviye olarak çok güzel olmuş.”

Ö13: “Sorular bana çok kolay geldi. Rahatlıkla yapabildim.”

Ö14: “Soruların puanları ve zorluk seviyesi güzeldi, en çok takıldığım bölüm gıda bölümü oldu.”

Ö15: “Çok iyiydi; bazı sorular kolay, bazı sorular orta ve bazı sorular zordu.”

Çizelge 4.21’de, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin kullandıkları mobil uygulamanın sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmelerine sağladığı katkıya dair görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategori ve kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.21. 8. sınıf öğrencilerinin kullandıkları mobil uygulamanın sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmelerine katkı sağlaması ile ilgili görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Sürdürülebilir Yaşam Konularının Öğrenilmesine Katkı	Farkındalık kazanma	Sürdürülebilirlik ve çevre konularında bilinçlenme	Ö1, Ö3, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17
		Konunun kalıcılığını artırma	Ö2, Ö11
		Bilgi artışı	Ö6, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15

Çizelge 4.21 incelendiğinde, “Sürdürülebilir Yaşam Konularının Öğrenilmesine Katkı” alt kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık kazanma” olarak alt kategoride gruplandırıldığı görülmektedir. “Sürdürülebilirlik ve çevre konularında bilinçlenme” koduna yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla uygulamanın kendilerini geliştirdiklerini ve uygulamanın katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Bazı öğrencilerin kullandıkları mobil uygulamanın sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmelerine katkı sağlayıp sağlamadığı ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö2: “Konuyu ilk defa öğrendiğim için uygulama ile daha iyi bir şekilde pekiştirdim Bilmediğim konularda oyunlar sayesinde aklımda kalıcı olmasını sağladı.”

Ö3: “Ben gayet bilinçlendim. Bilinçlenmek için çok iyi bir uygulama.”

Ö10: “Evet, yeşil okulun ne olduğunu tam anlamıyla öğrendim.”

Ö11: “Evet sağladı, çünkü oyun oynayarak öğrenmek kalıcılığa etkisi yüksek oluyor.”

Ö12: “Evet bütün sorular katkı sağladı, çünkü bu oyunlar çevre bilincini öğrenmeme yönelikti.”

Ö16: “Tekrar kullanmak isterim, çünkü çok eğlenceli bir uygulamaydı.”

Çizelge 4.22’de, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı tekrar tekrar kullanma istekleri doğrultusunda oluşturulan kategori, alt kategori ve kodlar gösterilmektedir.

Çizelge 4.22. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı tekrar tekrar kullanma isteği ile ilgili görüşleri.

Kategori	Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Mobil uygulamayı tekrar kullanma isteği	Olumlu deneyimler	Eğlenceli	Ö2, Ö8, Ö16
		Tasarımı çok güzel	Ö6, Ö10, Ö11, Ö15
	Öğrenme katkısı	Konuyu pekiştirme	Ö9, Ö13
		Bilinçlenme	Ö3, Ö7, Ö17
		Uygulama geliştirme	Ö5, Ö12
	Zorluklar	Kullanımı	Ö1
		İlgi alanı olmama	Ö4

Çizelge 4.22 incelendiğinde, “Mobil uygulamayı tekrar kullanma isteği” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “olumlu deneyimler, öğrenme katkısı ve zorluklar” olarak üç alt kategoride gruplandırıldığı görülmektedir. “Olumlu deneyimler” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler çoğunlukla uygulamanın tasarımının çok güzel olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında “Öğrenme katkısı” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler ise çoğunlukla uygulamadan bilinçlendiklerine yönelik görüşlerini belirtmişlerdir.

Bazı öğrencilerin mobil uygulamayı tekrar tekrar kullanılması ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö2: “Uygulamayı tabiki de tekrar tekrar oynayacağım çok eğlenceli ve çok zevkli bir uygulama olmuş.”

Ö3: “Bilinçlendiğim için bir daha kullanmak isterim.”

Ö6: “Evet çok güzeldi, bence herkesin bu oyunu sürekli oynaması gerekli.”

Ö7: “Tekrar tekrar kullanırdım, çünkü uygulamadaki oyunları oynadıktan sonra bilinçlendim.”

Ö9: “Uygulamayı tekrardan kullanmak isterim çünkü bu uygulama konuyu pekiştirmek için bizlere yardımcı olur.”

Ö11: “Evet kullanmak isterdim, çünkü uygulamanın tasarımı çok iyi ve güzeldi.”

Ö13: “Evet kullanırdım çünkü uygulamayı kullandıktan sonra bu konuyu daha çok öğrenmiş oldum.”

Ö16: “Evet tekrar kullanmak isterdim. Çünkü bu uygulama çok eğlenceliydi.”

Çizelge 4.23’te, araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı başka arkadaşlarıyla paylaşıp paylaşmayacaklarına yönelik görüşleri doğrultusunda oluşturulan kategori ve kodlara yer verilmektedir.

Çizelge 4.23. 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamayı başka arkadaşlarıyla paylaşma isteği ile ilgili görüşleri.

Kategori		Alt Kategori	Kodlar	Katılımcılar
Mobil uygulamayı paylaşma isteği	Evet	Olumlu Özellikleri	Güzel	Ö2, Ö7, Ö8, Ö10, Ö15
			Başkalarını bilinçlendirme	Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö11, Ö14
			Öğretici	Ö11, Ö13, Ö16, Ö17
	Hayır	Kullanıcıya Uygunluk	Anlaşılması zor	Ö1

Çizelge 4.23 incelendiğinde, “Mobil uygulamayı paylaşma isteği” kategorisine yönelik 8. sınıf öğrencilerinin verdiği cevapların “evet ve hayır” olarak iki alt kategoride gruplandırıldığı görülmektedir. “Evet” alt kategorisine yönelik fikir sunan öğrenciler uygulamanın paylaşılmasını teşvik eden olumlu özelliklerden çoğunlukla arkadaşlarını bilinçlendirmek adına önereceklerini belirtmişlerdir.

Bazı öğrencilerin mobil uygulamayı başka arkadaşlarıyla paylaşıp paylaşmaması ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Ö3: “Arkadaşlarımın bu konuda yeterli bilince sahip olmadığı düşündüğüm için arkadaşlarıma önerirdim.”

Ö5: “Evet paylaştım çünkü onların da fikirlerini öğrenmek isterim.”

Ö6: “Evet okuldaki arkadaşlarıma oyunları oynadıktan sonra hemen anlattım. Onlarda bu uygulamadaki oyunları oynamak istediler.”

Ö8: “Evet isterim çünkü güzel bir uygulamaydı.”

Ö9: “Paylaşmak isterim çünkü bu oyun diğer arkadaşlarımda da konuyu öğrenmelerine yardımcı olacaktır.”

Ö10: “Evet güzel bir uygulama olduğu için paylaşıyorum.”

Ö15: “Evet paylaşmak isterim uygulama güzel olduğu için arkadaşlarımda da beğenebileceğini düşünüyorum.”

Ö16: “Evet isterim çünkü öğretici bir uygulamaydı.”

Yapılan nitel analizler doğrultusunda, 8. sınıf öğrencilerinin mobil uygulamasına ilişkin kullanıcı deneyimleri, uygulamanın görsel tasarımı, kullanım kolaylığı ve okunabilirliği gibi unsurlar üzerinden olumlu değerlendirilmiştir. Öğrenciler, uygulamanın özellikle “su” temalı basketbol oyunu ve “atık” konusuna yönelik artırılmış gerçeklik destekli geri dönüşüm oyununu en beğenilen bölümler olarak ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, yaşanan zorluklar genellikle teknolojik uyumsuzluklar, performans problemleri ve yazılımsal aksaklıklar çerçevesinde şekillenmiştir. Yeniden tasarım önerileri kapsamında öğrenciler, uygulamanın mevcut hâinden memnun olduklarını belirtirken, küçük çaplı geliştirmelerle desteklenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Uygulama içi soruların zorluk düzeyi çoğunlukla “orta” olarak değerlendirilmiş ve bu, öğrencilerin uygulamayı rahatlıkla kullanabildiğine işaret etmektedir. Uygulamanın sürdürülebilirlik konularında farkındalık kazandırma potansiyeli öğrenciler tarafından sıklıkla vurgulanmış; uygulamanın hem çevresel bilinçlenmeye katkı sağladığı hem de tekrar kullanılma ve paylaşılma isteği doğurduğu belirtilmiştir. Genel olarak, öğrencilerin deneyimleri, mobil uygulamasının hem pedagojik hem de motivasyonel açıdan etkili bir öğrenme aracı olarak değerlendirildiğini ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın nicel ve nitel bulgularına ait sonuçlar araştırma alt problemleri çerçevesinde ilgili literatüre dayalı olarak tartışılmış ve önerilere yer verilmiştir.

5.1 *ECohool* Mobil Uygulamasına İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada kullanılmak üzere araştırmacılar tarafından 7-8. sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerini belirlemek üzere “Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulaması” geliştirilmiştir. Geliştiren *ECohool* Mobil uygulamasında 7 oyun bölümü bulunmaktadır. Bu seviyeler; enerji, gıda, su, ulaşım, atıklar, sürdürülebilir okul ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden oluşmaktadır. Enerji seviyesinde sürdürülebilir enerji ve gıda konusunda 10 soru; su basamağında 15 soru yer almaktadır. Kullanıcı bu soruları doğru cevapladıkça puan kazanmaktadır. Ancak yanlış yaptığı için sorunun hemen yanına açıklama butonu eklenmiştir. Bu buton arayıcılığıyla sorunun doğru yanıtını öğrenebilmektedir. Uygulamanın ulaşım basamağında sürdürülebilir ulaşım doğrultusunda öğrencilerin sürdürülebilir yaşam tarzı tercihleri (Örneğin; okula gelirken yürümek, bisiklet tercih edilmesi, okulda bisiklet park alanlarının bulunması, toplu taşıma araçlarının kullanılması vb.) ön plana çıkarılmıştır. Atıklar basamağında uygulamayı kullanırken ekranda belirtilen nesnelerden (kâğıt-metal kutu-muz kabuğu-plastik şişe-cam şişe gibi) seçim yaparak bulunan nesneleri AG tabanlı olarak kullanıp ilgili geri dönüşüm kutularıyla eşleştirme yapmaları istenmektedir. Sürdürülebilir okul basamağında öğrencilerin kendi okullarını tasarlamaları istenmektedir. Bu bölümde, ilk olarak kendilerine uygulamada sunulan görseller üzerinden en sürdürülebilir okulu seçmesi, minik bir sebze-meyve bahçesi kurulmuş olması, ağaçlarda kuş beslemek için yuvaların kurulmuş olması, yeşillik bir alan olması, öğrenciler için hazırlanmış oyun alanlarının bulunması (küçük bir oyu parkı, satranç taşlarından oluşmuş bir alan, etkinliklerin sergileyebilecekleri bir sergi ve etkinlik alanı vb.) beklenmektedir. Birden fazla boyutu tercih eden öğrenciler oyundan ne kadar doğru olanı seçerse o kadar daha fazla puan alacaklardır. Uygulamanın son bölümünde ise öğrenciler AG kullanarak ekranda UNESCO tarafından belirlenen sürdürülebilir kalkınmanın 17 hedefinin sembolleri ve bu sembollerin en anlama geldikleri konusunda sorularla

karşılaşmaktadır. Uygulamanın tüm basamakları tamamlandığında öğrenciler sürdürülebilir yaşam konusunda ilgili konunun tüm kavramları konusunda kendi seviyelerinde bir farkındalık düzeyine sahip olmaktadır.

Uygulama sonucunda elde edilen bulgular, literatürde yer alan benzer çalışmalarda ulaşılan sonuçlarla büyük ölçüde örtüşmektedir.

Literatürde yapılan araştırmalar incelendiğinde, AG teknolojilerinin öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, tutum ve kalıcılık düzeyleri üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmektedir. Yetişir (2019), mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının fen eğitimi bağlamında öğrencilerin akademik başarılarını ve bilgi kalıcılıklarını anlamlı düzeyde artırdığını, aynı zamanda öğrencilerin bu uygulamalara karşı olumlu tutum geliştirdiklerini belirlemiştir. Ateş (2018) ve Coşkun (2019) tarafından yapılan çalışmalar da artırılmış gerçeklik teknolojisinin fen bilimleri derslerinde öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını ve öğrenme sürecine olan ilgilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Şentürk'ün (2018) çalışmasında da mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla işlenen fen bilimleri derslerinin, öğrencilerin akademik başarı, fen ve teknolojiye yönelik tutum ve motivasyonları üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Kul (2019), 5-7. sınıflarda gerçekleştirdiği araştırmada artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırdığını; aynı zamanda teknolojiye yönelik olumlu tutum geliştirdiklerini ifade etmiştir. Güngördü (2018), AG ile desteklenen öğretimin öğrencilerin "Atomun Yapısı ve Modelleri" konusundaki başarılarını artırdığını, öğrencilerin bu teknolojiye yönelik olumlu tutumlar geliştirdiğini ve farklı derslerde de kullanmak istediklerini belirtmiştir. Kızılcı (2019) ve Akkiren (2019) de artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarını ve akademik başarılarını artırdığını ortaya koymuşlardır. Billingham ve Duenser (2012) sınıf içi öğrenme ortamlarında artırılmış gerçekliğin geleneksel yöntemleri nasıl dönüştürdüğünü incelemiş ve bu teknolojinin öğrenme deneyimini zenginleştirici bir araç olduğunu vurgulamışlardır.

Bu bakış açısı ile yapılan, araştırmamızda geliştirilen oyun temelli mobil AG uygulamasının öğrencilerin sürdürülebilir yaşam ve ekolojik farkındalık gibi karmaşık ve soyut kavramları daha somut, etkileşimli ve kalıcı biçimde öğrenmelerini

desteklediği yönündeki bulgularla da örtüşmektedir. Araştırmaya katılan öğrencilerin farkındalık düzeylerindeki gelişim, artırılmış gerçeklik teknolojisinin yalnızca akademik başarıyı değil, aynı zamanda öğrencilerin çevresel ve toplumsal konulara yönelik farkındalıklarını da geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

5.2 Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeyi Ölçeğinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma kapsamında *ECohool* mobil uygulaması öncesinde ve sonrasında araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

ECohool mobil uygulaması öncesinde araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları ortalama puanlar uygulama öncesinde incelendiğinde; ortaokul öğrencilerinin en büyük ekolojik ayak izine enerji alt boyutunda ve en küçük ekolojik ayak izi ile su tüketimi alt boyutunda sahip olduğunu görülmektedir. Bu bağlamda araştırmaya katılan 7-8. Sınıf ortaokul öğrencilerinin bir alt boyutta farkındalık düzeyinin yüksek olması, farkındalık düzeyi arttıkça ilgili alt boyuttaki ekolojik ayak izinin azalması anlamına gelmektedir. Buna göre ekolojik ayak izine en az katkıyı yapan alt boyut enerji alt boyutu en fazla katkıyı yapan ise su tüketimi alt boyutu olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise araştırmaya katılan 7-8. Sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin ölçeğinde aldıkları ortalama puanlar incelendiğinde; ortaokul öğrencilerinin ekolojik ayak izi ortalama puanı enerji alt boyutunda en yüksek iken su tüketimi alanında en küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara ek olarak artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları ortalama puanlar uygulama öncesinde incelendiğinde; en yüksek puanların “Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır. İhtiyaca göre yemek pişiririm. Klima çalıştığında pencereleri kapatırım” dikkati çekmektedir. *ECohool* mobil uygulaması sonrasında incelendiğinde; en yüksek ortalama puanın “Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanılan yerlere yapmak çevre için faydalıdır. Klima çalıştığında pencereleri kapatırım ve kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre

açık bırakmam. Evlerde daha az elektrik tüketen makineler, buzdolapları, ısıtıcılar ve ampuller kullanırım.” yönünde ön plana çıktığı dikkati çekmektedir. Öğrencilerin ekolojik ayak izi basamaklarından olan enerjiyi ön planda tuttuğu ve önem verdiği anlaşılmaktadır.

Bu araştırmadan elde edilen bulgular, daha önce yapılmış ulusal ve uluslararası çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı yönleriyle benzerlik gösterirken, bazı yönleriyle de farklılıklar içermektedir. Literatürde özellikle öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerine ilişkin yapılan çalışmalar, alt boyutlar açısından çeşitli sonuçlar ortaya koymuştur.

Yıldız ve Selvi (2015) tarafından yapılan araştırmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri incelenmiş; en yüksek farkındalık düzeyinin “enerji” alt boyutunda, en düşük farkındalık düzeyinin ise “gıda” alt boyutunda olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Birand (2016) tarafından okul öncesi öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmada da, en düşük farkındalık “su tüketimi”, en yüksek farkındalık ise “enerji” alt boyutunda tespit edilmiştir. Öte yandan, Coşkun’un (2013) sınıf öğretmeni adaylarıyla yaptığı çalışmada bu durumun tersine döndüğü ve öğretmen adaylarının en küçük ayak izine enerji alt boyutunda sahip olduğu, buna karşın en büyük etkiyi gıda alt boyutunda oluşturdıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer biçimde, Keleş (2007) tarafından fen ve teknoloji öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmada da ekolojik ayak izine en fazla katkının “gıda” alt boyutunda olduğu ortaya konmuştur. Bu durum, bireylerin mesleki disiplinleri, çevresel bilgi düzeyleri ve kişisel alışkanlıkları doğrultusunda ekolojik ayak izine katkı sağlayan alt boyutların değişiklik gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Herlina vd. (2025) çalışmasında, Endonezya’da çalışan beyaz yakalı çalışanlar arasında AG destekli yeşil eğitimin çevresel bilgiyi artırma ve çevre dostu davranışları teşvik etme etkisini incelemiştir. Çalışma, artırılmış gerçekliğin çevre yönetimi konusunda bilgi artırma ve sürdürülebilir davranış değişikliğini sağlama açısından kurumsal sürdürülebilirlik girişimlerine yönelik güçlü bir eğitim aracı olduğunu vurgulamaktadır. Chen vd. (2024) çalışmasında, iklim değişikliği eğitimi ile yenilikçi eğitim teknolojilerinin birleştiği bir alanda, aurora astronomisi bağlamında yeni öğrenme boyutlarına öncülük etmektedir. Sonuçlar, AG ve mobil öğrenmenin entegre edilmesiyle, öğrencilerin

auroralar ve iklim değişikliği arasındaki karmaşık bağlantıları araştırmalarını ve bu bağlamda öğrencilerin motivasyonlarını arttırmalarını sağlamanın yanı sıra, daha derinlemesine öğrenme deneyimleri sunabileceğini ortaya koymaktadır. Arıcı (2024) alışmasında, AG teknolojisinin evre okuryazarlığı, öz düzenleme becerileri ve fen öğrenme motivasyonunun gelişimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, AG teknolojisinin çevresel duyarlılığı artırdığı, olumlu davranışları teşvik ettiği ve çevresel bilgi ile becerilerin gelişimini desteklediği tespit edilmiştir. Ayrıca, AG'nin öz düzenleme becerilerinin gelişiminde de önemli bir katkı sağladığı bulunmuştur. Erwis vd. (2024) alışmasında, mobil öğrenme bağlamında AG'nin doğal bilimleri öğrenmedeki etkisini incelemiştir. Ayrıca, bu grup daha yüksek düzeyde öğrenme motivasyonu ve daha aktif bir katılım sergilemiştir. Bu bulgular, artırılmış gerçekliğin mobil öğrenmeye entegrasyonunun, dijital çağda doğal bilimler eğitimini iyileştirmek için etkili bir strateji olduğunu göstermektedir. Rock Zou vd. (2015) alışmasında, akıllı telefonların yüksek doygunluğunu ve Nesnelerin İnterneti'nin (IoT) artan popülaritesini kullanarak genç çocukları çevresel kavramlarla eğitmek ve onları gerçek hayattaki "yeşil alışkanlıklara" teşvik etmek amacıyla oyunlaştırılmış bir sistem önermiştir. Konsepti göstermek ve sistemin etkinliğini test etmek için "Eco Eco" adlı bir mobil oyun geliştirilmiştir. Bu oyun, Farmville benzeri bir oyun olup, gerçek hayat aktiviteleri (yeniden kullanılabilir su şişesi kullanma, adım atma, elektrik tüketimini azaltma gibi) gerçekleştirildikçe oynanır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışmalarda teknolojinin özellikle artırılmış gerçeklik ve oyunlaştırma gibi araçların çevresel ve bilimsel öğrenme süreçlerinde hem bilişsel hem de duyuşsal gelişim açısından önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu teknolojiler, öğrencilerin öğrenmeye yönelik ilgilerini canlı tutmakla kalmayıp, aynı zamanda onları sorumlu bireyler olmaya da teşvik etmektedir.

