



**ALGORİTMİK DÜŞÜNME BECERİLERİNİN
KAZANDIRILMASINA YÖNELİK
DOKUNULABİLİR BİR KULLANICI
ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ**

Doktora Tezi

Alper GÖKADA

Eskişehir 2021

**ALGORİTMİK DÜŞÜNME BECERİLERİNİN KAZANDIRILMASINA
YÖNELİK DOKUNULABİLİR BİR KULLANICI ARAYÜZÜ
GELİŞTİRİLMESİ**

Alper GÖKADA

DOKTORA TEZİ

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Özcan Özgür DURSUN

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Temmuz 2021**

JÜRI VE ENSTİTÜ ONAYI



ÖZET

ALGORİTMİK DÜŞÜNME BECERİLERİNİN KAZANDIRILMASINA YÖNELİK DOKUNULABİLİR BİR KULLANICI ARAYÜZÜ GELİŞTİRİLMESİ

Alper GÖKADA

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı
Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Temmuz 2021
Danışman: Doç. Dr. Özcan Özgür DURSUN

Bu araştırmada amaç, ortaokul 5. Sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesinde dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip olan “Dokunulabilir, Değiştirilebilir ve Düzenlenebilir Algoritmik Düşünme Etkinlikleri ve Nesnesi (3D ADEN)”nin kullanılabilirliğini ortaya koymaktır. Araştırmanın katılımcı boyutunu, Eskişehir ili dahilinde 2020 – 2021 eğitim öğretim yılı içerisinde 5. sınıf düzeyine devam etmekte olan 10 öğrenci ile Türkiye genelinde erişilmiş 10 öğretmen oluşturmaktadır. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasının yapıldığı bu araştırmada öğrencilere, 4 hafta boyunca haftada 1 saat olacak şekilde etkinlikler düzenlenmiş ve 3D ADEN öğretim materyali uygulanmıştır. Uygulama sürecinde gözlem, görüşme, Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (System Usability Scale, SUS), öğrenci değerlendirme rubriği ve bir veri toplama aracı olarak 3D ADEN sisteminin kendisi kullanılmıştır. 3D ADEN sistemi, öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirmek için kullandıkları modülleri, etkinlikler sırasında yapılan hataları ve etkinliklerin sürelerini tutmaktadır. Araştırma sonucuna göre 3D ADEN sistemini kullanan öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinde çeşitli değişiklikler gözlemlenmiştir. Öğrenciler, kendilerine verilen problem durumlarını çözmek için zihinde canlandırma, kısa işlem basamağının belirlenmesi ve hata ayıklama gibi farklı stratejilere başvurmuşlardır. Süreç sonunda eğlendiklerini belirten öğrenciler, 3D ADEN sistemi ile öz değerlendirmelerini yapabildiklerini belirtmişlerdir. Öğretmenlerden elde edilen bulgulara göre ise 3D ADEN sistemi, algoritmik düşünme becerisini geliştirme konusunda yeterli bir materyaldir.

Anahtar Sözcükler: Dokunulabilir kullanıcı arayüzü, Algoritmik düşünme becerisi, Durum çalışması

ABSTRACT

DEVELOPING TANGIBLE USER INTERFACE TO DEVELOP ALGORITHMIC THINKING SKILLS

Alper GÖKADA

Department of Computer and Instructional Technologies
Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, July 2021
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özcan Özgür DURSUN

The purpose of this study is to reveal the usability of “Tangible, Changeable and Editable Algorithmic Thinking Activities and Object (3D ADEN)” with the tangible user interface to develop secondary school 5th-grade students’ algorithmic thinking skills. The user dimension of this study consists of 10 students in the 5th grade level in Eskişehir city in the 2020-2021 academic term and 10 teachers across Turkey. This study is conducted as a case study among qualitative research methods to organize 1 hour per week activities for 4 weeks and 3D ADEN teaching material is applied. During the application, observation, interview, System Usability Scale (SUS), student assessment technique and 3D ADEN system itself are used as data collection tools. 3D ADEN system tracks used modules for students to complete the activities, mistakes during the activities and activity durations. According to the study results, it is observed that students who used the 3D ADEN system had various changes in their algorithmic thinking skills. Students used different strategies such as visualization, determining short operation steps, debugging and trial-and-error to solve the problems given to them. Students have expressed to have fun at the end of the process and make self-assessments with the 3D ADEN system. According to findings obtained from the teachers, 3D ADEN is sufficient material to develop algorithmic thinking skills.

Kew Words: Tangible uer interface, Algorithmic thinking skill, Case study

TEŞEKKÜR

Doktora sürecim boyunca desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Özcan Özgür DURSUN başta olmak üzere Doç. Dr. Yusuf Levent ŞAHİN ve Dr. Öğr. Üy. Celal Murat Kandemir hocalarıma doktora tez sürecime verdikleri değerli katkılardan dolayı teşekkürlerimi bir borç bilirim. Tez savunma jürimde ise Prof. Dr. Cem Çuhadar ve Dr. Öğr. Üy. Mehmet Emin KORKUSUZ hocalarıma tez çalışmamı iyileştirmem için sağladıkları değerli katkılardan dolayı teşekkür ederim. Uygulama sürecinde desteğini esirgemeyen Ali KAYA hocama ayrıca teşekkür ederim.

Anadolu BÖTE bölümüne adım attığım andan itibaren akademik anlamda gelişmeye katkı sağlayan Prof. Dr. Ferhan ODABAŞI, Prof. Dr. Adile Aşkım KURT, Doç. Dr. Işıl KABAKÇI YURDAKUL hocalarıma teşekkür ederim. Akademik anlamda ufkumu açan, kendisini örnek almaya çalıştığım değerli hocam Prof. Dr. Yavuz AKBULUT'a ise verdiği psikolojik desteklerden ötürü minnettarım. Ayrıca süreç içerisinde tanıma ve tanışma fırsatına eriştiğim Dr. Ufuk TUĞTEKİN, Dr. Ulaş İLİÇ, Dr. Barış MERCİMEK, Dr. Ali Haydar BÜLBÜL, Dr. İsmail TATAR, Dr. Esra BARUT TUĞTEKİN ve Dr. Cansu ÇAKA'ya da birlikte geçirdiğimiz güzel günlerden dolayı teşekkür ediyorum.

Tüm doktora sürecim boyunca yanımda olan, desteğini ve sevgisini esirgemeyen sevgili yol arkadaşım Dr. Özge DOĞAN başta olmak üzere, Dr. Ezgi DOĞAN ve Dr. Ferhan ŞAHİN'e süreç içerisinde verdikleri desteklerden ötürü sonsuz teşekkür ediyorum. Her ne olursa olsun yanımda olduğunuz için size minnettarım.

Bugüne gelmemi sağlayan, maddi ve manevi her türlü desteğini esirgemeyen sevgili aileme; Ülkümen BURMABİYİK, Aytekin BURMABİYİK ve Özgür BURMABİYİK'a ise teşekkürlerimi bir borç bilirim. Sevgilerimle.

Alper GÖKADA

Eskişehir, 2021

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Alper GÖKADA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
GÖRSELLER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.1.1. Algoritma ve algoritmik düşünme	5
1.1.2. İnsan bilgisayar etkileşimi	11
1.1.2.1.İnsan bilgisayar etkileşimi paradigmaları	12
1.1.2.1.1. Mikro ve makro insan bilgisayar etkileşimi	12
1.1.2.1.2. İnsan bilgisayar etkileşimi ve üç paradigma	13
1.1.2.2.İnsan bilgisayar etkileşimi tasarım ilkeleri	15
1.1.2.3.İnsan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik	17
1.1.3. Kullanıcı arayüzleri	18
1.1.4. Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri.....	22
1.1.4.1.Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin avantajları.....	26
1.1.4.2. Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin tasarım zorlukları.....	29
1.1.5. Dokunulabilir öğrenme ortamları.....	30

	<u>Sayfa</u>
1.1.5.1. Logo'dan günümüze.....	30
1.1.5.2. Dokunulabilir öğrenme ortamlarında yapılan çalışmalar	33
1.2. Araştırmanın Önemi.....	37
1.3. Araştırmanın Amacı	38
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	39
2. 3D ADEN ÖĞRETİM MATERYALİ	40
2.1. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Özellikleri	40
2.2. 3D ADEN Donanımının Bileşenleri.....	41
2.3. 3D ADEN Modüllerinin Okunması.....	45
2.4. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Geliştirme Süreci.....	46
2.4.1. Donanımın üretim süreci	47
2.4.1.1. Donanımın temel özellikleri.....	47
2.4.1.2. Donanımı yönetecek yazılımın geliştirilmesi.....	50
2.4.2. Donanımın dış tasarımı	51
2.4.3. Yazılımın geliştirilme süreci	52
3. YÖNTEM.....	59
3.1. Araştırma Yöntemi	59
3.2. Durum Çalışması	59
3.3. Araştırmanın Katılımcıları	61
3.4. Araştırma Ortamı	62
3.5. Araştırma Süreci.....	63
3.6. 3D ADEN Etkinliklerinin Belirlenmesi.....	65
3.6.1. Problem çözme ve programlama ünitesi	66
3.6.2. 3D ADEN öğretim materyali bağlamında etkinliklerinin incelenmesi.....	67
3.6.3. Haftalık etkinlik setlerinin oluşturulması	70
3.6.3.1. “1. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları	72
3.6.3.2. “2. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları	74
3.6.3.3. “3. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları	76
3.6.3.4. “4. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları	79
3.7. Araştırma Verilerinin Toplanması.....	82
3.7.1. Öğrenci değerlendirme rubriği	83

	<u>Sayfa</u>
3.7.2. Sistem kullanılabilirlik ölçeği	84
3.7.3. Odak grup görüşmesi	85
3.7.4. Gözlem	86
3.7.5. Veri toplama aracı olarak 3D ADEN sistemi	86
3.8. Verilerin Analizi	87
3.9. Geçerlik ve Güvenirlik	89
4. BULGULAR	92
4.1. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Algoritmik Düşünme Becerisi Üzerindeki Rolü Nasıldır?	92
4.1.1. 1. Hafta Bulguları	92
4.1.2. 2. Hafta Bulguları	96
4.1.3. 3. Hafta Bulguları	99
4.1.4. 4. Hafta Bulguları	103
4.1.5. Genel Değerlendirme	106
4.2. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Kullanımı Sırasında Verilen Problem Durumlarını Çözmede Öğrencilerin Kullandıkları Stratejiler İle İlgili Bulgular	112
4.2.1. “1. Hafta” Bulguları	112
4.2.2. “2. Hafta” Bulguları	114
4.2.3. “3. Hafta” Bulguları	115
4.2.4. “4. Hafta” Bulguları	118
4.2.5. Genel Değerlendirme	120
4.3. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Olumlu Yönlerine İlişkin Bulgular	124
4.4. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Olumsuz Yönlerine İlişkin Bulgular	127
4.5. 3D ADEN Öğretim Materyaline Yönelik Öğretmenlerin Görüşlerine İlişkin Bulgular	129
4.6. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Nasıl Daha İyi Hale Getirilebileceğine İlişkin Bulgular	133
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	135
5.1. Sonuç ve Tartışmalar	135
5.1.1. Çalışmanın öğrenci boyutu	136
5.1.2. Çalışmanın öğretmen boyutu	140
5.1.3. Çalışmanın materyal boyutu	143

	<u>Sayfa</u>
5.2. Öneriler	147
5.2.1. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler	147
5.2.2. Uygulamalara yönelik öneriler	148
KAYNAKÇA.....	151
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	



TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. İyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı oluşturmak için dikkat edilmesi gereken ilkeler	16
Tablo 3.1. Durum çalışması desenleri (Yin, 2012)	60
Tablo 3.2. Haftalık etkinlik planı	64
Tablo 3.3. 4.Hafta etkinliklerinin tarihleri.....	65
Tablo 3.4. Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programı (ortaokul 5 ve 6. Sınıflar) – “5. Ünite - Problem Çözme ve Programlama” ünitesinin alt konuları ve kazanımları.....	66
Tablo 3.5. Öğrenciler ile gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri.....	85
Tablo 3.6. Öğrenciler ile gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri.....	86
Tablo 4.1. 1. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları	93
Tablo 4.2. 1. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler	93
Tablo 4.3. 1. hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı.....	94
Tablo 4.4. 1. Hafta rubrik değerlendirmesi	94
Tablo 4.5. 2. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları	96
Tablo 4.6. 2. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler	97
Tablo 4.7. 2. Hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı.....	97
Tablo 4.8. 2. Hafta rubrik değerlendirmesi	98
Tablo 4.9. 3. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları	100
Tablo 4.10. 3. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler	100
Tablo 4.11. 3. Hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı.....	101
Tablo 4.12. 3. Hafta rubrik değerlendirmesi	102
Tablo 4.13. 4. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları	103

Tablo 4.14.	3. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler	104
Tablo 4.15.	4. Hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı.....	105
Tablo 4.16.	4. Hafta rubrik değerlendirmesi	105
Tablo 4.17.	Haftalık modüllerin bağlantısında yaşanan problemler	128



ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin ikili geri bildirim döngü sistemi (Ishii ve Ullmer, 2012).....	27
Şekil 2.1. 24C02 Entegresinin (solda) ve 8 Bit adreslemenin şematik görünümüleri (sağda)	49
Şekil 3.1. Nitel veri analiz süreci (Creswell, 2012).....	88
Şekil 3.2. Nitel araştırmalarda kodlama süreci (Creswell, 2012).....	88
Şekil 4.1. 1. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları	95
Şekil 4.2. 2. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları	98
Şekil 4.3. 3. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları	102
Şekil 4.4. 4. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları	106
Şekil 4.5. 4. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları	107
Şekil 4.6. Etkinlik başına düşen toplam hata sayısı	108
Şekil 4.7. Öğrencilerin ortalama olarak etkinliklerde harcadıkları süreler.....	109
Şekil 4.8. Haftalık olarak bitirilen etkinlik sayısı.....	110
Şekil 4.9. Haftalık etkinliklere göre ideal modül sayısının ve öğrencilerin kullandıkları ortalama modül sayılarının kıyaslanması.....	110
Şekil 4.10. Haftalık olarak ideal modül bağlantı sayısından ne kadar uzaklaşıldığının öğrencilere göre belirlenmesi	111
Şekil 4.11. Haftalık rubrik değerlendirme puanlarının yüzdelik olarak verilmesi.....	111
Şekil 4.12. 1. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.	112
Şekil 4.13. 2. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.	114
Şekil 4.14. 3. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.	116

Şekil 4.15.	4. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.	118
Şekil 4.16.	Odak grup görüşmelerine doğrultusunda “problem çözme” ana temasına ilişkin alt temalar.	121
Şekil 4.17.	Bir dakikada gerçekleştirilen ortalama hata sayısı.....	122
Şekil 4.18.	3D ADEN öğretim materyalinin iyi yönlerine ilişkin temalar.....	125
Şekil 4.19.	Sistem kullanılabilirlik ölçeğinin haftalık sonuçları	127
Şekil 4.20.	Tüm etkinlik süreci içerisinde modül kullanımına yönelik temalar.....	128
Şekil 4.21.	Materyalin eksiklerine yönelik öğrencilerin görüşlerine ilişkin temalar.....	129
Şekil 4.22.	Öğretmen görüşlerine ilişkin temalar ve alt temalar.	130

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1.1.	Otomatik piyanolarda kullanılan delikli kağıt şerit (solda) ve IBM delikli kart (sağda)	19
Görsel 1.2.	inFORM sistemi (Follmer vd. 2013).....	24
Görsel 1.3.	İki adet Logo kaplumbağası(McNerney, 2004)	30
Görsel 1.4.	Örnek bir RCX yapısı (solda) ve Programlamanabilir Tuğla'ların çeşitli versiyonları (sağda) (McNerney, 2000).....	31
Görsel 1.5.	AlgoBlock sistemini kullanarak ekranda yer alan denizaltını programlayan çocuklara ait bir görsel (McNerney, 2000).....	32
Görsel 1.6.	Tern sisteminin modülleri (solda) ve Tern sistemiyle oluşturulmuş örnek bir algoritma (sağda) (Horn ve Jacob, 2007b).	32
Görsel 1.7.	HAT modülü takılı olan Raspberry Pi'ın Scratch aracılığıyla kodlaması örneği (RaspberryPi, 2021a).....	33
Görsel 2.1.	3D ADEN donanım ve yazılım bileşenleri (solda), termal yazıcıdan alınan çıktı (sağda).....	41
Görsel 2.2.	Sol tarafta 3D ADEN Donanımının ana modülüne, sağ tarafta ise sırasıyla sayı modülleri, temel modüller ve şart modüllerine ait görseller.	42
Görsel 2.3.	Soldan sağa sırasıyla; karakterin 5 kez ilerlemesi söyleyen ve ileride yol var olduğu sürece ilerlemesini söyleyen bağlantı yapısı	43
Görsel 2.4.	Karakterin, ileride yol var ise ilerlemesini yoksa sola dönmesini söyleyen karar modül yapısı	44
Görsel 2.5.	Belirli amaçlar doğrultusunda oluşturulmuş çeşitli boş modüller	44
Görsel 2.6.	code.org'un modülleri ile oluşturulmuş çeşitli algoritma örneklerinin Türkçeleştirilmesi.	45
Görsel 2.7.	Ana Modül'e bağlanmış olan diğer modüllerin test aşamasındaki hali.	50
Görsel 2.8.	3ds Max programı aracılığıyla tasarlanmış bazı modüller.....	51

	<u>Sayfa</u>
Görsel 2.9. Çeşitli erkek - dişi modül bağlantı şekilleri	52
Görsel 2.10. 3D ADEN ana yazılımı açılış ekranı (solda) ve etkinlik sayfası (sağda).....	54
Görsel 2.11. Ana Modül'e bağlanmış olan algoritma tasarımının Ana Yazılımı içerisinde yer alan Modül Penceresi içerisinde gösterilmesi.	55
Görsel 2.12. Oluşturulan algoritma doğrultusunda sırası gelen modülün 3D ADEN Ana Yazılımı içerisinde parlayarak gösterilmesi ve karakterin ilgili modül doğrultusunda hareket etmesi.....	55
Görsel 2.13. Üzerlerinde yazan sayı kadar toplanabilir olan havuç ve marul ürünlerinin gösterimi.	56
Görsel 2.14. Farklı soru işareti türlerinin etkinlik başlamadan önceki ve sonraki hali.	57
Görsel 2.15. Karakterin bir nesneye çarpması durumunda verilen geri bildirimlere bir örnek.	57
Görsel 2.16. Harita tasarım modu.....	58
Görsel 3.1. 1. hafta etkinliklerinin haritaları.....	73
Görsel 3.2. 2. hafta etkinliklerinin haritaları.....	76
Görsel 3.3. 3. hafta etkinliklerinin haritaları.....	78
Görsel 3.4. 4. hafta etkinliklerinin haritaları.....	80
Görsel 4.1. 6. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö4'ün kurduğu algoritma yapısı	113
Görsel 4.2. 5. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö8'in kurduğu algoritma yapısı	115
Görsel 4.3. 4. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö5'in kurduğu algoritma yapısı	117
Görsel 4.4. 10. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö7'nin kurduğu algoritma yapısı	120

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

NRC	: Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council)
ISTE	: Uluslararası Eğitim Teknolojileri (Derneği) Birliği (The International Society for Technology in Education)
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
İBE	: İnsan Bilgisayar Etkileşimi
GUI	: Grafiksel Kullanıcı Arayüzü (Graphical User Interface)
TUI	: Dokunulabilir Kullanıcı Arayüzü (Tangible User Interface)
3D ADEN	: Dokunulabilir, Değiştirilebilir ve Düzenlenebilir Algoritmik Düşünme Etkinlikleri ve Nesnesi (3D ADEN)
SKÖ	: Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

1. GİRİŞ

Bu başlık altında yapılan çalışma ile ilgili problem durumu, araştırmanın önemi, amacı ve sınırlılıkları alanyazın taramasıyla desteklenerek verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Teknoloji amaçlı üretim için kodlamanın ön plana çıktığı günümüzde (MEB, 2021a) bilgi işlemsel düşünme ayrı bir önem teşkil etmektedir. Wing (2006)'e göre bilgi işlemsel düşünme herkes için gerekli olan temel bir beceridir. Algoritmik düşünme ise bilgi işlemsel düşünmenin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Barr, Harrison ve Coner, 2011; Wang ve Zhou, 2011; Wong ve Jiang, 2018; Juškevičienė, 2020). Bir programın arka planında çalışan algoritmanın anlaşılması iyi bir yazılımcı olmanın temel gereksinimlerinden birisidir (Kehoe, Stasko ve Taylor, 2001). Benzer şekilde algoritmik düşünme becerisine sahip olmayan bir kişi için bir ya da daha fazla programlama dili bilgisine sahip olmak da bir işe yaramamaktadır (Sadykova ve Usolzev, 2018). Bu nedenle algoritmik düşünme becerisi, programlama ya da kodlama yapabilmek için gerekli olan en temel özelliklerden birisidir.

Algoritmik düşünme becerisinin yaratıcılık ile yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Futschek, 2006; Pasini vd., 2017). Ayrıca karmaşık problem durumları verildiğinde yaratıcılığın ortaya çıkabileceği ve bazı durumlarda ise alışlagelmişin dışında çözümlerin de ortaya çıkabileceği belirtmektedir (Futschek, 2006). Papert (1980) ise kodlama yapan çocukların, teknoloji üzerinde ustalık duygusu kazanacaklarını; bilimle, matematikle ve entelektüel model yapım sanatıyla yakın bir temas kuracaklarını belirtmiştir. Bu nedenle algoritmik düşünme becerisi; bilişim teknolojilerine yönelik olarak yaratıcı çözümler üretebilen, problem çözme becerisini geliştiren, teknolojiyi yönetebilen ve üretebilen bireylerin yetişmesine olanak sağlamaktadır (Hubálovský ve Milková, 2010; Douadi, Tahat ve Hamid, 2012; Wong ve Jiang, 2018). Ancak algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi ile ilgili çeşitli zorluklar söz konusudur (Cooper, Dann ve Pausch, 2000; Futschek ve Moschitz, 2010; Sadykova ve Usolzev, 2018).

Algoritmik düşünme konusunda yaşanan zorlukların aşılabilmesi için anlaşılabilirliği sağlaması açısından algoritmaların görselleştirilmesi önerilmektedir (Brown, 1988; Stasko, Badre ve Lewis, 1993; Kehoe, Stasko ve Taylor, 2001; Futschek,

2006; Horn ve Jacob, 2007a; Futschek ve Moschitz, 2010; Futschek ve Moschitz, 2011; Douadi, Tahat ve Hamid, 2012). Algoritma konusunda görselleştirmelerden faydalanan blok tabanlı ortamların algoritmik düşünme konusundaki etkililiği üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış, etkili olduğu vurgulanmıştır (Robinson, 2016; Tsukamoto vd., 2017; Wong ve Jiang, 2018). Araştırmacılara göre bilgi işlemsel düşünme becerisini dolayısıyla da algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi için çeşitli araçlar bulunmaktadır (Moreno-León, Román-González ve Robles, 2018; Juškevičienė, 2020):

- Bilgisayarsız aktiviteler,
- Blok tabanlı görsel ortamlar,
- Metin tabanlı programlama dilleri (Logo),
- Fiziksel nesneler

Yapılan alanyazın taraması sonucunda algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesinde grafiksel kullanıcı arayüzüne sahip Scratch benzeri platformlara alternatif olarak fiziksel nesnelerin kullanımının da savunulduğu görülmektedir (Kwon vd., 2012; Bonani, 2017; Bonani vd., 2017). İlkokul düzeyindeki öğrenenler için dokunulabilir nesnelerin kullanıldığı ortamlarda algoritma konusundaki temel konseptler sanal versiyonlarına göre daha anlaşılır olmaktadır (Futschek ve Moschitz, 2011; Bonani vd., 2017). Ayrıca dokunulabilir nesneler ile karmaşık sözdiziminden uzaklaşılabileceği ve iş birliğine dayalı öğrenme ortamının sağlanabileceği belirtilmektedir (Horn ve Jacob, 2007a; Baranauskas ve Marleny, 2017). Aynı zamanda algoritmik düşünme becerisi konusunda dokunulabilir nesnelerin kullanımı ile Scratch gibi sanal ortamlara geçişin daha kolay olduğu belirtilmiştir (Futschek ve Moschitz, 2011). Blok tabanlı dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamlar, fiziksel ile dijital ortamı birleştirerek dokunulabilir nesneler yardımıyla problem çözme becerisi kazandırabilmektedir (Malizia, Turchi ve Olsen, 2017).

Dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamlar ile ilgili yapılan çalışmalarda çocuklar problem durumlarına yönelik farklı bakış açıları ve stratejiler geliştirebilmişlerdir (Sei, Oka ve Mori, 2017). Zuckerman ve Gal-Oz (2013) ise dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamların sanal versiyonlarına kıyasla performans, memnuniyet, hatırlama, bitirme zamanı, iş birliği gibi alanlarda daha etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamlar ile kendine güvenen teknoloji tasarımcıları ve geliştiricilerinin yetiştirilebileceği vurgulanmaktadır (Wyeth ve Purchase, 2002). Aynı zamanda çocukların dokunulabilir

kullanıcı arayüzüne sahip ortamları eğlenceli buldukları belirtilmiştir (Wyelth ve Purchase, 2002; Zuckerman ve Resnick, 2003). Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri içerisinde oldukça popüler olan LEGO Mindstorm'un kökeni olan RCX (LEGO, 2021), Seymour Papert (1980) tarafından geliştirilen Logo (kaplumbağa) robotuna dayanmaktadır (McNerney, 2004). Logo dili ile yönetilen Logo robotu temel komutlar yardımıyla soyut matematiksel fonksiyonları görselleştirebilmektedir (McNerney, 2004). Feurzeig ve Papert (1969) bu görselleştirme yöntemi ile ilgili düşüncelerini şu şekilde dile getirmişlerdir: “bilgisayar destekli makinenin fiziksel doğası, matematiksel anlamda herhangi bir soyut işin yapabildiğinden daha fazla temel sağlamaktadır.”

Algoritmik düşünme becerisini geliştirme konusunda kullanılacak veya tasarlanacak sistemler ile ilgili ise Futschek ve Moschitz (2010) sistemlerin esnek bir yapıya sahip olması gerektiğini savunmaktadır. Bu sayede öğrenciler ilgili sistem ile kendi algoritmalarını tasarlayabilmeli ve algoritma üretme konusunda deney yapabilmelidir. Aynı zamanda algoritmik düşünme ile ilgili yaratıcılığın (Futschek, 2006) ve hayal gücünün (Hubálovský ve Milková, 2010) öneminin de vurgulandığı düşünüldüğünde; algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi konusunda öğrenenlerin kendi öğrenmelerini yapılandırmaları desteklenmelidir. Yapılandırmacı kurama göre öğrenme; deneyim sonucu anlam oluşturma ve bu anlamın içselleştirme sürecidir (Fosnot ve Perry, 1996). Dolayısıyla algoritmik düşünme konusunun yapılandırmacı yaklaşımla ele alınması uygun olacaktır.

Yapılandırmacı öğrenme ortamının tasarımında farklı bakış açılarının işe koşulabilir olmasının, öğrencinin aktif bir rol üstlenerek süreci sahiplenmesinin ve öğrencinin kendisini farklı yollarla ifade edebilmeleri için cesaretlendirilmesinin gerektiği vurgulanmaktadır (Knuth ve Cunningham, 1993; Honebein, 1996). Yapılandırmacı yaklaşım dahilinde tasarlanan öğrenme ortamları, algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi ile ilgili verilen öneriler (Futschek, 2006; Futschek ve Moschitz, 2010; Futschek ve Moschitz, 2011) ile uyusmaktadır. Yapılandırmacı kurama göre öğrencilerin kendi algoritmik düşünme becerilerini şekillendirmeleri sağlayacak, ortamın yaratılması faydalı olacaktır. Genel çerçevesiyle ele alındığında, ISTE'nin öğrenciler için 1998 yılında ortaya koyduğu standartlar “teknolojiyi kullanmayı öğrenmeye”, 2007 yılındaki standartlar “teknolojiyi kullanarak öğrenmeye”, 2016 yılındaki standartlar ise “teknolojiyle öğrenmeyi dönüştürmeye” yönelik olarak belirlenmiştir (ISTE, 2018a).

ISTE'nin güncel standartları da düşünüldüğünde öğrencilerin öğrenmelerini teknolojiyle yapılandırması teşvik edilmektedir.

Eğitimde teknoloji kullanımının etkililiği üzerine yapılan alanyazın taramasından elde edilen bilgiler çerçevesinde, başta özel eğitim alanı olmakla birlikte ilkokuldan itibaren ilerleyen dönemlerde etkililiğin giderek azaldığı sonucu ortaya çıkmıştır (Kadiyala ve Crynes, 2000). Elbette her yaş düzeyi için eğitim süreçleri önemlidir fakat bir takım temel becerilerin kazanımı da kritik dönemlerde gerçekleşmektedir. Araştırmacıların da belirttiği üzere algoritmik düşünme becerisi konusunun erken yaşlarda öğrenenlerde kazandırılması gerekmektedir (Futschek ve Moschitz, 2011). Ülkemiz genelinde düşünüldüğünde yapılan literatür taraması sonucunda ilkokul ve ortaokul düzeyinde kodlama ve dolayısıyla algoritmik düşünme becerisini geliştirmede (Ceylan ve Gündoğdu, 2018; Sırakaya, 2018; Ünsal, 2019; Anılan ve Gezer, 2020; Sayın 2020):

- İlk ve orta okul düzeyinde kodlama konusunda bir kavram bütünlüğünün oluşturulamaması ve farkındalığının sağlanamaması,
- bazı öğrencilerin kodlamayı kolay bulmamaları,
- üst bilişsel beceriler gerektirmesi nedeniyle öğrencilerin zorlanabilmesi,
- kodlamaya konusuyla ilgili önyargılı olabilmeleri,
- altyapı ve donanım eksikliği gibi sebeplerden ötürü bilgisayarsız kodlama eğitimi etkinliklerinin tercih ediliyor olması gibi durumlar tespit edilmiştir.

Teknoloji bağlamında tüketici bireylerin üreticilere dönüşmesinin gerekliliğinin savunulduğu (Kortuem vd., 2013) günümüzde teknolojinin eğitim alanında kullanımı bir kez daha önem kazanmaktadır. Teknolojiyi sadece tüketen değil, aynı zamanda üreten de bir nesil oluşturmak ve teknolojideki dönüşümü yakalamak adına ülkemizde de çalışmalar yapılmaktadır. MEB 2023 Eğitim Vizyonu doğrultusunda; içerik ve nitelik açısından bilişim teknolojilerinin çevrimiçi ve çevrimdışı ortamlarda üretim, problemlere çözüm geliştirme ve hayalleri hayata geçirme aracı olarak kullanılmasının sağlanması hedeflenmiş; kodlama, 3D tasarım ve elektronik tasarım benzeri bilişimle üretim becerilerinin öğrenme süreçlerine entegrasyonunun sağlanması amaçlanmıştır (MEB, 2021a). MEB 2023 vizyonunda da görülebileceği üzere teknoloji amaçlı üretim için kodlama, üç boyutlu tasarım ve elektronik tasarım ortamlarının öğrenme ortamına dahil edilmesi hedeflenmiştir.

1.1.1. Algoritma ve algoritmik düşünme

Bilgi işlemsel düşünme sadece bilgisayar bilimleri ile uğraşan bireyler için değil herkes için temel bir beceridir ve okuma, yazma, aritmetik gibi her çocuğun analitik kabiliyetine de eklenmelidir (Wing, 2006). Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin genel özellikleri şu şekilde belirtilmiştir (Barr, Harrison ve Coner, 2011):

- Verilen problem durumunu bilgisayar ya da diğer araçlar ile formülleştirilebilme,
- Verileri mantıklı bir şekilde düzenleme ve analiz edebilme,
- Modeller ve simülasyonlar yoluyla verileri soyutlayarak sunabilme,
- Algoritmik düşünme ile çözümleri otomatikleştirebilme,
- Adımların ve kaynakların en verimli ve etkili bir şekilde bir araya getirilmesi hedefiyle olası çözümleri belirleyebilme, analiz edebilme ve uygulayabilme,
- Bu problem çözme sürecini çok çeşitli problem durumuna aktarabilme ve genelleylebilme.

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin temel özelliklerinden birisi olan algoritmik düşünme becerisinin (Barr, Harrison ve Coner, 2011; Wang ve Zhou, 2011; Wong ve Jiang, 2018; Juškevičienė, 2020) anlaşılması için ise ilk önce algoritma kavramının anlaşılması gerekmektedir.

Girdi olarak bir ya da daha fazla değerin alındığı, çıktı olarak da bir ya da daha fazla değerin verildiği iyi tanımlanmış herhangi bir prosedürün bir algoritma olduğu belirtilmektedir (Cormen vd., 2001). Başka bir bakış açısına göre de algoritma genellikle insanın çözümleyebileceği bir şekilde temsil edilen ifadelerdir (Adu Michael ve Abe Omoloye, 2014). Araştırmacıların algoritma ile ilgili söylemlerinden yola çıkarak algoritmanın; bir problemi çözmek için insanın yorumlayabileceği bir şekilde ifade edilen ve girdileri çıktılara dönüştüren iyi tasarlanmış bir yol olduğu söylenebilir. Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council) Bilgi Teknolojileri Okuryazarlığı Komitesi (Committee on Information Technology Literacy) (NRC, 1999)'ne göre ise algoritma, bir dördünü sınıf öğrencisinin bile matematiksel olmayan ancak niteliksel bir şekilde, bir oyunun ya da yemek tarifinin kurallarını tartışabileceği bir kavramdır. Algoritma ile ilgili yapılan bu tanımlamalara göre algoritmanın sade ve anlaşılır olması, iyi tasarlanması ve insan tarafından yorumlanabilir olması gerekmektedir.

Bilgisayar bilimlerinin en temel ögelerinden olan algoritmanın öğrenilmesi; yapma, kullanma ve programların problemlerini çözme süreçlerini barındırmaktadır (Papert, 1980). Aynı zamanda algoritma oluşturma, mantıksal düşünme becerisini ve hayal gücünü geliştirmektedir (Hubálovský ve Milková, 2010). Ancak algoritma oluşturma konusunda öğretilebilen gizli bir yaklaşım bulunmamakla birlikte problem çözme becerisinin kazandırılması gerekmektedir (Douadi, Tahat ve Hamid, 2012). Algoritmalaştırma süreci bilgisayar destekli bir eylem değildir; çoğu zaman algoritmayı oluşturan birey, zihninde oluşturduğu algoritmayı çalıştırabilir ve değerlendirebilir (Szlávi ve Zsakó, 2006; Kohn ve Komm, 2018; Wong ve Jiang, 2018). Ardından otomatik bir makine olan bilgisayar oluşturulan algoritmaya göre hareket eder (Szlávi ve Zsakó, 2006; Wong ve Jiang, 2018).

Algoritmaların anlaşılması için sürekli olarak gündelik hayattan örnekler verilmektedir. Örneğin bir yemek tarifi için izlenmesi gereken kurallar, bir noktadan diğer bir noktaya gitmek gibi. Bu örnekler verilirken ya da algoritma konusunda tanımlamalar yapılırken belki de algoritmanın göz ardı edilen ancak dikkat edilmesi gereken bir noktasına da vurgu yapılmalıdır. Doğrusal bir şekilde ilerleyerek, belirli adımların tekrarı ile süreci otomatikleştirerek ya da şartları işe koşarak çeşitli şekillerde algoritmalar tasarlanabilir. Üstelik rastgele eylemler sonucunda da istenilen duruma ulaşılabilir. Bu durum, sonuca ulaşmak için bir algoritma kullanıldığı gerçeğini değiştirmeyecektir. Ancak algoritmaların şartlara uygun olarak ideal ve verimli bir şekilde kullanımı önemlidir. Cormen vd., (2001), bilgisayarların oldukça hızlı bir şekilde işlem yapma kapasitesine sahip olduğunu hafıza, RAM ve işlemci gibi bileşenlerden dolayı kaynaklarının sınırlı olduğunu bu nedenle de algoritmaların verimliliğinin önem teşkil ettiğini vurgulamaktadırlar. Dolayısıyla algoritmaların verimlilik konusunda hem zaman hem de kaynak tüketimi açısından kaynakların akıllı bir şekilde kullanılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Algoritmanın verimli kullanımı ile ilgili araştırmacının kendisi tarafından gerçekleştirilen bir proje üzerinden örnek vermek gerekirse (Burmabıyık, 2011a); 2.000.003 sayısının asal sayı olup olmadığını bulmak için bir döngü içerisinde tek tek 1'den 2.000.003 sayısına gelene kadar bir sayıya bölünüp bölünmedi mi diye kontrol edilebilir. Bu da bir algoritmadır ve bir şekilde ihtiyacı karşılayabilecek nitelikte olabilir. Ancak bu algoritmanın daha verimli bir şekilde kullanımı için her sayıyı, kendisine gelene kadar tüm sayılara tek tek bölmek yerine, asal olup olmadığı merak edilen sayının

kareköküne eşit olana kadar bölmek de yeterlidir. Ancak bahsedilen algoritma tasarımı, her zaman ve her şart altında da ideal bir çözümü olmak zorunda değildir. Bazı durumlarda bahsi geçen algoritma tasarımı sistemde işlem yükü oluşturabilecek bir tasarımıdır. Dolayısıyla algoritmik düşünme konusunda yapılan tanımlamalara ek olarak algoritmik düşünme aynı zamanda algoritmaların ne zaman ve ne şekilde verimli olarak kullanılacağını belirleyebilme becerisidir. Yukarıda verilen örneklerde ve tanımlarda da olduğu gibi algoritmayı oluşturmak, onu bir algoritma olarak tanımlamak için yeterli görünebilir. Ancak Cormen vd. (2001)'nin de belirttiği gibi kaynakları verimli kullanmak algoritma oluşturmak için dikkat edilmesi gereken konular arasındadır. Bu nedenle şartlara uygun olarak ideal ve verimli bir algoritmanın üretilmesi ulaşılması beklenen hedef olmalıdır. Aynı zamanda yaratıcılık ve alışlagelmişin dışında bakış açıları da algoritma oluşturma konusunda önemlidir (Futschek, 2006; Pasini vd., 2017). Bu yüzden de algoritma oluşturma ve algoritmik düşünme becerisi ezberden uzak bir şekilde, insanların neden sonuç ilişkileri kurabilecekleri bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Algoritmik düşünme, algoritmaların temelini oluşturan kesin talimatlar veya diziler geliştirme yeteneğidir (ISTE, 2018b). Wong ve Jiang (2018)'a göre algoritmik düşünme bir problem durumuna yönelik çözümleri adımlar haline getirerek algoritma oluşturabilme becerisidir. Bu nedenle algoritmik düşünme, kesin talimatlar ile problem durumlarını çözmeye yönelik algoritma oluşturabilme becerisidir. Araştırmacılara göre algoritmik düşünmenin üç ana bileşeni ise şu şekildedir (Hromkovič vd., 2016):

- *Düzgün bir dil*: Basit ama genişletilebilir talimatların cümlelere dönüştürülmesi ile algoritmanın bir dil olarak ifade edilebilir olması gerekmektedir.
- *Soyutlama ve Otomatikleştirme*: Kare çizme amacı olan bir algoritmanın soyutlaştırılarak genişlik ve uzunluk parametreleri aracılığıyla dikdörtgene dönüştürülebileceğinin fark edilmesi durumudur. Benzer şekilde sürecin otomatikleştirilerek çokgenlere dönüştürülerek algoritmanın işlevselliğinin değiştirilmesi gerekmektedir.
- *Hesaplanabilirliğin limitleri*: Her problem algoritma ile çözülemeyebileceği gibi algoritma yardımıyla çözülebilecek olan problemler için de kullanılacak olan kaynaklar sınırsız değildir. Dolayısıyla hafıza kullanımı zaman tüketimi gibi belirli limitlere göre hareket edilmesi gerekmektedir.

Algoritmik düşünme ile ilgili Hromkovič vd. (2016)'nin sunduğu bileşenler, algoritma ve algoritmik düşünme ile ilgili yapılan tanımlamalar ile uyum göstermektedir.

Hromkovič vd. (2016)'nin bileşenleri doğrultusunda algoritmaların okunabilirliğine ek olarak oluşturulan algoritmaların verimli olması ve ihtiyaç halinde geliştirilebilir olması beklenmelidir. NRC (1999)'ye göre ise algoritmik düşünmenin genel çerçevesi; fonksiyonel olarak en küçük bileşenlere kadar parçalayabilme, yineleme ve / veya özyineleme ile tekrarlama, temel veri organizasyonlarını (kayıt, dizi, listeleme gibi) yapabilme, genelleme ve parametreleştirme, genelden özele doğru tasarım ve iyileştirme konularını içermektedir. Algoritmik düşünme konusunu teknik boyutu ile ele alan NRC (1999)'ye ek olarak algoritmik düşünme bilişsel boyutu ile de ele alınmıştır (Futschek, 2006; Futschek ve Moschitz, 2010; Wong ve Jiang, 2018):

- Verilen problemi analiz edebilme,
- Problemi tam olarak belirleyebilme,
- Verilen problemin çözümü için uygun temel eylemleri bulabilme,
- Temel eylemler doğrultusunda verilen probleme yönelik doğru algoritmaları oluşturabilme,
- Problemin özel ve de normal olan tüm olası durumlarını düşünebilme,
- Algoritmaları değerlendirebilme,
- Algoritmanın etkililiğini geliştirebilme becerileridir.

Bilgi teknolojilerinin anlaşılabilmesi için anahtar bir role sahip olan algoritmik düşünme becerisi, bilgi teknolojilerinin nasıl ve niye oldukları gibi çalışabildiklerinin kavranabilmesi açısından önem teşkil etmektedir (NRC, 1999). NRC (1999)'ye göre algoritmik düşünmede, bilgi teknolojilerine ait bir sistemin, uygulamanın ya da işlemin hata ayıklamasını yapabilmek, normal davranışın ne olduğunu kavrayabilmek ve ne şekilde hata verebileceğini anlayabilmek önemlidir. Ayrıca algoritmik düşünme; soyut ve mantıksal düşünme, yapısal düşünme, yaratıcılık ve problem çözme gibi bilişsel faktörlerden etkilenen bir beceridir. (Futschek ve Moschitz, 2010). Stephens (2018)'e göre ise algoritmik düşünme karmaşık bir problemi alt bileşenlerine ayırma, örüntü tanıma, genelleme ve soyutlama süreçlerini barındıran matematiksel akıl yürütme biçimidir. Stephens (2018)'in tanımı içerisinde dikkat edilmesi gereken nokta ise örüntü tanıma sürecidir. Algoritmalaştırma süreci içerisinde algoritmaların kısaltılması ve verimli hale getirilmesi amacıyla var tekrar eden yapıların fark edilmesi önem taşımaktadır.

Programlama ortamlarının soyut kavramlarını ve soyut düşünme şeklini öğrenmek, algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi konusunda sorun yaşanan konuların

başında gelmektedir (Futschek ve Moschitz, 2011). Bu nedenle algoritmik düşünme özellikle yeni başlayanlar için zorlu bir süreçtir. (Futschek ve Moschitz, 2010). Algoritmik düşünme bir yandan bilgisayarları verimli bir şekilde çalıştırmaya izin veren, diğer yandan da genelleme, ilham alma, sezgiye güvenme ve özgür seçim yapma yeteneğini limitlendiren bir beceridir (Sadykova ve Usolzev, 2018). Bahsedilen limitlendirme algoritmaların bilgisayarın diline ve yapısına uygun olarak tasarlanmak zorunda olmasından kaynaklanmaktadır. Futschek ve Moschitz (2010) ise bu konuyu şu şekilde ele almıştır; insanlar yüksek seviye talimatları eş zamanlı bir şekilde sorunsuz gerçekleştirebilirken, bilgisayarlar kendilerine verilen talimatlar doğrultusunda sıralı bir şekilde komutları gerçekleştirmektedirler. Dolayısıyla öğrenenler gündelik hayatta düşünmeden, otomatikleştirerek gerçekleştirdikleri eylemleri algoritmalaştırırken, talimatları kesin ve net bir şekilde adımlaştırılarak vermelidirler. Algoritmik düşünme ile ilgili yukarıda bahsedilen durumlardan ötürü algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi ile ilgili çeşitli zorlukların yaşandığı belirtilmiştir (Cooper, Dann ve Pausch, 2000; Futschek ve Moschitz, 2010; Futschek ve Moschitz, 2011; Sadykova ve Usolzev, 2018).

Futschek (2006)'e göre “algoritmik düşünme nasıl öğretilir?” sorusu, “yaratıcılık nasıl öğretilir?” sorusunu cevaplamak kadar zor bir sorudur ancak araştırmacıya göre çözülebildiği kadar çok problem çözülmesi ise bu soruya verilebilecek pratik bir cevaptır. Aynı zamanda belirli bir programlama dilinden bağımsız olarak çözülebilecek, çok kolay olmayan ancak kolaylıkla anlaşılabilir olan problem durumlarının verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Futschek (2006)'e göre daha karmaşık problemler yaratıcılığın ortaya çıkmasına ve bazı durumlarda ise alışıldığın dışında çözümlerin de ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda algoritmik düşünme konusunda yaşanan zorlukların aşılabilmesi için algoritmaların görselleştirilmesinin anlaşılabilirliği kolaylaştırması açısından güçlü ve kullanışlı olduğu belirtilmektedir (Brown, 1988; Stasko, Badre, Lewis, 1993; Kehoe, Stasko ve Taylor, 2001; Futschek, 2006; Horn ve Jacob, 2007a; Futschek ve Moschitz, 2010; Futschek ve Moschitz, 2011; Douadi, Tahat ve Hamid, 2012). Ayrıca giriş seviyesindeki öğrenenlerin algoritmik düşünme becerisini doğal bir şekilde geliştirebilmeleri için problem durumlarının karmaşıklık seviyeleri öğrenenin seviyesine göre düzenlenmelidir (Futschek 2006; Futschek ve Moschitz, 2010). Ek olarak Szlávi ve Zsakó (2006)'nın algoritma konusunda belirttiği gibi algoritmik düşünme konusunda da bilgisayara ihtiyaç duyulmaz (Wong ve Jiang, 2018) ve algoritmik düşünme herhangi bir

teknolojiden, uygulamadan ya da belirli bir programlama dilinden bağımsız bir şekilde öğretilir (Douadi, Tahat ve Hamid, 2012). Algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi için kullanılacak sistem ile ilgili araştırmacılar 8 öneride bulunmaktadır (Futschek ve Moschitz, 2010):

- Görevler, öğrenenlerin günlük hayatından verilmeli,
- Algoritmaları oluşturulurken kullanılan dil doğala yakın olmalı,
- Öğrenenlerin günlük hayatından bildiği temel eylemler kullanılmalı,
- Algoritmaları çalıştıran bir sistemin olması,
- Sistem, öğrenenlerin algoritmalar ile deney yapmasına izin vermeli,
- Sistem anında öğrenme deneyimleri vermeli,
- Sistem algoritma çeşitliliği konusunda esnek olmalı,
- Geri bildirim veren birisi olmalıdır.

Algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesinde kullanılacak olan sistem ile ilgili Futschek ve Moschitz (2010)'ın önerileri incelendiğinde kullanılacak sistemin öğrenenin kendi öğrenmesini yapılandırabileceği bir ortamın desteklendiği görülmektedir. Yapılandırmacı kurama göre öğrenme; deneyim sonucu anlam oluşturma ve bu anlamın içselleştirme sürecidir (Fosnot ve Perry, 1996). Dolayısıyla algoritmik düşünme konusunun yapılandırmacı yaklaşımla ele alınması uygun olacaktır. Yapılandırmacı yaklaşım ile ele alınan öğrenme ortamının tasarımında ise şu ilkelere dikkat edilmelidir (Knuth ve Cunningham, 1993; Honebein, 1996):

- Bilgiyi yapılandırarak deneyimin sağlanması,
- Farklı bakış açıları ile değerlendirme konusunda deneyimin sağlanması,
- Gerçek ve ilişkili içerikler aracılığıyla öğrenmesinin sağlanması,
- Öğrenme sırasında öğrencinin aktif bir rol üstlenerek süreci sahiplenmesinin sağlanması,
- Öğrenmenin sosyal deneyimler aracılığıyla sağlanması,
- Öğrencinin kendini farklı yollarla ifade edebilmesi için cesaretlendirilmesi,
- Öğrenenin bireysel farkındalığının bilgiyi yapılandırma süreci içerisinde artırılması.