Araştırma kapsamında ortaokul öğrencilerinin sınıf düzeyine göre ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri incelendiğinde, ön test puan ortalamalarının özellikle enerji alt boyutu ile lğin genelinde sınıf değişkenine bağlı olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bulgulara göre, 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri, 7. sınıf öğrencilerine kıyasla ön testte daha yüksek düzeydedir. Ancak son

test puanları incelendiğinde, gıda alt boyutunda bu durum tersine dönmekte ve 7. sınıf öğrencilerinin lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmaktadır.

Bu bulgu, literatürdeki bazı araştırmalarla farklılık göstermektedir. Coşkun (2013) tarafından sınıf öğretmeni adayları ile yapılan çalışmada, sınıf düzeyine göre ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Benzer şekilde, Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) öğrencileriyle yürütülen bir başka araştırmada da, sınıf düzeyi değişkeni açısından ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmanın bulgularıyla örtüşmemektedir. Öte yandan, Keleş'in (2011) "İlköğretim öğrencilerinin ekolojik ayak izlerini azaltma konusunda 5E modelinin etkisi" başlıklı araştırmasında, sınıf düzeyine bağlı olarak ekolojik ayak izi puanlarında anlamlı farklılıklar tespit edilmiş; ayrıca uygulama sonrasında öğrencilerin ekolojik ayak izlerinde azalma olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgular, mevcut araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla sınıf düzeyinin, özellikle belirli alt boyutlar (örneğin enerji ve gıda) açısından öğrencilerin ekolojik ayak izi farkındalıkları üzerinde etkili olabileceği söylenebilir. Bu durum, öğrencilerin yaş düzeyi, sınıf içeriği ve çevresel eğitim düzeylerinin farklılaşmasıyla ilişkili olabilir.

Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda, geliştirilen mobil uygulamasının ön test sonuçlarında, enerji alt boyutu ve ölçeğin genelinde 8. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf öğrencilerine göre daha yüksek farkındalık düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, 8. sınıf öğrencilerinin yaş itibarıyla daha fazla çevresel deneyime sahip olmaları, çevreye karşı daha duyarlı davranışlar sergilemeleri ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili temel kavramlara daha önceki öğrenim süreçlerinde daha fazla maruz kalmış olmalarıyla açıklanabilir. Buna karşın, son test puanlarının değerlendirilmesi sonucunda, 7. sınıf öğrencilerinin özellikle gıda alt boyutunda daha yüksek puanlar elde ettikleri ve bu farkın anlamlı olduğu görülmüştür. Bu durum, geliştirilen mobil uygulamasının özellikle bu düzeydeki öğrenciler üzerinde etkili bir öğretim aracı olduğunu ve 7. sınıf öğrencilerinin ilgili içeriği daha etkili bir biçimde kavradıklarını göstermektedir. Uygulamanın görsel ve etkileşimli yapısının, bu yaş grubundaki öğrencilerin dikkatini daha fazla çekmiş ve öğrenme sürecini daha verimli hale getirmiş olabileceği düşünülmektedir.

Nitekim literatürde, yaşın çevre eğitimi bağlamında öğrenme çıktıları üzerinde belirleyici bir faktör olabileceği sıklıkla vurgulanmaktadır (Rickinson, 2001; Yılmaz ve Anderson, 2004). Bu bulgu, özellikle daha büyük yaştaki bireylerin çevresel bilgi birikimi ve davranışsal farkındalık açısından daha donanımlı olabileceği yönündeki bulgularla örtüşmektedir. Görsel-işitsel uyaranların yoğun olduğu, etkileşimli dijital ortamların öğrencilerin dikkatini çekme ve öğrenme motivasyonunu artırma potansiyeli daha önceki çalışmalarda da ortaya konmuştur (Dede, 2009; Wu vd., 2013). Özellikle erken ergenlik dönemindeki öğrencilerin öğrenme süreçlerinde görselliğin ve deneyimsel öğrenmenin etkili olduğu bilinmektedir (Bressler ve Bodzin, 2013). Sonuç olarak, farklı yaş gruplarında uygulamanın etkisinin değişiklik göstermesi, öğrenme süreçlerinin gelişimsel özelliklerle ne denli ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevre eğitimi ve sürdürülebilirlik konularında geliştirilecek AG tabanlı öğretim materyallerinin yaşa ve düzeye uygun biçimde tasarlanmasının önemini vurgulamaktadır.

Dolayısıyla, uygulamanın sunduğu etkileşimli öğrenme ortamı sayesinde 7. sınıf öğrencilerinin konuya ilişkin farkındalık düzeylerinin arttığı ve bu artışın son test sonuçlarına yansıdığı söylenebilir. Bu bulgu, mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının farklı yaş düzeylerindeki öğrencilere farklı şekillerde katkı sağlayabileceğini ve öğrenme düzeyleri arasındaki farkları dengeleyici bir rol üstlenebileceğini göstermektedir.

5.3 Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Düzeyi Ölçeğinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma kapsamında *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması öncesinde ve sonrasında araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması öncesinde öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının en yüksek düzeyde olduğu alt boyutun çevre, en düşük düzeyde olduğu alt boyutun ise toplum olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında, bir alt boyutta elde edilen farkındalık düzeyinin yüksek olması, öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik

farkındalıklarının o boyutta daha güçlü olduğu şeklinde yorumlanabilir. Buna göre, sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalığa en düşük katkının toplum alt boyutundan, en yüksek katkının ise çevre alt boyutundan geldiği görülmektedir. *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması öncesinde öğrencilerin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının ise, en yüksek olduğu alt boyut çevre, en düşük olduğu alt boyut ise toplum olarak tespit edilmiştir. Buna göre, sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalığa en fazla katkı sağlayan alt boyutun çevre, en az katkı sağlayan alt boyutun ise toplum olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Elde edilen bulgular, araştırmaya katılan 8. sınıf ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin genel olarak orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, öğrencilerin sürdürülebilir yaşam ilkeleri hakkında belirli bir bilgiye ve duyarlılığa sahip olduklarını, ancak bu farkındalığın daha ileri düzeyde gelişmesi için destekleyici öğretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara ek olarak araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları puanlar *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması öncesinde incelendiğinde; en yüksek ortalama puanın “Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır.”, “Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar.” ve “Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır.” yönünde ön plana çıktığı dikkati çekmektedir. Ardından araştırmaya katılan 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyi ölçeğinden aldıkları puanlar *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması sonrasında incelendiğinde; en yüksek ortalama puanın “Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır. Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır. Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar.” yönünde ön plana çıktığı dikkati çekmektedir.

Bu bulgular, alanyazında yer alan benzer çalışmalarla da örtüşmektedir. Varol (2022) tarafından yürütülen araştırmada, 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin orta düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Azrak (2023) çalışmasında da 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Azrak’ın çalışmasında cinsiyet değişkeni ile sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bu bulgular, mevcut araştırmanın sonuçları ile tutarlılık göstermekte ve ortaokul düzeyindeki öğrencilerin sürdürülebilir yaşama dair kavramsal bilgi düzeylerinin geliştirilmesine yönelik yapılandırılmış, öğrenci merkezli ve teknoloji destekli öğretim süreçlerinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Bu araştırmada geliştirilen artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyleri ile sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri üzerinde bir değişime yol açtığı görülmektedir. Ön test ve son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında, her iki değişken açısından da son test lehine anlamlı farklar tespit edilmiştir. Bu bulgular, artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulamasının öğrencilerin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşam konularında farkındalık düzeylerini artırmada etkili bir öğrenme aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Araştırma bulguları, literatürde yer alan benzer çalışmalarla da örtüşmektedir. Rodrigues ve Pombo (2024) tarafından geliştirilen AG tabanlı *EduCITY* uygulaması ile yürütülen çalışmada, artırılmış gerçeklik destekli oyunların sürdürülebilirlik konularında farkındalık oluşturduğu ve bilgi-beceri gelişimine katkı sağladığı ifade edilmiştir. Bu çalışmada da AG destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin ilgisini çektiği ve onları motive ettiği belirtilmiştir. Benzer şekilde, Strada vd., (2023) tarafından geliştirilen AG tabanlı sürdürülebilirlik oyunu ile yapılan çalışmada, deney grubuna artırılmış gerçeklik uygulamaları ile ders işlenmiş, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemler kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, AG destekli öğrenmenin öğrenme çıktıları açısından geleneksel yöntemlere kıyasla anlamlı düzeyde daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, sürdürülebilir kalkınma eğitiminin temel hedeflerinden biri olan çevresel farkındalık ile gerçek yaşam uygulamaları arasındaki ilişkinin güçlendirilmesi açısından önem arz etmektedir (Ai-Jou vd., 2004).

Porro vd (2022) ise sürdürülebilirlik eğitiminde disiplinler arası artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkileşimli ve keşif temelli yapısıyla öğrenci katılımını artırabildiğini ve farklı disiplinler arasında köprü kurabileceğini belirtmiştir. Bu da mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının yalnızca çevresel farkındalık kazandırmakla kalmayıp, aynı zamanda disiplinler arası öğrenmeyi teşvik etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Lee ve Yoon (2020), mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının

çevreye yönelik olumlu tutumları geliştirme konusunda etkili olduğunu ve çocukların çevresel sürdürülebilirlik konularındaki öğrenme deneyimlerini güçlendirdiğini ortaya koymuştur.

Chasanidou vd., (2023) tarafından geliştirilen *AudioNear* adlı mobil AG seyahat rehberi uygulamasının ise sürdürülebilir turizmi teşvik etmeye, çevresel ve kültürel mirası korumaya ve yerel ekonomileri desteklemeye katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Bu uygulamanın, kullanıcıların seyahat deneyimlerini daha sorumlu ve sürdürülebilir bir şekilde yaşamalarını sağladığı vurgulanmıştır. Del Cerro Velázquez ve Morales Méndez (2018) tarafından yapılan çalışmada, mobil artırılmış gerçeklik teknolojilerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir metodolojik araç olduğu belirtilmiştir. Araştırma, bu tür teknolojilerin eğitimde kullanımının öğrencilerin çevresel duyarlılıklarını artırmada etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Tüm bu bulgular doğrultusunda, *ECohool* uygulamasının sağladığı olumlu etkiler, artırılmış gerçeklik destekli mobil uygulamaların sürdürülebilir yaşam ve ekolojik ayak izi farkındalık eğitiminde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Öğrenci ilgisini artıran, somutlaştırma sağlayan ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sunan bu tür dijital araçların, çevresel konulara yönelik farkındalık kazandırma sürecini desteklediği söylenebilir.

5.4 Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen mobil uygulama konusunda ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin görüşlerini incelemek için görüşme sorularına verdikleri yanıtlar incelenmiştir. Araştırmaya katılan 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen mobil uygulama ile ilgili görüşleri doğrultusunda, birinci görüşme sorusunda kullanılan mobil uygulama konusuna yönelik verilen cevaplar incelendiğinde genel olarak öğrencilerin çoğunlukla kullandıkları mobil uygulamanın uyumlu olduğuna dair düşünceleri tespit edilmiştir. İkinci soruda kullanılan mobil uygulamanın en çok beğenilen bölümüne ilişkin verilen cevaplarda çoğunlukla su alt kategorisinde yer alan basketbol oyununun ön plana çıktığı görülmüştür. Üçüncü görüşme sorusunda mobil uygulamayı kullanırken yaşanan zorluklar ile ilgili verilen cevaplarda öğrencilerin çoğunluğu teknolojik

problemler alt kategorisinden cihaz kaynaklı koda ait telefonlarının yazılımlarının ve donanımlarının uyumsuz olduğu ve uygulama performans sorunun olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Dördüncü görüşme sorusunda mobil uygulamanın yeniden tasarlanması ile ilgili eklenmesi ve tasarımın aynı kalmasına dair öğrencilerin genelde eklenmesine dair oyun ve bölüm sayısının artırılması yönünde olurken, tasarımın aynı kalmasına ilişkin ise çok iyi olduğuna yönelik görüşleri tespit edilmiştir. Beşinci görüşme sorusunda ise kullanılan mobil uygulamanın zorluk seviyesi hakkında düşünceleri doğrultusunda öğrencilerin çoğunluğunun mobil uygulamanın orta olduğu ve rahatlıkla anlayabildikleri yönünde görüşleri tespit edilmiştir. Altıncı görüşme sorusunda mobil uygulamanın sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmelerine yönelik sağladığı katkı ile ilgili öğrencilerin çoğunlukla verdikleri cevapların sürdürülebilirlik ve çevre konularında bilinçlenme yönünde olduğu görülmüştür. Yedinci görüşme sorusunda mobil uygulamayı tekrar tekrar kullanmak isteyip istememe durumu ile ilgili görüşleri doğrultusunda öğrencilerin yine çoğunluğu uygulamanın güzel olduğu, başkalarını bilinçlendirdiğine dair hatta öğrenmeye katkısına yönelik konunun pekiştirilmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Son olarak sekizinci görüşme sorusunda ise mobil uygulamayı arkadaşlarıyla paylaşıp paylaşmama durumuna yönelik görüşleri doğrultusunda öğrencilerin çoğunluğunun mobil uygulamayı arkadaşlarıyla paylaşacaklarına ve hatta onların da bilinçlenmelerine yardımcı olacaklarını belirtmişlerdir.

Birinci görüşme sorusunda bir öğrenci kullandığı mobil uygulamanın renklerinin uygulamanın konusuyla uyumlu olduğu belirtilmiştir. “Kullanılan renkler uygulamanın konusuyla uyumluydu, yazı karakterleri ve büyüklükleri çok iyiydi.” gibi ifadelerle çoğu öğrenci uygulamayı çok beğendikleri bunun yanında uygulamanın çok yararlı ve eğlenceli olduğunu ifade edilmiştir. Bunun yanında arayüzde gezinme kolaylığı sağladığını ve her şeyin çok güzel olduğunu ifade etmişlerdir. “Menüler arası geçişler ve her şey çok güzeldi.” gibi ifadeler kullanmışlardır.

Ortaokul öğrencilerinin çoğunluğunun kullandıkları mobil uygulamanın gayet yeterli, amacına uygun ve güzel olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum ise sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen mobil uygulamanın öğrencilere sürdürülebilir yaşam konusunda katkı sağladığını ortaya konulmuştur.

İkinci görüşme sorusunda çoğu öğrenci en çok beğendikleri bölüm ile ilgili su alt kategorisinde yer alan basketbol oyunundan bahsetmişlerdir. “Basketbol oyunu bence. Çünkü su hayatımızdaki en önemli şeylerden biridir. Getirdiği sorunlarda çok fazla olduğu için bence su oyunu en iyi kısımdı.” gibi ifadeler kullanmışlardır. Bu durum öğrencilerin hayatımız ve geleceğimiz için suyun ne kadar önemli olduğunun bilincinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca artırılmış gerçeklik ile ilgili bölümlerini de beğendiklerini ifade etmişlerdir. “Artırılmış gerçeklik ile ilgili olan geri dönüşüm atık malzemelerini attığımız bölümü çok beğendim. Çünkü insanların atıklar konusunda bilinçli olması gereklidir.” gibi ifadeler kullanılmıştır. Böylece öğrencilerin atıklar konusunda çevreye yönelik davranışlarında hassas olmalı ve artırılmış gerçeklik ile geri dönüşüm kutularını amacına uygun olarak kullanmayı somut bir şekilde öğrenmelerine olanak sağlanmıştır. Bunun yanında “sürdürülebilir okul bölümü çok güzeldi. Yani kendi okulunu kurmak kadar güzel bir şey yok” gibi ifadeler kullanmışlardır. Sürdürülebilir okul tasarlanma aşamasında öğrencilerin bir sürdürülebilir okulda olması gerekenlere çok dikkat etmesi, buna göre de doğru nesnelerle hareket ettiği görülmektedir. Son olarak ise “Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü çok güzeldi. Çünkü soruların artırılmış gerçeklik ile desteklenmesi gayet ilgi çekici olmuş.” gibi ifadeler kullanmışlardır. Öğrencilerin kavraması zor olan ve sıralamasının sürekli karıştırıldığı sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümünü artırılmış gerçeklik kullanarak somut hale getirip sorulması, öğrencilerin bu hedefleri çok iyi kavramasına ve öğrenmesine katkı sağlamıştır.

Üçüncü görüşme sorusunda verilen cevaplarda daha çok uygulamayı kullanırken yaşanan zorluklar ile ilgili öğrencilerin çoğunluğu teknolojik problemler alt kategorisinde ait telefonlarındaki yazılımsal problemlere ilişkin cevaplar bulunmaktadır. “Telefonumun yazılımı yetersizdi.” gibi ifadeler kullanılmıştır. Bu durumda öğrencilerin artırılmış gerçekliği tam anlamıyla kullanabilmesi için telefonlarının yazılımlarının desteklemesi ve güncel olması gerekli olmaktadır. Bunun yanında sistem hatalarına ilişkin ortak cevaplardan ise oyunların bazı bölümlerinde soruyu cevapladıktan sonra başa atma sorunu yaşadıklarını belirtmişlerdir. “Enerji ve gıda bölümlerinde cevaplanan sorudan sonra başa atıyordu. Ayrıca telefon yazılımının desteklemediği için artırılmış gerçeklik bölümlerine giremedim.” şeklinde ifade

etmişlerdir. Genel anlamda bazı öğrenciler bu tür problemler yaşadıkları belirtmişlerdir.

Dördüncü görüşme sorusuna çoğu öğrenci ortak cevap olarak mobil uygulamanın eklenmesi ve tasarımın aynı kalması yönünde alt kategoriler yer almaktadır. Tasarımın aynı kalması alt kategorisine yönelik cevaplardan uygulamanın çok iyi olduğunu belirtmişlerdir “Bence seviye olarak çok güzel olmuş bir şey eklemek ve çıkarmak istemezdim.” şeklinde belirtilmiştir. Öğrencilerin ortak cevaplarından tasarımın aynı kalmasına ilişkin görüşlerinin olduğu ortaya çıkmaktadır. Aslında bu görüşte öğrencilerin geliştirilen mobil uygulamadan memnun oldukları aynı zamanda sürdürülebilir yaşama ilişkin mevcut kavramları çok iyi öğrendikleri yönünde sonuca ulaşılmıştır. Eklenmesi gereken özelliklerde yer alan alt kategoride ise oyun/bölümlerin sayısının artırılması yönünde ifade edilmiştir. “Soru çeşidi olarak boşluk doldurmalar olabilirdi. Çeşit artırılabilir.” şeklinde belirtilmiştir. Öğrenciler bu cevapla mevcut oyunların çok etkili olduğu hatta bununla birlikte daha fazla oyun çeşidi eklenmesini isteyerek uygulamanın devamlılığı yönünde görüşünde olduğunu göstermektedir.

Beşinci görüşme sorusuna çoğu öğrenci cevap olarak mobil uygulamanın sorularının seviyesi açısından değerlendirildiğinde orta olduğu yönünde ifade etmiştir. “Zorluk seviyesi güzeldi ne kolay ne zordu bilen yapabilirdi.” şeklinde belirtilmiştir. Bazı öğrenciler ise ortak cevap olarak uygulama sorularının zorluk seviyesinin gayet yeterli olduğuna dair görüşünü ön plana atmıştır Sadece bu görüşle aslında soruların orta zorlukta olduğu öğrencilerden konuya hâkim ve çevreye yönelik bilinçli olanların yapabilmesi önemli olmaktadır. Ayrıca öğrencilerin geneli “Bence seviye olarak çok güzel olmuş.” şeklinde ifadeler kullanılmıştır. Bu görüşe göre uygulamada yer alan soruların zorluk seviyesinin uygun olduğu görülmektedir.