Yapılandırmacı yaklaşım dahilinde tasarlanan öğrenme ortamları ile ilgili verilen ilkeler incelendiğinde araştırmacıların algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi ile ilgili verdikleri öneriler ile uyduğu görülmektedir (Futschek, 2006; Futschek ve

Moschitz, 2010; Futschek ve Moschitz, 2011). Bu açılardan ele alındığında yapılandırmacı kurama göre öğrencilerin kendi algoritmik düşünme becerilerini şekillendirmelerine imkan sağlayacak, katı kuralları olmayan esnek bir ortamın yaratılması önemlidir.

Bu tez çalışması kapsamında yapılandırmacı ortam tasarımı ilkeleri (Knuth ve Cunningham, 1993; Honebein, 1996) ve algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesinde kullanılacak sistem ile ilgili öneriler (Futschek ve Moschitz, 2010) dahilinde 3D ADEN öğretim materyali geliştirilmiştir. Geliştirilen fiziksel materyal ile insan arasındaki etkileşimin teorik altyapısının desteklenmesi için insan bilgisayar etkileşimi konusu incelenmiş, ilerleyen bölümde detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

1.1.2. İnsan bilgisayar etkileşimi

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin insana ve ihtiyaçlarına uygun olarak üretilmesini hedefleyen İnsan Bilgisayar Etkileşimi (Human Computer Interaction, HCI) ya da İnsan Makine Etkileşimi (Heimgärtner, 2012) alanındaki uzmanlar daha kullanılabilir bilgi teknolojileri sistemlerinin nasıl oluşturulabileceği konusunda çalışmaktadır (Çağiltay, 2016). Kim (2015)’e göre, İnsan Bilgisayar Etkileşimi’nde kullanılan “insan” kelimesi hem “etkileşime (interaction)” hem de “arayüze (interface)” hitap etmektedir. Araştırmacı “etkileşim” kelimesini, verilen görevi gerçekleştirmek için insanların cihaz ile kurduğu iletişimin soyut bir modeli olarak, “arayüz” kelimesini ise “etkileşimin teknik olarak gerçekleştirilmesi” olarak kullanmaktadır. Araştırmacılara (Gürcan, Çağiltay ve Çağiltay, 2021) göre insan bilgisayar etkileşimi konsepti teknoloji açısından yazılım, donanım ve tasarım, insan açısından ise psikoloji, iletişim, sosyoloji, bilgisayar bilimleri, enformatik, bilişsel bilimler, eğitim, organizasyon bilimleri ve ergonomi gibi pek çok disiplin ile ilgili bir alandır.

İnsan bilgisayar etkileşimi alanı ile ilgili yapılan alanyazın taraması sonucunda çeşitli insan bilgisayar etkileşimi paradigmalarına (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007; Shneiderman, 2011) ek olarak araştırmacıların ele alma noktalarına göre çeşitli tasarım ilkelerine (Kim, 2015; Shneiderman, 2018) rastlanılmıştır. Araştırmacılar insan bilgisayar etkileşimi konusunu farklı şekillerde ele almalarına rağmen bazı durumlarda bakış açıları kesişmekte bazı durumlarda ise farklılaşmaktadır. Farklılıklar birbirlerine zıt olmamakla birlikte bakış açısından kaynaklanan farklılıklardır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen

3D ADEN öğretim materyali için bir yaklaşımı benimsemek yerine ilgili yaklaşımlar incelenerek ilerleyen bölümlerde ele alınmıştır.

1.1.2.1. İnsan bilgisayar etkileşimi paradigmaları

İnsan bilgisayar etkileşimi alanında çeşitli paradigma ayrımları bulunmakla beraber bu ayrımlar araştırmacıların ele alma noktalarına göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada iki farklı ancak yaygın olan insan bilgisayar etkileşimi paradigması (Bi vd., 2019) incelenmiştir.

1.1.2.1.1. Mikro ve makro insan bilgisayar etkileşimi

Shneiderman vd. (2018, s. 104-115)'ne göre insan bilgisayar etkileşimi (İBE) alanında pek çok teori bulunmaktadır. Shneiderman (2011) var olan teori karmaşasının önüne geçmek adına insan bilgisayar etkileşimi araştırmalarına mikro-İBE ve makro-İBE olacak şekilde yaklaşılmasını önermektedir (Shneiderman vd., 2018).

Mikro-İBE; kullanıcının arayüz ile etkileşimi sırasında, hız ve hata gibi çeşitli performans etmenleri doğrultusunda laboratuvar gibi ortamlarda 30 ila 120 dakikalık kontrollü deneylerin ve istatistiksel ölçümlerin yapıldığı teorilerdir (Shneiderman vd., 2018). Makro-İBE ise zengin etkileşimle gerçekçi kullanım bağlamında uzun süreli olarak kullanıcı deneyimine odaklanan durum çalışmalarıdır. Makro-İBE araştırmaları kullanıcı tatminini artıran, içeriğin nasıl kullanıldığını gösteren ve yeni uygulamaların eğitim, sağlık, güvenlik veya çevre gibi unsurların nasıl daha iyi hale getirebileceği üzerine yapılan araştırmalardır (Shneiderman vd., 2018). Mikro-İBE araştırmaları, masaüstü, web, mobil ve her zaman her yerde (ubiquitous) felsefesine uygun cihazlar için yenilikçi arayüzlerin tasarlandığı çalışmalardır (Shneiderman, 2011). Mikro-İBE tasarımında (Shneiderman, 2011):

- Kullanıcıların acemi ya da uzman olması, genç ya da yaşlı olması, okuryazar olması ya da olmaması veya engeli olması ya da olmaması,
- Cinsiyet, kişilik, kültür, etnik köken ve motivasyon gibi değişkenler
- Hızla değişen teknolojilere uyum sağlamak gibi durumlara dikkat edilmelidir.

Makro-İBE araştırmaları duygusal deneyim, estetik, motivasyon, sosyal katılım, güven, empati, sorumluluk ve gizlilik gibi alanlarda arayüzlerin tasarlandığı çalışmalardır (Shneiderman, 2011). Makro-İBE tasarımında ise ticaret, hukuk, sağlık, eğitim, yaratıcı

sanatlar, topluluk ilişkileri, politika ve uluslararası kalkınma gibi alanlarda karşılaşılabilecek zorluklarla başa çıkılmalıdır (Shneiderman, 2011).

Shneiderman (2011)'e göre kontrollü deneyler ve kullanılabilirlik testleri gibi nicel yöntemler mikro-İBE araştırmaları için, etnografi çalışması ve durum çalışması gibi nitel yöntemler de makro-İBE araştırmaları için uygun yöntemlerdir. Mikro-İBE ve makro-İBE araştırmalarının kesişim noktası olsa da her iki araştırma türünden birine daha eğilimli araştırmacıların da olabileceği belirtilmektedir (Shneiderman, 2011). Söz konusu kesişim noktasının en temelinde “insan” ve “makine” yer alacağı için insan bilgisayar etkileşimi çalışmalarında, araştırmacının konuya yaklaşımına göre esnek bir şekilde hareket edilebileceği varsayımı yapılabilir.

1.1.2.1.2. *İnsan bilgisayar etkileşimi ve üç paradigma*

İnsan bilgisayar etkileşimi alanında yaygın olan bir diğer paradigma ise üç paradigma yaklaşımıdır. Harrison, Tatar ve Sengers (2007)'in ortaya koyduğu üç paradigma ilkesi, verdikleri bir örnek ile oldukça sade bir şekilde açıklanmıştır. 1960'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri pilotları tehlikeli durumlardan korumak için uyarı sistemi geliştirmişlerdir. Bahsi geçen bu üç paradigma ise bu uyarı sisteminin geliştirilmesi süreci içerisinde yaşanan bakış açılarını yansıtmaktadır (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007).

İnsan faktörü: Uyarı sistemi için pilotların hızlı bir şekilde dikkatlerinin çekilmesi gerekmektedir. Bahsi geçen yıllarda pilotların ve uçuş kontrolcülerinin hepsinin erkek olmasından dolayı acil durumlar için kadın sesinin kullanılmasının gerektiği düşünülmüştür.

Klasik bilişsel/bilgi işleme: Kadın sesinin kullanılması bir tasarım çözümüdür ancak deneysel çalışmalar göstermiştir ki kız arkadaş ya da eş gibi tanıdık sesler pilotların performansını artırmaktadır.

Fenomenolojik merkezli: Bir pilotun eşinin sesi tanıdık bir ses olabilir ancak eşler boşanma aşamasındaysa öngörülemeyen pilot davranışlarını meydana gelebilecektir. Ek olarak araştırmacılara göre en başta kadın sesi, baştan çıkarıcı bir ses tonu olmasından dolayı seçilmiştir. Kadın pilotların ve uçuş görevlilerinin yetişmesiyle beraber bu durum uygunsuz olmaya başlamıştır.

Araştırmacılara göre insan faktörü paradigması, endüstriyel ve ergonomik problemlerin belirlenmesi için kullanılan pragmatik bir yaklaşımdır. Bu paradigmanın

amacı insan ve makine arasındaki etkileşimi optimize etmek, problemin belirlenmesi için sorular sormak ve onlara pragmatik çözümler bulmaktır. Tasarımlar, problemler ve çözümler olacak şekilde oluşturulmaktadır. İlk tasarımlar, önceki tasarımlarda karşılaşılan problemlerin çözümüdür. Kritik olaylar genellikle kullanım sırasında başarısız olduğu için yeni tasarım bilgileri öncelikle kullanım sırasında ya da kullanım benzeri testlerde oluşturulur. (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007). Etkileşim metaforu olarak insan ile makine arasındaki etkileşimin verildiği bu paradigmada etkileşim hedefi ise insan ile makine arasındaki etkileşimin optimizasyonudur.

“Klasik bilişsel / bilgi işleme” paradigmasında insan ve bilgisayar arasındaki durum modellenerek ilişki tahmin ve optimize edilmektedir. Bu paradigmayı insan faktöründen ayıran şey ise problemin sonrasında bir modele dönüştürülmesidir. Bu paradigmaya göre işlemler hedeflerin başarılmasına göre ölçülebildiği için tasarımlar da sistematik bir şekilde üst üste değerlendirilebilir. (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007). Araştırmacılara göre ikinci paradigmada tasarım ilkelidir. Pratikte temel bilgilerin çoğu için sezgisel ve geleneksel yöntemlere dayansa da ilk paradigmaya kıyasla değerlendirmenin ne zaman, nasıl ve hangi araçlarla yapılacağı konusunda temel bir farklılık olduğu vurgulanmıştır. Kullanıcı testleri bilgi işleme teorisi doğrultusunda süreci iyileştirme amacı gütmektedir. Sistem son durumuna kavuşmadan veya tam çalışan bir simülasyon olmadan değerlendirilebileceği için genellikle değerlendirme işleminin, sistemin geliştirme süreci ile sıkı ilişki içerisinde olduğu belirtilmiştir. Tasarımın ise, genellikle problem çözmek yerine hipotez test etmek şeklinde gerçekleştirildiği için tasarım sürecinin ikincil amaç olarak görüldüğü belirtilmektedir. Tasarım yukarıdan aşağıya ve hedef doğrultusunda oluşturulmuş yapılar ile daha düzenli hale gelmektedir (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007). İkinci paradigmanın etkileşim metaforu ise; insan ile makine arasındaki bilgi aktarımıdır. Bu paradigmada etkileşim hedefi ise aktarılan bilginin etkililiğinin ve isabetliliğinin optimize edilmesidir.

Üçüncü paradigma fenomenolojik merkezli etkileşim metaforlarına dayalı bir yaklaşımdır. Etkileşimin amacı belirli bağlamlarda anlam oluşturmaya desteklemektir. Eylemlerin oluşturduğu zengin, karmaşık ve dağınık durumların nasıl işleneceği ve yorumlanacağı üzerine sorular sorar. Bu nedenle fenomenolojik merkezli paradigma birbirine kenetlenmiş; anlama ve anlam yaratmaya odaklanan (1), insan deneyimine dayanan (2) ve bu nedenle de pek çok perspektifle temsil edilen (3) bir yapı olacak şekilde üç unsurdan oluşmaktadır (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007). Üçüncü paradigmada

tasarım bir araştırma unsurudur. Etkileşim ise Dünya’da gerçekleşen gerçek bir durum olduğu için durumun anlaşılması ya da oluşturulması tasarımın merkezini oluşturmaktadır. Analitik çerçeveyi oluşturan entellektüel sorular, tasarım sürecinin gerçek ve içsel unsurlarını oluşturmaktadır (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007). Etkileşim metaforu olarak fenomenolojik merkezli etkileşimin verildiği üçüncü paradigmada etkileşim hedefi ise gerçek dünya eylemlerine uygun desteğin sağlanmasıdır.

İnsan bilgisayar etkileşimi alanındaki çalışmalara yol göstermek amacıyla Harrison, Tatar ve Sengers (2007) üç paradigmayı, Shneiderman (2011) ise mikro-İBE ve makro-İBE paradigmaları ortaya koymuşlardır. Her ne kadar araştırmacının bakış açısında göre şekillenecek olsa da insan bilgisayar etkileşimi alanındaki baskın kültürden dolayı daha çok nicel çalışmaların ortaya çıktığını öne sürmek yanlış olmayacaktır. Yapısal olarak incelendiğinde gerek üçüncü paradigma olan fenomenolojik merkezli paradigmanın gerekse de Makro-İBE’nin daha çok nitel çalışmalar için uygun olduğu görülecektir. Araştırmacıların bahsi geçen paradigmlar için önerdiği yöntemler de nitel yöntemler olmakla birlikte de her iki paradigma türünde de insan ve etkileşim çevresinde gerçekleşen durumlar merkezdedir (Harrison, Tatar ve Sengers, 2007; Shneiderman, 2011). Dolayısıyla bu araştırmada benimsenen yöntem, Harrison, Tatar ve Sengers (2007)’in belirlediği paradigmlar doğrultusunda ele alındığında fenomenolojik merkezli paradigmaya, Shneiderman (2011)’in belirlediği paradigmlar doğrultusunda ise Makro-İBE’ye uygun olmaktadır. Her ne kadar bu araştırma içerisinde Mikro-İBE düzeyinde veya ilk iki paradigma düzeyinde sayılabilecek sorular sorulmuş olsa da çalışma bir bütün olarak ele alındığında bu veriler araştırmanın nitel boyutunu desteklemek amacıyla sorulmuştur.

1.1.2.2. İnsan bilgisayar etkileşimi tasarım ilkeleri

İnsan bilgisayar etkileşimi alanında çalışma yapan araştırmacılar ele alma noktalarına göre farklı tasarım ilkeleri belirlemişlerdir. Bir yaklaşıma göre iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımının; kullanıcıların çeşitliliği, görevlerin karakteristik özellikleri, cihazın üretim maliyeti ve yeterlikleri, yeterli sayıda görevlerin ve hedeflerin olmaması veya değerlendirme ölçümlerinin olmaması, değişen teknolojilere uyum sağlaması gibi pek çok sebepten dolayı zorlu ve önemli bir görev olduğunu belirtilmektedir (Kim, 2015). Belirtilen sebeplerden ötürü iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı için Kim (2015); “kullanıcıyı tanımak”, “görevi anlamak”, “bilişsel

yükü azaltmak”, “tutarlılık için çabalamak”, “hataları engellemek”, “doğallık” ve “kullanıcılara hatırlatmak ve kullanıcıların hafızalarını tazelemek” olacak şekilde 7 farklı ilke belirlemiştir. Kim (2015)’e göre kullanıcıların, geliştiricinin düşünce şekline göre hareket edeceklerini düşünmek rastlanabilecek tasarım hatalarından birisidir. Benzer şekilde farklı kullanıcıların aynı görev için farklı davranışlar sergilemesi de öngörülmesi gereken durumlardan birisidir.

Bir başka tasarım yaklaşımında ise iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı için 8 farklı ilke belirlenmiştir (Shneiderman vd., 2018). Shneiderman vd., (2018), Kim (2015)’in belirttiği ilkelerden “tutarlılık için çabalamak”, “hataları engellemek” ve “bilişsel yükü azaltmak” ilkelerine ek olarak “evrensel kullanılabilirlik”, “bilgi verici geribildirimlerin yapılması”, “kapanışı sağlamak için diyalogların tasarlanması”, “eylemlerin geri dönüşlerinin olması”, “kullanıcıların kontrol altında tutulması” olacak şekilde 8 farklı ilke belirlemiştir. Shneiderman vd. (2018)’ne göre yaş, fiziksel engel ve uluslararası kullanıma uygun bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı yapılmalıdır. Aynı zamanda eylemlerin bitişinde ilgili geribildirimler başarı ve tatmin hissi sağlayarak verilmelidir.

Bu bölümde farklı bakış açılarına sahip araştırmacıların, iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı için oluşturdukları tasarım ilkeleri verilmiştir. Bu araştırmada tek bir bakış açısına bağımlı kalmamak adına farklı araştırmacıların tasarım ilkeleri de incelenmiştir. Bu doğrultuda yukarıda belirtilen çalışmada da yer alan ilkeler doğrultusunda hareket ederek daha iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı ortaya çıkacağı düşünülmüştür. Dolayısıyla bu araştırma kapsamında iyi bir tasarım oluşturmak adına yukarıda belirtilen ilkeler derlenmiş ve kullanıcı, arayüz, etkileşim ve hafıza yükü olacak şekilde kategorilere ayrılarak tablolştırılmıştır (Tablo 1.1):

Tablo 1.1. İyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı oluşturmak için dikkat edilmesi gereken ilkeler

Kullanıcı	Arayüz	Etkileşim	Bilişsel yük
Evrensel kullanılabilirlik (Shneiderman vd., 2018)	Görevi anlamak (Kim, 2015)	Bilgi verici geribildirimlerin yapılması (Shneiderman vd., 2018)	Bilişsel yükü azaltmak (Kim, 2015; Shneiderman vd., 2018)
Kullanıcıyı tanımak (Kim, 2015)	Hataları engellemek (Kim, 2015; Shneiderman vd., 2018)	Doğallık (Kim, 2015)	Kullanıcılara hatırlatmak ve kullanıcıların hafızalarını tazelemek (Kim, 2015)

Tablo 1.2. (Devam) *İyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı oluşturmak için dikkat edilmesi gereken ilkeler*

Kullanıcıların kontrol altında tutulması (Shneiderman vd., 2018)	Tutarlılık için çabalamak (Kim, 2015; Shneiderman vd., 2018)	Eylemlerin geri dönüşlerinin olması (Shneiderman vd., 2018) Kapanışı sağlamak için diyalogların tasarlanması (Shneiderman vd., 2018)
---	---	---

1.1.2.3. *İnsan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik*

Shneiderman vd. (2018)'e göre bütçe dahilinde ve zamanlamaya uygun olarak özenli planlama, kullanıcı ihtiyaçlarına karşı duyarlılık, gereksinim analizine bağlılık ve özenli testler doğrultusunda iyi bir kullanıcı deneyimine ulaşılır. Bu doğrultuda araştırmacılar iyi bir kullanıcı arayüzünün tasarlanması için kullanılabilirlik konusuna önem vermektedir (Bevan, 2001; Stone vd., 2005; Çağıltay, 2016; Shneiderman vd., 2018). Bu bağlamda Shneiderman vd. (2018) kullanılabilirlik hedefine ulaşmak için aşağıdaki soruları sormuştur:

- Öğrenmeye ayrılan zaman: Verilen görevleri yerine getirmeyi öğrenmek için ortalama bir kullanıcı ne kadar süre ayırmaktadır.
- Performans hızı: Verilen görevi gerçekleştirmek için kullanıcı ne kadar süre harcamaktadır.
- Kullanıcıların gerçekleştirdikleri hatalar: Verilen görevleri yerine getirmek için kullanıcılar ne kadar ve ne çeşit hata yapmaktadırlar.
- Zamanla akılda kalma: Kullanıcılar, öğrendikleri bilgileri ne kadar sürede akılda tutabilmektedirler (Bir saat, bir gün ya da bir hafta).
- Öznel tatmin: Kullanıcıların ne kadarı ilgili arayüzün çeşitli özelliklerini kullanmaktan memnun olmaktadır.

Yukarıda verilen sorular ile Shneiderman vd. (2016) insan bilgisayar etkileşimi arayüzünün kullanılabilirliğine dair rehber niteliğinde ilkeler belirlemişlerdir. Çağıltay (2016) ise iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı için süreç içi (formative) ve süreç

sonrası (summative) olacak şekilde kullanılabilirlik testlerinin yapılmasını önermektedir. Çağıltay (2016)'a göre süreç içi testler, hedef ürünün sorunlarının en aza indirilmesi için projenin ilerleyişi, kaynaklar ve elde olan imkanlar doğrultusunda mümkün olduğunda sıklıkla tekrarlanmalıdır ve süreç içi testlerinin kullanılabilirlik uzmanları ve / veya hedef kitleden seçilmiş örneklem bir grup ile yapılması önerilmektedir. Çağıltay(2016)'ın da belirttiği gibi süreç içi testler gereğinden az yapılırsa veya hiç yapılmazsa eğer gözden kaçan problemler ürünün sonuna kadar aktarılır. Süreç sonu testler ise ürün ortaya çıktıktan sonra yapılan testlerdir. Süreç sonu testleriyle ürünün geçerliği sınanır ve kullanıma sunulur. Süreç içi ve süreç sonu testlerinin yeteri kadar yapılmaması durumunda kullanıcı memnuniyetsizliğinin de ortaya çıkma ihtimali yükselecektir.

Tez çalışması kapsamında geliştirilen 3D ADEN öğretim materyali, insan ile olan etkileşimini dokunulabilir ve grafiksel bir arayüzle gerçekleştirmektedir. Yapılan çalışma kapsamında kullanıcı arayüzleri ve arayüzlerin tarihsel değişimi ilerleyen bölümde ele alınmıştır.

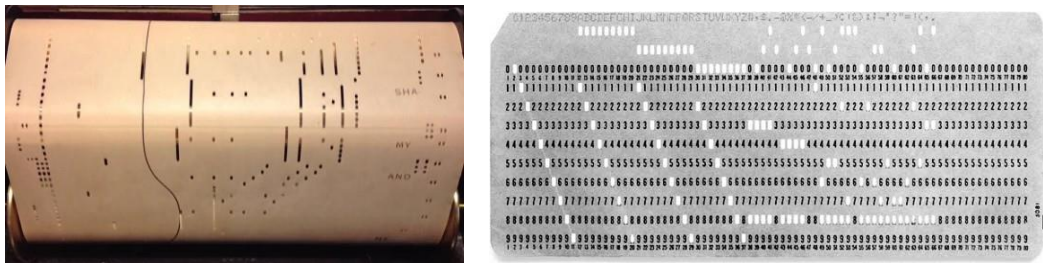
1.1.3. Kullanıcı arayüzleri

Kullanıcı arayüzünün temel amacı insan ile bilgisayar arasında iletişim kurmaktır (Marcus ve van Dam, 1991). Ancak bugünün vizyonu ile düşünüldüğünde kullanıcı arayüzlerinin sadece bilgisayar ve insan arasındaki iletişim ile limitli olmadığı çıkarımını yapmak zor olmamaktadır. Artık pek çok farklı donanım ile insan arasında iletişim söz konusudur (Stone vd., 2005). Bu farklılık ile doğrudan ilintili olarak Díaz ve Chevez (2015)'in yaptığı araştırmada, 2000'li yıllara geçiş ile birlikte “grafiksel” kelimesi halen daha etkisini korumakla birlikte gelişen teknolojilerle birlikte mobil, web, akıllı, dokunulabilir, 3D, tasarım gibi yeni başlıklar da ortaya çıkmaya başlamıştır. 2010 yılına gelindiğinde ise tasarım ile alakalı başlıklar ön plana çıkmakla beraber grafiksel, dokunulabilir, mobil, uyarlanabilir ve doğal gibi kelimeler yükselişe geçmiştir.

Bu araştırmanın ilerleyen bölümünde insan ile makine arasındaki etkileşimi daha iyi anlayabilmek amacıyla kullanıcı arayüzlerinde gerçekleşen dönüşümler ele alınmıştır. İnsan ile makinenin arasında kurulan iletişimin temelini şekillendiren kullanıcı arayüzlerindeki gelişimi görmek adına yapılan alanyazın taraması sonucunda özellikle günümüzde kullanılan kullanıcı arayüzlerinin sınıflandırılması aşamasında çeşitliliğe rastlanılmış ve kullanıcı arayüzleri hakkında yapılan literatür taraması sonucunda kullanıcı arayüzlerinin tarihi konusunda yeterli bilgi bulunamamıştır. Bu konu ile ilgili

Jørgensen (2008a; 2008b) kullanıcı arayüzleri tarihinin dağınık olduğunu belirtmektedir ve insan bilgisayar etkileşimi alanındaki araştırmacıları bu konuyu yeteri kadar araştırılmadıkları için eleştirmektedir. Bu nedenle bu araştırma kapsamında kullanıcı arayüzlerinin tarihsel gelişimi, günümüzdeki çeşitliliği ve gelecek vizyonu çerçevesinde kullanıcı arayüzlerinde gerçekleşen dönüşümlerin genel bir bakış açısıyla verilmesi hedeflenmiştir.

Kurt Vonnegut tarafından yazılan ve Metis yayın evi tarafından “Otomatik Piyano” olarak Türkçe’ye çevrilen “player piano” adlı romana da adını veren otomatik piyano teknolojik gelişmelere yön veren bir özelliğe sahiptir. Dolge (1972)’ye göre başlarda işe yaramaz ve başarısız bir oyuncak olarak eleştirilen otomatik piyano 1869 yılında 50 fabrikada 25.000 adet, 1910 yılına gelindiğinde ise toplamda 200 fabrikada 350.000 adet üretilmiştir. Araştırmacıya göre el ile oluşturulamayacak kadar teknik karmaşıklığı giderebilmesi ve neredeyse limiti olmayan artistik ihtimalleri sayesinde otomatik piyano ticari olarak başarılı bir ürün olmuştur (Dolge, 1972). Otomatik piyanonun başarısının özünde, kağıt şerit üzerine açılan delikler aracılığıyla programlanabilir olması yatmaktadır (Görsel 1.1). Kağıt üzerinde deliklerin bulunması ilgili notanın var olduğunu, bulunmaması ise notanın yokluğunu temsil etmektedir. Günümüz veri depolama tekniklerinin erken basamakları sayılabilecek bu teknolojinin sahip olduğu “var / yok” durumu ilerleyen dönemlerde bilgisayar teknolojilerinin de gelişmesiyle birlikte yeni anlamlar kazanarak ikili (binary) sayı sistemi, boolean (doğru/yanlış), girdi (input) – çıktı (output) gibi bilgisayar teknolojilerinin temeli haline dönmüştür. 1928 yılında ise delikli kart sistemi, IBM tarafından 80 sütun ve 10 satırdan oluşacak şekilde standartlaştırılarak komut satırı döneminin de standardını belirlemiştir (IBM, 2021).



Görsel 1.1. Otomatik piyanolarda kullanılan delikli kağıt şerit (solda) ve IBM delikli kart (sağda)

1946 yılında halka açıklanan ENIAC (The Electronic Numerical Integrator and Computer) öncesinde de bilgisayar niteliği taşıyan donanımlar geliştirilmiş olsa da ENIAC ilk genel amaçlı (Main vd., 1994) ve programlanabilir (Burks, 2002) elektronik bilgisayar olarak kabul edilmektedir (McCartney, 1999). ENIAC, kablo bağlantılarının yeniden düzenlenmesine olanak veren panelli yapısı sayesinde programlanabilir nitelikte olup, girdileri ve çıktıları IBM delikli kart okuma ve yazma sistemleri aracılığıyla vermektedir (Burks, 2002). Başlarda özellikle askeri amaçla geliştirilen ENIAC 10 yıllık ömrü boyunca çeşitli bilimsel hesaplamalarda aktif rol üstlenerek, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesine yön vermiştir (Hall vd., 1982). Delikli kartlar ise, 1956 yılında MIT araştırmacıları tarafından bilgisayarlara klavye desteği eklenmesine kadar önemli rol üstlenmiştir (Computer History, 2021).

Ekrana sahip olmaya başlayan ve içlerinde temel işletim sistemlerini barındıran kişisel bilgisayarların ilk yıllarda insan ile bilgisayar arasındaki etkileşim komut dizileri aracılığıyla gerçekleştirilmekteydi (Liu, 2010). Liu'ya göre her ne kadar büyük bir emek ve ustalık gerektirse de insanlar etkili ve esnek bir şekilde kullanıcı dostu olmayan bir arayüzde bilgisayar ile iletişim kurabilmekteydiler (2010). Dolayısıyla dönemin katı yapısından göz önünde bulundurulduğunda bu dönemin son kullanıcılarının bir kısmının, program geliştiricilerin sundukları ile limitlendirildikleri çıkarımını yapmak kolaydır.

1973'te Xerox PARC (Palo Alto Research Center) tarafından kullanım kolaylığı amacıyla geliştirilen ancak ticari olarak piyasaya sürülmemiş olan Pencere, Simgeler, Menü, İşaretleme Cihazı (Windows, Icons, Menus, Pointing device, WIMP) adı verilen kullanıcı grafik arayüzü geliştirilmiştir (Liu, 2010; Kim, Smith-Jackson ve Kleiner, 2013; Zuckerman ve Gal-Oz, 2013). Bu sistem temelinde kullanıcıların komut satırı yerine grafiklerin olduğu görsel bir ekran üzerinden işletim sistemini kullanmalarını sağlamaktadır. Zamanla Grafiksel Kullanıcı Arayüzleri (Graphical User Interface, GUI) olarak anılan WIMP arayüzleri modern kişisel bilgisayarların temel arayüzünü oluşturmuştur (Liu, 2010).

Marcus ve van Dam, (1991), eski bilgisayarların kullanıcı arayüzlerinin (komut satırı) görece olarak basit ancak genellikle garip metinsel girdi ve çıktılarından ibaret olduğunu, grafiksel kullanıcı arayüzlerinin ise iletişimi daha da zenginleştirdiğini belirtmiştir. Komut satırı arayüzlerinden farklı olarak grafiksel kullanıcı arayüzlerinde artık kullanıcılar verileri doğrudan görebilmekte ve tek bir tıklama ile manipüle edebilmektedirler (Barnes, 2010). Aynı zamanda bu dönemin öne çıkan olaylarından

birisi “hatırlama ve yazma yerine görme ve işaretleme” (Ishii ve Ullmer, 2012) bir diğeri ise “ne görüyorsan onu alırsın (What You See Is What You Get, WYSIWYG)” (Myers, 1998; Liu, 2010) metaforlarıdır. Bahsi geçen metaforlar ile artık komut satırı döneminin ezbere dayalı sistemi yerine gözle görülebilir ve tıklanabilir ifadeleştirmeler veya simgeleştirmeler yardımıyla işlemler yapılabilir hale gelmiştir.

Grafiksel kullanıcı arayüzleri üzerine günümüzde farklı amaçlara hizmet eden pek çok çeşitli arayüz tipi geliştirilmiştir. Díaz ve Chevez (2015)’in araştırmalarında da görülebileceği gibi kullanıcı arayüzleri konusunda yapılan araştırmalar çeşitlilik göstermektedir. İnsan bilgisayar etkileşimi alanında “Komut tabanlı, grafiksel, multimedya, sanal gerçeklik, web, mobil, özelleşmiş cihaz (appliance), ses, kalem, dokunma, jest ve mimik, haptik, multi-model, paylaşılabılır, dokunulabilir, artırılmış gerçeklik, giyilebilir, robot ve dron, beyin bilgisayar etkileşimi ve akıllı.” olacak şekilde 20 çeşit arayüz türünden bahsedilmektedir (Sharp, Rogers ve Preece, 2019): Araştırmacılara göre bazı arayüzler akıllı olması, uyumlu olması gibi fonksiyonel özelliklerine göre isimlendirilmişken bazıları da kalem, konuşma, jest ve mimikler gibi kullanılan girdi ve çıktı birimlerine göre isimlendirilmiştir. Bazı arayüzler ise sadece mobil, bilgisayar, tablet gibi geliştirilen platforma göre isimlendirilmiştir (Sharp, Rogers ve Preece, 2019). Araştırmacıların da gösterdiği gibi kullanıcı arayüzleri üzerine yapılan çalışmalar araştırmayı yapanların ele alma noktasına göre değişmekte ve şekillenmektedir.

Kullanıcı arayüzlerini bir adım daha ileri götüren doğal kullanıcı arayüzleri (natural user interface) (Wigdor ve Wixon, 2011) ise, makine ile insan arasındaki etkileşimin olabildiğince sezgisel ve doğal olması amacıyla oluşturulan sistemlerdir (Glonek ve Pietruszka, 2012). Wigdor ve Wixon (2011) ise doğal kullanıcı arayüzünün doğal bir kullanıcı arayüzü olmadığını ancak kullanıcının doğal davranışlar sergileyebildiği ve doğal hissettiği bir arayüz olduğunu belirtmektedir. Henüz başlarında sayılabileceğimiz bu sistemlerin yukarıda bahsi geçen arayüz türlerinin ve daha fazlalarının kesişimi olacağını öngörmek zor olmamaktadır. Kullanıcının doğal bir şekilde hareket ettiği arayüzde makine ile gerçekleştirdiği etkileşimde kendisinin bir girdiye dönüşmesi ihtimali bile gelecek vizyonu açısından önemlidir.

1.1.4. Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri

Bu araştırma kapsamında yapılan literatür taramasında GUI döneminin üzerine geliştirilen yeni kullanıcı arayüzleri için çeşitli isimlendirilmeler yapıldığı görülmüştür. Bu noktada Massachusetts Institute of Technology (MIT) araştırmacıları tarafından öne sürülen dokunulabilir ya da diğer adıyla somut (Metin, 2018) kullanıcı arayüzleri (Tangible User Interfaces, TUI) yapılan araştırma doğrultusunda benimsenmiştir. MIT'ye bağlı Media Lab araştırmacılarından Prof. Dr. Hiroshi Ishii (2008)'ye göre dokunulabilir kullanıcı arayüzünün ana fikri dijital bilgilere fiziksel form vermektir. Fiziksel formlar, dijital bilgilerin hem kontrolünü hem de fiziksel olarak görselleştirilmesini sağlamaktadır. Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri, dijital bilgileri doğrudan ellerimizle değiştirebilir hale getirmekte ve fiziksel olarak somutlaştırarak çevresel duyularımız aracılığıyla algılanabilir hale getirmektedir (Ishii, 2008).

Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin temelini “Kavranabilir Kullanıcı Arayüzleri (Graspable User Interface)” kavramı oluşturmaktadır (Fitzmaurice, Ishii ve Buxton, 1995). Kavranabilir kullanıcı arayüzleri, fiziksel ekranların içerisinde bulunan sanal objelerin, ekranlar üzerine yerleştirilen fiziksel objeler ile eşleştirilerek kontrol edilmesi şeklinde çalışmaktadır. Kullanıcıların ekran üzerine yerleştirilen fiziksel nesneleri hareket ettirerek sanal ortamdaki objeleri hareket ettirebildiği bu sistem sayesinde klavyenin ve farenin limitli özelliklerinin üstüne çıkılmaktadır (Fitzmaurice, Ishii, ve Buxton, 1995). Günümüzde özellikle haptik cihazlar olarak anılan kavranabilir kullanıcı arayüzleri özellikle tıp, mimari, grafik tasarım, sanat gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ishii ve Ullmer (1997) yaptıkları çalışmalarında grafiksel kullanıcı arayüzleri ile kavranabilir kullanıcı arayüzlerine alternatif olarak dokunulabilir kullanıcı arayüzleri adını verdikleri yeni bir yapı kurmuşlardır. Grafiksel kullanıcı arayüzleri bilgileri (bit) dijital olarak dokunulabilir kullanıcı arayüzleri de bilgileri (bit) fiziksel nesne olarak tutmaktadırlar. Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri, gündelik yaşamdaki fiziksel objelerin ya da ortamların dijital anlamda bilgileri taşıyarak artırılması (augment) olarak tanımlanmıştır (Ishii ve Ullmer, 1997). Ullmer (2002)'e göre dokunulabilir kullanıcı arayüzleri fiziksel olarak somut, fiziksel olarak temsilleştirilmiş, fiziksel olarak değiştirilebilen ve mekansal olarak yeniden düzenlenebilen ortamlardır.

Araştırmacılara göre dokunulabilir kullanıcı arayüzleri bilgisayar ortamının gücünden ve imkanlarından faydalanabileceği gibi aktif olarak kendi sistemi içerisinde

geri bildirim de yapabilmektedir. Bu tarz dokunulabilirler monitör gibi çıktı birimleri yerine kendi sistemi içerisinde aktif ve somut geri bildirim yapmaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinde dokunulabilir elemanlar kesin ve merkezi bir rol üstlenmekle birlikte dokunulamaz olan temsilleştirmeler de destekleyici bir rol üstlenmektedir. Bu nedenle somut ve soyut temsiller arasındaki denge önem taşımaktadır. dokunulabilirlerin soyut temsilleri günümüzde genellikle bilgisayarın işlem gücüyle sağlanan bilgilerin grafik ve ses olarak yansımalarıdır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Ishii ve Ullmer (2012) dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine dair ayrımı ortaya koydukları zamandan beri dokunulabilirlik konusunda pek çok araştırmacı tarafından çok çeşitli boyutlarda ele alındığını belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre bu boyutlar çok çeşitli olmakla birlikte ayrım yapılması zor konulardır. Dolayısıyla araştırmacılar dokunulabilirlik konusunda yapılan çalışmalar doğrultusunda genel hatlarıyla çeşitli boyutlar belirlemişlerdir (Ishii ve Ullmer, 2012):

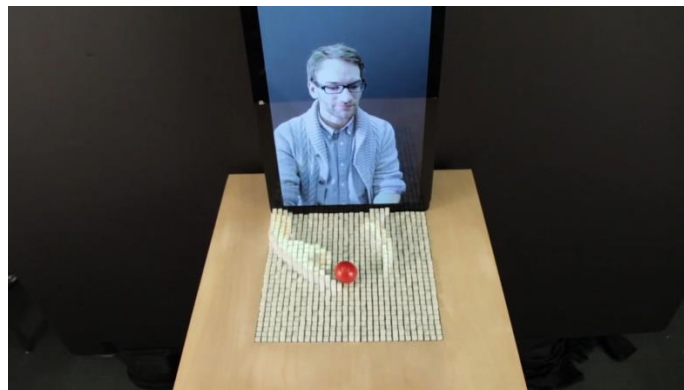
Kavramsal boyut: “Dokunulabilir etkileşim (tangible interaction)” terimi maddesellik, bedensel etkileşim ve sistemin gerçek ortamlara ya da içeriklere gömülmesi gibi özellikleri barındıran geniş bir kavramdır. Bu bağlamdan dolayı, dokunulabilirlik kavramına genellikle bilgi yerine vücut temelli bakış açılarıyla yaklaşılmaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Temsili boyut: Fiziksel ve sanal ortamlarda yapılan temsilleştirmeler şekil ve form arasında denge kurulmasını gerektirmektedir. Bu durum vücut ve deri arasındaki denge ve gerilim ilişkisine benzetilmektedir. Dokunulabilir nesneler gündelik yaşamda karşılaşılabilecek herhangi bir nesne olabileceği gibi amaçlı bir şekilde üretilmiş nesneler de olabilir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Yapısal boyut: Dokunulabilir nesneler nasıl şekillendikleri, kısıtlandıkları ve birbirleri ve çevre ile nasıl etkileşime girdikleri gibi çeşitli yapısal boyutlardan etkilenmektedirler. Dokunulabilir nesnelerin fiziksel formları katı, sert, eklemlili olabileceği gibi kil veya kum gibi malzemeler aracılığıyla yapılan dokunulabilir kullanıcı arayüzlerindeki gibi esnek ve şekillendirilebilen yapıda da olabilir. Sistemin kullanılacağı yüzeyin kenarlarının bile hesaba katılması gereken dokunulabilir nesneler için kenarlar mekaniksel sınırlılık olabileceği gibi kullanılacak arayüzün mekansal olarak sınır çizgisi haline dönüştürerek aktif bir şekilde sürece dahil edilebilir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Fonksiyonel boyut: Dokunulabilir nesnelerin ne gibi fonksiyonel roller üstleneceğinin belirlenmesi boyutudur. Yaklaşımlardan birisi grafiksel kullanıcı arayüzü metaforlarının fiziksel olarak örneklendirilmesidir. Grafiksel ortamlarında yer alan pencere, ikon, menü gibi araçların fiziksel olarak lens, phicon (physical icon), tepsi gibi araçlarla fizikselleştirilebilir. Bir diğer yaklaşım ise konteyner, simge, araç ve musluk benzetmesidir. Dijital bilgi topluluklarının dinamik olarak bağlandıkları dokunulabilir konteynerler aracılığıyla bilgi dokunulabilir bileşenler arasında aktarılmaktadır. Simge (token) ya da phicon kelimesi dijital ile fiziksel arasındaki bağı anlatmak amacıyla bir bilgiyi taşıyan fiziksel dokunulabilir nesneleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Araçlar bağ kurmak için kullanılırken, musluklar da dijital ve dokunulabilir bağlantısına ulaşılmasını sağlayan erişim noktalarıdır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Sosyal boyut: Fiziksel ortamlarda iş birliğiyle çalışmayı sağlama, başkalarıyla etkileşime girmeyi destekleme gibi özellikleri sayesinde grafiksel kullanıcı arayüzlerine kıyasla dokunulabilir arayüzlerde insanların etkileşimleri daha farklıdır. Dokunulabilirler, grafik arayüz ile oluşturulması zor olan birlikteliklerin düzenlenmesini sağlamaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012). Follmer vd. (2013) tarafından geliştirilen inFORM sistemi, görüntülü konuşma eylemini fizikselleştirerek bir adım daha öteye taşımıştır. Kamera ve sensörler yardımıyla bir tarafın hareket ve mesafe bilgileri eş zamanlı olarak karşı tarafa aktarılmakta ve nesneleştirilmektedir. Görsel 1.2’de inFORM sistemini kullanarak uzak bağlantı ile sistemin kurulu olduğu düzenekteki nesnenin kontrol edilmesine ait bir görsel verilmiştir.



Görsel 1.2. *inFORM sistemi (Follmer vd. 2013)*

Araştırmacılar dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine ait türlerini ise yapısal birleştirme (constructive assemblies), simgeseller ve sınırlamalar (tokens and constraints), etkileşimli yüzeyler (interactive surfaces), şekil değiştirebilen TUI'ler (continuous/plastic TUI's), dokunulabilir telebulunuş (tangible telepresence), kinetik hafızalı dokunulabilirler (tangibles with kinetic memory), artırılmış gündelik nesneler (augmented everyday objects) ve ortam medyası (ambient media) olacak şekilde birbirleri arasında geçiş yapabilen 8 başlık altında toplamışlardır (Ishii ve Ullmer, 2012):

Yapısal birleştirme: LEGO türevi birbirlerine bağlanan bloklu yapıların yapısal birleştirme türü altında ele alınmaktadır. Bu tür dokunulabilirlerde genellikle mekaniksel bağlanma ve dokunulabilir nesnelerin birbirleriyle ve sistemle olan ilişkisi ön plana çıkmaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Simgeseller ve sınırlamalar: Soyut dijital bilgilerle ilişkilendirilen dokunulabilir nesnelerin mekaniksel sınırlamalar ile değiştirilebilir olduğu dokunulabilir türleridir. Bu tür arayüzlerde simgeseller dijital anlamda bilgiyi ya da işlemi temsil eden mekansal olarak yeniden ayarlanabilen ayrı dokunulabilir nesnelerdir. Sınırlamalar ise simgesellerin tutulduğu ve yorumlandığı genellikle de simgesellerin hareketlerinin belirli bir doğrultuda olmasını sağlayan alanlardır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Etkileşimi yüzeyler: Yatay yüzeyde çalışan masa üzeri dokunulabilir sistemler ile dikey yüzeyde çalışan duvar tipi dokunulabilir arayüzler etkileşimli yüzeylerin en bilinen türleridir. İnsanların hareketlerinin ya da dokunulabilir nesnelerin algılandığı ve görsel geri bildirimlerin yapıldığı yüzeylerdir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Şekil değiştirebilen TUI'ler: Eski dokunulabilir kullanıcı arayüzü tasarımlarındaki limitlerinden birisi de dokunulabilir nesnelerin şekil / form değiştiremez olmalarıdır. Önceden belirlenmiş sabit forma sahip nesnelerin birbirleriyle olan mekansal etkileşimi değiştirilebilir ancak nesnelerin kendi şekilleri değiştirilemez niteliktedir. Bu problemin önüne geçmek amacıyla kum ya da kil gibi materyaller aracılığıyla şekil veya form değiştirebilen dokunulabilir sistemleri geliştirilmiştir. İnteraktif kum havuzu gibi sistemler bu türler arasında en bilinen örneklerdir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Dokunulabilir telebulunuş: Uzak mesafeler arası hareket ve titreşim gibi haptik ve mimik gibi girdilerin karşı tarafla senkronize edilerek eş zamanlı olarak temsilleştirildiği dokunulabilir kullanıcı arayüzü türleridir. inFORM bu konuda en bilinen örneklerindendir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Kinetik hafızalı dokunulabilirler: Kinetik mimiklerin ve hareketlerin girdi olarak kullanıldığı dokunulabilir sistemleridir. Topobo (Raffle, Parkes ve Ishii, 2004) gibi sistemlerde ilk hareketler kullanıcı tarafından verilmekte, cihaz tarafından hafızaya alınmakta ve tekrarlanmaktadır. Kullanıcının ana sistemi bir yerden bir yere taşımak, ana bileşeni çevirmek ya da ana sistemin bileşenlerini çevirmek gibi yaptığı hareketler süre, hareket ve açı gibi bileşenler doğrultusunda birebir olarak tekrarlanmakta, gerekirse de sistemin diğer bileşenlerine aktarılmaktadır. Bu sayede temel bir hareket doğrultusunda karmaşık davranış örüntüleri ortaya çıkabilmektedir (Raffle, Parkes ve Ishii, 2004).

Artırılmış gündelik nesneler: Gündelik nesnelerin artırılması temel dokunulabilir konseptlerinin daha kolay erişilebilir olması ve tasarım sürecini azaltması gibi açılardan önem teşkil etmektedir. I/O Brush (Ryokai, Marti ve Ishii, 2004) sisteminde yer alan özel fırça yardımıyla kullanıcı gündelik hayattan bir örneklem almakta ve sanal ortama aktararak boyama yapmaktadır. Resim düzenleme programlarında yer alan damlalık aracı gibi kullanımı olan bu sistemde alınan örneklem bir renk olmaktan ziyade doku ve animasyon şeklindedir (Ryokai, Marti ve Ishii, 2004).

Ortam medyası: Arka plan bilgilerinin ön planda kullanıcı tarafından değiştirilebilir ve dokunulabilir nesneler yardımıyla temsilleştirildiği ortamlardır (Ishii ve Ullmer, 2012). Gömülü sensörler ve ortam görüntüleme düzenekleri ile donatılmış özel bir oda ile ortam medyasının araştırıldığı ve MIT Medya Laboratuvarı Dokunulabilir Medya Grubu (Tangible Media Group) araştırmacıları tarafından geliştirilen AmbientROOM, dışarıdaki trafik gürültüsünün yoğunluğu, hava durumu, oda içerisinde yer alan hamsterin hareketliliği gibi çeşitli çevresel faktörlerin özelleştirilmiş nesneler yardımıyla oda içerisinde temsilleştirildiği bir projedir (Ishii vd., 1998).