Altıncı görüşme sorusuna öğrencilerin çoğu cevap olarak sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmelerine yönelik sağladığı katkının sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık kazanma yönünde olduğu bilgi artışının olduğu ve çevre bilincinin kazandıklarını belirtmişlerdir. “Konuyu ilk defa öğrendiğim için bu uygulama ile daha iyi bir şekilde pekiştirdim. Bilmediğim konularda oyunlar sayesinde aklımda kalıcı olmasını sağladı.” gibi ifadeler kullanılmıştır. Öğrenciler bu cevap ile uygulamanın

konuyu öğrenmede ne kadar faydalı olduğu konuya somut olarak yaklaştığı için konuya yönelik bilgilerinin arttığını göstermektedir. Diğer ortak cevap ise öğrencilerin çevre bilincinin kazanmasına olanak sağlaması olmuştur. “Tekrar kullanmak isterim, çünkü çok eğlenceli bir uygulamaydı.” şeklinde belirtilmiştir.

Yedinci görüşme sorusuna öğrencilerin çoğu cevap olarak uygulamanın tekrar tekrar kullanmasına yönelik vermiş oldukları cevapların olumlu deneyimler çerçevesinde olduğu ve tasarımın çok keyifli ve zevkli bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir. “Uygulamayı tabikide tekrar tekrar oynayacağım çok eğlenceli ve çok zevkli bir uygulama olmuş.” şeklinde belirtilmiştir. Öğrenciler bu cevapla uygulamanın gayet iyi olduğu oynarken çok keyifli olduklarını ifade etmektedirler. Diğer ortak cevap ise “Evet kullanırdım çünkü uygulamayı kullandıktan sonra bu konuyu daha çok öğrenmiş oldum.” şeklinde ifade edilmiştir.

Sekizinci görüşme sorusunda ise öğrencilerin çoğu genel olarak uygulamayı başka arkadaşlarıyla paylaşacağını belirtmişlerdir. “Evet okuldaki arkadaşlarıma oyunları oynadıktan sonra hemen anlattım. Onlarda bu uygulamadaki oyunları oynamak istediler.” gibi ifadeler kullanılmıştır. “Paylaşmak isterim çünkü bu oyun diğer arkadaşlarımda da konuyu öğrenmelerine yardımcı olacaktır.” şeklinde ifadeler kullanılmıştır. Aslında bu görüşler doğrultusunda öğrencilerin kendileri zaten bu uygulama ile bilinçlendiği ve faydalı bulduğu konuyu daha iyi pekiştirdiklerinden dolayı arkadaşlarının da bu konuya yönelik bilinçlenmelerine olanak sağlayacağını düşündüklerini gösterebilmektedir.

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, sürdürülebilirlik konularını öğrenciler için daha ilgi çekici hale getirmektedir. AG mobil uygulamaları sayesinde öğrenciler, sürdürülebilirlik kavramlarını günlük hayatla ilişkilendirebilir bununla ilgili sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi soyut kavramları somut hale dönüştürerek daha iyi anlamalarını sağlamaktadır. Eğlenceli oyunlaştırılmış içerikler sürdürülebilirlik gibi ciddi konuları daha ilgi çekici hale getirmektedir. Geri dönüşüm konusundaki duyarlılığın artırılması adına artırılmış gerçeklik kullanılarak öğrencilerin doğru çöp kutusunu seçerek puan toplamasına olanak sağlanmıştır.

Nitekim, literatürde de artırılmış gerçekliğin, öğrencilerin çevresel kavramlarla etkileşimini artırdığı, öğrenme sürecini daha ilgi çekici ve anlamlı hâle getirdiği vurgulanmaktadır (Bressler ve Bodzin, 2013; Wu vd., 2013). Bu bulgular doğrultusunda, artırılmış gerçeklik uygulamalarının sadece bilgi kazandırma amacının ötesine geçerek, davranış değişikliği yaratma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Ibáñez ve Delgado-Kloos, 2018). Ayrıca, AG içeriklerinin daha fazla duyuya hitap edecek şekilde zenginleştirilmesi (örneğin sesli geri bildirimler, anlık yönlendirmeler, artırılmış görevler) öğrencilerin dikkatini sürdürmeleri ve bilgileri daha kalıcı hâle getirmeleri açısından önem arz etmektedir (Radu, 2014; Dunleavy ve Dede, 2014).

5.5 Öneriler

Bu araştırmada ortaokul öğrencilerinin *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilerek bu uygulama ile araştırmaya katılan öğrencilerin ekolojik ayak izi ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeyleri belirlenmiştir. Bu araştırmada ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda bu konuda çalışacak araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur;

- Bu araştırmada ortaokul öğrencileri için geliştirilen *ECohool* mobil artırılmış gerçeklik uygulaması farklı araştırmalarda daha büyük örneklemelerde, farklı yaş seviyelerindeki öğrenciler için de kullanılabilir.
- Ön test-son test ölçümler kısa dönem içinde yapıldığından dolayı uygulamanın orta/uzun vadede öğrencilerde ne tür davranış değişimleri yarattığına veya kullanımda kalıcılığına dair izleme süreci takip edilebilir.
- Fen Bilimleri derslerinde öğretmenler bu uygulama ile Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ile de ön plana çıkan sürdürülebilir yaşam için eğitim konularında daha fazla bilgi sahibi olabilir, ekolojik ayak izi, sürdürülebilir okul ve sürdürülebilir kalkınmanın 17 hedefi ile ilgili kavramları öğrencilerine daha somut ve eğlenceli bir şekilde öğretebilirler.
- Bu araştırmada öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış grup görüşme sonucunda öğrencilerin geliştirilen mobil uygulamaya yönelik sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin görüşlerini daha

derinlemesine bilgi edinmek için bu konuda farklı nitel ölçme araçları ile (odak grup görüşmesi, gözlem vb.) araştırmalar yapılabilir.

- *ECohool* mobil uygulamasının IOS işletim sisteminde çalışan bir versiyonu da geliştirilebilir.
- Uygulamada yer alan oyun içerikleri farklı zorluk seviyelerinde daha fazla sayıda sürdürülebilir kalkınma hedefinin amaçlarını da içerecek şekilde zenginleştirilebilir.



KAYNAKLAR

- Abdüsselam, M. S., 2014. Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği, Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 4, 1, 59–74.
- Abdüsselam, Z., 2022. Fen öğretiminde artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin ışık mikroskobu kullanımına etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ai-Jou, P., Cheng, B., Chou., P. ve Geng, Y., 2024. Using augmented reality games to support sustainable development goal learning among young students: a trueexperimental study, Library Hi Tech, Emerald Publishing, Tainan, Taiwan.
- Akbaş, O. ve Şad, S. N., 2024. Sürdürülebilir kalkınma için eğitim uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkisinin incelenmesi: Sistematik bir derleme çalışması, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 18, 1, 1-32.
- Akbolat, E., Soyalp, F. ve Arsen, S., 2023. Fen bilimleri 7. sınıf güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik kullanımının kavram yanılgıları üzerine etkisi, TRB2 Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, Van, Kongre Bildirileri Tam Metin Kitabı, 39-68.
- Akçayır, M. ve Akçayır, G., 2017. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature, Educational Research Review, 20, 1-11.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M. ve Ocak, M. A., 2016. Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories, Computers in Human Behavior, 57, 334-342.
- Akgül, F. A. ve Aydoğdu, M., 2020. Ortaokul öğrencileri için sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi, Trakya Eğitim Dergisi, 10, 2, 378-393.
- Akgün, A., Duruk, Ü. ve Gülmez Güngörmez, H., 2016. Ortaokul öğrencilerinin çevre eğitimi kavramına yönelik metaforları, Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 215-224.
- Akgün, E. ve Üstün, A. B., 2023. Mobil artırılmış gerçeklikle öğrenmeye yönelik içerik analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 56, 362-383.

- Akkiren, B., 2019. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Akpolat, T. ve Demirbilek, M., 2024. Sürdürülebilir okul özellikleri ölçeği, Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 13, 4, 801-816.
- Akyol, A. ve Anıl, Ö., 2024. Fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkisinin karma-meta yöntemi ile analizi, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 44, 1, 91-125.
- Albayrak, A., 2025. Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik: Bir içerik analizi çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Alkış, S. 2007. Coğrafya eğitiminde yükselen paradigma: Sürdürülebilir bir dünya, Marmara Coğrafya Dergisi, 15, 55-64.
- Altuntaş, C. ve Türker, D., 2012. Sürdürülebilir tedarik zincirleri: Sürdürülebilirlik raporlarının içerik analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 3, 39-64.
- Alzahrani, N. M., 2020. Augmented reality: A systematic review of its benefits and challenges in e-learning contexts, Applied Sciences, 10, 16, 56-60.
- Arancıoğlu, E., 2025. Artırılmış gerçeklik destekli uygulamaların fen bilimleri dersi vücudumuzdaki sistemler ünitesinde başarıya, motivasyona ve kalıcılığa etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Arici, F., 2024. Investigating the effectiveness of augmented reality technology in science education in terms of environmental literacy, self-regulation, and motivation to learn science, International Journal of Human-Computer Interaction, 40, 24, 8476-8496.
- Arita M., Syifa N., Tunjungsari S., Desy S., Ika L., Yustia S., Umasih, A. ve Rossi I., 2022. Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class, International Journal of Interactive Mobile Technologies, 16, 7, 99-115.
- Arth, C., Grasset, R., Gruber, L., Langlotz, T., Mulloni, A. ve Wagner, D., 2015. The history of mobile augmented reality, Technical Report. Inst. For Computer Graphics and Vision Graz University of Technology, Austriaar Xivpreprint arXiv:1505.01319.
- Arslan, H. Ö. ve Yağmur, Z. İ., 2022. Fen bilimleri öğretmenlerinin ekolojik ayak izi bilgi düzeyleri ve “Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitime” ilişkin görüşleri, Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 10, 18, 139-167.

- Ateş, A., 2018. 7. sınıf fen ve teknoloji dersi “maddenin tanecikli yapısı ve saf maddeler” konusunda artırılmış gerçeklik teknolojileri kullanılarak oluşturulan öğrenme materyalinin akademik başarıya etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Ateş, H. 2019. Fen bilimleri dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından analizi, YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 16, 1, 101-127.
- Ateş, H. ve Garzón, J., 2023. An integrated model for examining teachers’ intentions to use augmented reality in science courses, Education and Information Technologies, 28, 2, 1299-1321.
- Ateş, H. ve Gül, K. S., 2018. Investigating of pre-service science teachers’ beliefs on education for sustainable development and sustainable behaviors, International Electronic Journal of Environmental Education, 8, 2, 105-122.
- Atmaca, A. C. Kiray, S. A. ve Pehlivan, M., 2018. Sustainable development from past to present, Shelley M. ve Kiray S. A. (Editörler), Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology, International Society for Research in Education and Science (ISRES) Publishing, Iowa, USA.
- Aydede, M. N., Deveci, E. Ü. ve Gönen, Ç., 2019. Çevre okuryazarlığı ve sürdürülebilirlik, Hastürk H. G. (Editör), Çevre Eğitimi, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Aydın, G., 2021. Uluslar arası hukuk ve Türk hukukuna göre sürdürülebilir kalkınma, Yavuz Tiftikçigil B. (Editör), Farklı Perspektiflerden Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Aydin, M. ve Ozcan, I., 2022. Evaluating the content accuracy of augmented reality applications on the Solar System, Physics Education, 57, 3, 1-12.
- Azrak, Y., 2023. Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıklarının incelenmesi, PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9, 1, 33-42.
- Azuma, R. T., 1997. A survey of augmented reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6, 4, 355-385.
- Azuma, R. T., 2004. Overview of augmented reality, ACM SIGGRAPH 2004 Course Notes, 26, Los Angeles, California, USA.
- Bailenson, J. N., 2024. Virtual Reality, MIT Press – Open Encyclopedia of Cognitive Science, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Barraza-Castillo, R. I., Cruz Sánchez, V. G. ve Vergara Villegas, O. O., 2015. A pilot study on the use of mobile augmented reality for interactive experimentation in quadratic equations, Mathematical Problems in Engineering, 2015, 1, 1-13.

- Baytak, A., Tarman, B. ve Ayas, C., 2011. Experiencing technology integration in education: children's perceptions, *International Electronic Journal of Elementary Education*, 3, 2, 139-151.
- Benli Özdemir, E., 2019. Animasyon destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay kavramları hakkındaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve astronomiye yönelik tutuma etkisi, *Başkent University Journal of Education*, 6, 1, 46–58.
- Billingham, M. ve Duenser, A., 2012. Augmented reality in the classroom, *Computer*, 45, 7, 56-63.
- Birdsall, S., 2013. Measuring student teachers' understandings and self-awareness of sustainability, *Environmental Education Research*, 20, 6, 814–835.
- Birand, A., 2016. Okul öncesi öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalıkları ve çevre dostu davranışları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yakın Doğu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Okul Öncesi Öğretmenliği Anabilim Dalı. Kıbrıs.
- Blewitt, J., 2012. *Understanding sustainable development*. Routledge, London, United Kingdom.
- Bolstad, R., Baker, R., Barker, M. ve Keown, P., 2004. Environmental education in New Zealand schools: Research into current practices and future possibilities, Volume 2: A review of national and international research literature on environmental education practices, Ministry of Education, Wellington, New Zealand.
- Bonnard, Q., Verma, H., Kaplan, F. ve Dillenbourg, P., 2012. Paper interfaces for learning geometry, *Artificial Neural Networks in Pattern Recognition*, Springer, Trento, Italy.
- Bonnellame, N. ve Stevenson, N., 2023. The use of digital pedagogies for accessible and equitable teaching and learning of fashion design for sustainability: A case study, *Accelerating Sustainability in Fashion, Clothing and Textiles*, Routledge, London, United Kingdom.
- Bostan, L., Biçicioğlu, D., Kahriman, D. ve Topal, N., 2025. Fen eğitimi için okul yönetiminde teknoloji kullanımı, *Sosyal Gelişim Dergisi*, 3, 1, 33-44.
- Bozkurt, A. ve Kenan, O., 2022. Sürdürülebilir kalkınma için eğitimde paradigma değişimi ve yeni öğrenme yaklaşımları, *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 8, 1, 114-143.
- Braus, J. ve Wood, D., 1993. *Environmental education in the schools: Creating a program that works!*, Vol. 2, North American Association for Environmental Education, Washington, D.C., USA.

- Bressler, D. M. ve Bodzin, A. M., 2013. A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game, *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 6, 505–517.
- Bronack, S. C., 2011. The role of immersive media in online education, *Journal of Continuing Higher Education*, 59, 2, 113–117.
- Brundiers, K., Wiek, A. ve Redman, C. L., 2010. Real-world learning opportunities in sustainability: From classroom into the real world, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11, 4, 308-324.
- Bujak, K., Radu, I., Catrambone, C., MacIntyre, B., Zheng, R. ve Golubski, G., 2013. A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom, *Computers and Education*, 68, 536–544.
- Bulut, B. ve akmak, Z., 2018. Sürdürülebilir kalkınma eğitimi ve öğretim programlarına yansımaları, *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim Dergisi*, 7, 4, 2680-2697.
- Büyüköztürk, Ş., akmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. 2011. Bilimsel araştırma yöntemleri, Pegem Akademi, Ankara.
- Cai, S., 2018. Case studies of augmented reality applications for authentic learning, *Authentic Learning Through Advances in Technologies*, Springer, Singapore, Singapore.
- Ceccherini, F., Durelli, V. H. ve Puccinelli, F., 2016. Mobile application development: A systematic review, *International Journal of Computer Applications*, 143, 11, 31-36.
- Ceylan, Ö., 2015. Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımının 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve bilişsel yapılarına etkisinin incelenmesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Chang, G., Morreale, P., Medicherla, P., 2010. Applications of augmented reality systems in education, *Society for Information Technology ve Teacher Education International Conference*, San Diego, USA, 78, 5, 1380-1385.
- Chasanidou, D., Krogstie, J. ve Boletsis, C., 2023. Sustainability design in mobile augmented reality, *NIKT: Norsk IKT-konferanse for Forskning og Utdanning*, 2, 1-15.
- Chen, C. M. ve Wang, Y. H., 2015. Improving the learning performance with augmented reality for elementary school students in learning English, *Journal of Engineering Technology and Education*, 12, 4, 409-421.
- Chen, S. Y., Lin, P. H., Lai, Y. H. ve Liu, C. J., 2024. Enhancing education on aurora astronomy and climate science awareness through augmented reality technology and mobile learning, *Sustainability*, 16, 13, 54-65.

- Coimbra, M. T., Cardoso, T. ve Mateus, A., 2015. Augmented reality: an enhancer for higher education students in math's learning?, *Procedia Computer Science*, 67, 332-339.
- Collins, A., Joseph, D. ve Bielaczyc, K., 2004. Design research: Theoretical and methodological issues, *Journal of the Learning Sciences*, 13, 1, 15-42.
- Corney G. ve Reid, A., 2007. Student teachers' learning about subject matter and pedagogy in education for sustainable development, *Environ. Educ. Res.* 13, 1, 33-54.
- Coşkun, H. 2019. Hücre ve bölünmeler ünitesinin artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Guaña-Moya, J., Samala, A. D. ve Luján-Mora, S., 2024. Towards sustainable education with the use of mobile augmented reality in early childhood and primary education: A systematic mapping, *Sustainability*, 16, 3, 1192.
- Çakırlar-Altuntaş, E. ve Levent Turan, S., 2025. Effectiveness of documentary-based augmented reality application in teaching environmental problems, *Journal of Biological Education*, 59, 1, 4-15.
- Çamur, A., 2018. Mimari özellikleri farklı ilkokul binalarında görev yapan öğretmenlerin okulları hakkındaki görüşleri. (tezsiz yüksek lisans projesi). URL adres: <http://acikerisim.pau.edu.tr/xmlui/handle/11499/2523> Erişim tarihi: 25.03.2025.
- Çaydere, O. ve Akgün, N., 2023. Eğitimde yenilikçi teknolojilerin kullanımı ve çağdaş içerik tasarlama, *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7, 2, 439-451.
- Çetin, H. ve Türkan, A., 2022. The effect of augmented reality based applications on achieve mentandattitude towards science course in distance education process, *Education and Information Technologies*, 27, 2, 1397-1415.
- Çilhoroz, Y. ve Işık, O., 2018. Ankara'daki hastanelerin yeşil hastane ölçütlerine uygunluğunun incelenmesi, *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 21, 1, 41-63.
- Çobanoğlu, O. ve Türer, B., 2015. The awareness of science and social science prospective teachers regarding to sustainable environment, *International Journal of Turkish, Education Sciences*, 5, 235-247.
- Çoşkun, I., 2013. Sınıf öğretmeni adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Çullu, F., 2025. Okul öncesi öğretmenlerinin sürdürülebilirlik pedagojik alan bilgileri ile çocukların sürdürülebilir davranışları ve ekolojik ayak izi farkındalıkları, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale.
- Dawana, I. R., Prahani, B. K., Hariyono, E. ve Dewangga, N. S. A., 2025. Student profiles in physics can affect the problem-solving of students: The role of augmented reality and problem basen learning in supporting sustainable, Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 13, 1, 287-298.
- De Ravé, E. G., Jiménez -Hornero, F. J., Ariza -Villaverde, A. B. ve Tagu as-Ruiz, J., 2016. DiedricAR: a mobile augmented reality system designed for the ubiquitous descriptive geometry learning, Multimedia Tools and Applications, 75, 16, 9641-9663.
- Dede, C., 2009. Immersive interfaces for engagement and learning, Science, 323, 5910, 66-69.
- Dede, C., Salzman, M., Loftin, R. B. ve Ash, K., 1997. Using virtual reality technology to convey abstract scientific concepts. Learning the Sciences of the 21st Century: Research, Design, and Implementing Advanced Technology Learning Environments, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, USA.
- Del Cerro Velázquez, F. ve Morales Méndez, G., 2018. Augmented reality and mobile devices: A binominal methodological resource for inclusive education (SDG 4). An example in secondary education, Sustainability, 10, 10, 34-46.
- Demir, D., Şahin, Ç. ve Özdemir, M., 2024. İlkokul kademesinde yapılmış artırılmış gerçeklik çalışmalarının incelenmesi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 26, 1, 1-26.
- Demircioglu, T., Karakus, M. ve Ucar, S., 2022. The impact of augmented reality-based argumentation activities on middle school students' academic achievement and motivation in science classes, Education Quarterly Reviews, 5, 2, 22-34.
- Demitriadou, E., Stavroulia, K. E. ve Lanitis, A., 2020. Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education, Education and Information Technologies, 25, 1, 381-401.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B. ve Kloos, C. D., 2013. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. Computers and Education, 68, 586-596.
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Van den Eynden, S. ve Basten, D., 2015. Benefits of augmented reality in educational environments—A systematic literature review, Wirtschaftsinformatik, 3, 6, 1542-1556.