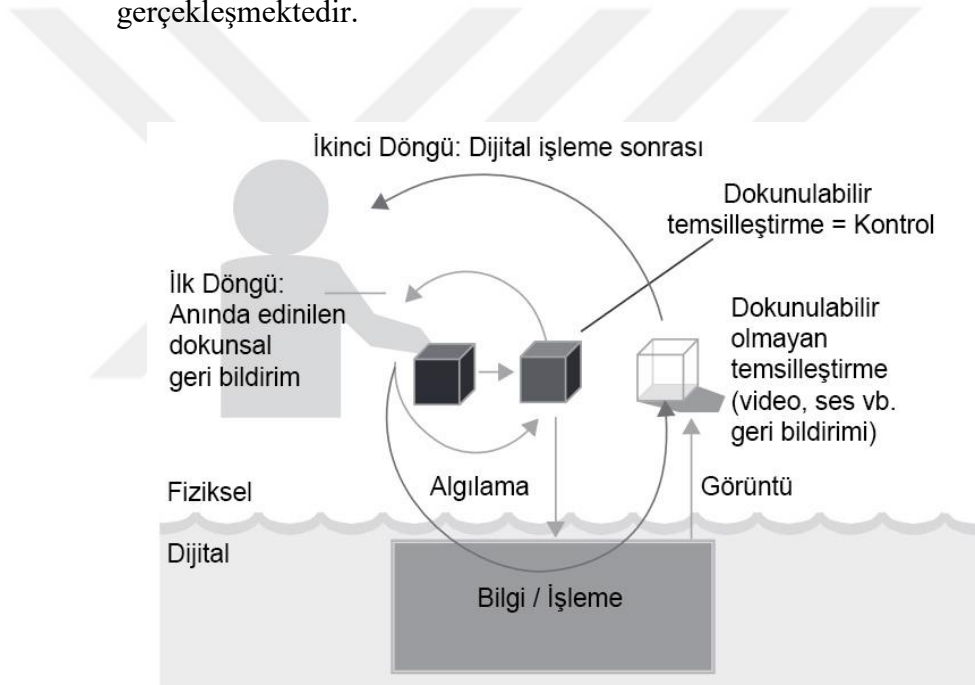
1.1.4.1. Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin avantajları

Ishii ve Ullmer (2012)'a göre geleneksel grafiksel kullanıcı arayüzlerine kıyasla dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin çeşitli limitler doğrultusunda önemli avantajları bulunmaktadır. Aşağıda araştırmacıların belirledikleri bu avantajlar sıralanmıştır.

İkili etkileşim döngüsü – anında dokunsal geri bildirim: Dokunulabilir arayüzlerin önemli avantajlarından birisi ise kullanıcıların dokunulabilir nesneleri ellerine aldıkları anda aldıkları pasif haptik geri bildirimdir. Bu sayede kullanıcılar dijital geri bildirimleri beklemeden bedensel olarak eylemleri gerçekleştirebilmektedirler (Ishii ve Ullmer,

2012). Araştırmacılara göre dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinde Şekil 1.2’de de görülebileceği gibi iki tür geri bildirim vardır:

- Kullanıcılar nesneleri ellerine aldıkları ya da hareket ettirdikleri an edindikleri pasif haptik geri bildirim ile ilk etkileşim döngüsü oluşmaktadır. Bu döngü fiziksel düzeyde gerçekleşmekle birlikte herhangi bir sensör ya da bilgisayar hesaplaması gerektirmez. Dolayısıyla herhangi bir işlemsel gecikme durumu söz konusu değildir.
- İkinci döngü ise kullanıcıların etkileşime girdikleri dokunulabilir nesnelerin algılanmasını, verilerin işlenmesini ardından da ses ya da görüntü gibi ortamlara aktarılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle ikinci döngü daha uzun sürede gerçekleşmektedir.



Şekil 1.1. Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin ikili geri bildirim döngü sistemi (Ishii ve Ullmer, 2012).

Araştırmacılara göre (Ishii ve Ullmer, 2012) dijital geri bildirimlerdeki gecikme kadar dijital işlemlerin sonucuna dair eksik onay ifadeleri kullanıcılarda istenmedik durumların oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla dokunulabilir nesneler ikili döngü sistemi sayesinde gecikme yaşanan kısmın yarattığı istenmeyen durumların azaltılması sağlanmaktadır.

Dokunulabilir nesnelerin sürekliliği: Dokunulabilir nesnelerin doğası gereği, temsil ettiği dijital durumu korumalarından dolayı fiziksel kalıcı nesneleridir. Dokunulabilir

sistemlerinin bağımlılıkları haricinde sistem genel olarak bir bütündür ve ortam değişse bile bütün olarak kalmaya devam etmektedir. Dokunulabilir nesnelerin aksine grafik arayüze sahip ortamlarının dijital bilgileri dijital anlamda sanal ortamlarda saklanmaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Girdi ve çıktı ortamlarının kesişmesi: Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin bir başka önemli özelliği ise bazı istisnaların dışında fiziksel olan dokunulabilir ile dijital olan dokunulamayan alanları kapsayan girdi ve çıktı ortamlarının birlikteliğidir. İnteraktif kum havuzu gibi sistemlerde girdi ve çıktı sistemlerinin aynı ortamda yer alması bu duruma örnek niteliktedir. dokunulabilirlerden farklı olarak grafik arayüz ortamlarında ise fare ve klavye gibi girdi birimlerinin çıktıların monitör veya hoparlör gibi çıktı birimlerine aktarılmaktadır. Bu nedenle mekansal olarak bir uzaklık durumu oluşmaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012). Araştırmacılar dokunulabilir ekranlara sahip akıllı telefon gibi ortamlarda dokunma eyleminin asıl girdi olması ve çıktının da ekranda gösterilmesi ile bir tutarsızlığın oluştuğunu belirtse de teknolojinin gelişimi doğrultusunda kesişimin kaçınılmaz olduğu da vurgulanmıştır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Özel amaç ve genel amaç: Grafiksel kullanıcı arayüzleri çoğunlukla genel bir amaç doğrultusunda oluşturulmuş sistemlerdir. Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri ise etkileşimi sezgiselleştiren ve doğrudan hale getiren, çoklu kullanıcı desteği sağlayan, farkındalığı oluşturmak için yeni yöntemlerin oluşturulduğu özelleşmiş arayüzlerdir (Ishii ve Ullmer, 2012). Her ne kadar grafiksel arayüz ortamları içerisinde de araştırmacıların belirttiği şartlar doğrultusunda sistemler geliştirilebilir olsa da kıyas açısından dokunulabilir ortamların grafiksel ortamlarından görece olarak çok daha az olmalarından dolayı dokunulabilir nesneler daha özelleşmiş durmaktadır.

Araştırmacılara göre dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin özelleştirilmiş amaçlı yapısı daha geniş bir yelpazeye sahip uygulamalara uygulanamayabileceği için aynı zamanda bir dezavantaj da oluşturmaktadır. Dolayısıyla özel ve genel amaçlar doğrultusunda dengeli bir dokunulabilir arayüz tasarımının önemi vurgulanmaktadır (Ishii ve Ullmer, 2012).

Mekan çoğullamalı girdi: Mekan çoğullamalı girdi (space-multiplexed input) dokunulabilir arayüzlerin bir başka özelliğidir. Dokunulabilir nesneler, fiziksel ortamda yer alan bir nesne olması sayesinde iki elle kullanım, çoklu kullanıcı etkileşimi gibi destekler sağlamaktadır. Bu sayede dokunulabilir kullanıcı arayüzleri genellikle birden fazla kullanıcı tarafından iş birliği içerisinde bilginin eşzamanlı manipülasyonun

yapılmasını sağlamaktadır. Dokunulabilir arayüzlerden farklı olarak grafik arayüz ortamlarında ise zaman çoğullamalı girdi ile kullanıcıların fare gibi genel bir cihazın farklı zamanlarda farklı işlevsel özellikleri kontrol etmesine izin vermektedir (Ishii ve Ullmer, 2012).

1.1.4.2. Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin tasarım zorlukları

Ishii ve Ullmer (2012)'a göre günümüzde dokunulabilir arayüzler akademik araştırma, müze, sınıf, ev içi ya da ticari kullanım gibi daha spesifik alanlara özel olmasından dolayı dokunulabilirlerin önemli tasarım sorunları da tam olarak anlaşılmamıştır. Bu nedenle araştırmacılar devam eden akademik çalışmaları ve ticari katılımı teşvik etmeye yönelik olarak tasarım problemlerinin bazılarını ele almışlardır (Ishii ve Ullmer, 2012):

Nelerin dokunulabilir olup olmayacağının belirlenmesi: Araştırmacılara göre sistemin tüm elemanlarının fiziksel olarak temsilleştirilmesine gerek yoktur ancak nelerin dokunulabilir olup olmayacağının belirlenmesi kritik öneme sahiptir. “Hareketlilik sistemin önemli bir parçası mıdır? Tek kullanıcıya mı yoksa çoklu kullanıcıya mı hitap etmektedir? Birden fazla kullanıcı söz konusu ise aynı mekanda mı bulunmaktalar yoksa dağınık bir şekilde mi sistemi kullanmak durumundalar?” gibi soruların sorulması teşvik edilmektedir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Hangi fiziksel nesnelerin dijital bağa sahip olacağının belirlenmesi: Ishii ve Ullmer (2012), sistemin tüm fiziksel nesneleri dijital olarak bilgi taşımak zorunda olmadığını belirtmektedir. Bu nedenle kullanıcının da dokunulabilir nesneleri sıradan nesnelerden ayırt etmesini sağlayacak ortamın sağlanmasının gerektiği belirtilmiştir. Kullanıcıların bu ayrımı yapabilmesi için özelleştirilmiş fiziksel ve sanal tasarımlar, aşına olunan sistemler kullanılarak bu ayrımın kolaylaşabileceği belirtilmiştir. Bazı durumlarda ise kullanıcıların dokunulabilir nesneler ile etkileşime girimesinin gerektiği belirtilmiştir (Ishii ve Ullmer, 2012).

Dokunulabilir nesnenin dijital bağının belirlenmesi: Araştırmacılara göre dokunulabilir bir nesnenin dijital bağını açık bir şekilde tanımlamak için temsilleştirmelerin kullanılması, acemi ya da uzman kullanıcılar açısından yeterli olmayabilir. Dolayısıyla araştırmacılar grafiksel kullanıcı arayüzünde oluşturulabilecek bir destek sayfası, tanıtım kitapçığı ya da bir uzman yardımı gibi destek kısımlarının oluşturulmasının gerekliliğinden bahsetmektedirler (Ishii ve Ullmer, 2012).

1.1.5. Dokunulabilir öğrenme ortamları

Bu bölümde dokunulabilir kullanıcı arayüzleri ile oluşturulan öğrenme ortamlarının kısa bir tarihi anlatılmış, konu ile ilgili günümüzde yapılan çalışmalar aktarılmıştır.

1.1.5.1. Logo'dan günümüze

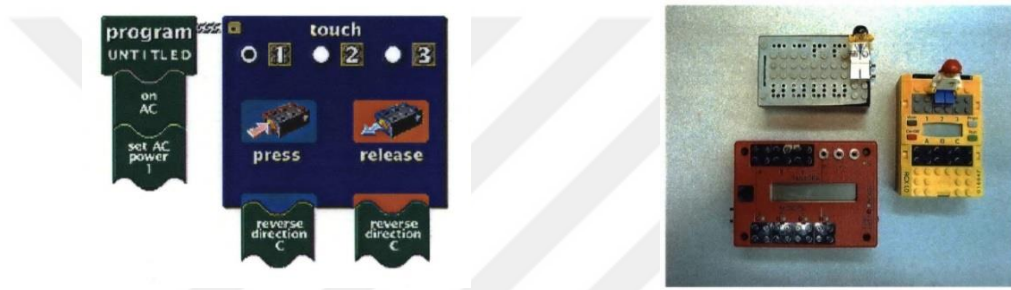
Günümüzde Tospaa gibi pek çok kodlama sisteminde görülebilen kaplumbağa karakteri aslında bir nevi Logo sistemine yapılan bir atıftır. 1970 yılında MIT yapay zeka laboratuvarında (MIT AI Lab) Seymour Papert ve öğrencileri kodlamayı fizikselleştirmek ve bilgisayar bilimlerini çocuklara tanıtmak için araştırmalar yapılmıştır (Begel, 1996). Yapılan araştırmaların sonucunda LISP programlama dili temelli Logo programlama dili ve bu dil aracılığıyla da ileri, geri, sağa dön ve sola dön gibi komutlar yardımıyla hareket eden Logo (Kaplumbağa) adlı kubbe şeklinde bir robot geliştirilmiştir (Görsel 1.3) (McNerney, 2004). Papert, “çocuklar fiziksel ortamlarda geometrik nesneleri modelleyebilirlerse soyut geometrik kavramları daha kolay öğrenebilirler” fikrinden hareketle çocuğun geometrik formları kendi bedenini kullanarak öğrenmesi istendiğinde daha da hızlı öğrendiğini belirtmektedir (Papert, 1980).



Görsel 1.3. İki adet Logo kaplumbağası (McNerney, 2004)

Logo programlama dili 1980'li yıllarda kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla birlikte popülerlik kazanmıştır (McNerney, 2004). Ancak Logo robotunun pahalı olması, karmaşık geometrik çizimler için yetersiz olması gibi sebeplerden ötürü MIT araştırmacıları GUI tabanlı ekran kaplumbağasını geliştirmeye başlamışlardır (McNerney, 2004). GUI kaplumbağası daha pratik olmakla birlikte daha fazla çeşitlilik ve yaratıcılık açısından imkan sağlamıştır ancak dönemin bilgisayarlarının

kapasitesinden dolayı yatay ekseninde duran kaplumbağanın sola ya da sağa dönmesi gibi eylemler konusunda yetersizdir (McNerney, 2004). 1990'lı yıllarda MIT eğitim-bilgisayar araştırmacıları fiziksel dünya ile etkileşim araştırmalarına geri dönerek Logo kodlamasını yorumlayabilen P-Brick (diğer adıyla MIT Programlanabilir Tuğla, MIT Programmable Brick) adı verilen tuğlayı geliştirilmiştir (McNerney, 2004). LEGO firması daha sonrasında P-Brick sistemini ticarileştirerek günümüzde LEGO Mindstorm olarak bilinen seti satmaya başlamıştır (LEGO, 2021). Görsel 1.4'te sol tarafta örnek bir RCX kodlamasına ait görsel, sağ tarafta ise programlanabilir tuğlaların çeşitli versiyonları verilmiştir (McNerney, 2000).



Görsel 1.4. Örnek bir RCX yapısı (solda) ve Programlanabilir Tuğla'ların çeşitli versiyonları (sağda) (McNerney, 2000)

Suzuki ve Kato (1993) çocuklar için iş birliğine dayalı programlama ortamı yaratmak amacıyla geliştirdikleri, fiziksel blokları birbirlerine bağlayarak kodlama yapılmasına izin veren Logo benzeri “AlgoBlock” materyalini tanımlamak için “dokunarak programlama dili” terimini öne sürmüşlerdir. AlgoBlock’u diğer programlama ortamlarından ayıran benzersiz özelliği kavranabilir yapıda olmasıdır. Bilgisayar ekranı üzerinde sanal objeleri değiştirmek yerine masa üzerinde yer alan fiziksel nesneler ile yapılan “dokunulabilir programlama” konseptine göre kodlama işlemi, bilgisayarda yazmak yerine bloklar aracılığıyla düzenlenerek inşa edilmektedir (Suzuki ve Kato, 1993) (Görsel 1.5).



Görsel 1.5. *AlgoBlock sistemini kullanarak ekranda yer alan denizaltını programlayan çocuklara ait bir görsel (McNerney, 2000)*

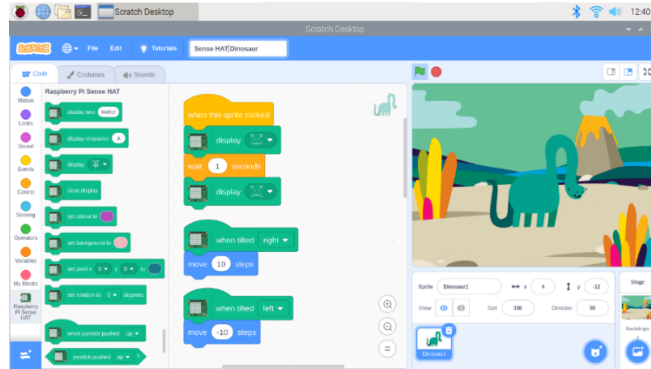
McNerney (2000) ise 1999 yılında dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip “Dokunulabilir Programlama Tuğlaları” adını verdiği sistemi geliştirmiştir. McNerney’in geliştirdiği sistem, LEGO bloklarının özelleştirilmiş versiyonlarının üst üste eklenerek kodlamanın yapılmasına olanak sağlamaktadır. Dokunulabilir Programlama Tuğlaları sisteminde tuğlaların parametreleri ise yan taraflarında yer alan özel soketler aracılığıyla verilmektedir. Horn ve Jacob (2007b) ise Tern adını verdikleri eğitici programlama dili sistemini ve dokunulabilir kullanıcı arayüzünü geliştirmişlerdir. Tern sisteminde, içerisinde elektronik anlamda bileşen barındırmayan ancak üzerlerinde ne işe yaradıklarını belirten görsellere ek olarak özel işaretlemelerin olduğu ahşap blokların birleştirilmesi şeklinde algoritmalar oluşturulmaktadır. Oluşturulan algoritmaların kamera yardımıyla fotoğrafı çekilmekte, sisteme yüklenmekte ve ardından da görüntü işleme sürecine sokulmaktadır. Sürecinin sonunda oluşturulan algoritma algılanmakta ve grafiksel arayüze sahip yazılımda yorumlanmaktadır. Görsel 1.6’da Tern sisteminde kullanılan modüller ve bu modüller ile oluşturulan örnek bir bağlantı yapısı verilmiştir.



Görsel 1.6. *Tern sisteminin modülleri (solda) ve Tern sistemiyle oluşturulmuş örnek bir algoritma (sağda) (Horn ve Jacob, 2007b).*

Günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılan Scratch ise MIT Medya Labratuvarları (MIT Media Laboratory)'nda yer alan Yaşamboyu Anaokulu Grubu (Lifelong Kindergarten Group) ile Kaliforniya Üniversitesinden (UCLA) Yasmin Kafai'nin araştırma grubunun ortaklaşa çalışmasıyla ortaya çıkmış olan Scratch, Logo'nun temeli üzerine ve LogoBlock'un sürükle bırak yapısından esinlenilerek geliştirilmiştir (Maloney vd., 2004; Maloney vd., 2008).

Logo'dan günümüze kadar gelindiğinde kodlama eğitimi için gerek grafik arayüze gerekse de dokunulabilir arayüze sahip çeşitli materyaller geliştirilmiştir. Gelişen teknolojilerle beraber bazen iç içe girmeye başlayan bu sistemler bazen de ayrışarak kendi yollarını çizmişlerdir. Süreç yine göstermiştir ki bu sistemler bağımlı sistemler olmakla birlikte tekrar iç içe kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan Raspberry Pi gibi elektronik kartlarda yer alan genel giriş çıkış pinleri aracılığıyla çeşitli sensörler kontrol edilebilmektedir. Raspberry Pi içerisinde yer alan Scratch ise donanımın özelliklerine uyumlu olacak şekilde özelleştirilmiştir. Raspberry Pi için özelleştirilmiş olan Scratch aracılığıyla, Raspberry Pi'a bağlanan sensörler bloklar yardımıyla kodlanabilmektedir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7. HAT modülü takılı olan Raspberry Pi'in Scratch aracılığıyla kodlaması örneği (RaspberryPi, 2021a)

1.1.5.2. Dokunulabilir öğrenme ortamlarında yapılan çalışmalar

Sei, Oka ve Mori (2017)'ye göre dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine materyaller geniş bir yelpazede çalışılmış ancak dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine sahip öğrenme

ortamlarının popüler olmamalarından dolayı eğitimde kullanımlarının etkileri iyi bilinmemektedir. Konu ile ilgili yapılan literatür taraması sonucu da dokunulabilirlerin ve insan bilgisayar etkileşimi araştırmalarının daha ziyade teknik boyutu ile ele alındığını göstermektedir. Bu bölümde eğitim alanında kullanılan çeşitli dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine sahip materyaller ile ilgili yapılan literatür taraması derlenmiştir.

Araştırmacılar tarafından dokunulabilir ve grafiksel olarak tasarlanmış materyallerin etkililiğinin test edilmesi üzerine yapılan bir çalışmaya göre öğrenciler her iki materyalde de eşit derecede iyi öğrenmektedirler (Triona, Klahr ve Williams, 2005). Araştırmacılara göre sanal ortamlar erişebilirlik, maliyet ve daha az zaman tüketmesi bağlamında fiziksel nesnelere kıyasla daha güvenli bir şekilde uygulanabilir niteliktedir.

Bir başka çalışmada ise çocukların okuma becerilerini geliştirmeyi desteklemesi açısından “Read-It” adı verdikleri artırılmış gerçeklik masaüstü materyalinin etkililiğini araştırmıştır (Sluis vd., 2004). 5 – 7 yaş grubu içerisinde ilköğretim düzeyinde seçilmiş 15 katılımcı üzerinde yapılan çalışmaya göre Read-It, çocukların okumayı öğrenmelerini kolaylaştırmakla birlikte fiziksel masaüstü oyunların ve iş birliğine dayalı dokunulabilir ortamın güçlü yanlarından faydalanmaktadır. Aynı zamanda hatırlama, tekrar ve iş birliği gibi stratejiler ile öğrenme sürecini destekleyen sistem etkileşimi de geliştirmektedir.

Moleküler biyoloji alanında yapılan ve dokunulabilir nesnelerin artırılmış gerçeklik teknolojisi yardımıyla dijital olarak bilgi taşıdığı bir çalışmada dokunulabilir molekül modelleri sistemi geliştirilmiştir (Gillet vd., 2005). Araştırma kapsamında çeşitli moleküller oluşturulmuş, artırılmış gerçeklik teknolojisi yardımıyla da moleküller hakkında detaylı bilgi verilmesi sağlanmıştır. Katılımcı sayılarının belli olmadığı araştırmada lise öğrencileriyle, biyokimya lisans öğrencileriyle ve biyokimya alanında çalışan akademisyenler ile pilot çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre geliştirilen materyal öğrenme ve hafıza için görsel, dokunsal ve kinestetik farkındalık (proprioceptive) açısından çok duyulu bir etkileşim sağlamaktadır (1). Moleküllerin şekil, esneklik ev bağlanma kapasitesi gibi fiziksel karakteristik özelliklerinin analog olarak hesaplanabilmesi becerisi sağlamaktadır (2). Bilgisayar faresi gibi sınırlı ve dolaylı mekanizmalar olmadan değiştirme ve keşif için doğal ve sezgisel bir ortam yaratmaktadır (3). Aynı anda hem genel hem de detaylı bir bakış açısı sunmasından dolayı bağlamsal gözlemi geliştirmektedir (4). Kalıcı olmalarından dolayı uzun ve dikkatli incelemeler yapılmasına olanak sağlamaktadır (5). Aynı zamanda fiziksel nesneler sosyal etkileşimi

ve odaklanmayı bilgisayar ekranının yapamadığı şekilde yaparak iş birliğine dayalı tartışmayı geliştirmektedir (6) (Gillet vd., 2005).

Bir başka çalışmada ise öğrenenlerin dokunarak kodlama yapabilmesi için “Plugramming” adı verilen bir dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip bir materyal geliştirilmiştir (Yashiro, Harada ve Mukaiyama, 2017). Plugramming, tak-çıkartma yapısı sayesinde “plug” terimini tercih ettikleri materyalde bağlantılar özelleştirilmiş USB kabloları aracılığıyla yapılmaktadır. Üzerlerine bağlanan çeşitli sensörlere ek olarak motor, LED ve hoparlör gibi çıkış birimlerinin kontrol edilebildiği materyalin etkililiğini test etmek için 9 ile 12 yaşları arasında 11 erkek ve 8 kız olacak şekilde 19 öğrenciye 2 gün boyunca düzenlenen atölyelerde uygulanmıştır. Araştırmacılara göre Plugramming materyali ile iş birliğine dayalı çalışma yoluyla tartışmalar ve fiziksel hareketlerle sorunları çözebilecek öğrenme ortamı yarattığı sonucuna varılmış, kodlama yapısını deneyimlenmesi ve anlaşılması için etkili olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda blokların bağlantı şekli sayesinde program yürütülürken oluşan akışı görebildikleri de belirtilmiştir.

Güneş ve Dünya ilişkisini açıklamak için dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip bir dokunulabilir öğrenme ortamının geliştirildiği çalışma 8 erkek öğrenciye uygulanmıştır (Kuzuoka vd., 2017). Çalışmaya göre uygun bir öğrenme yönteminin sağlanamadığı durumlarda dokunulabilir ortamlarının sezgisel olarak çalıştırılabilir olmalarından ötürü öğrenenlerin düşünme şekillerini engelleyebileceği belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak da Dünya’nın, Güneş’in ve Avatar’ın göreceli olarak konumlarına yeteri kadar önem verilmemesi, diğer bilgilere daha fazla önem verilmesinden dolayı da tablet bilgisayarla daha çok ilgilenilmesi olarak belirtilmiştir. Bir başka problemlili kullanım durumuna örnek olarak da öğrencilerin sonuçlarını düşünmeden rastgele olarak objelerin yerlerini değiştirdikleri belirtilmiştir.

Araştırmacılar ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla “Çocuklar için Dokunulabilir Programlama Ortamı (Tangible Programming Environment for Children, TaPrEC)” adını verdikleri bir sistem geliştirmişlerdir (Baranauskas ve Marleny, 2017). 7 ile 10 yaşları arasında 16 çocuğa ve 31 ile 54 yaşları arasında 38 öğretmene uygulanan çalışmaya göre öğretmenler TaPrEC sistemini matematik öğretimi, mekansal yön bulma, ve mantık konularında yardımcı bir materyal olarak değerlendirmişlerdir. Programlama öğretiminde dokunulabilirlerin karmaşık söz dizimlerinin öğrenilmesi, iş birliğiyle çalışmanın sağlanması ve pozitif bir

öğrenme ortamı yaratılması açısından potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir (Baranauskas ve Marleny, 2017).

Güneş sistemini öğretme üzerine tasarlanmış dokunulabilir kullanıcı arayüzü ortamının 6. Sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 20 öğrenciye uygulandığı bir çalışmaya göre (Morita ve Setozaki, 2017) Dokunulabilir ortamı ile astronomi öğreniminde nispeten yüksek zihinsel rotasyon becerilerine sahip öğrencilerin aktif bir şekilde keşfederek öğrenebildikleri belirtilmiştir.

Yapboz oyununun hem grafiksel hem de dokunulabilir olarak kontrol edildiği bir başka çalışmada ise katılımcıların her iki ortamda da aynı düzeyde eğlendikleri belirtilmiştir (Xie, Antle, ve Motamedi, 2008). Bununla birlikte dokunulabilir ortamında tekrar edilmesi gereken görevlerin çocuklar tarafından yerine daha çok getirildiği belirtilmiştir. Bu duruma ek olarak da grafiksel ortamdaki yapboz oyununda katılımcılar, bilgisayarın sınırlılıklarından dolayı aynı anda sadece bir kişi tarafından kullanımı ile limitlenmişken dokunulabilir ortamda katılımcıların birlikte deneyimledikleri belirtilmiştir (Xie, Antle, ve Motamedi, 2008).

Bir başka çalışmada ise araştırmacılar “ve”, “veya”, “değil” operatörleri ile mantıksal işlemlerin yapılmasına izin veren dokunulabilir ve grafiksel arayüze sahip iki materyal geliştirmişlerdir (Sei, Oka ve Mori, 2017). Yapılan çalışmada katılımcılara haftada bir kez olacak şekilde 6 hafta boyunca etkinlikler uygulamışlardır. Her hafta ise 1 saatlik etkinlik süresi içerisinde 6 tane giderek zorlaşan problem durumları verilmiştir. Toplam katılımcı sayısının belirtilmediği çalışmada grafiksel arayüze sahip materyali kullanan katılımcıların önceki bilgileri yardımıyla problemi çözmeye çalıştıkları belirtilmiştir. Zorlayıcı problemlerde bilgilerini kullanamadıkları zaman ise deneme ve yanılma yöntemiyle problemi çözmeye çalıştıkları belirtilmiştir. Dokunulabilir arayüze sahip materyali kullanan katılımcıların ise farklı bakış açılarıyla çeşitli stratejiler geliştirdikleri belirtilmiştir. Zorlayıcı bir durumla karşılaştıklarında ise zorlukların üstesinden gelmek için yeni yöntemler geliştirdikleri belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada kullanılan FlowBlocks adlı uygulama, elektronik alanında verilerin akış yapısını öğretmek amacıyla hem dokunulabilir hem de grafiksel olarak geliştirilmiş bir uygulamadır. Yapılan çalışma sonucunda uygulamanın dokunulabilir arayüzünün grafiksel arayüze kıyasla daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır (Zuckerman ve Gal-Oz, 2013). Aynı çalışmada dokunulabilir ve grafiksel ortamların kıyaslandığı alanyazındaki 11 farklı çalışma araştırmacılar tarafından derlenmiş;

dokunulabilirlerin grafiksellere oranla performans, memnuniyet, hatırlama, bitirme zamanı, iş birliği gibi alanlarda daha etkili sonuçlar verdiği; öğrenme oranları, anlamlı farklılık gibi alanlarda ise iyi sonuçlar veremediği belirtilmiştir.

1.2. Araştırmanın Önemi

MEB 2023 Eğitim Vizyonu incelendiğinde bilişim teknolojileri, çevrimiçi ve çevrimdışı ortamlarda üretim, problemlere çözüm geliştirme ve hayalleri gerçekleştirme aracı olarak ele alınmaktadır. Aynı zamanda bilgisayarsız algoritmik düşünme etkinliklerinin ilerleyen dönemlerde yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (MEB, 2021a). Güncel teknolojilerin derslere entegre edilmesiyle teknolojiyi kullanabilen bir nesil ortaya çıkabilir ancak teknoloji anlamında üretebilen bir nesil için teknolojiyi anlayan ve analiz eden bir nesil gerekmektedir. Bu da bilgi işlemsel düşünme becerisi ile ortaya çıkacaktır.

Algoritmik düşünme becerisi aynı zamanda algoritmanın etkililiğinin de geliştirilmesi becerisidir. Araştırmacılara göre algoritma öğretiminde yaratıcılık ve alışlagelmişin dışında bakış açıları önemlidir (Futschek, 2006; Pasini vd., 2017). Aynı zamanda algoritmaların görselleştirilmesi ise anlaşılabilirliği kolaylaştıran güçlü ve kullanışlı yöntemlerdir (Brown, 1988; Stasko, Badre, Lewis, 1993; Kehoe, Stasko ve Taylor, 2001; Futschek, 2006; Horn ve Jacob, 2007a; Futschek ve Moschitz, 2010; Futschek ve Moschitz, 2011; Douadi, Tahat ve Hamid, 2012). Yashiro, Harada ve Mukaiyama (2017) tarafından kodlama eğitimi için geliştirilen dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip materyal ile öğrencilerin fiziksel hareketler ile sorunlara çözüm üretebildikleri, kodlama yapısını deneyimlemek ve kodlamanın anlaşılması konusunda etkili olduğu belirtilmiştir. Bu noktada dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirmesi, iş birlikli öğrenmeye destek sağlaması ve tekrar edilebilirliği sağlaması sayesinde eğitimde kullanılmasının zaman, maliyet ve başarı gibi unsurlar açısından da önemli olacağı düşünülmektedir.

Eğitim alanında dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine sahip ortamların kullanılması ile çocukların sanal ortamlardan uzaklaştırılarak gerçek dünyada fiziksel nesnelerle etkileşim halinde olmaları sağlanabileceği gibi dokunulabilir kullanıcı arayüzleri ile çocuklar için iş birliğine dayalı aktif bir öğrenme ortamı da sağlanabilecektir. Dokunulabilir kullanıcı arayüzleri yaratıcı düşünme, iş birliğine dayalı öğrenme, dokunarak öğrenme ve kas gelişimine destek sağlama gibi konularda önem teşkil

etmektedir. Dolayısıyla bu tez çalışması kapsamında geliştirilen materyalin çeşitli açılardan önemli olduğu düşünülmektedir. Alanyazın taramalarına ek bir alternatif olarak da Indiegogo ve Kickstarter gibi kitlesel fonlama ile proje geliştirme odaklı sistemlerin de teknoloji ile ilgili başlıklarına göz atıldığında dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamlara ait projelerin de artmaya başladığı görülmektedir. Bu noktada geliştirilen materyale ile dokunulabilir kullanıcı arayüzlerindeki bu eğilimin başarıya olan etkisini de göstermesi açısından önemli olacağını düşünülmektedir. Ticari olarak kullanıcılara sunulmuş dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine sahip materyallerin fiyatlarının yüksek olması ise geliştirilen materyalin önemini ayrıca ortaya çıkarmaktadır.

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ortaokul 5. Sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesinde dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip olan “Dokunulabilir, Değiştirilebilir ve Düzenlenebilir Algoritmik Düşünme Etkinlikleri ve Nesnesi (3D ADEN)”nin kullanılabilirliğini ortaya koymaktır. Araştırmada 3D ADEN öğretim materyalinin algoritmik düşünmeyi geliştirip geliştirmeyeceğinin belirlenmesi, aynı zamanda da 3D ADEN’in genel bir değerlendirilmesinin yapılması hedeflenmektedir. Bu nedenle araştırma soruları uygulama sürecinin sorgulanması ve materyalin değerlendirilmesi olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır.

1. Algoritmik düşünme becerisi bağlamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:
 - 1.1. 3D ADEN öğretim materyalinin algoritmik düşünme becerisi üzerindeki rolü nasıldır?
 - 1.2. 3D ADEN’in kullanımı sırasında öğrenciler kendilerine verilen problem durumlarını çözmede hangi stratejileri kullanmışlardır?
2. 3D ADEN öğretim materyalinin donanımsal olarak değerlendirilmesi bağlamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:
 - 2.1. 3D ADEN öğretim materyalinin olumlu yönleri nelerdir?
 - 2.2. 3D ADEN öğretim materyalinin olumsuz yönleri nelerdir?
 - 2.3. 3D ADEN öğretim materyaline yönelik öğretmenlerin görüşleri nelerdir?
 - 2.4. 3D ADEN öğretim materyali nasıl daha iyi hale getirilebilir?

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma kapsamında geliştirilen 3D ADEN öğretim materyalinin yeterlikleri ve sınırlılıkları dahilinde katılımcı boyutu ile 2020 – 2021 eğitim öğretim yılı içerisinde Melahat Ünügür Ortaokulu’nda 5. Sınıfta okumakta olan 10 öğrenci ve ülke çapında çeşitli illerden gönüllü olarak katılmış 10 öğretmen ile sınırlıdır.

Küresel bir salgın olan Covid-19 yüzünden gerek ülke genelinde alınan önlemler gerekse de uzaktan eğitime geçilmesi gibi sebeplerden ötürü çalışma içerisinde öngörülemeyen durumlar ortaya çıkmıştır. Ancak süreç içerisinde bu aksilikler giderilmiştir. İlerleyen bölümlerde bahsi geçen aksilikler detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin en önemli özelliklerinden birisi iş birliğine dayalı öğrenme ortamını desteklemesidir. Geliştirilmesi planlanan 3D ADEN öğretim materyalinin de iş birliğine dayalı bir şekilde öğrenmeyi desteklemesi hedeflenmiştir. Ancak materyalin tüm üretim süreci; elektronikleri, devreleri, donanımın tasarımı, plastik üretimi, yazılımın geliştirilmesi, yazılım ile donanımın uyumlu çalışması gibi bileşenlere araştırmacının kendisi tarafından ve kendi imkanları doğrultusunda geliştirilmiştir. Ek olarak maliyet, zaman ve pandemi sürecinin getirdiği kısıtlamalar doğrultusunda bu tez çalışması kapsamında 3D ADEN sisteminden bir adet prototip üretilenmiştir. Bu nedenle çalışma bir adet 3D ADEN sistemi ile sınırlıdır.

2. 3D ADEN ÖĞRETİM MATERYALİ

Tez çalışması kapsamında öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla “Dokunulabilir, Değiştirilebilir ve Düzenlenebilir Algoritmik Düşünme Etkinlikleri ve Nesnesi (3D ADEN)” donanımı ve yazılımı geliştirilmiştir. 3D ADEN donanımı arayüz bakımından dokunulabilir, 3D ADEN yazılımı ise arayüz bakımından grafiksel olacak şekilde tasarlanmıştır. 3D ADEN öğretim materyalinin ilerleyen aşamalarında ise grafiksel ortamından uzaklaşıp tam anlamıyla dokunulabilir olarak tasarlanmış bir materyalin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

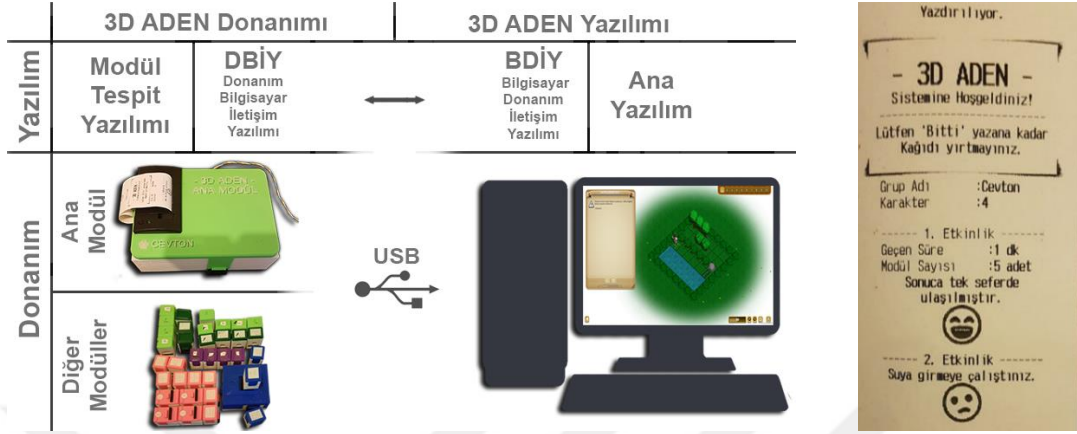
2.1. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Özellikleri

3D ADEN öğretim materyali donanım ve yazılım olacak şekilde iki bileşenden oluşmaktadır. 3D ADEN öğretim materyalinin şimdiki versiyonu donanım aracılığıyla tasarlanan algoritmaların çıktılarını göstermek için yazılıma bağımlıdır. Sistemin çalışması için 3D ADEN yazılımının kurulu olduğu bilgisayara 3D ADEN donanımının USB aracılığıyla bağlanması gerekmektedir.

3D ADEN öğretim materyali öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirmek için tasarlanmış olup, code.org kurs etkinliklerinin sistem için uyarlanmış hallerini içerisinde barındırmaktadır. 3D ADEN yazılımı çalıştırıldığında önceden belirlenen etkinlikler sırasıyla verilmektedir. İlgili etkinliklerin çözülmesi için 3D ADEN donanımının modül bileşenleri aracılığıyla öğrencilerin kendi algoritmalarını tasarlamaları ve bunları 3D ADEN donanımına bağlamaları beklenmektedir. Ana modüle bağlanan modüller aracılığıyla 3D ADEN yazılımının içerisinde oluşturulan üç boyutlu ortamda başlangıç bayrağı üzerinde yer alan karakter hareket etmektedir. Öğrencilerin tasarımına bağlı olarak hareket eden karakter, tasarımın sonuçlanmasının ardından bitir bayrağına ulaşip ulaşamaması durumlarına göre ilgili dönütleri öğrencilere vermektedir.

Görsel 2.1’de sol tarafta 3D ADEN öğretim materyalinin donanım ve yazılım olarak tüm bileşenleri verilmiştir. İlgili görselde de görülebileceği gibi 3D ADEN öğretim materyalinin donanım kısmı ana modül ve diğer modüllerden oluşmaktadır. 3D ADEN ana modülünün içerisinde “Modül Tespit Yazılımı” ve DBİY (Donanım – Bilgisayar İletişim Yazılımı) bulunmaktadır. Modül tespit yazılımı ana modüle bağlanan diğer modüllerin sıralamasının belirlenmesi için geliştirilmiştir. DBİY (Donanım – Bilgisayar İletişim Yazılımı) ise 3D ADEN donanımı ile 3D ADEN yazılımı arasında iletişim

kurmak için geliştirilmiştir. 3D ADEN yazılımı ise BDİY (Bilgisayar - Donanım İletişim Yazılımı) ve ana yazılım olacak şekilde iki bileşenden oluşmaktadır.



Görsel 2.1. 3D ADEN donanım ve yazılım bileşenleri (solda), termal yazıcıdan alınan çıktı (sağda)

BDİY, donanım ile bilgisayar arasında iletişimi sağlayacak olan yazılımdır. Ana yazılım ise donanımdan gelen veriler doğrultusunda öğrencilerin oluşturdukları algoritma tasarımlarını gösteren ve çalıştıran yazılımdır. DBİY ve BDİY iki yönlü çalışan yazılımlar olduğu için 3D ADEN donanımı ve yazılımı birbirleri ile sürekli olarak iletişim halindedirler. Kısaca ana modül üzerinde tasarlanan algoritmalar “modül tespit yazılımı” aracılığıyla toplandıktan sonra DBİY ile bilgisayara aktarılmaktadır. Bilgisayarda yer alan BDİY yazılımı ile alınan bilgiler ana yazılıma aktarıldıktan sonra ana yazılım üzerinde yorumlanmakta ve çalıştırılmaktadır. Elde edilen sonuca göre ilgili dönütler hem ana yazılım ortamında öğrenciye verilir hem de donanıma aktarılmaktadır. Donanım üzerinde yer alan termal yazıcı aracılığıyla ilgili dönütler eş zamanlı olarak fiziksel çıktı halinde öğrencilere verilmektedir. Görsel 2.1’de sağ tarafta ise etkinlik doğrultusunda elde edilen dönütlere ait termal yazıcıdan alınan çıktının görseli verilmiştir.

2.2. 3D ADEN Donanımının Bileşenleri

3D ADEN donanımı Ana modül ve diğer modüllerden oluşmaktadır. Ana modül’ün içerisinde diğer modülleri okuyacak mini bilgisayar ve onun üzerine tasarlanmış elektronik devre bulunmaktadır. Ana modül aynı zamanda donanımın yazılımsal bileşenlerini ve termal yazıcıyı da içerisinde barındırmaktadır. Ana modül, diğer

modüllerin bağlanabilmesi için bir adet dişi bağlantısına sahiptir. Diğer modüller ise temel modüller, sayı modülleri, şart modülleri, tekrar modülleri, karar modülleri ve boş modüller olacak şekilde 6 parçadan oluşmaktadır. Ana modül, tekrar ana modül ve karar ana modül hariç tüm modüller en, boy ve yükseklik olacak şekilde sırasıyla 42 x 40 x 34 mm, tekrar ana modülü 42 x 62 x 37 mm, karar ana modülü ise 126 x 124 x 37 mm, 3D ADEN ana modülü ise 200 x 154 x 74 mm boyutlarındadır.

Ana modül: Üzerine bağlanan modülleri okuyan, sıralayan ve ana yazılım ile iletişim kuran ana modül 3D ADEN sisteminin çekirdeğini oluşturmaktadır (Görsel 2.2). Ana modülün üst tarafında yer alan termal yazıcı aracılığıyla dönütler alınırken, arka kısmında yer alan USB bağlantı kablosu ile bağlantı kurulmaktadır.



Görsel 2.2. Sol tarafta 3D ADEN Donanımının ana modülüne, sağ tarafta ise sırasıyla sayı modülleri, temel modüller ve şart modüllerine ait görseller.

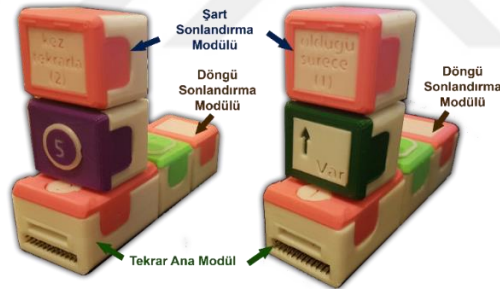
Temel modüller: Temel modüller, sahnede yer alan karakterin temel hareket komutlarını temsil etmektedirler (Görsel 2.2). Açık yeşil renkle tasarlanmış bu modüllerin üzerlerine ilerle, sağa dön, sola dön, havuç topla ve lahana topla komutları atanmıştır.

Sayı modülleri: Mor renk ile gösterilen sayı modülleri, for döngüsü için özelleştirilmiş tekrar modülünün üzerine takılan sayı ifadesini temsil etmektedir. Sayı modülleri for döngüsü için özelleştirilmiş tekrar modülünün üzerine takılmaktadır. Bu sayede ilgili döngü, üzerine takılan sayı kadar çalıştırılmaktadır (Görsel 2.2).

Şart modülleri: Şart modülleri, while döngüsü için özelleştirilmiş tekrar modüllerinin ve karar modüllerinin üzerlerine takılacak olan şart ifadesini temsil etmektedir (Görsel 2.2). Döngü işleminin ya da karar yapısının hangi şart altında gerçekleşeceğini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu sayede ilgili döngü, üzerine takılan şart modülü kadar çalıştırılmaktadır. Şart modülleri koyu yeşil ile gösterilmekte olup,

“ileride yol var mı?”, “sağda yol var mı?”, “solda yol var mı?”, “havuç var mı?”, “lahana var mı?” sorularını soran modüllerdir.

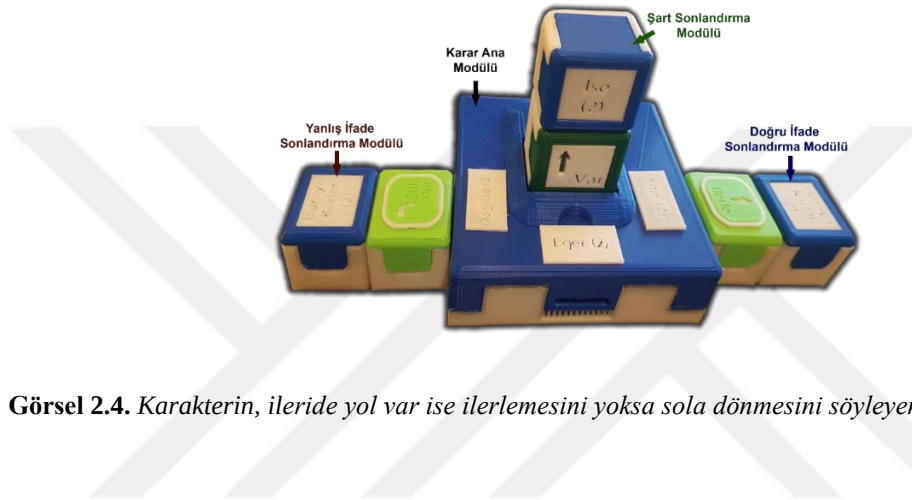
Tekrar modülleri: For ve while döngülerini temsil eden pembe renkli bu modüller ana döngü modülü, şart sonlandırma modülü ve döngü sonlandırma modülü olacak şekilde üç parçadan oluşmaktadır (Görsel 2.3). Ana döngü modülü sisteme takıldığı zaman sistem tarafından döngü başlangıcı olarak algılanmaktadır. While döngüsü için tasarlanan tekrar modülünün üstüne şart, for döngüsü için tasarlanan tekrar modülünün üstüne de sayı modülü takılmaktadır. Şart veya sayı modüllerinin üstüne, şart ifadesini bitiren şart sonlandırma modülleri takılmaktadır. Ana döngü modülünün devamında yer alan çıkış bağlantısına ise tekrar edilmesi istenilen modüller bağlanmaktadır. Tekrar ifadesinin sonlanması için ise tekrar edecek en son modülün devamına döngü sonlandırma modülü takılmaktadır. Kodlama yapılırken açılan parantezlerin kapatılması işlemi burada sonlandırma modülleri ile görülmektedir. Görsel 2.3’te karakterin 5 kez ilerlemesini söyleyen modül bağlantısı ile ileride yol olduğu sürece ilerlemesini söyleyen modül bağlantısı sırayla verilmiştir.



Görsel 2.3. Soldan sağa sırasıyla; karakterin 5 kez ilerlemesi söyleyen ve ileride yol var olduğu sürece ilerlemesini söyleyen bağlantı yapısı

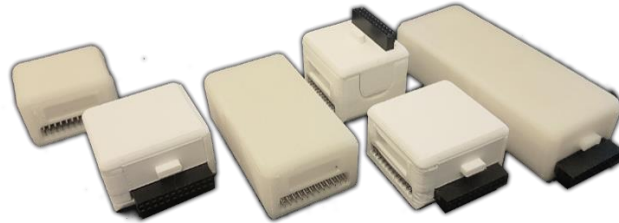
Karar modülleri: Programlama anlamında “if” ifadelerini temsil eden mavi renkli nesneler ana karar, şart sonlandırma, doğru ifade sonlandırma ve yanlış ifade sonlandırma modülü olacak şekilde dört parçadan oluşmaktadır (Görsel 2.4). Ana karar modülü sisteme takıldığı zaman sistem şart başlangıcının yapıldığını tespit etmektedir. Döngü nesnesinde olduğu gibi üst tarafta yer alan şart kısmına şart modülü takılmaktadır. Şart modülünün üzerine ise şart ifadesini sonlandıran modül yerleştirilmektedir. Ana karar modülünün sağında ve solunda yer alan doğruysa ve yanlışsa kısımlarına ise yine tekrar modüllerinde olduğu gibi yapılması istenilen modüller bağlanmaktadır. Benzer şekilde

doğru veya yanlış durumların sonlanması için sonlandırma modülleri ilgili sonlara bağlanmalıdır. Görsel 2.4'te ileride yol var ise ilerleyen yoksa sola dönen bir algoritma bağlantısına ait görsel verilmiştir. Programlama yaparken olduğu gibi şart durumunun doğru ya da yanlış ifadeleri girildikten sonra şarttan bağımsız olarak kodlamaya devam edilmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için karar modüllerinin de devamına çıkış bağlantısı eklenmiştir. Bu sayede şart ifadesi bir şekilde sonlanmış olsa bile devamına modül eklenmesine izin verilmiştir.