- Dikmen, M. ve Bahadır F., 2021. Artırılmış gerçekliğin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin meta analizi, Ekev Akademi Dergisi, 25, 85, 283-310.
- Doğan, D., Erol, T. ve Mendi, A. F., 2021. Sağlık alanında karma gerçeklik, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 29, 11-18.
- Doğan, Y. ve Atik, A. D., 2021. Çevre eğitimi, Halil, T. ve Yavuz, T. (Editörler), Kaynakların Sınırlılığı ve Ekolojik Ayak İzi, 1. baskı. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Dunleavy, M. ve Dede, C., 2014. Augmented reality teaching and learning, J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen ve M. J. Bishop (Editörler), Handbook of Research on Educational Communications and Technology, Springer, New York, USA.
- Dunleavy, M., Dede, C. ve Mitchell, R., 2009. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning, Journal of Science Education and Technology, 18, 1, 7-22.
- Eilks, I., Nielsen, J. A. ve Hofstein, A., 2014. Learning about the role of science in public debate as an essential component of scientific literacy, Bruguière, C., Tiberghien, A. ve Clément P. (Editörler), Topics and Trends in Current Science Education, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Ekinci-Ünyeli, Ö., 2024. Türkiye’de fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi: Bir meta analiz çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ekleş, Y. ve Doğru, M., 2024. Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik: Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, kaygı ve bilişsel yük düzeyleri, Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 7, 2, 91-110.
- Elsayed, S. A. ve Al-Najrani, H. I., 2021. Effectiveness of the augmented reality on improving the visual thinking in mathematics and academic motivation for middle school students, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 17, 8, em1991.
- Engin, H., 2010. Coğrafya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilirlik eğitimi ve çevre eğitimi konularının kazandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eraslan, Ş. ve Seçme, D., 2021. Mimarlık fakültesi öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalık düzeyi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25, 3, 481-491.
- Erbaş, Ç. ve Demirer, V., 2019. Eğitimde sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları, SETA Yayınları, Ankara.

- Ergün, T. ve Çobanoğlu, N., 2012. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre etiği, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3, 1, 97-123.
- Erwis, F., Jixiong, C., Rahayu, N., Raharja, A. R. ve Zebua, R. S. Y., 2024. Use of augmented reality (AG) in mobile learning for natural science lessons, Journal of Social Science Utilizing Technology, 2, 1, 116-126.
- Faiz, M. ve Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., 2019. Öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma farkındalıkları, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 4, 1255-1271.
- Fombona-Pascual, A., Fombona, J. ve Vicente, R., 2022. Augmented reality, a review of a way to represent and manipulate 3D chemical structures, Journal of Chemical Information and Modeling, 62, 8, 1863-1872.
- Foster, J., 2001. Education as sustainability, Environmental Education Research, 7, 2, 153-165.
- Freitas, R. ve Campos, P., 2008. SMART: a System of augmented reality for teaching 2nd grade students, People and Computers XXII Culture, Creativity, Interaction 22, 27-30.
- Gao, S., Lu, Y., Ooi, C. H., Cai, Y. ve Gunawan, P., 2023. Designing interactive augmented reality application for student's directed learning of continuous distillation process, Computers and Chemical Engineering, 169, 1-29.
- Gough, A., 2005. Sustainable schools: Renovating educational processes, Applied Environmental Education and Communication, 4, 4, 339-351.
- Göçmen, H., 2019. Güneş sistemi ve ötesi konusunun etkili öğrenimi için artırılmış gerçeklik odaklı bir tasarım, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Gökmen, A., 2014. Sürdürülebilir kalkınma için eğitim: öğretmen adaylarının tutumları ile ilişkili olan faktörler (Gazi eğitim fakültesi örneği), Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Grober, U., 2007. Deep roots: a conceptual history of 'sustainable development' (nachhaltigkeit), Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), Berlin, Germany.
- Güler, M., 2016. Sürdürülebilir tasarım ölçütleri bağlamında yeşil ofis binalarının analiz ve karşılaştırması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi – Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Güler, T., 2009. The effects of an ecology based environmental education on teachers' opinions about environmental education, Eğitim ve Bilim, 34, 151, 30-42.

- Güler, Ü. A., Küçük, M. ve Gök, G., 2022. Çevre mühendisliği öğrencilerinin ekolojik ayak izlerinin belirlenmesi: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi örneği, *Academic Research Journal of Technical Vocational Schoolffs*, 5, 1, 9-17.
- Günel, N., Yücel Işıldar, G. ve Atik, A. D., 2018. Üniversite öğrencilerinin ekolojik ayak izi azaltılması konusundaki eğilimlerinin incelenmesi, *TÜBAV Bilim Dergisi*, 11, 4, 34-46.
- Güngör, H. ve Cevher Kalburan, F. N., 2022. Okul öncesi eğitim kurumu çalışanlarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi, *International Journal of New Trends in Arts, Sports and Science Education*, 1, 1, 17-26.
- Güngördü, D., 2018. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin atom modelleri konusuna yönelik başarı ve tutumlarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- Hajer, M., Nilsson, M., Raworth, K., Bakker, P., Berkhout, F., De Boer, Y., Rockström J., Ludwig, K. ve Kok, M., 2015. Beyond cockpit-ism: Four insights to enhance the transformative potential of the sustainable development goals, *Sustainability*, 7, 2, 1651-1660.
- Hargreaves, A. ve Fink, D., 2003. Sustaining leadership, *Phi Delta Kappan*, 84, 9, 693-700.
- Harris, E. L., 2005. Key strategies to improve schools: How to apply them contextually, R and L Education, Lanham, Maryland, USA.
- Herlina, M. G., Iskandar, K. ve Triana, I., 2025. Augmented reality green training: Elevating environmental knowledge and driving pro-environmental behaviour among indonesian white-collar workers, *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Les Ulis, France, 601, 00014, 1-16.
- Holbrook, J., 2009. Meeting challenges to sustainable development through science and technology education, *Science Education International*, 20, 44-59.
- Hotinli, G., Eralp, S. S., Güder, N., Akpınar, P. ve Öztürk, A. E., 2012. Birinci sürdürülebilir kalkınma için eğitim konferansı ön raporu, Bölgesel Çevre Merkezi (REC), Ankara.
- Huckle, J., 2014. Education for sustainable citizenship: An emerging focus for education for sustainability, *Education For Sustainability*, Routledge, London, United Kingdom.
- Hüdavendigâr, M. N., 2024. Sosyal bilgiler öğretmen adayları tarafından tasarlanan değerler eğitimi temelli ekolojik ayak izi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin çevresel farkındalıklarına etkisi, Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Bursa.

- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C. ve Tu, N. T., 2016. Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations, *Interactive Learning Environments*, 24, 8, 1895-1906.
- Ibáñez, M. B. ve Delgado-Kloos, C., 2018. Augmented reality for STEM learning: A systematic review, *Computers & Education*, 123, 109–123.
- Ibáñez, M. B., Di-Serio, Á., Villarán-Molina, D. ve Delgado-Kloos, C., 2014. Augmented reality-based simulators as discovery learning tools: An empirical study, *IEEE Transactions on Education*, 58, 3, 208-213.
- Inukollu, V. N., Keshamoni, D. D., Kang, T. ve Inukollu, M., 2014. Factors influencing quality of mobile apps: Role of mobile app development life cycle, *International Journal of Software Engineering and Applications (IJSEA)*, 5, 5, 1-20.
- Ismail, G. A. ve Aldous, S. M., 2025. Digital innovation in green learning: Ensuring safety while fostering environmental stewardship, *Legal Frameworks and Educational Strategies for Sustainable Development*, IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA.
- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S. ve Billinghamurst, M., 2019. An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51, 2, 224-246.
- İbili, E. ve Şahin, S., 2013. Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3D geometri kitabı yazılımın tasarımı ve geliştirilmesi: AGGE3D, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13, 1, 1-8.
- Jabareen, Y., 2011. Teaching sustainability: A multidisciplinary approach, *Creative Education*, 2, 4, 388-392.
- Joorabchi, M. E., Mesbah, A. ve Kruchten, P., 2013. Real challenges in mobile app development, *2013 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, Baltimore, Maryland, USA, 15-24.
- Jost, P., Rangger, S. ve Lehmann, J., 2025. Enhancing sustainability decisions: AR and AI in gamified public education for environmental decision-making, *Future of Information and Communication Conference*, Springer, Rome, Italy, 272-289.
- Kalaitzidis, D., 2012. Sustainable school indicators: Approaching the vision through the sustainable school award, *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 14, 2, 168-180.
- Kalemkuş, J. ve Kalemkuş, F., 2023. Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of student in science education: Meta analysis review, *Interactive Learning Environments*, 31, 9, 6017-6034.

- Kaman, D. ve Bozkurt, Y., 2025. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Geleceği şekillendirecek stratejiler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 83, 299-316.
- Karadeniz, A. ve Kılıç, H. E., 2019. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitimde kullanımı: Fen bilimleri öğretmenleri üzerine bir araştırma, *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5, 2, 63-80.
- Karagozlu, D., 2021. Creating a sustainable education environment with augmented reality technology, *Sustainability*, 13, 11, 5851.
- Karakaş, M. ve Özerbaş, M. A., 2020. Öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamaları üzerine görüşleri: Optik ünitesi örneği, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28, 5, 2000-2008.
- Karsantık, Y. ve Akınoğlu, O., 2024. Sürdürülebilir okul özellikleri ölçeği, *Cumhuriyet International Journal of Education*, 13, 4, 1-19.
- Kaufmann, H. ve Schmalstieg, D., 2003. Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality, *Computers and Graphics*, 27, 3, 339-345.
- Kavaz, D. ve Öztoprak, H., 2019. A case study on sustainable development awareness and environmental responsibility, *Folklore/Literature*, 25, 97-1, 147-166.
- Kaya, M. F., 2012. Coğrafya eğitiminin sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından önemi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5, 2, 183-200.
- Kaya, M. F. ve Tomal, N., 2011. Sosyal bilgiler dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi, *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1, 2, 49-65.
- Kayalar, M. T. ve Baran, G., 2021. Fen bilimleri eğitiminde artırılmış gerçekliğe ilişkin çalışmaların analizi, *Caucasian Journal of Science*, 8, 2, 123-138.
- Kaypak, Ş., 2011. Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre, *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13, 20, 19-33.
- Keleş, Ö., 2007. Sürdürülebilir yaşama yönelik çevre eğitimi aracı olarak ekolojik ayak izinin uygulanması ve değerlendirilmesi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Keleş, Ö., 2011. Öğrenme halkası modelinin öğrencilerin ekolojik ayak izlerini azaltmasına etkisi, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10, 3, 1143-1160.
- Keleş, Ö., 2017. Investigation of pre-service science teachers' attitudes towards sustainable environmental education, *Higher Education Studies*, 7, 3, 171-180.

- Keleş, Ö., 2021. Sürdürülebilir gelişme için sürdürülebilir okullar, Uluslararası Maarif Dergisi, 2, 5, 38-43.
- Kılıç, T. ve Karadeniz, Ş., 2018. Artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirme sürecinin araştırmacı gözüyle incelenmesi, Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 8, 1, 1-30.
- Kızılca, G., 2019. Ortaokul 3. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinde mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının, fene yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kilinc, A. ve Aydın, A., 2013. Turkish student science teachers' conceptions of SD: A phenomenography, International Journal of Science Education, 35, 5, 731-752.
- Kish, K. ve Quilley, S., 2022. Introduction: 'Me, myself, I' and the political economy of the Sustainable Development Goals. Ecological limits of development, Routledge, New York, USA.
- Kitchenham, B. ve Charters, S., 2007. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, Technical Report EBSE-2007-01.
- Klopfer, E. ve Squire, K., 2008. Environmental detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations, Educational Technology Research and Development, 56, 2, 203-228.
- Koçulu, A., 2018. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma ile çevre sorunlarına yönelik tutumu ve arasındaki ilişkinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Korucu, A. T., Usta, E. ve Yavuzaslan, İ. F., 2016. The use of augmented reality technology in education: Content analysis of the research period 2007-2016 in Turkey, Journal of Field Education Research, 2, 2, 84-95.
- Kucuk, S., Yilmaz, R. ve Goktas, Y., 2016. Augmented reality for learning English: Achievement, attitude and cognitive load levels of students, Education and Science, 41, 185, 197-214.
- Kul, H. H., 2019. Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kuşat, N., 2013. Yeşil sürdürülebilirlik için yeşil ekonomi: Avantaj ve dezavantajları-Türkiye incelemesi, Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 8, 29, 4896-4916.
- Kuzgun, H., 2019. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi dönemde kullanımı: Durum çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

- Küçük, S., Yılmaz, R., Baydaş, Ö. ve Göktaş, Y., 2014. Ortaokullarda artırılmış gerçeklik uygulamaları tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması, *Eğitim ve Bilim*, 39,176, 383-392.
- La Vina, A., Hoff, G. ve DeRose, A., 2003. The outcomes of johannesburg: Assessing the world summit on sustainable development, *SAIS Review*, 23, 1, 53-70.
- Lee, K., 2012. Augmented reality in education and training, *TechTrends*, 56, 2, 13-21.
- Lee, M. ve Louis, K. S., 2019. Mapping a strong school culture and linking it to sustainable school improvement, *Teaching and Teacher Education*, 81, 84-96.
- Lee, S. Y. ve Yoon, S. Y., 2020. Exploring augmented reality for mobile learning: a case study with children's readings on environmental sustainability, *International Journal of Smart Technology and Learning*, 2, 2-3, 151-165.
- Lin, V., Liu, G. Z. ve Chen, N. S., 2022. The effects of an augmented-reality ubiquitous writing application: A comparative pilot Project for enhancing EFL writing instruction, *Computer Assisted Language Learning*, 35, 5-6, 989-1030.
- Haubrich, H., Reinfried, S. ve Schleicher, Y., 2007. Lucerne declaration on geographical education for sustainable development, *Lucerne-Symposium, Lucerne, Switzerland, Geographical Views on Education for Sustainable Development*, 42, 243-250.
- Malavolta, I., Ruberto, S., Soru, T. ve Terragni, V., 2015. End users' perception of hybrid mobile apps in the google play store, 2015 IEEE International Conference on Mobile Services, *IEEE, New York, USA*, 25-32.
- Maria, D., Mariam, A. ve Evangelia, T., 2019. The ecological footprint nowadays, *Open Schools Journal for Open Science*, 2, 2, 60-69.
- Marini, A., Nafisah, S., Sekaringtyas, T., Safitri, D., Lestari, I., Suntari, Y. ve Iskandar, R., 2023. Mobile augmented reality learning media with metaverse to improve student learning outcomes in science class, *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16, 7, 99-125.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B. ve González-Marrero, A., 2017. Virtual technologies trends in education, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13, 2, 469-486.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)., 2013. İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı, *Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara*.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)., 2018. Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), *MEB Yayınları, Ankara*.

- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)., 2024. Fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, MEB Yayınları, Ankara.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M., 1994. Qualitative data analysis: An expanded sourcebook, 2. Baskı, Sage Publications, Thousand Oaks, CA, Ülke.
- Mirza, T., Dutta, R., Tuli, N. ve Mantri, A., 2025. Leveraging augmented reality in education involving new pedagogies with emerging societal relevance, Discover Sustainability, 6, 1, 1-15.
- Munasinghe, M. A. K. S., Suraweera, S. A. D. N. ve Weerasinghe, K. G. H. D., 2024. Massive open online courses (MOOCs) as catalysts of educational transformation in the higher education sector of Sri Lanka: A systematic literature review, Journal of the University Librarians Association of Sri Lanka, 27, 2, 285-317.
- Musil, J., Schweda, A., Winkler, D. ve Biffl, S., 2012. Synthesizing a framework for mobile software development for enterprise environments, 2012 International Conference on Software and System Process (ICSSP), Zurich, Switzerland, 183-186.
- Negi, S. K., 2024. Exploring the impact of virtual reality and augmented reality technologies in sustainability education on green energy and sustainability behavioral change: A qualitative analysis, Procedia Computer Science, 236, 550-557.
- Nijholt, A., 2023. Toward a new definition of augmented reality, International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics, AHFE 2023 Hawaii Edition, Honolulu, USA, 30-39.
- Norman, D. A., 2013. The design of everyday things: Revised and expanded edition, Basic Books, New York, USA.
- Nuhoglu, H., 2008. İlköğretim fen ve teknoloji dersinde sistem dinamiği yaklaşımının tutuma, başarıya ve farklı becerilere etkisinin araştırılması, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ocak, R., 2022. Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Önder, R., 2016. Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamaları: Aurasma ve color mix, Akademik Bilişim Konferansı. Aydın XVIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 2, 59-64.
- Özarslan Y., 2011. Öğrenen içerik etkileşiminin genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmesi, 5. International Computer and Instructional Technologies Symposium (ICITS 2011), Elazığ, 5. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11, 726-730.

- Özcan, M. F., Özkan, A. ve Şahin, N., 2021. Türkiye'de eğitimde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımı: 2010-2020 çalışmalarının içerik analizi, Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 11, 1, 63-89.
- Özdemir, O., 2022. Sürdürülebilir okuryazarlık ve çevre eğitimi, Pegem Yayınları, Ankara.
- Özeren, S. ve Top, E., 2023. The effects of Augmented Reality applications on the academic achievement and motivation of secondary school students, Malaysian Online Journal of Educational Technology, 11, 1, 25-40.
- Öztürk, L., 2007. Sürdürülebilir kalkınma, 1. Baskı, İmaj Yayınları, Ankara.
- Palancı, A. ve Turan, Z., 2021. How does the use of the augmented reality technology in mathematics education affect learning processes?: A systematic review, International Journal of Curriculum and Instructional Studies 11, 1, 89-110.
- Papadimitriou, V., 2010. School culture, school climate and sustainable school, Magazine for the Environmental Education, 44, 12-13.
- Parker, J., 2010. Competencies for interdisciplinarity in higher education, International Journal of Sustainability in Higher Education, 11, 4, 325-338.
- Paul, B. D., 2008. A history of the concept of sustainable development: Literature review. The Annals of the University of Oradea, Economic Sciences Series, 17, 2, 576-580.
- Pauw, J. B., Gericke, N., Olsson, D. ve Berglund, T., 2015. The effectiveness of education for sustainable development, Sustainability, 7, 11, 15693-15717.
- Pombo, L. ve Rodrigues, R., 2024. Mobile augmented reality games for authentic science learning: Perspectives of students (future teachers) on the EduCITY activity, 18th International Technology, Education and Development Conference (INTED2024), Valencia, Spain, INTED2024 Proceedings, 3145-3154.
- Porro, S., Spadoni, E., Bordegoni, M. ve Carulli, M., 2022. Design of an intrinsically motivating AR experience for environmental awareness, Proceedings of the Design Society, 2, 1679-1688.
- Powers, A. L., 2004. Teacher preparation for environmental education: Faculty perspectives on the infusion of environmental education into preservice methods courses, The Journal of Environmental Education, 35, 3, 3-11.
- Prakash, N. ve Fielding, R., 2007. The language of school design: Design patterns for 21st century schools, Designshare, Minneapolis, USA.

- Pritami, F. A. ve Muhimmah, I., 2018. Digital game based learning using augmented reality for mathematics learning, 2018 7th International Conference on Software and Computer Applications (ICSCA 2018), Kuantan, Malaysia, Proceedings of the 2018 7th International Conference on Software and Computer Applications, 254-258.
- Priya, M. V. ve Rajaprian, K., 2025. Leveraging augmented reality for educational outreach on recycling practices, Editör(ler), AI Technologies for Enhancing Recycling Processes, IGI Global Scientific Publishing Hershey, Pennsylvania, USA.
- Qablan, A., 2005. Education for sustainable development at the university level: Interactions of the need for community, fear of indoctrination, and the demands of work, Doctoral Dissertation The Florida State University, Tallahassee, Florida, USA.
- Radu, I., 2014. Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis, *Personal and Ubiquitous Computing*, 18, 6, 1533-1543.
- Ramli, R. Z., Sahari Ashaari, N., Mat Noor, S. F., Noor, M. M., Yadegaridehkordi, E., Abd Majid, N. A. ve Abdul Wahab, A. N., 2024. Designing a mobile learning application model by integrating augmented reality and game elements to improve student learning experience, *Education and Information Technologies*, 29, 2, 1981-2008.
- Reis, R., Escudeiro, N. ve Escudeiro, N., 2012. Educational resources for mobile wireless devices: A case study. *IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*, Takamatsu, Japan, Proceedings of the 2012 Seventh IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education, 264-267.
- Rickinson, M., 2001. Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence, *Environmental Education Research*, 7, 3, 207–320.
- Rock Zou, Y., Mustafa, N., Memon, N. A. ve Eid, M., 2015. ECO ECO: Changing climate related behaviors for cellphone-based videogames, *IEEE International Symposium on Haptic, Audio and Visual Environments and Games (HAVE)*, Ottawa, Canada, 2015 IEEE International Symposium on Haptic, Audio and Visual Environments and Games (HAVE), 1-5.
- Rodrigues, R. ve Pombo, L., 2024. The Potential of a mobile augmented reality game in education for sustainability: Report and analysis of an activity with the EduCITY app, *Sustainability*, 16, 21, 1-24.
- Ruževičius, J., 2010. Ecological footprint as an indicator of sustainable development, *Economics and Management*, 15, 711-718.

- Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L. ve Pascual-Sevillano, M. A., 2019. Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education, *Comunicar*, 61, 71-82.
- Sandoval Pérez, S., Gonzalez Lopez, J. M., Villa Barba, M. A., Jimenez Betancourt, R. O., Molinar Solís, J. E., Rosas Ornelas, J. L. ve Rodriguez Haro, F., 2022. On the use of augmented reality to rein force the learning of power electronics for beginners, *Electronics*, 11, 302, 1-14.
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J. ve Kato, H., 2014. Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation, *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7, 1, 38-56.
- Sathaye, J., Shukla, P. R. ve Ravindranath, N. H., 2006. Climate change, sustainable development and India: Global and national concerns. *Current Science*, 90, 3, 314-325.
- Savaş, E., Çubukçu, Z. ve Savaş, A. C., 2022. What are the teachers' opinions on the concept of "sustainable education?", *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12, 4, 169-181.
- Scott, E. E., Wenderoth, P. M. ve Doherty, H. J., 2020. Design-based research: A methodology to extend and enrich biology education research, *CBE-Life Sciences Education*, 19, 2, 1-12.
- Sırakaya, M., 2015. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışları ve derse katılımlarına etkisi, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sırakaya, M. ve Alsancak Sırakaya, D., 2022. Augmented reality in STEM education: A systematic review, *Interactive Learning Environments*, 30, 8, 1556-1569.
- Somyürek, S., 2014. Öğretim sürecinde Z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik, *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4, 1, 63-80.
- Strada, F., Lopez, M. X., Fabricatore, C., dos Santos, A. D., Gyaurov, D., Battegazzorre, E. ve Bottino, A., 2023. Leveraging a collaborative augmented reality serious game to promote sustainability awareness, commitment and adaptive problem-management, *International Journal of Human-Computer Studies*, 172, 102984.
- Stratton, S. K., Hagevik, R., Feldman, A. ve Bloom, M., 2015. Educating science teachers for sustainability, Springer, Cham, Switzerland.
- Summers, M., Childs, A. ve Corney, G., 2005. Education for sustainable development in initial teacher training: Issues for interdisciplinary collaboration, *Environmental Education Research*, 11, 5, 623-647.

- Sungkur, R. K., Panchoo, A. ve Bhoyroo, N. K., 2016. Augmented reality, the future of contextual mobile learning, *Interactive Technology and Smart Education*, 13, 2, 123-146.
- Şahin, D., 2017. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapılan fen öğretiminin ortaokul öğrencilerinin başarılarına ve derse karşı tutumlarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Şeker, F. ve Aydın, B., 2021. Fen bilgisi öğretmenlerinin perspektifinden sürdürülebilir kalkınma için eğitim ve yeterlikleri, *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 8, 460-479.
- Şentürk, M., 2018. Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının yedinci sınıf “güneş sistemi ve ötesi” ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı, motivasyon, fene ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisinin solomon dört gruplu modelle incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Tanrıverdi, B., 2009. Sürdürülebilir çevre eğitimi açısından ilköğretim programlarının değerlendirilmesi, *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 34, 151, 89-103.
- Teksöz, G., 2014. Geçmişten ders almak: Sürdürülebilir kalkınma için eğitim, *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31, 2, 73-97.
- Teksöz, G., Şahin, E. ve Ertepinar, H., 2010. Çevre okuryazarlığı, öğretmen adayları ve sürdürülebilir bir gelecek, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 39, 307-320.
- Tesolin, A. ve Tsinakos, A., 2017. Opening real doors: Strategies for using mobile augmented reality to create inclusive distance education for learners with different-abilities, S. Yu, M. Ally, & A. Tsinakos (Editörler) *Perspectives on Rethinking and Reforming Education*, Springer, Singapore.
- Tilbury, D., Stevenson, R. B., Fien, J. ve Schreuder, D., 2002. Education and sustainability responding to the global challenge, The World Conservation Union Commission on Education and Communication, Gland, Switzerland.
- Tissenbaum, M. ve Slotta, J. D., 2019. Developing a smart classroom infrastructure to support real-time student collaboration and inquiry: A 4-year design study, *Instructional Science*, 47, 4, 423-462.
- Tosunoğlu, B., 2014. Sürdürülebilir küresel refah göstergesi olarak ekolojik ayak izi, *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3, 5, 132-149.
- Tsai, C. Y. ve Lai, Y. C., 2022. Design and validation of an augmented reality teaching system for primary logic programming education, *Sensors*, 22, 389, 1-17.

- Turgut, A., 2019. 8. sınıf öğrencilerinin sürdürülebilir okul kavramı konusunda zihinsel algılarının betimlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Tün, Ş., Kışoğlu, M. ve Uzun, N., 2018. Geri dönüşüm konusunun öğretimine yönelik artırılmış gerçeklik uygulamasıyla örnek bir etkinlik hazırlanması ve uygulanması, Anadolu Öğretmen Dergisi, 2, 2, 114-135.
- Türel, Y. K. ve Bayer, H., 2020. Türkiye’de lisansüstü tezlerde artırılmış gerçeklik kullanımı üzerine araştırma eğilimleri, Turkish Journal of Educational Studies, 8, 2, 195-214.
- Türker, O., 2021. Eğitimde artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerine yapılmış akademik tezlerin bibliyografik yöntemle incelenmesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21, 1, 21-34.
- Uğraş, M. ve Zengin, E., 2019. Classroom teacher candidates' views on education for sustainable development, Journal of Theoretical Educational Science, 12, 1, 298-315.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2002. From Rio to Johannesburg: Lessons learnt from a decade of commitment. URL adres: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127100> Erişim tarihi: 22.01.2024.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2005. United Nations decade of education for sustainable development (2005-2014): International implementation scheme, URL adres: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148654> Erişim tarihi: 20.01.2024.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2014. UNESCO roadmap for implementing the global action programme on education for sustainable development. URL adres: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230514> Erişim tarihi: 15.11.2024.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2018. Issues and trends in education for sustainable development. URL adres: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261445> Erişim tarihi: 23.01.2024.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2021. Learn for our planet: A global review of how environmental issues are integrated in education. URL adres: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362> Erişim tarihi: 25.05.2025.
- Uslu, S., 2024. Sürdürülebilirlik eğitimi yoluyla sürdürülebilir yaşam becerilerinin edinimi, Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Uzun Hazneci, Ö., 2019. Güncel artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında kullanımı üzerine bir inceleme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Uluslararası, 100, 26-28.
- Üçüncü, G. ve Yılmaz, M., 2019. Ekolojik ayak izi kavramının kullanılmasının 7. sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik tutumları ve tüketim tercihleri üzerine etkisi, Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 5, 2, 81-94.
- Varol, M., 2022. 8. Sınıf öğrencilerinin çevre ilgileri ve sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalıkları: Eyyübiye örneği, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Wackernagel M., Lewan L. ve Hansson C. B., 1999. Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint: Applications in sweden and subregions, Ambio, 28, 7, 604-612.
- Wals, A. E., 2011. Learning our way to sustainability, Journal of Education for Sustainable Development, 5, 2, 177-186.
- Waltner, E.M., Rieß, W. ve Mischo, C., 2019. Development and validation of an instrument for measuring student sustainability competencies, Sustainability, 11, 1717, 1-20.
- Wang, Y. 2022. Artırılmış gerçeklik oyun tabanlı öğrenmenin öğrencilerin katılımı üzerindeki etkileri, Uluslararası Fen Eğitimi Dergisi, 12, 3, 254-270.
- Wasserman, A., 2010. Software engineering issues for mobile application development, SIGSOFT/FSE'10: 18th ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering, Santa Fe New Mexico, 397-400.
- World Commission on Environment and Development (WCED)., 1987. World commission on environment and development, our common future. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Wei, X., Wang, L., Lee, L. K. ve Liu, R., 2025. Multiple generative AI pedagogical agents in augmented reality environments: A study on implementing the 5E model in science education, Journal of Educational Computing Research, 63, 2, 336-371.
- Wojciechowski, R. ve Cellary, W., 2013. Evaluation of learners' attitude toward learning in AGIES augmented reality environments, Computers and Education, 68, 570-585.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y. ve Liang, J. C., 2013. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education, Computers and Education, 62, 41- 49.

- World Wide Fund for Nature (WWF)., 2012. Türkiye'nin ekolojik ayak izi raporu. Global Footprint Network. URL adres: http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf Erişim Tarihi: 22.07.2023.
- World Wide Fund for Nature (WWF)., 2014. Living planet report 2014: Species and spaces, people and places. GFN, WFN and ZSL, World Wide Fund for Nature – WWF, Gland, Switzerland.
- Xu, W., Wang, L., Amrollahifar, J. ve Xu, S., 2025. Sustainability education through digital platforms: Evaluating digital tools for eco-conscious behavior promotion, Pakistan Journal of Life and Social Sciences, 23, 1, 1425-1446.
- Xu, W. W., Su, C. Y., Hu, Y. ve Chen, C. H., 2022. Exploring the effectiveness and moderators of augmented reality on science learning: A meta-analysis, Journal of Science Education and Technology, 31, 5, 621-637.
- Yapıcı, M., 2003. Sürdürülebilir kalkınma ve eğitim, Sosyal Bilimler Dergisi, 1, 223-229.
- Yetişir, H., 2019. Mobil cihazlarla artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, tutum ve kalıcılığına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Yıldırım, B. ve Arıcıoğulları, S., 2024. 6. sınıf fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanımının öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamalarına yönelik tutumlarına etkisi, Electronic Journal of Social Sciences, 23, 90, 468-480.
- Yıldırım, S., 2016. Fen bilimleri dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin başarısına, motivasyonuna, problem çözme becerilerine yönelik algısına ve tutumlarına etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, S., 2020. Fen bilgisi öğretmen adaylarının artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik görüşleri, Journal of Computer and Education Research, 8, 16, 616-638.
- Yıldız, E. ve Selvi, M., 2015. The awareness levels of science and technology teacher candidates towards ecological footprint, Journal of Turkish Science Education, 12, 4, 23-34.
- Yılmaz, A. ve Anderson, W., 2004. Secondary school students' attitudes toward the environment, International Journal of Environmental and Science Education, 1, 1, 65-77.
- Yılmaz, R. M., 2014. Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle 3 boyutlu hikâye canlandırmanın hikâye kurgulama becerisine ve yaratıcılığa etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Yılmaz, Z. A. ve Batdı, V., 2016. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimle bütünleştirilmesinin meta-analitik ve tematik karşılaştırılmalı analizi, Eğitim ve Bilim Dergisi, 41, 188, 273-289.
- Yüksel, Y., 2009. Klasik okullar ile eko-okullar ve yeşil bayraklı eko-okulların çevre eğitimi açısından karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüzbaşıoğlu, M. K., 2023. Sürdürülebilir kalkınma ve eğitim yolculuğu: Öğretmenlerle birlikte geleceği şekillendirme, Baltacı Ö. (Editör), Eğitimde Güncel Araştırmalar- IV, Özgür Yayınları, Gaziantep.
- Yüzbaşıoğlu, M. K., 2025. Sürdürülebilir yaşam için eğitim: 2024 yılı fen bilimleri dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 63, 928-946.
- Yüzbaşıoğlu, M. K. ve Kurnaz, M. A., 2022. A review of Turkish science course curriculum in terms of sustainable development goals, Acta Didactica Napocensia, 15, 1, 187-199.
- Zhu, W., Owen, C., Li, H. ve Lee, J. H., 2004. Personalized in-store e-commerce with PromoPad: an augmented reality shopping assistant, Electronic Journal for E-commerce Tools and Applications, 1, 3, 1-19.
- Zuo, R., Wenling, L. ve Xuemei, Z., 2025. Augmented reality and student motivation: A systematic review (2013-2024), Journal of Computers for Science and Mathematics Learning, 2, 1, 38-52.
- URL-1 <<https://www.shutterstock.com/tr/image-vector/eco-living-infographic-city-recycling-house-604888343>>, Erişim Tarihi: 23.03.2022.
- URL-2 <<https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2017/02/yesil-binalar.pdf>>, Erişim Tarihi: 17.01.2025.
- URL-3 <<https://shedsite.wordpress.com/2007/05/30/information-inspiration-resources-and-workshops-for-education/>>, Erişim Tarihi: 08.03.2022.
- URL-4 <<https://www.webtekno.com/flutter-nedir-nasil-kullanilir-h115673.html>>, Erişim Tarihi: 15.03.2022.
- URL-5 <<https://www.emintontul.com/blog/flutter-nedir-nasil-calisiyor.html>>, Erişim Tarihi: 07.04.2022.
- URL-6 <<https://yazilim.net/isinize-yarayacak-vscode-uzantilari-visual-studio-code-extensions-hgbYNeyTw>>, Erişim Tarihi: 05.05.2022.
- URL-7 <<https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/blog/firebase-nedir-avantajlari-nelerdir>>, Erişim tarihi: 05.05.2022.

EKLER

EK A. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği

EK B. Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği

EK C. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

EK D. Artırılmış Gerçeklikle Zenginleştirilmiş *ECohool* Mobil Uygulaması
Bölümlerine Ait İçerik

EK E. Etik Kurul İzin Belgesi

EK F. Araştırma İzin Belgesi

EK G. Sürdürülebilir Yaşama Yönelik ve Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği
Kullanım İzni

EK A. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği

EKOLOJİK AYAK İZİ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Değerli öğrenciler; Aşağıdaki ölçek Ekolojik ayak izi farkındalığını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ankette verilen tüm maddeleri ekolojik ayak izinin azaltılması doğrultusunda düşünerek size göre en uygun cevabın bulunduğu kutucuğa (X) işareti koyunuz. Tüm soruları yanıtlayınız. Samimiyetle vereceğiniz cevaplar için şimdiden teşekkür ederim.

Tuğçe ŞAHİN
Doktora Öğrencisi

Çizelge A.1. Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği

Madde No	İfadeler	Katıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum
1	Mevsimi dışında üretilmiş gıdalar tüketmem .			
2	Hayvansal gıdalardan çok meyve ve sebze ağırlıklı beslenirim.			
3	Fast food ya da hazır gıdalarla beslenirim.			
4	Gıda alış verişinde ihtiyacımdan fazla besin, almam .			
5	Yaşadığım yerde veya yaşadığım yere yakın yerlerde üretilmiş ürünleri kullanırım.			
6	Gıda alış verışı yaparken yurtdışından getirilmiş ürünleri tercih etmem .			
7	İşlenmiş gıdalardan plastik poşet ve kaplar da olanları satın almam .			
8	Organik tarım ürünleriyle beslenirim.			
9	Şehirlerarası yolculuklarda çevre dostu yakıt kullanan ulaşım araçlarıyla yolculuk ederim.			
10	Ulaşım araçlarında aşırı hız yapmak, yakıt tüketimini artıracığından çevre için zararlıdır .			
11	Özel araç satın alırken çevre dostu yakıtlı olanları tercih etmek çevre için faydalıdır.			
12	Araç kullanırken sabit hızda frene az basarak kullanırım.			
13	Ulaşımında kirlilik oluşturmadığı için bisiklet kullanırım.			
14	Kullanım alanı büyük olan evler daha fazla alanı kaplayacağından çevre için zararlıdır .			
15	Ev dekorasyonunda ekolojik dengeye en az zarar verecek olan malzemeleri tercih ederim.			
16	Yaşadığımız mekânları , bireysel kullanım alanlarının az, ortak kullanım alanlarının fazla olmasına göre dizayn ederim.			

Çizelge A.1 (devam). Ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği

17	Müstakil evlerde oturmanın, kullanım alanı fazlalığı oluşturmamasından dolayı çevreye zararlı olduğunu düşünürüm.			
18	Isınmada çevreye en az zarar veren/temiz enerji kaynakları kullanırım.			
19	Klima çalıştığında pencereleri kapatırım.			
20	Kışın kombi açıkken, pencereleri uzun süre açık bırakmam .			
21	Buzdolabının kapağı uzun süre açık bırakmam .			
22	Evlerde daha az elektrik tüketen <u>makinalar</u> , buzdolapları, ısıtıcılar ve ampuller kullanırım.			
23	Binalarda ısı yalıtımı açısından çift camlı pencereler kullanmayı tercih ederim.			
24	Evimi aydınlatmak için geleneksel ampul yerine, kompakt floresan ampul (CFL) kullanmayı tercih ederim.			
25	Televizyon ve bilgisayar gibi teknolojik araçları gereksiz yere açık bırakmam .			
26	Bulaşık ve çamaşır makinesi gibi aletleri <u>tam dolmadan</u> çalıştırmam .			
27	Evde uzun süre bulunmadığım zamanlarda kombi vb. ısıtıcıları kapatırım.			
28	Telefon ve bilgisayar gibi elektrikli aletleri uzun süre şarjda bırakmam .			
29	Kamu binalarını ve evleri güneş enerjisinden (ışığından ve ısısından) yararlanan yerlere yapmak çevre için faydalıdır.			
30	Evimin aydınlanmasında fazla ampullü avizeler kullanmam .			
31	Yenilenebilir enerji kaynakları (güneş enerjisi, jeotermal enerji, hidrojen vb.) kullanmayı tercih ederim.			
32	Bilgisayar, televizyon, müzik çalar gibi elektrik enerjisi ile çalışan aletleri kullanılmadığında uyku <u>modunda</u> tutmam tamamen kapatırım.			
33	Eski/hurda elektronik cihazlar (elektronik atıklar), pil akü vb. malzemeler mümkünse geri dönüşüme kazandırırım.			
34	Faturalarımı internet üzerinden ödemeyi <u>kağıt</u> tasarrufu sağlayacağından tercih ederim.			
35	Geri dönüşebilir evsel atıkları çöplerden ayırarak mümkünse geri dönüşüme kazandırırım.			
36	Artan yemekleri çöpe atmam .			
37	İhtiyaca göre yemek pişiririm.			
38	Alışverişte bir kere kullanılıp atılan plastik poşetler yerine çok kullanımlık bez çanta, file ya da sepet tercih ederim.			
39	Alışverişlerde plastik kaplı, süslenmiş eşyaların ambalajını atmayarak onları farklı şekillerde değerlendirmenin çevre için daha yararlı olduğunu düşünürüm.			
40	Pil alırken yeniden şarj edilebilir olanları tercih ederim.			
41	Ambalaj atıkları (cam, teneke, plastik, kâğıt) ayrı toplamanın ve geri dönüşüme kazandırmaya çalışırım.			
42	Ev temizliğinde çok gerekmiyorsa yıkama yerine silme tercih ederim.			
43	Temizlik malzemelerini gereğinden fazla kullanmam .			
44	Su tasarrufu açısından küçük abdest-büyük abdest ayırımına göre ikili yapısı olan tuvalet sifonlarını kullanılması gerektiğini düşünürüm.			
45	Su israfının önlenmesi için bulaşık ve çamaşır makinesini dolmadan çalıştırmam .			
46	Duş süresini sınırlandırma, diş fırçalarken, tıraş olurken suyu kapatma, arabayı hortumla yıkamama , evlerde halı yıkanmasını azaltma gibi yöntemlerle su tasarrufu sağlar.			

EK B. Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği

SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAMA YÖNELİK FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Sevgili öğrenciler; Bu ölçek sizin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçek sonuçları yalnızca bu konudaki farkındalıklarınızı belirlemek amacıyla kullanılacak, başka hiçbir amaç için ölçek sonuçlarından yararlanılmayacaktır. Ölçekte 20 madde bulunmaktadır. Her bir maddeyi dikkatlice okuduktan sonra, ne derecede katıldığınızı ya da katılmadığınızı size verilen maddenin karşısındaki kutucuğa belirgin şekilde işaretleyiniz. Vereceğiniz içten cevaplar ve **cevapsız madde bırakmamanız** araştırmanın sonuçları açısından çok önemlidir.

Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Tuğçe ŞAHİN
Doktora Öğrencisi

Çizelge B.1. Sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık ölçeği

İfadeler	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum
1. İnsanların kendi ihtiyaçları için doğal çevre üzerinde değişiklik yapma hakları vardır.			
2. Dünya üzerindeki yoksulluk ve açlık her ülkede eşit oranda artmaktadır.			
3. Günümüzdeki hızlı nüfus artışının doğal kaynak tüketimine bir etkisi yoktur.			
4. Gelişmiş ülkeler, halkının barınma sorununu tamamıyla çözmüştür.			
5. Ülkede nüfusun artması bir güçlülük göstergesidir.			
6. Yeryüzünde tüm insanlığa yetecek kadar doğal kaynak mevcuttur.			
7. İnsan doğadaki kaynakları istediği oranda tüketebilir.			
8. İnsanın var oluş amacı doğaya hükmetmektir.			
9. Bir ülkede ormanlık alan yüzdesinin azalmasının sebebi kentleşme politikalarıdır.			
10. Bitkilerin ve hayvanların en az insanlar kadar yaşam hakkı vardır.			
11. Çölleşme insan kaynaklı bir sorun değildir.			
12. Bitki ve hayvan türlerinin sayısının azalması <u>biyoçeşitliliğin</u> azalmasına sebep olur.			
13. Doğadaki bitki ve hayvan türlerinin neslinin tükenmesi sürdürülebilir yaşamı direkt olarak etkiler.			
14. Çevre sorunları yalnızca bulunduğu bölgeyi etkiler.			
15. Geçmiş yüzyıllarda canlıların nesillerinin tükenmesi büyük ölçüde insan kaynaklıdır.			
16. Dünyadaki gelir dağılımının düzensiz olması suç oranını artırır.			
17. Bir ülke, ekonomisini sahip olduğu hammadde kaynaklarına göre yapılandırmalıdır.			
18. Gelir dağılımı eşitsizliği toplumda sınıflaşmaya yol açar.			
19. Yeşil bina uygulamalarında yenilenebilir kaynaklar kullanılmaktadır.			
20. Atık maddeler kullanılarak elektrik enerjisi üretmek mümkündür.			

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI

Çizelge C.1. Yarı yapılandırılmış görüşme bilgileri

Görüşme Tarihi:	20/05/2024
Moderatör:	Tuğçe ŞAHİN
Görüşme Ana Sorusu:	Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Geliştirilen Tasarım Temelli Mobil Uygulamanın Kullanılabilirliği Konusunda Öğrenci Görüşleri Nasıldır?
Tahmini Süre:	45 dakika

Yönerge:

Değerli Öğrenciler,

Ben Tuğçe ŞAHİN, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında doktora çalışmamı yapmaktayım. Sürdürülebilir yaşama yönelik geliştirilen tasarım temelli mobil uygulamanın kullanılabilirliği konusunda görüşlerinizi almak amacıyla sizlere sekiz soru yöneltilecektir. Bu soruların doğru veya yanlış cevabı yoktur. Bu çalışmada önemli olan sadece sizin görüşlerinizdir. Bu görüşme sonucunda ortaya çıkacak olan sonuçlar bilimsel amaçla kullanılacak olup, kişisel bilgilerinizin gizli tutulacaktır. Görüşme yaklaşık 45 dakika sürecektir. Bu araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederiz.

Tuğçe ŞAHİN

Aksaray Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D.

Doktora Öğrencisi

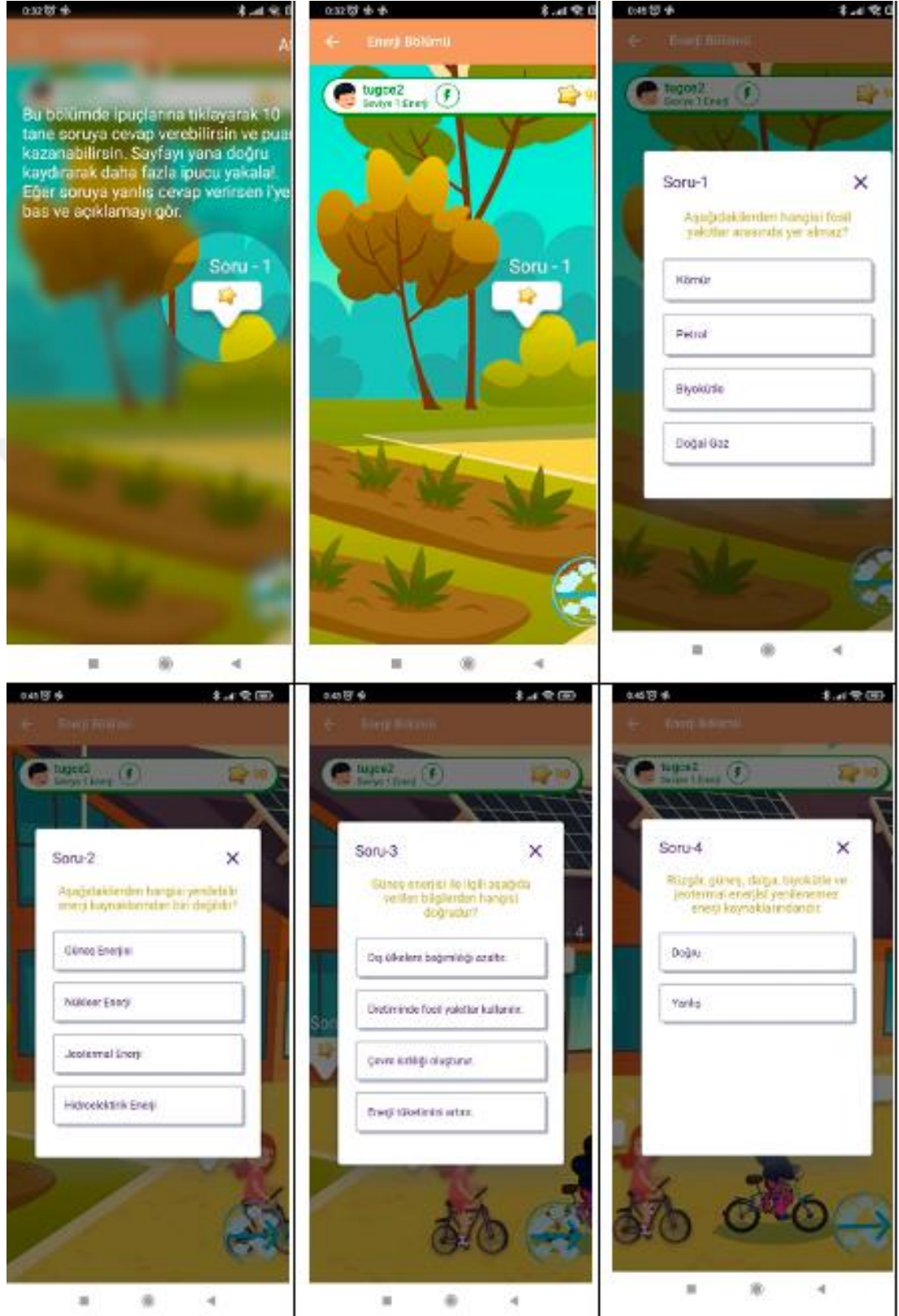
SORULAR

1. Kullandığınız mobil uygulama konusunda ne düşünüyorsunuz?

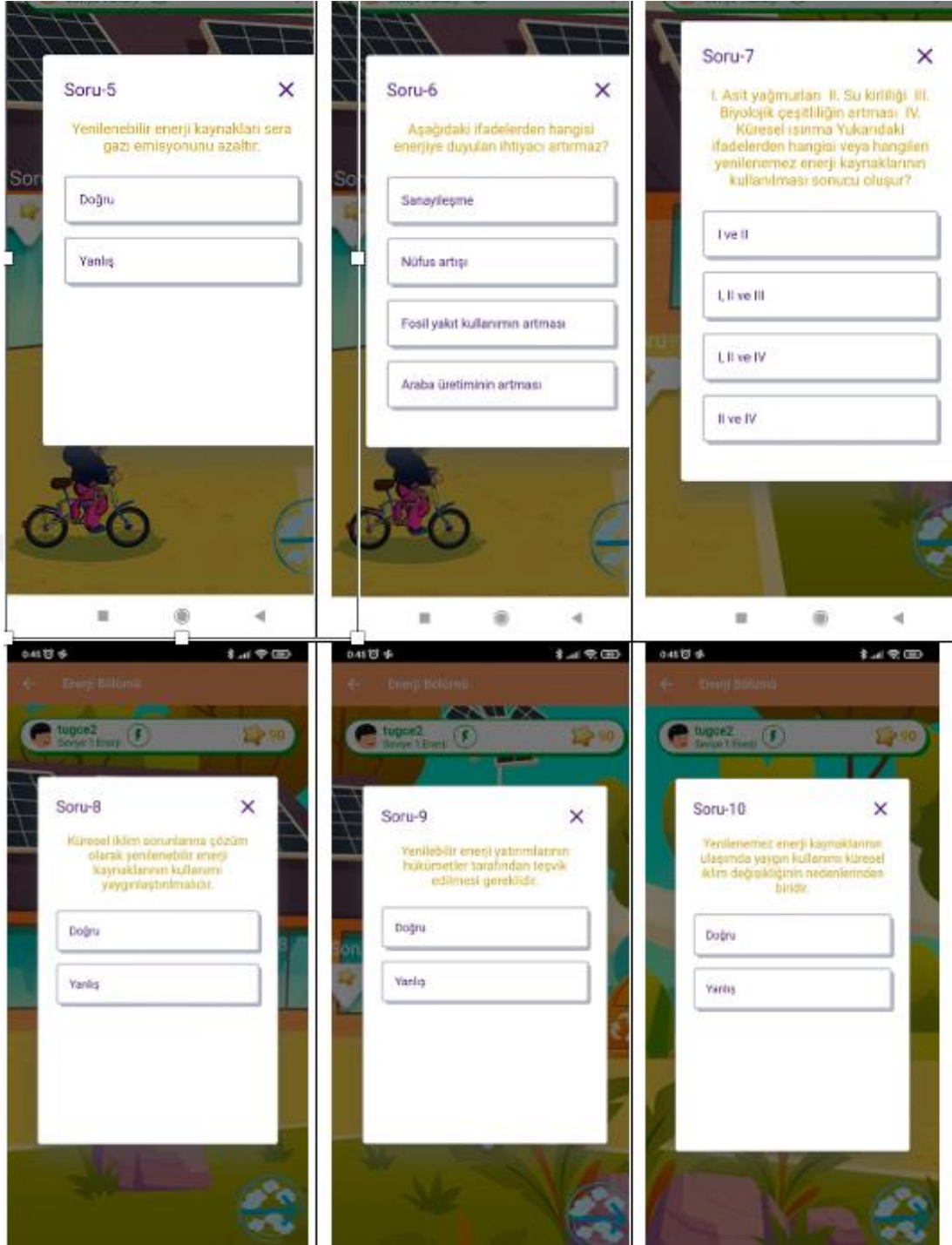
Sonda sorular: Her bir bölümde yer alan oyunların tasarım sayfalarındaki (Kullanılan renkler, yazı karakterleri ve büyüklükleri, menüler arası geçiş, cevaplarınıza dönüt verme vb.) öğelerin uygunluğu ilgili ne düşünüyorsunuz?

2. Kullandığınız mobil uygulamada en çok hangi bölüm ya da bölümleri beğendiniz? Nedenini açıklayınız.
3. Mobil uygulamayı kullanırken yaşadığınız zorluklar nelerdir?
4. Kullandığınız mobil uygulama yeniden tasarlansa ne eklenmesini ya da çıkarılmasını istersiniz?
5. Kullandığınız mobil uygulamadaki soruların zorluk seviyesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
6. Kullandığınız mobil uygulama sürdürülebilir yaşam konularını öğrenmenize katkı sağladı mı? Nasıl?
Sonda: Kullandığınız mobil uygulamanın, enerji, su, ulaşım, atık, sürdürülebilir kalkınma hedefleri, sürdürülebilir okul konularını öğrenmenize nasıl katkı sağladığını düşünüyorsunuz?
7. Bu mobil uygulamayı tekrar tekrar kullanmak ister misiniz? Neden?
8. Bu mobil uygulamayı başka arkadaşlarınızla da paylaşmak ister misiniz? Neden?

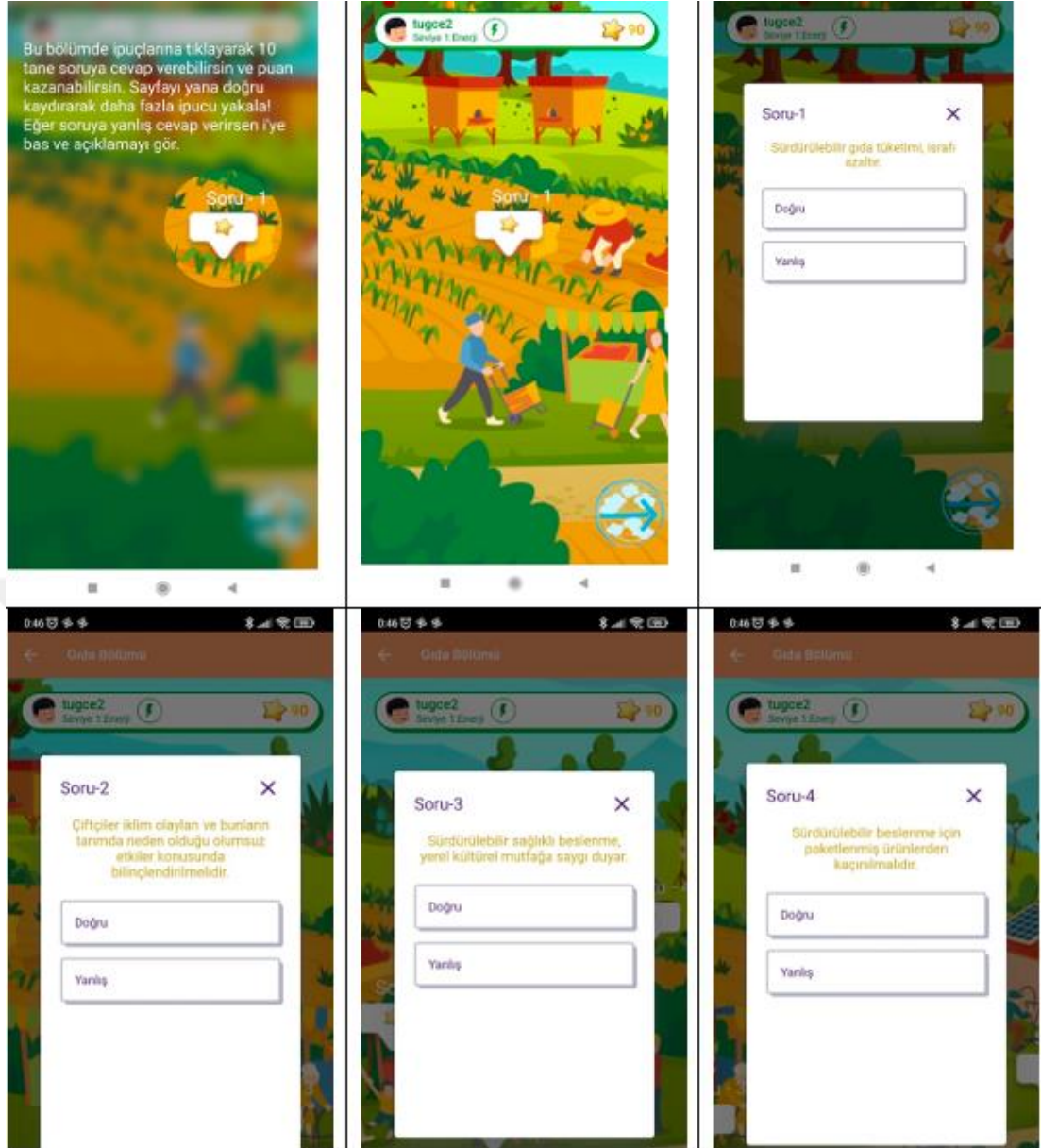
EK D. *ECohool* Mobil Uygulaması Bölüm İçerikleri