Görsel 2.4. Karakterin, ileride yol var ise ilerlemesini yoksa sola dönmesini söyleyen karar modül yapısı

Boş modüller: İçerisinde dijital anlamda veri barındırmayan boş modüller beyaz renkli olup algoritma tasarımı sırasında fiziksel alanın sınırlılıklarına çözüm bulmak amacıyla üretilmiştir. Oluşturulan tasarımın fazlasıyla uzun bir yapıya sahip olması gibi durumlarda sağa veya sola doğru modüllere yön vermek ya da modüller arasına mesafe koymak gibi görevleri vardır (Görsel 2.5).



Görsel 2.5. Belirli amaçlar doğrultusunda oluşturulmuş çeşitli boş modüller

2.3. 3D ADEN Modüllerinin Okunması

code.org sitesi içerisinde yer alan kurs etkinliklerinde kullanılacak materyallerin Türkçeleştirme işlemi İngilizce yapı doğrultusunda gerçekleştirildiği için dilimizin kuralları açısından uygun değildir (Görsel 2.6). Benzeri bir durum 3D ADEN sistemi için de geçerlidir ancak 3D ADEN öğretim materyalini tasarlarken Türkçeleştirme işlemine dikkat edilmeye çalışılmıştır. 3D ADEN sistemi içerisinde şart modülleri hem karar modüllerine hem de while döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modüllerinin üzerlerine bağlanabilir yapıdadır. Dolayısıyla yapılan fiziksel kodlamanın Türkçeleştirme işlemi şart modülleri, tekrarlar modülleri ve karar modülleri dahilinde ele alınmalıdır.



Görsel 2.6. code.org'un modülleri ile oluşturulmuş çeşitli algoritma örneklerinin Türkçeleştirilmesi.

3D ADEN donanımında okuma işlemi önden arkaya doğru ve aşağıdan yukarıya doğru olacak şekilde tasarlanmıştır. Görsel 2.3'te verilen tekrarlar yapısına göre; ilk önce tekrarlar ana modülü gelmektedir. Ardından koyu yeşil şart modülü ve hemen ardından da şart sonlandırma modülü gelmektedir. Bu yapıya göre okuma yapıldığında sırasıyla; "tekrarlar", "ileride yol var", "olduğu sürece" söz dizimi ortaya çıkmaktadır. Aşağıdan yukarıya doğru okuma işleminin ardından önden arkaya doğru yapılan okuma başlamaktadır. Yine aynı şekilde ilk önce tekrarlar ana modülü gelmektedir. Ardından sırayla yeşil ilerle modülü ve ardından da döngü sonlandırma modülü gelmektedir. Bu yapıya göre sırayla okuma yapıldığında ise; "yap", "ilerle", "buraya kadar" söz dizimi ortaya çıkmaktadır. Görsel 2.4'te karar ana modülünün üzerinde "eğer", şart sonlandırma modüllerinin üzerlerinde "ise" ifadesi yazmaktadır. Üzerinde "ileride yol var" yazılı olan şart modülü karar ana modülüne bağlandığında ise şöyle bir okuma ortaya çıkmaktadır; "eğer", "ileride yol var", "ise". Bu okuma şekli karar ve tekrarlar modülleri için programlama yazım kuralları açısından (syntax), algoritma mantığı açısından ve Türkçeleştirme açısından uygun olmaktadır.

Şart modülleri içerisinde yer alan bir başka modül ise araştırmacı tarafından “bitir bayrağına ulaşılan kadar” olarak tasarlanmış olan modüldür. Programlama anlamında while döngüsü, parametre olarak aldığı ifade doğru olduğu sürece çalışmaktadır. Bu nedenle while döngüsü “*havuç var mı*” ifadesi doğru yanıt verdiği sürece çalışmaktadır. Ancak “*bitir bayrağına ulaşılan kadar*” olarak adlandırılan modülde ise karakter o an için bitir bayrağının üzerinde değildir, bitir bayrağına ulaşmaya çalışmaktadır. Bu yüzden de “*Bitir bayrağına ulaşıldı mı?*” sorusunun cevabı bitir bayrağına ulaşılan kadar “*hayır*” olmaktadır. Dolayısıyla döngüyü gerçekleştirebilmek ve doğru sözdizimi (syntax) oluşturmak adına şart ifadesinin olumsuz hali parametre olarak verilmelidir. Bu doğrultuda ilgili şart modülü üzerine “bitir bayrağına ulaşmadı mı?” benzeri bir bitiş ifadesinin olumsuz halinin yazılması gerekmektedir. Gereksiz anlam karmaşası yaratabileceğinden dolayı bahsedilen durumunun giderilmesi için code.org sistemindeki yol izlenmiştir. (Görsel 2.6). code.org sisteminde ilgili döngünün tekrarlanmasını sağlamak adına ay çiçeğine kadar tekrarlar şeklinde bir yapı tercih etmiştir. Görsel 2.6’da üçüncü sırada verilen kodlama yapısının javascript karşılığı dördüncü sırada verilmiştir. Javascript kodunda da görülebileceği gibi en dıştaki döngü ifadesinde yer alan şart parametresi “*notFinished()*” olarak adlandırılan fonksiyondur. İlk döngünün olumsuz ifadesinin karşılığı olarak code.org sisteminde “*bir nesneye ulaşılan kadar tekrarlar*” yapısı tercih edilmiştir.

3D ADEN sisteminde de code.org sistemindeki gibi olumsuz Türkçeleştirme ifadelerden kaçınmak adına “bitir bayrağına ulaşılan kadar” adı verilen şart modülü kullanılmaktadır. Bitir bayrağına sahip şart modülü while için özelleştirilmiş tekrarlar modülüne bağlıyken yapılan okumada “tekrarlar”, “bitir bayrağına ulaşılan kadar”, “olduğu sürece” şeklinde bir ifade oluşmaktadır. Karar modüllerinde ise; “eğer”, “bitir bayrağına ulaşılan kadar”, “ise” şeklinde bir ifade oluşmaktadır. Her ne kadar Türkçeleştirme işlemi istenilen seviyede değilse de belirtilen şartlar altında olumsuz yapıya sahip ifadeler için oluşturulabilecek en ideal yapının bu olduğuna karar verilmiştir.

2.4. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Geliştirme Süreci

3D ADEN öğretim materyalinin geliştirme süreci donanım ve yazılım olacak şekilde iki başlık altında incelenmiştir.

2.4.1. Donanımın üretim süreci

Geliştirilen materyalin merkezinde İngiltere merkezli eğitimsel yardım kuruluşu olarak kabul edilen Raspberry Pi Vakfı'nın Raspberry Pi 3B+ single-board (tek-kartlı) bilgisayarı bulunmaktadır (RaspberryPi, 2021b). Kredi kartı boyutlarında olan bu ürün donanımsal ve yazılımsal olarak açık kaynak lisansına sahiptir. Raspberry Pi, sahip olduğu genel amaçlı giriş-çıkış pinleri (GPIO, General Purpose Input/Output) sayesinde üzerlerine bağlı çeşitli elektronik bileşenlerden gelen verileri alıp yorumlayabilir ve ardından da fiziksel ortama çıkış sağlayabilir. Bu duruma basit bir örnek olarak butona basıldığında (girdi) zilin çalması (çıkış) süreci verilebilir. Bu noktada Raspberry Pi donanımsal olarak girdi birimlerinden aldığı verileri, üzerine yazılan program doğrultusunda işleyerek çıkış birimlerine aktarma görevini yerine getirmektedir.

Raspberry Pi, Linux işletim sistemini dağıtımlarından Debian dağıtımının Raspberry Pi donanımı için özelleştirilmiş versiyonu olan Raspbian işletim sistemini kullanmaktadır. Python, C/C++, Java gibi programlama dilleri ile programlama yapılabilir olmasına ek olarak Raspberry Pi, uzak bağlantı aracılığıyla ya da klavye, fare ve monitör bağlantısı sağlanarak kullanılabilir özelliktedir. Her ne kadar küçük bir devre kartı gibi görünse de 1.4GHz 64-bit 4 çekirdekli Broadcom BCM2837B0 işlemcisine ek olarak, 1GB SDRAM, Bluetooth ve Wifi özelliklerini barındıran bir bilgisayardır (RaspberryPi, 2021c). Belirtilen özellikleri ve esneklikleri açısından ele alındığında geliştirilen projenin büyüklüğü doğrultusunda Raspberry Pi en ideal çözümü sunmaktadır.

2.4.1.1. Donanımın temel özellikleri

Geliştirilen materyalin istenilen şekilde çalışabilmesi için modüllerin tasarlanması ve bu modüllerin sisteme bağlanıp sistem tarafından okunabilir olması gerekmektedir. Modüllerin istenilen şekilde davranması için eşsiz bir elektronik imzaya sahip olmaları, kendilerine ait standart bir bağlantılarının olması, donanım ile modüllerin iletişim halinde olabilmesi için standart bir iletişim protokolü üzerinden iletişim kurmaları, modüllerin bağlantı sırasına göre tespit edilmesi ve birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalışmaları gibi temel özelliklere sahip olmaları gerekmektedir.

Standart iletişim protokolünün belirlenmesi: Farklı donanımların birbirleriyle iletişim kurabilmeleri için SPI, UART, I²C gibi çeşitli iletişim protokolleri geliştirilmiştir. Philips

firması tarafından geliştirilen “tümleşik devreler arası (I²C, Inter Integrated Circuit)” protokolü (Günsay, 2009), geliştirilen materyalin modülleri arasında iletişim kurulması için seçilmiştir.

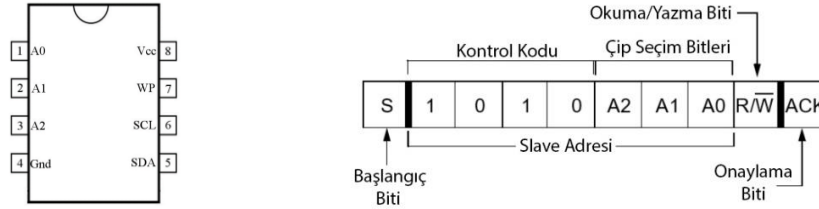
Standart bağlantı: Modüller hem ana sisteme hem de birbirlerine bağlanabilir özellikte olan elektronik nesnelerdir ve elektriklerini ana sistemden almaktadırlar. Modüllerin hem elektrik ihtiyacını karşılayabilmek hem de eşsiz elektronik imzalarını ana sisteme aktarabilmeleri için devreleri tasarlanırken erkek ve dişi bağlantılarının standartlaştırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda da modüllerin devre tasarımında modüllerin ön ve arka taraflarına sırasıyla 2x12 pin uzunluğunda erkek ve dişi konnektörler yerleştirilmiştir. Standartlaştırma süreci en genel çerçevesiyle; elektronik imzanın belirlenmesi, modül bağlantı sırasının tespiti, konnektörün belirlenmesi, modüllerin dış plastiklerinin üretimi gibi etmenler doğrultusunda pek çok prototip üretiminin ardından gerçekleştirilebilmiştir.

Modüllerin bağlantı sırasının tespiti: Modüllerin birbirleriyle ve ana modülle iletişim kurması için seçilen I2C protokolü ve seçilen elektronik imza yöntemi doğrultusunda oluşturulan prototiplerin, ana sistem tarafından sırasıyla tespit edilmesi için elektronik devre tasarlanmıştır.

Birbirleriyle uyumlu çalışmaları: Geliştirilen materyal, ulaşılmak istenilen hedef doğrultusunda ana modül, temel modüller, döngü ve kontrol modüllerinin çeşitli kombinasyonları ile sisteme bağlanabilir halde olmalıdır. Temel modüllerden farklı olarak döngü ve kontrol ana modüllerinin farklı dişi konnektörleri de olmalıdır. Bu süreçte çeşitli iletişim protokolleri denenmiş, iletişim bağlantıları test edilmiş ve elektronik imza yöntemleri araştırılmıştır. Ardından oluşturulan modül prototipinin çoğaltılması sağlanmış, ana sistemle ve birbirleriyle olan uyumluluğu test edilmiştir.

Elektronik imza: 3D ADEN Ana modül’üne bağlı olan modüllerin eşsiz olmaları, sistem tarafından hangi modülün bağlı olduğunun anlaşılması açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Bu doğrultuda her modüle eşsiz bir imza atamak için özel entegreler yardımıyla modüllerin elektronik devreleri tasarlanmıştır. Her bir modülün içerisinde elektronik imza oluşturmak için, Microchip Technology firması tarafından üretilen 1 adet 24C02 Entegresi kullanılmıştır. 2KB hafızasına ek olarak I²C iletişim prokolü üzerinden haberleşmekte olan bu entegre 8bit adresleme yapmaktadır. 8 bit adresleme kullanan 24C02 entegresinin veri sayfasındaki bilgilere göre (Microchip, 2021); ilk dört bit standart olmakla birlikte iletişimin kontrol edilmesi için ayrılmıştır. Takip eden 3 bit ise

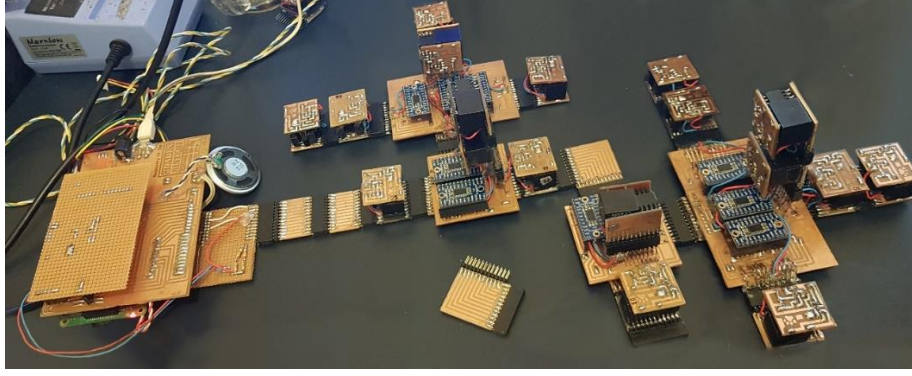
ilgili entegrenin şematik görünümünde de görülebileceği gibi A0, A1 ve A2 pinlerindeki duruma göre belirlenmektedir. 8 bitlik adreslemede ilk 7 biti Slave Adresi temsil ederken son bit ise okuma ve yazma kontrol bitidir. Şekil 2.1’de sol tarafta 24C02 entegresinin şematik görünümü, sağ tarafta ise 8 bitlik adreslemenin şematik yapısı verilmiştir.



Şekil 2.1. 24C02 Entegresinin (solda) ve 8 Bit adreslemenin şematik görünümü (sağda)

24C02 entegresinin A0, A1 ve A2 pinlerine elektrik akımının verilmesi veya verilmemesine duruma göre 8 bitlik adresleme belirlenmektedir. A0, A1 ve A2 pinlerine elektrik akımının verilmesi durumunda ilgili bitlerin değeri 1, verilmemesi durumunda ise 0 olmaktadır. 3D ADEN sistemi üzerine Slave adreslerinin çoğaltılmasıyla toplamda 64 tane eşsiz modül bağlanabilmektedir. 64 modülün bir tanesini özel bir yöntem ile feda ederek elde edilen kazançla birlikte sisteme 6 yeni modül daha kazandırılmıştır. Bu sayede 3D ADEN sistemi toplamda 69 adet modül barındırmaktadır. Bu modüllere ek olarak çok sayıda üretilmiş olan boş modüller ile birlikte toplam modül sayısı daha da artmaktadır. Ancak daha önceden de belirtildiği gibi boş modüllerin başka amaçlar doğrultusunda üretilmiş modüller olmakla birlikte içlerinde elektronik imza barındırmamaktadırlar.

Prototipleme sürecinde elektronik devrelerin çizimi için Fritzing programı kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından Fritzing programı aracılığıyla çizilen elektronik devrelerden elde edilen devre şemalarının çıktıları alınmıştır. Görsel 2.7’de ise 3D ADEN sisteminin prototip haline ait bir görsel verilmiştir. İlgili görselde temel modül yapıları gibi küçük modüllerin son halleri görülmekle birlikte; karar ve döngü modüllerinin ise prototip halleri mevcuttur. Görselde aynı zamanda tüm modüllerin bağlandığı ana modülün kendisi ve üzerlerinde elektronik devre elemanları olmayan sadece uzatma ve açılı değiştirme gibi amaçlar doğrultusunda üretilmiş olan boş modüller de görülmektedir.



Görsel 2.7. Ana Modül'e bağlanmış olan diğer modüllerin test aşamasındaki hali.

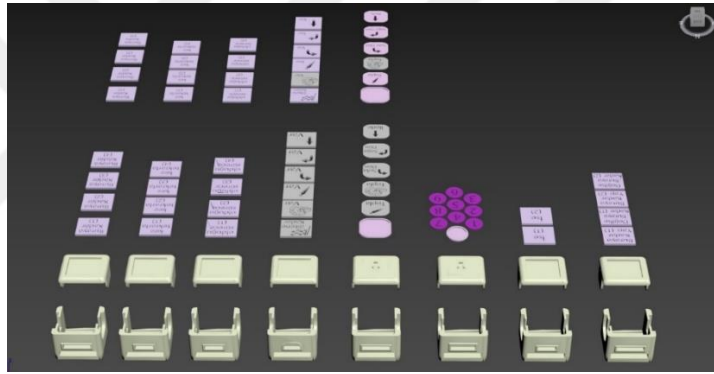
2.4.1.2. Donanımı yönetecek yazılımın geliştirilmesi

Raspberry Pi 3B+ donanımını içerisinde barındıran Ana Modül ile öğrencilerin yaptıkları eylemlerin sonucunu görecekları Ana Yazılım'ın kurulu olduğu bilgisayar arasında iletişim kurulması gerekmektedir. Bunun için Raspberry Pi ile bilgisayar arasında USB serial bağlantısı kurulmuştur.

Raspberry pi esnek yapısı sayesinde çeşitli programlama dilleri ile programlama yapılmasına izin vermektedir. Ek olarak bir bilgisayarda olduğu gibi farklı yazılımların eş zamanlı çalıştırılmasına da izin vermektedir. Materyalin geneli düşünüldüğünde; içerisinde Raspberry Pi mini bilgisayarı olan ana modüle bağlanan modüllerin okunması ve sıralama olarak yorumlanmalıdır. Ana modül ile ana yazılımın kullanıldığı bilgisayar arasında iletişim kurulmalı ve birbirlerine veri gönderebilmelidir. Ana yazılımda gerçekleştirilen etkinliklerinin sonucunun ana modüle aktarılması ve ardından da termal yazıcıdan etkinliklere dair sonucun yazdırılması gerekmektedir. Aynı zamanda tüm bu süreçlerin loglarda tutulmalı ve bahsedilen tüm bu temel durumlara yönelik çözümlerin de geliştirilmesi gerekmektedir. Raspbian işletim sisteminin içerisinde bu durumlara yönelik çeşitli komutlar olmakla birlikte bazı durumlarda bu komutların ihtiyaç doğrultusunda değiştirilmesi ve yeniden kodlanması gerekmekte, bazı durumlarda ise sıfırdan kodlanması gerekmektedir. Araştırmacı tarafından donanım kısmında tüm sürecin kodlanması için Python programlama dili tercih edilmiştir.

2.4.2. Donanımın dış tasarımı

3D ADEN donanımının elektronik bileşenlerini korumak için üç boyutlu yazıcı ile çeşitli baskılar alınmıştır. Bu baskıların tasarımı ise araştırmacı tarafından Auto Desk firmasının 3ds Max programı ile oluşturulmuştur (Görsel 2.8). Elektronik bileşenlerin prototipleme sürecine paralel bir şekilde çeşitli tasarım şablonları süreç içerisinde oluşturulmuştur. Üç boyutlu yazıcıda kullanılmak üzere beyaz, mor, açık yeşil, koyu yeşil ve mavi renkli PLA+ filametleri ile pembe renkli ABS filamenti seçilmiştir. Pandemi süreci içerisinde kişisel koruma ekipmanlarının üç boyutlu yazıcılar aracılığıyla üretilebilir hale gelmesinden dolayı filament tedarik sürecinde sorunlar yaşanmıştır. Dolayısıyla filamentlerin seçimi sırasında araştırmacının önceden sahip olduğu filamentler kullanılmıştır.



Görsel 2.8. 3ds Max programı aracılığıyla tasarlanmış bazı modüller

Her modülün erkek – dişi bağlantıları birbirleriyle uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak modüllerin bazıları sadece belirli modüllere takılmalıdır. Örneğin şart modülleri sadece karar ve while için özelleştirilmiş tekrar modüllerinin üzerine takılmalıdır. Benzer şekilde sayı modülleri de sadece for için özelleştirilmiş tekrar modüllerinin üzerine takılmalıdır. Yine bir benzeri durum ise karar ve tekrar modüllerinin şart sonlandırma modüllerinde görülmektedir. Şart sonlandırma modülleri ise sadece sayı ve şart modüllerinin devamına takılmalıdır. Aksi durumlarda hem programlama anlamında yazım hatası gerçekleştirilecektir hem de 3D ADEN sistemi bağlamında bağlantı hatası, dolayısıyla 3D ADEN sistemi için de yazım hatası gerçekleştirilecektir. Modüllerin erkek – dişi konnektörlerinde ilgili problemi çözmek için bir değişikliğe gidilemeyeceği için modüllerin bağlantı tasarımlarına fazladan erkek ve dişi bağlantı

şekilleri geliştirilmiştir. Aynı zamanda tasarlanan yeni plastik bağlantı şekilleri ile devre konnektörleri aracılığıyla birbirlerine bağlanan modüllerde oluşabilecek fiziksel stresin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Görsel 2.9’da 3D ADEN modülleri için kullanılan çeşitli plastik bağlantı şekillerine örnek verilmiştir. İlgili görseldede görülebileceği gibi dört farklı plastik erkek dişi bağlantısı ile modüller arasında yanlış bağlantı durumlarının önüne geçilmeye çalışılmıştır.



Görsel 2.9. Çeşitli erkek - dişi modül bağlantı şekilleri

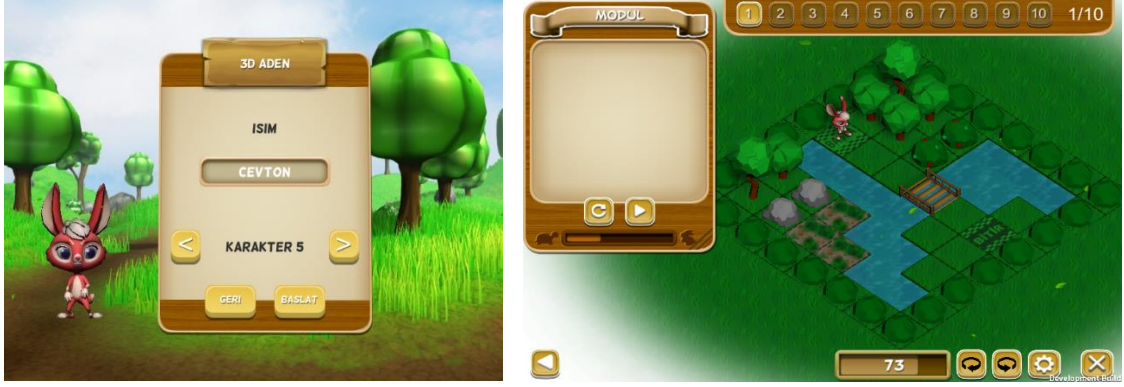
2.4.3. Yazılımın geliştirilme süreci

Geliştirilen materyalin donanımsal kısmında öğrencilerin modüller ile yaptıkları algoritma tasarımlarının da yorumlanması gerekmektedir. Bunun için araştırmacı tarafından Unity platformu ile bilgisayarda çalışan ayrı bir 3D yazılım geliştirilmiştir. Unity Teknolojileri tarafından geliştirilen Unity, 3D veya 2D oyun geliştirilmesine olanak sağlayan, çapraz-platform oyun motorudur (Unity, 2021a). Çapraz-platform olmasından dolayı Unity; Windows, IOS, Android, Linux, WebGL, oyun konsolu gibi pek çok farklı platforma çıktı verebilir niteliktedir. Bu özelliği ile ön plana çıkan Unity ile geliştirilen ürünlerden yıllık olarak 100.000 dolar’dan az kazanç sağlanması halinde Unity’nin bireysel kullanımı ücretsizdir (Unity, 2021b). Aynı zamanda c# dili ile kodlama yapılmasına imkan veren Unity, bahsi geçen özellikleri sayesinde araştırmacı açısından ideal bir platform olmaktadır.