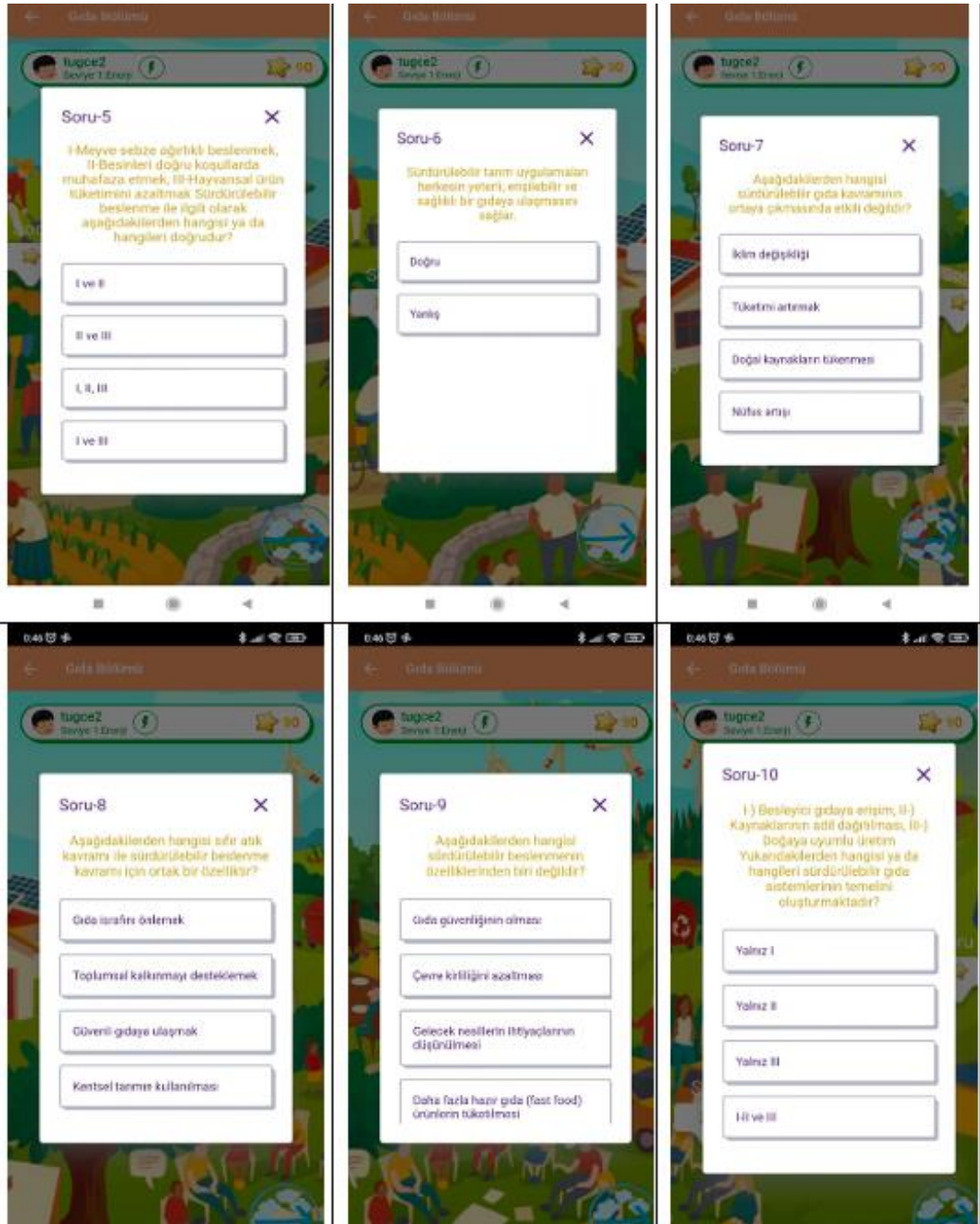
Şekil D.1. Enerji bölümü



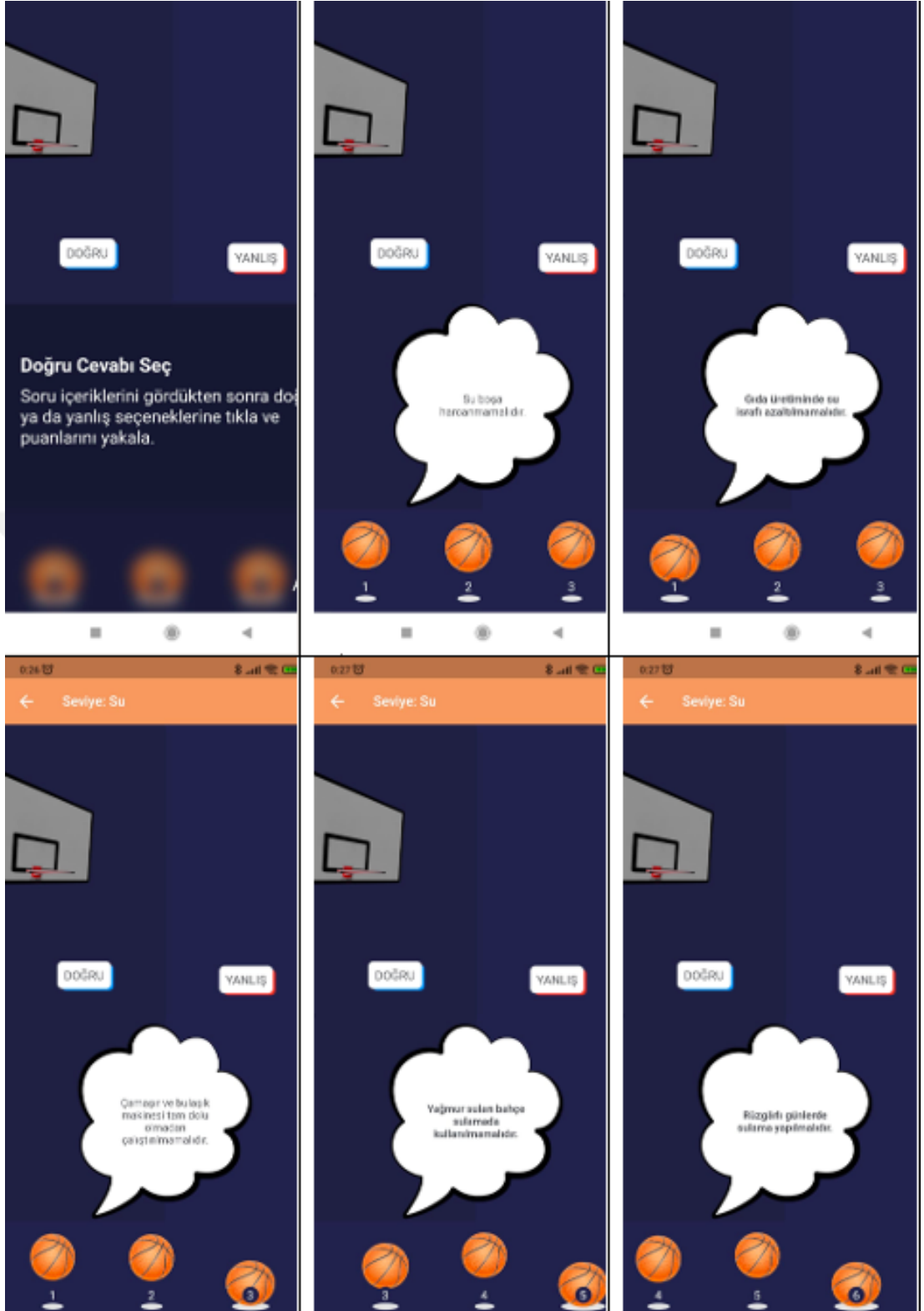
Şekil D.1. (devam). Enerji bölümü



Şekil D.2. Gıda bölümü



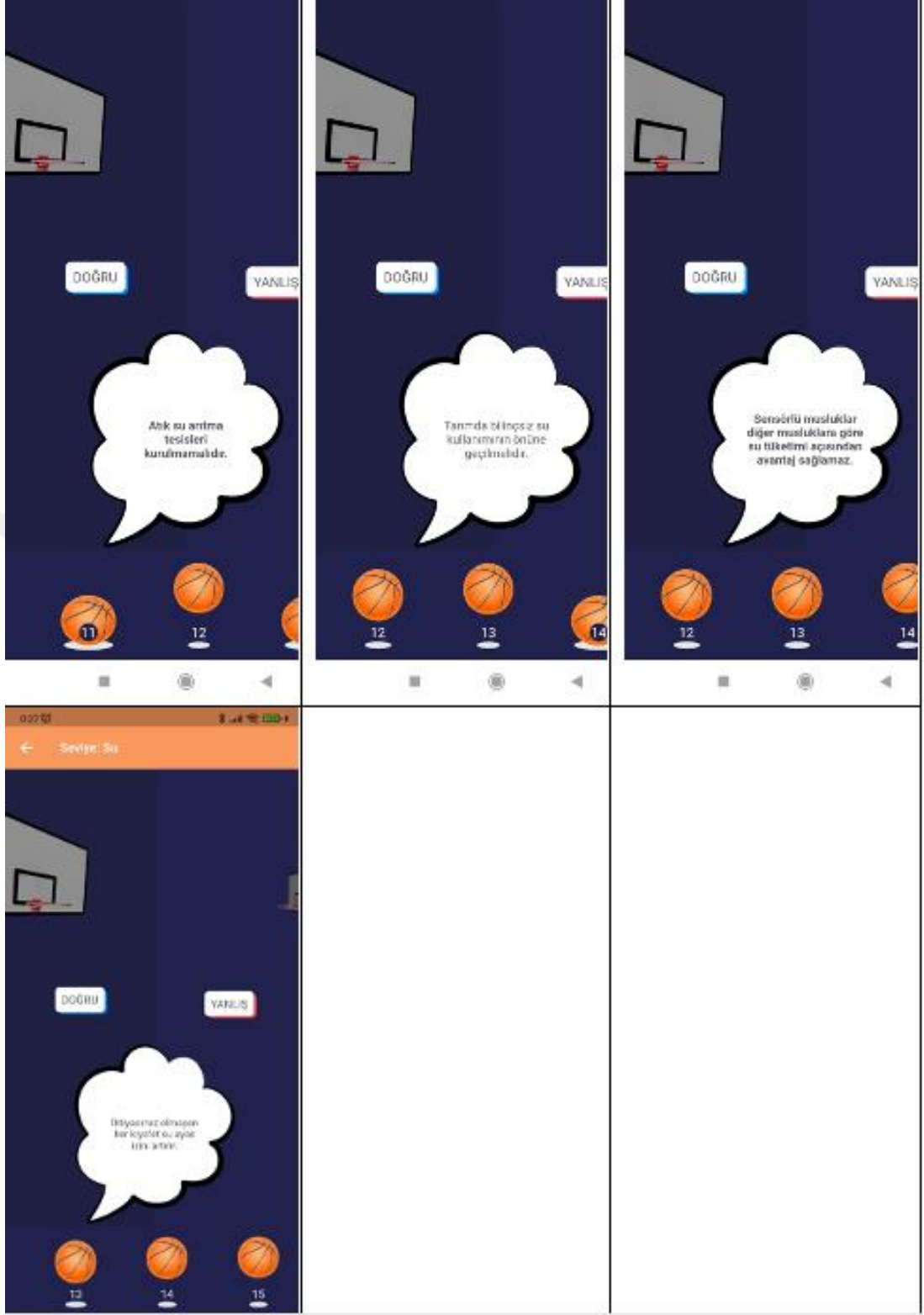
Şekil D.2 (devam). Gıda bölümü



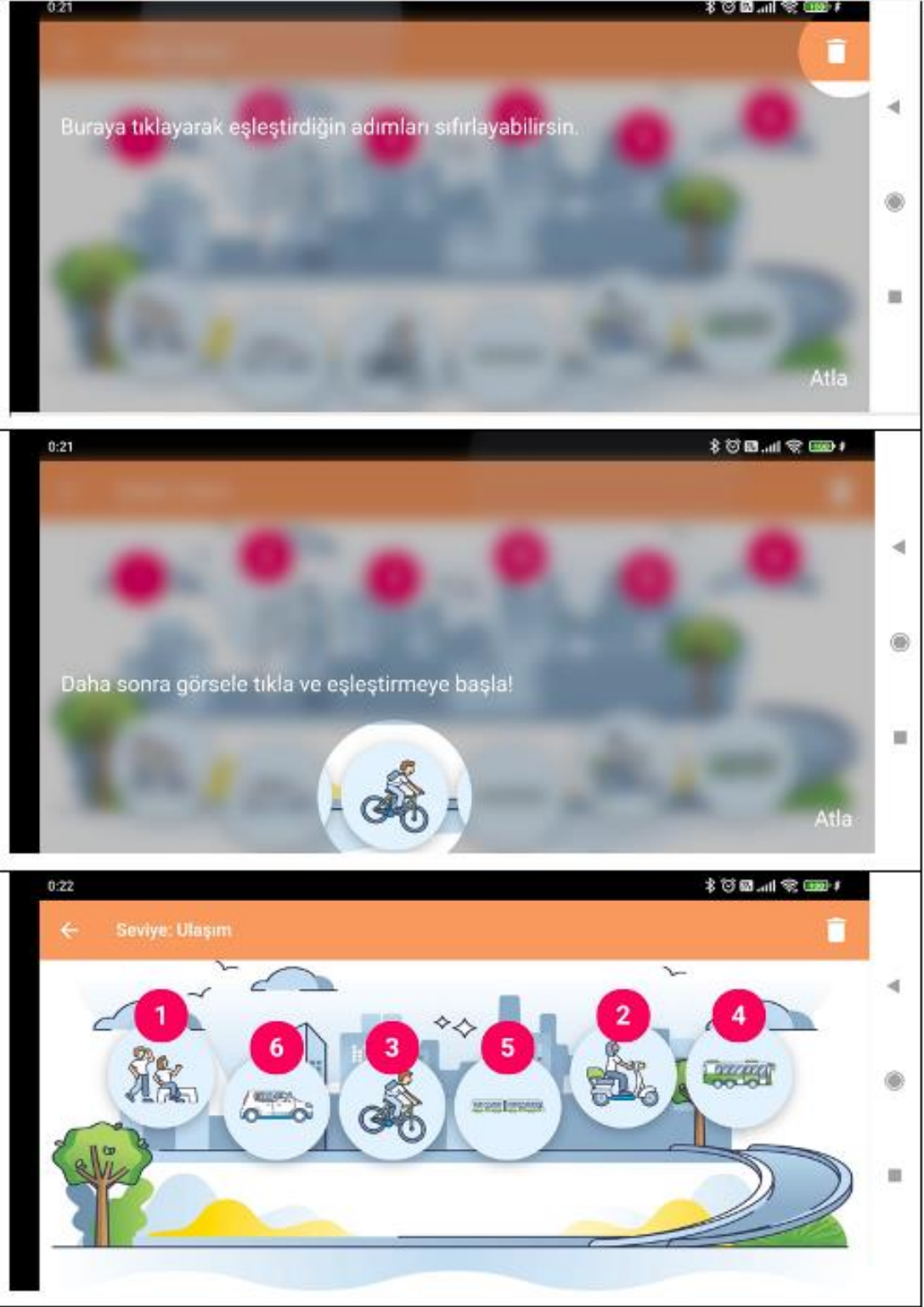
Şekil D.3. Su bölümü



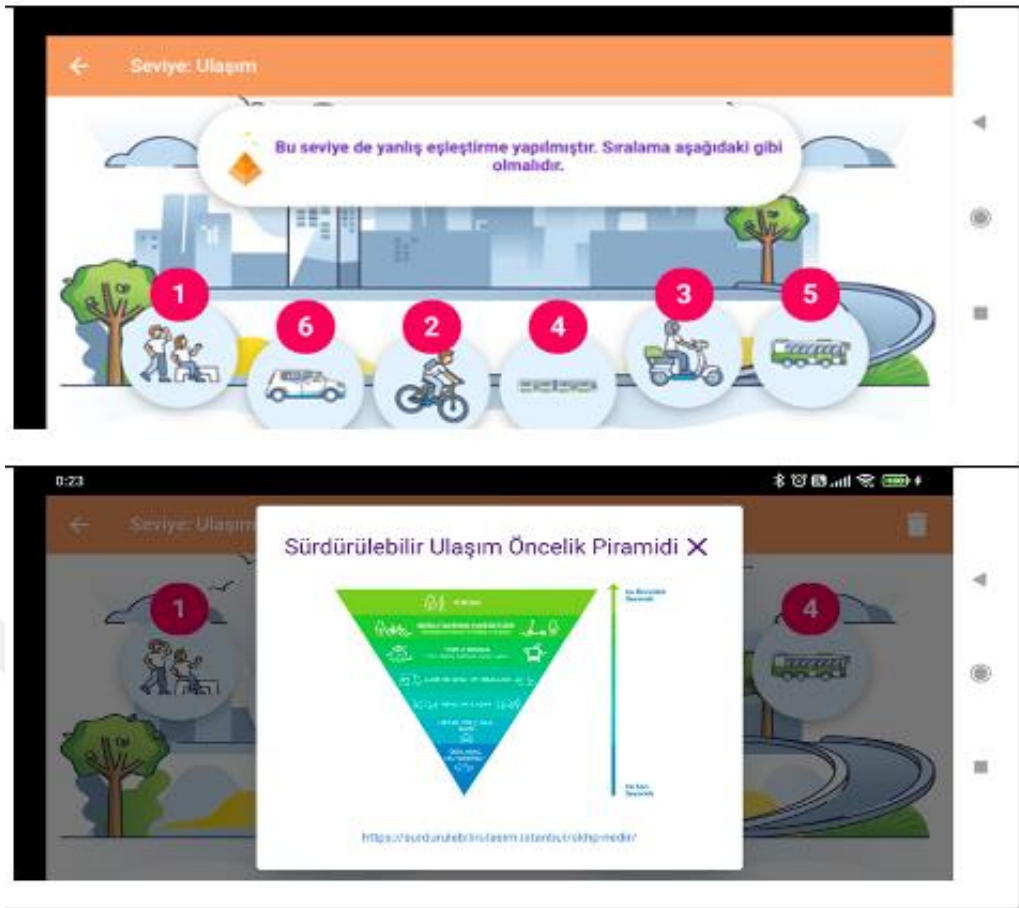
Şekil D.3 (devam). Su bölümü



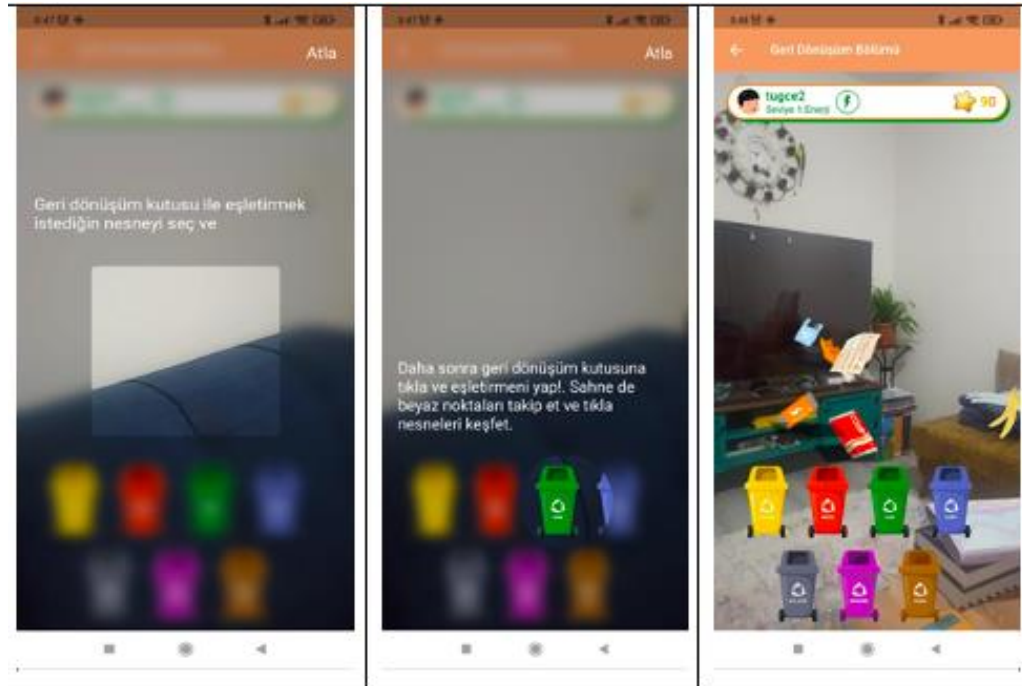
Şekil D.3 (devam). Su bölümü



Şekil D.4. Ulaşım bölümü



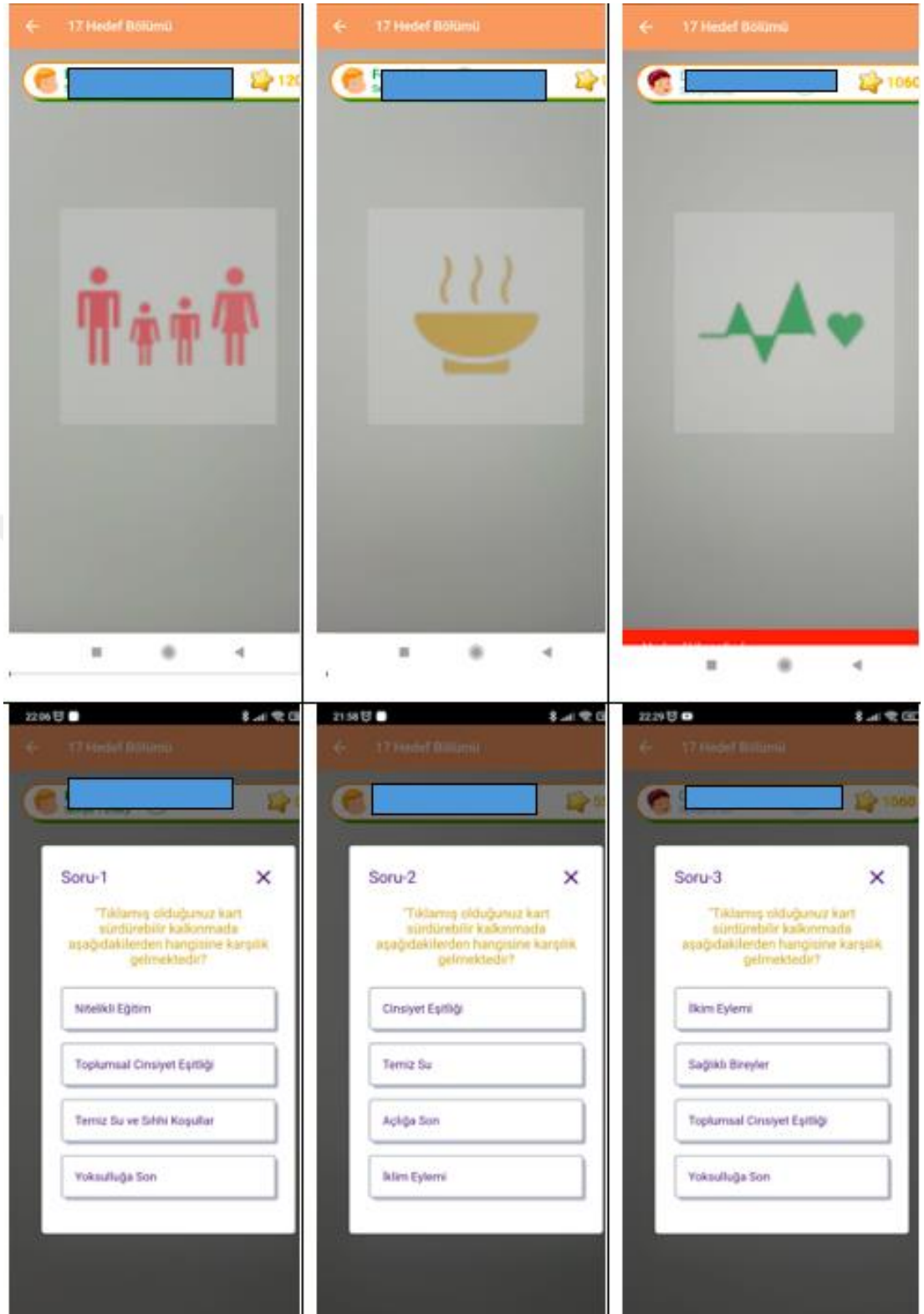
Şekil D.4 (devam). Ulaşım bölümü



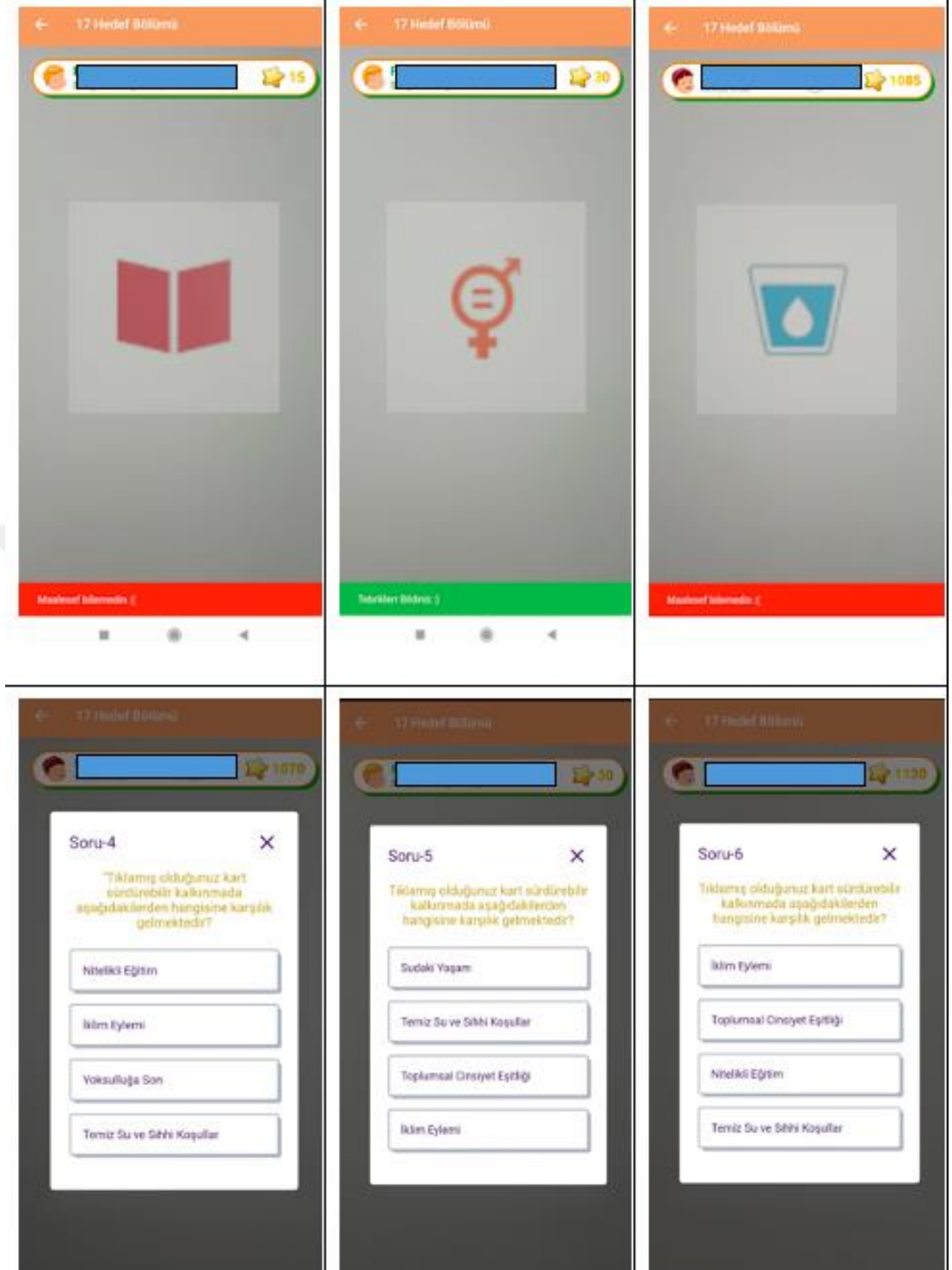
Şekil D.5. Atıklar (Geri dönüşüm) bölümü



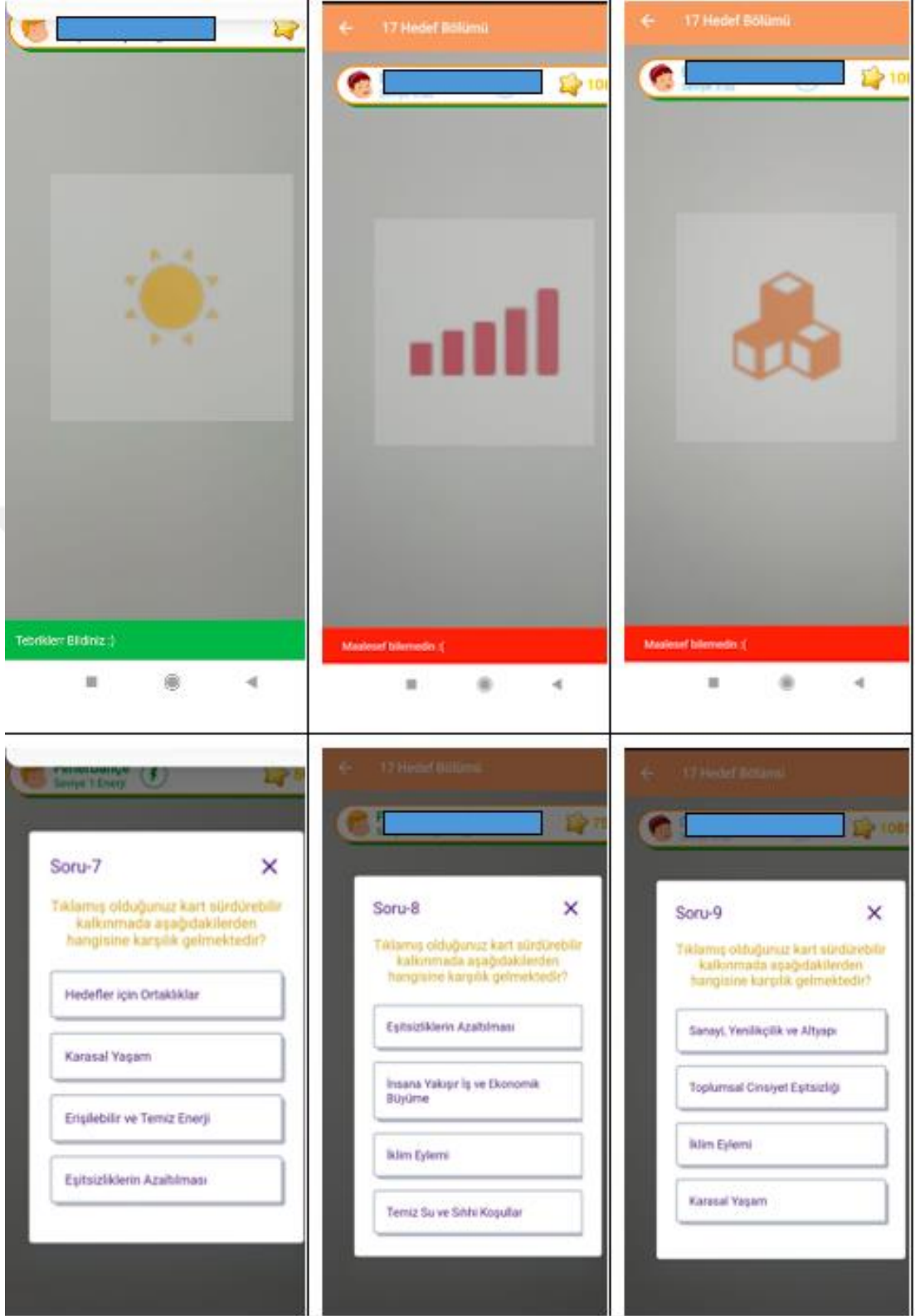
Şekil D.6. Sürdürülebilir okul bölümü



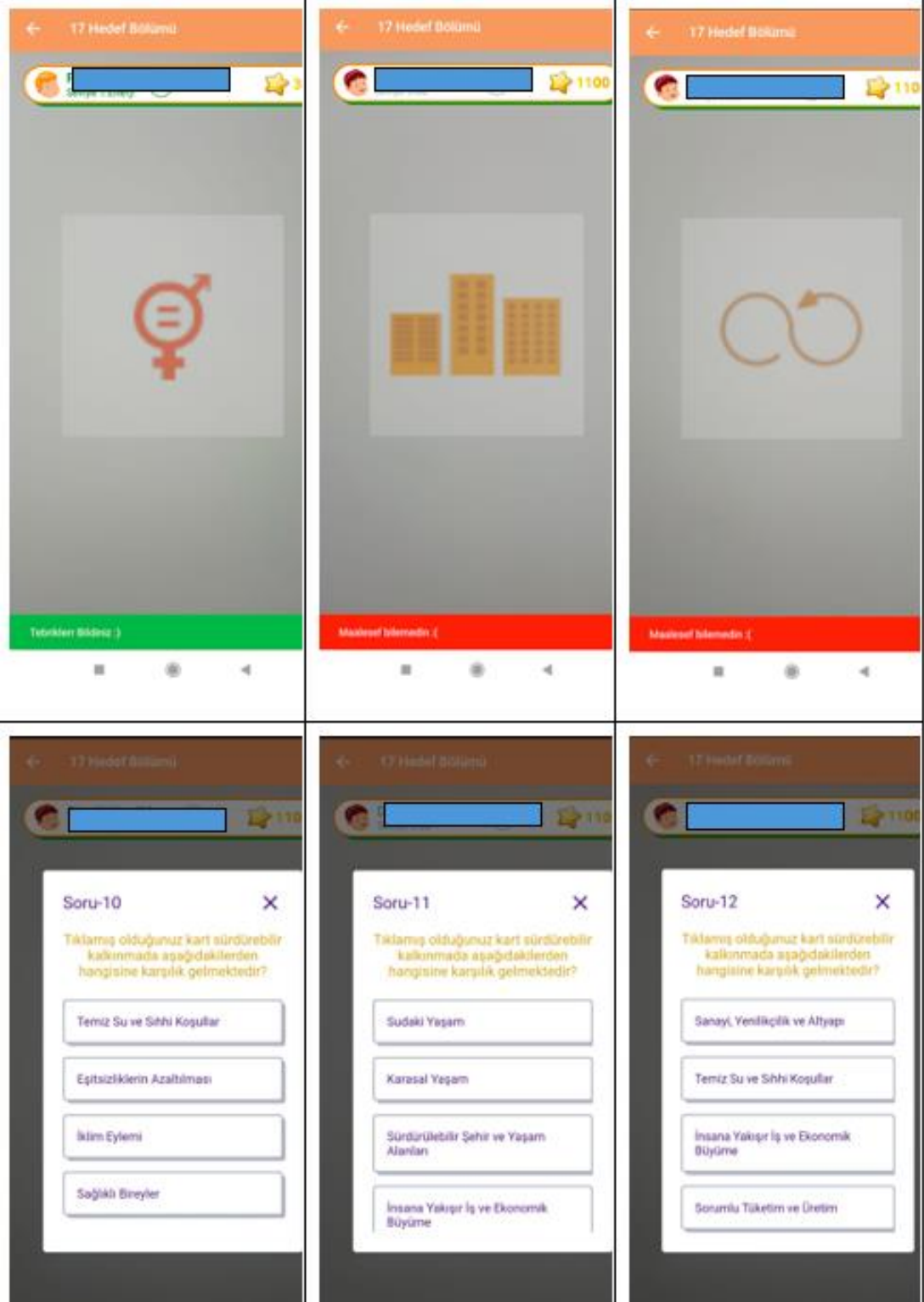
Şekil D.7. Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü



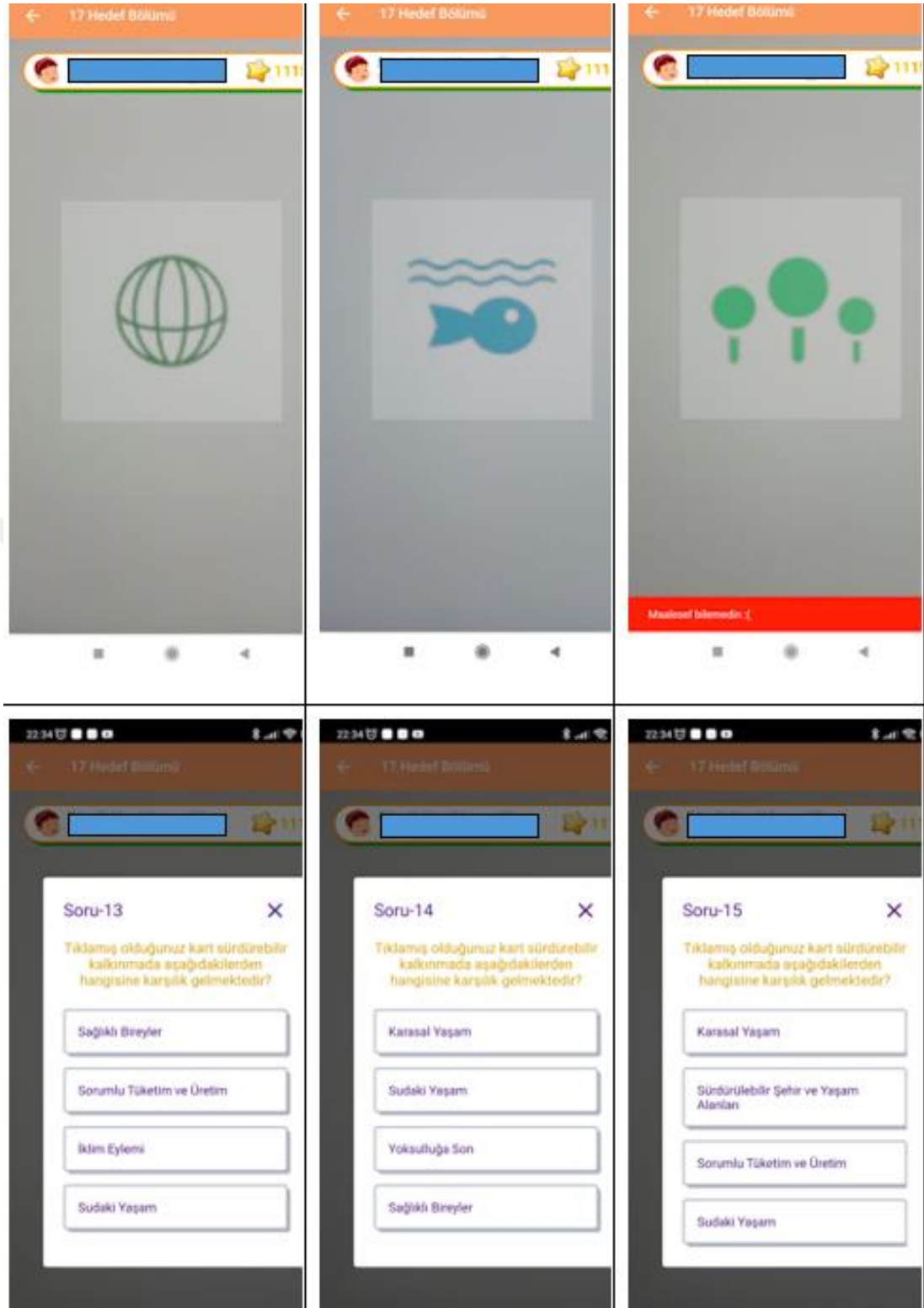
Şekil D.7 (devam). Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü



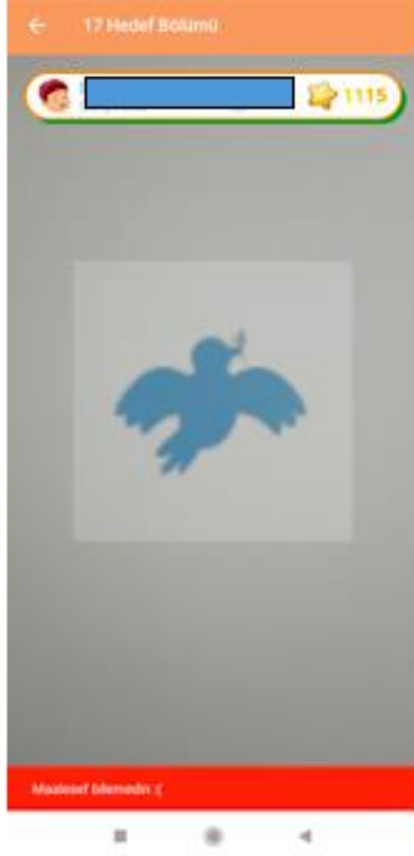
Şekil D.7 (devam). Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü



Şekil D.7 (devam). Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü



Şekil D.7 (devam). Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü



Şekil D.7 (devam). Sürdürülebilir kalkınma 17 hedef bölümü
165



Şekil D.8. ECohool mobil uygulamaya ilişkin ortaokul öğrencilerin deneyimleri

EK E. Etik Kurul İzin Belgesi



T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu



Sayı : E-34183927-000-00000673620
Konu : Başvurunuz Hk. Başvurunuz Hk

Sayın: Tugce ŞAHİN

“Sürdürülebilir Yaşama Yönelik Geliştirilen Tasarım Temelli Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının 8.Sınıf Öğrencilerinin Tutum, Motivasyon, Yaratıcılıkları ve Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeyleri Üzerine Etkisi” başlıklı 2021/08-31 protokol numaralı başvuru 21.12.2021 tarihli toplantıda kurulumuz tarafından incelenmiş, Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Yönergesi’nde belirtilen etik ilkelere **uygun olduğuna** toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Necmettin AYGÜN
Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları
Etik Kurul Başkanı

Ek: İnsan Araştırmaları Etik Kurul Kararı

Doküman elektronik olarak suretine <https://e-belge.aksaray.edu.tr/adresinden/d7a109ce-6847-4823-8373-2289cdf92b16> kodu ile erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu’nun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK F. Araştırma İzin Belgesi



T.C.
KIRŞEHİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Özel Kırşehir Boğaziçi Öğrenme Atölyesi
Sosyal Etkinlik ve Gelişim Merkezi

Sayı : 99918281/2024-05/410-006

10.05.2024

Konu : Tuğçe ŞAHİN Araştırma İzni

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Kurumumuz Fen Bilimleri Öğretmeni Tuğçe ŞAHİN tarafından doktora tezi kapsamında kullanılacak “Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği” ve “Ekolojik Yaşama Yönelik Farkındalık Ölçeği” ölçeklerinin Boğaziçi Öğrenme Atölyesi’nde öğrenim görmekte olan 7. ve 8. Sınıf öğrencilerine uygulanması kurumumuzca uygun görülmüştür. Doktora tezi kapsamında geliştirilmesi planlanan Artırılmış Gerçeklikle Zenginleştirilmiş ECohool mobil uygulamasının kurumumuzda öğrenim gören 7. ve 8. Sınıf öğrencilerine uygulanması için gerekli izinler verilmiştir.

Gereği bilgilerinize arz olunur.

Tuğçe ŞAHİN

Müdür

**KIRŞEHİR BOĞAZIÇI
ÖZEL ÖĞRETİM KURSU**
Yusuf ATAŞOY
Medrese Mah. 55. Sok. No: 4/1 KIRŞEHİR
Tic. Sic. No: 5220 Gsm: 0506 660 42 27
Kırşehir Boğaziçi Öğrenme Atölyesi K. No: 141 621 708 2

Adres : Medrese Mah. 55. Sokak 4/1 KIRŞEHİR
Bilgi için: 0386 502 01 40 – 0 505065 04 18
E-Posta: bogaziciatolye@gmail.com

EK G. Sürdürülebilir Yaşama Yönelik ve Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği Kullanım İzni

	A	9 May 2024 Per 08:34 ☆
Alıcı: ben ▾		
Merhaba. Memnuniyetle kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar, Özgül hocama selamlar.		

	R	29 Haz Paz 20:16 (4 saat önce)
Alıcı: ben ▾		
Merhaba Tuğçe, Göstermiş olduğumuz Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeğini etik kurallara uygun olmak koşuluyla tezinizde kullanabilirsiniz. Başarılar dilerim.		

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Tuğçe ŞAHİN

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, 2010-2014

Yüksek Lisans : Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, 2014-2016

Doktora : Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, 2019-2025

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

Şahin, T. ve Keleş, Ö. 2025. Artırılmış gerçeklikle zenginleştirilmiş *ECohool* mobil uygulaması ile ortaokul öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık düzeylerinin incelenmesi, *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 9, 1, 1-18.