Geliştirilen materyalin donanımsal kısmına ek olarak yazılımsal kısmında da çeşitli problem durumları söz konusudur. Yazılımsal anlamda materyalin geneli düşünüldüğünde; öğrencilerin modüller ile yaptıkları algoritma tasarımlarının alınması, algoritma tasarımlarının bilgisayar ekranında gösterilmesi, algoritmaların yorumlanması,

algoritmanın eyleme dönüştürülmesi, algoritmanın sonuçlandırılması ve donanıma sonucun gönderilmesi, tüm sürecin loglarda tutulması gibi temel durumlara yönelik çözüm bulunması gerekmektedir. Bu durumların çözümü için araştırmacı tarafından C# dili ile BDİY (Bilgisayar – Donanım İletişim Yazılımı) ve ana yazılım adını verdiği iki yazılım geliştirilmiştir. Bilgisayarın Raspberry Pi ile iletişimden sorumlu olan BDİY, Raspberry Pi içerisinde yer alan ve bilgisayar ile iletişimden sorumlu olan DBİY (Donanım – Bilgisayar İletişim Yazılımı) ile sürekli olarak iletişim halindedir. BDİY ve DBİY programları sayesinde donanımın ve bilgisayarın aynı dili konuşmaları sağlanmaktadır.

Unity ile geliştirilmiş olan ana yazılım, BDİY’yi yönetmekle birlikte algoritmaların tasarımlarının ekranda gösterilmesi, yorumlanması, eyleme dönüştürülmesi ve sonuçlandırılması görevlerini üstlenmiştir. BDİY aracılığıyla özel kod sistemi ile gelen bilgileri parçalayan ana yazılım, parçalama işleminin ardından modül bağlantı sıralamasını ve şekillerini ekranda göstermektedir. Ana yazılım ilk açıldığından kullanıcılardan karakter seçimi yapılması ve kullanıcı adının girilmesi istenmektedir (Görsel 2.10). Karakter butonu yardımıyla kullanıcılar çeşitli renklere sahip 9 farklı karakteri seçebilmektedirler. İsmi ve karakterin belirlenmesi işleminin ardından projenin çalıştırılmasıyla birlikte sistem ilk etkinliğin haritasını kullanıcıya göstermektedir. Aynı zamanda kullanıcıyı karşılamak adına termal yazıcıya isim ve karakter bilgilerini göndermektedir. Kullanıcı etkinlik haritasına geldiğinde eş zamanlı olarak termal yazıcıdan “3D Aden Sistemine Hoşgeldiniz” yazısına ek olarak temel yönergeler ve etkinliği gerçekleştiren kişinin bilgileri çıkarılmaktadır. Görsel 2.10’da sağ tarafta ise 3D ADEN sistemine herhangi bir modül bağlanmadan öncesine ait ana yazılımdan alınmış ekran görüntüsü verilmiştir.



Görsel 2.10. 3D ADEN ana yazılımı açılış ekranı (solda) ve etkinlik sayfası (sağda).

Etkinlik ekranında da görülebileceği gibi ana yazılımın sol tarafında sürüklenabilir ve ölçeklendirilebilir yapıda olan “Modül” penceresi bulunmaktadır. Ana donanımına bağlanacak modüllerin bağlantı şekilleri modül penceresi içerisinde gösterilmektedir. Modül penceresi içerisinde yer alan “Oynat” simgesine sahip buton yardımıyla oluşturulan algoritma doğrultusunda karakter hareket etmektedir. “Tekrarla” simgesine sahip buton yardımıyla da ilgili algoritma tekrardan oynatılmaktadır. Aynı zamanda modül penceresinin alt tarafında yer alan kaydırma çubuğu yardımıyla karakterin hızı normalden daha hızlı ya da daha yavaş olacak şekilde ayarlanabilmektedir. Burada kullanıcının algoritmanın akışını daha rahat algılayabilmesi, hata yapması gibi durumlarda yanlışın nereden kaynaklandığını yavaşlatarak daha rahat görebilmesi veya hızlı akış olmasını istemesi gibi durumlar hedeflenmiştir. Ekranın sağ alt tarafında ise sırasıyla haritanın büyüklüğü ayarlayan kaydırma çubuğu, harita açısını çevirme butonları, ayar butonu ve sistemden çıkış butonları yer almaktadır. Harita açısını çevirme butonları yardımıyla haritaya bakan kameranın her tıklama ile 45 derece merkez etrafında sağa ya da sola dönmesi sağlanmaktadır. Bu yapı ile sanal ortamda karakterin sağ ve sol yönlerini belirlemekte veya konumunu algılamakta yaşanabilecek olası sorunların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Ayarlar butonu yardımıyla modüller arasında geçiş yapılmasını sağlayan ayarlar yapılmakta, çıkış butonu yardımıyla da sistemden çıkılmaktadır. Ana yazılımın sağ üst tarafında yer alan etkinlik menüsü ise kullanıcıya 10 etkinliğin kaçınıcısında olduğu bilgisi verilmektedir (Görsel 2.10). Ana yazılım, ana modüle bir modül bağlanana kadar pasif halde beklemekte ve etkinliklerin çözümü için sisteme modül takılması gerektiğini belirtmektedir. Modül takılması işlemi ile birlikte aktif hale gelen sistem algoritmaları yorumlamaya hazır hale gelmektedir.

Ana modüle bağlanan fiziksel modüllerin ana yazılım üzerinde de gösterilmesi gerekmektedir. Bu nedenle fiziksel modüllerin karşılığı olarak sanal modüller de tasarlanmıştır. Sanal yapılar tasarlanırken code.org ve Scratch sistemlerindeki modüllerin bloklu bağlantı yapısı tercih edilmiştir. Sanal modüller, fiziksel modüllerin renklerine ve üzerlerinde yazan yazılara uygun olacak şekilde tasarlanamıştır. Görsel 2.11’de fiziksel modüllerin bağlantı olasılıklarını göstermek amacıyla oluşturulmuş çeşitli bağlantılar verilmiştir.



Görsel 2.11. Ana Modül'e bağlanmış olan algoritma tasarımının Ana Yazılımı içerisinde yer alan Modül Penceresi içerisinde gösterilmesi.

Ana yazılım içerisinde sırası gelen modül parlayarak gösterilmektedir. Görsel 2.12’de solda yer alan görüntüde “ileride yol var” modülünün parladığı görülmektedir. Ekran görüntüsünde görülebileceği gibi “ileride yol var” ifadesinin kontrolünün görselleştirilmesi amacıyla karakterin önünde ileriye doğru giderek artan dalga şeklinde bir animasyon kullanılmaktadır. Benzer durum “sağda yol var” ve “solda yol var” modüllerinde de geçerlidir. Sağda yer alan görüntüsünde ise ilerle modülünün parladığı görülmektedir.



Görsel 2.12. Oluşturulan algoritma doğrultusunda sırası gelen modülün 3D ADEN Ana Yazılımı içerisinde parlayarak gösterilmesi ve karakterin ilgili modül doğrultusunda hareket etmesi.

Görsel 2.13’de ise toplanabilir olan havuç ve marul nesneleri görülmektedir. Toplanabilir ürünlerin olduğu etkinliklerde sonuca ulaşmak için tüm ürünlerin toplanması gerekmektedir. Benzer bir yapının kullanıldığı code.org etkinliklerinde, bir karede belirli sayıda çiçek bulunabileceği gibi bir başka karede de belirli sayıda nektar bulunabilmektedir. Bu nedenle kullanıcıdan beklenen davranış; sahnede nektar var ise nektar sayısı kadar balın yapılması, çiçek var ise çiçek sayısı kadar nektarın toplanmasıdır. code.org etkinliklerinde iki farklı ürün için iki farklı eylem durumu verilmiştir. 3D ADEN sisteminde ise iki farklı ürün için bir eylem durumu söz konusudur.



Görsel 2.13. Üzerlerinde yazan sayı kadar toplanabilir olan havuç ve marul ürünlerinin gösterimi.

Görsel 2.14’te ise havuç ve marul için özelleştirilmiş çeşitli nesnelere örnek verilmiştir. Sol tarafta verilen görselde etkinlik haritası üzerindeki soru işaretleri görülmektedir. Soru işaretleri, belirli bir ürünü temsil eden gizli nesnelerdir. Kullanıcı, soru işaretinin olduğu etkinlik ile karşılaştığında ilk olarak belirli renge sahip soru işaretini görmektedir. Etkinlik çalıştırıldığında ise ilgili soru işaretinin altında hangi ürünün olduğunu ve varsa o ürünün de kaç tane olduğunu görebilmektedir. Görsel 2.14’te sağ tarafta verilen ekran görüntüsü ise sol taraftaki görüntüde yer alan soru işaretlerinin altında çıkan ürünler görülmektedir. Turuncu soru işareti kesin olarak havuç ürününü, yeşil soru işareti de kesin olarak lahana ürününü temsil etmektedir. Sarı soru işareti ise havuç ya da lahana ürününü temsil etmektedir.



Görsel 2.14. Farklı soru işareti türlerinin etkinlik başlamadan önceki ve sonraki hali.

Ana modüle bağlanan modüller aracılığıyla oluşturulan algoritma tasarımında, algoritma mantığı açısından bir yanlışlık var ise karakter bitir bayrağına ulaşamayacaktır. Bu durumlarda Ana yazılım öğrencilere gerekli dönütleri vermektedir. Dönütler arasında sisteme bağlı olan modüller ile bitir bayrağına ulaşamadığı, karakterin ağaca çarptığı, çalıya çarptığı, suya düştüğü gibi ifadeler yer almaktadır. Görsel 2.15'te karakterin çalıya çarpması durumunda kullanıcıya verilen geri bildirimle ait ekran görüntüsü verilmiştir. Bu gibi olumsuz durumlara ek olarak karakterin sonuca ulaşması durumunda da ilgili geri bildirimler kullanıcıya termal yazıcı aracılığıyla eş zamanlı olarak gönderilmektedir.



Görsel 2.15. Karakterin bir nesneye çarpması durumunda verilen geri bildirimlere bir örnek.

Tüm bu süreç ile ana yazılımda öğrencilerin oluşturdukları algoritmalar eyleme dönüşmektedir. Oluşturulan algoritmaların bir şekilde sonuca ulaşması veya ulaşamaması durumunda ise ilgili dönütler hem ana yazılımın ekranında hem de termal yazıcı aracılığıyla öğrencilere verilmektedir. Ayrıca yine donanım kısmında olduğu gibi yazılım kısmında da tüm süreçler loglarda tutulmaktadır. 3D ADEN ana yazılımı içerisinde aynı zamanda etkinlikleri tasarlayabilmek için harita tasarım modu oluşturulmuştur. Bu sayede etkinliklerin haritaları yazılım üzerinden değiştirilebilmektedir (Görsel 2.16).



Görsel 2.16. Harita tasarım modu.

Etkinlik ekranında yer alan ayarlar penceresi yardımıyla ana modüle bağlanan tek bir modül, temel yapısı korunacak şekilde kendi türü içerisinde bir başka modüle dönüştürülmektedir. Örneğin temel modüllerden “ilerle” modülü ana modüle bağlıyken, yine temel modüllerden bir başkasına dönüştürülebilmektedir. Ana modüle bağlı olan tek modülün algılanmasının ardından bağlı olan modülün ne olduğunu algılamakta ve kendi türü içerisinde değiştirilebileceği diğer seçenekleri sunmaktadır. Kullanıcı değiştirmek istediği modülü açılan listede seçtikten sonra değişiklik gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde sayı ve şart modülleri de kendi içerisinde değiştirilebilir yapıdadır.

Ayarlar penceresi aracılığıyla yapılan değişiklikler yazılımsal olmakla birlikte değiştirilen modülün fiziksel görünümü değiştirilmelidir. Dolayısıyla bahsi geçen modüllerin tasarımları yapılırken üzerlerindeki yazıların da takip çıkartılabilir yapıda olması sağlanmıştır. Bu sayede kullanıcı ihtiyaç duyduğunda, kendisine verilen modüllerin eksik olduğunu düşündüğünde, algoritmik olarak daha uzun ve verimsiz bir yol izlemek istediğinde ya da modüllerin fiziksel olarak darbe alması ve çalışamaz hale gelmesi gibi durumlarda modüller kendi içlerinde değiştirilebilir olmaktadır.

3. YÖNTEM

Bu başlık altında araştırmanın yöntemi ele alınmıştır.

3.1. Araştırma Yöntemi

Dokunulabilir kullanıcı arayüzü olarak geliştirilen 3D ADEN sisteminin, algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesini konu alan bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum araştırması kullanılmıştır.

3.2. Durum Çalışması

Nitel araştırma desenlerinden biri olan durum çalışmasında araştırmacı bir veya daha fazla bireye, topluluğa ya da duruma odaklanır (Gall, Gall ve Borg, 2003). Bogdan ve Biklen (2007)'e göre ise bir ortamın veya tek bir konunun, tek bir belge deposunun veya belirli bir olayın ayrıntılı bir incelemesidir. Glesne (2015) ise durum araştırmasını bir olayın yoğun bir şekilde araştırılması olarak ele almıştır. Creswell (2012) durum çalışmasını detaylı veri toplanmasına dayanan “sınırlı” bir sistemin derinlemesine araştırılması olarak ele almıştır. Araştırma yapabilmek için belirlenen “durumun” tek bir bireyden, ayrı ayrı veya bir gruptaki birkaç bireyden, bir programdan, olaylardan veya etkinliklerden oluşabilmektedir (Creswell, 2012; Glesne, 2015). Ek olarak bir öğretim programı gibi bir dizi eylem serisini barındıran basamakların bütününe de durum olabileceği öne sürülmektedir (Creswell, 2012).

Durum çalışmasının sınırları ise zaman, mekan veya fiziksel limitler olabileceği (Creswell, 2012) gibi sınırlara araştırmacının kendisi de karar verebilmektedir (Glesne, 2015). Glesne (2015)'ye göre ise bazen bir şeyi sınırlı olarak belirlemek genelde belirsizlik yaratsa da araştırmacının derinlemesine veri toplaması, sürece dahil olması, veri çeşitlemesi yapması gibi eylemler ile araştırmanın inandırıcılığı artırılabilir. Yıldırım ve Şimşek (2011) ise durum çalışmasının her basamağının dikkatli bir şekilde sağlam gerekçelere dayandırılarak desenlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Durum çalışmasına yönelik yapılan tanımlamalar göz önünde bulundurulduğunda durum çalışmasının gerçek yaşamla ilgili bir olguyu derinlemesine inceleyen bir araştırma yöntemi olduğu göze çarpmaktadır.

Algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesinde 3D ADEN öğretim materyalinin kullanımı sonucunda öğrencilerde ne gibi değişikliklerin nasıl ve ne şekilde

meydana geldiğinin araştırıldığı bu çalışmada 3D ADEN öğretim materyali araştırmacı tarafından geliştirilen özgün bir araçtır. 3D ADEN sisteminin alternatifinin olmamasından ve tek bir prototip geliştirilmesinden dolayı bu çalışma sınırlı bir yapıya sahiptir. Creswell (2012)'in de belirttiği gibi bu çalışma da hem pandemi sürecinden dolayı zaman ve mekan açısından hem de 3D ADEN sisteminin özgün yapısından dolayı limitlidir. Bu nedenle çalışmanın durum çalışması olarak gerçekleştirilmesi uygun görülmektedir.

durum çalışması için yapılan ayrımlar çerçevesinde ele alındığında ise Davey (1991)'e göre kritik olay durum çalışması, Yin (2003)'e göre açıklayıcı durum çalışması, Bogdan ve Biklen (2007)'e göre de gözlemsel durum çalışması olarak nitelendirilebilir. Davey (1991)'e göre kritik olay durum çalışması, neden sonuç ilişkisini ortaya koymak amacıyla nadir olan ya da tekrarlanma ihtimali düşük olan bir olayın derinlemesine incelenmesi için yapılan çalışmalardır. Yin (2003)'e göre “neden” ve “nasıl” sorularını cevaplamaya çalışan açıklayıcı durum çalışmasında ise araştırmacı aynı davranış durumlarına yönelik zıt açıklamalar ortaya koyar ve benzer durumlarda hangi açıklamanın uygulanabileceğini belirler. Bogdan ve Biklen (2007)'e göre ise gözlemsel durum çalışmasında çalışmanın merkezinde bir kurum yer alabileceği gibi bu kurumun içerisindeki belirli yerler, kurum içerisinde gerçekleşen aktiviteler ya da kurum içerisindeki gruplar yer almaktadır.

Yin (2012) durum çalışmasını bütüncül tek durum deseni, iç içe geçmiş tek durum deseni, bütüncül çoklu durum deseni ve iç içe geçmiş çoklu durum deseni olacak şekilde dört ayrı tipe ayırmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. *Durum çalışması desenleri (Yin, 2012)*

	Tek durum desenleri	Çoklu durum desenleri
Bütüncül	Tip 1	Tip 3
İç içe geçmiş	Tip 2	Tip 4

Tip 1 olarak nitelendirilen desen türünde tek bir durumun incelenmesi söz konusudur. Bu durum kabul gören bir olgunun teyit edilmesi veya çürütülmesi için araştırılabileceği gibi, aykırı veya kendine özgü olan durumlar ile daha önce çalışılmamış durumlar da araştırılabilir. Tip 2 deseninde yine var olan tek bir durumun alt tabakalandırılması söz konusudur. Her biri ayrı analiz birimi olarak ele alınır. Tip 3

deseninde ise birden fazla bütüncül desenin karşılaştırılması durumu söz konusudur. Bu desen türünde birden fazla durum içerisinde karşılaştırılabilir verilerin toplanması önemlidir. Tip 4 deseni ise özetle daha önceki desenlerin bir bütünü olarak nitelendirilebilir. Bu desen türünde alt tabakalara ayrılmış birden fazla durumun karşılaştırılması söz konusudur (Yıldırım ve Şimşek, 2011; Yin, 2012).

Geliştirilen 3D ADEN öğretim materyali ile öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesinin hedeflendiği bu çalışmada durum, algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesinde 3D ADEN öğretim materyalinin rolünün belirlenmesidir. Ancak algoritmik düşünme; soyut ve mantıksal düşünme, yapısal düşünme, problem çözme, karmaşık problemi alt bileşenlerine ayırma gibi bilişsel faktörlerden etkilenen bir beceridir (Futschek ve Moschitz, 2010; Stephens, 2018). Algoritmik düşünme, bahsedilen bu özelliklerden dolayı bireysel farklılıklardan etkilenebilmektedir. Aynı zamanda algoritmik düşünmenin geliştirilmesinde kullanılan 3D ADEN materyalinin üzerinde daha önce herhangi bir çalışma yapılmamış olmasından dolayı 3D ADEN materyali özgün bir konumdadır. Ayrıca algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesinde hem 3D ADEN materyalinin kendisi hem de sistem içerisinde kullanılan etkinlikler önemli bir role sahiptir. Dolayısıyla algoritmik düşünme becerisi öğrenciden, fiziksel bir materyal olarak 3D sisteminden ve sistem içerisinde kullanılan etkinliklerden etkilenebilir yapıdadır. Bu nedenle algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi konusunda birden fazla alt tabaka durumunun olmasından ötürü bu çalışma doğası gereği Tip 2, iç içe geçmiş tek durum deseni niteliğindedir.

3.3. Araştırmanın Katılımcıları

Yapılan araştırmada 3D ADEN sisteminin donanım, yazılım ve etkinlik gibi çeşitli boyutlardan ele alınması gerekmektedir. 3D ADEN sisteminin geliştirilmesi aşamasında donanımın yeterlikleri açısından uygun kazanımların belirlenmesi için Bilişim Teknolojileri Ve Yazılım Dersi Öğretim Programı incelenmiş, ilgili kazanımlar açısından 5. ve 6. Sınıflar için ortak olan “5. ve 6. Sınıf Bilişim Teknolojileri Ve Yazılım Dersi Öğretim Programı” (MEB, 2021b) dahilindeki kazanımlar belirlenmiştir. Dolayısıyla araştırmanın katılımcılarını belirlemek için bahsi geçen sınıf düzeyine uygun öğrencilere gereksinim duyulmaktadır. Her ne kadar araştırma kapsamında alınan valilik iznini Eskişehir geneline yönelik okulları kapsıyacak şekilde alınmış olsa da Covid-19 pandemi süreciyle birlikte okullar uzaktan eğitim sistemine geçmişlerdir. Bu nedenle fiziksel

ortamda yapılması gereken bu çalışmaya katılımcı belirleme süreci çeşitli etik ve sağlık kaygılarını da beraberinde getirmiştir.

Salgın döneminin azalmaya başladığı ve okulların yeniden açılması ihtimalinin gündeme geldiği dönemde kadar araştırma için katılımcı bulunması konusunda sorunlar devam etmiştir. Ancak 2021 Şubat ayı itibarıyla 2020 – 2021 eğitim öğretim yılı bahar dönemi içerisinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile belirlenmiştir. Araştırmanın öğrenci boyutundaki katılımcıları, Eskişehir ilinde yer alan ve Melahat Ünügür Ortaokulu'ndan öğrenimine devam etmekte olan 10 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerden 6'sı erkek, 4'ü ise kızdır. Melahat Ünügür Ortaokulu, proje okul olması sebebiyle kodlama, üç boyutlu tasarım ve robotik gibi alanlarda çeşitli projeler gerçekleştirmektedir. Melahat ünügür Ortaokulu, aldığı desteklerle birlikte kodlama konusunda özelleştirilmiş bilişim labrotavurlarına sahip olan bir okuldur. Bu özelliğinden dolayı araştırmanın katılımcıları, ilk dönemden itibaren Scratch yazılımını kullanmış öğrencilerden oluşmaktadır. Aynı zamanda okulun bahsi geçen özelliklerine ek olarak ailelerin demografik yapıları göz önünde bulundurulduğunda, ailelerin belirli bir gelir seviyesinin üstünde oldukları belirtilmektedir.

Araştırmanın öğretmen boyutunda ise benzer bir şekilde öğretmenlere ulaşmak konusunda da sorunlar yaşanmıştır. Gerek pandemi süreci içerisinde alınan kısıtlamalar gerekse de çalışmanın gönüllülük esasına dayanması gibi sebeplerden ötürü araştırmacı çalışmaya gönüllü olarak katılım sağlamak isteyen öğretmen bulma konusunda sorunlar yaşamıştır. Bu nedenle araştırmacı tarafından online olarak yapılması planlanan görüşmeler düzenlenmiştir. Kartopu örnekleme tekniğine başvurularak, çalışmaya katılmak isteyen gönüllü öğretmenlere ulaşmak adına çeşitli bilişim teknolojileri gruplarına konu ile ilgili bilgilendirme mesajları tekrar tekrar atılmıştır. Kartopu örnekleme tekniği ile Eskişehir'den 4, Yalova'dan 2, İstanbul'dan 3 ve Burdur'dan 1 olacak şekilde 8'i erkek, 2'si kadın toplamda 10 Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi öğretmenine ulaşılmıştır.

3.4. Araştırma Ortamı

Araştırmanın öğrenci uygulaması kısmı üç farklı ortamda gerçekleştirilmiştir. Pandemi sürecinden dolayı okulların açık olduğu ancak eğitim ve öğretim süreçlerinin uzaktan eğitim şeklinde devam ettiği 2021 Şubat ayı itibarıyla çalışma için uygun ortamın

belirlenmesi adına veliler ile bir araya gelinmiştir. Aynı zamanda öğrenciler adına, velilere çalışmaya gönüllü katıldıklarını beyan eden izin formları verilmiştir (EK-1). 8 Şubat 2021 tarihinde, saat 14:00'da çalışmaya çocuklarını dahil etmek isteyen gönüllü veliler ile Eskişehir ili Melahat Ünügür Ortaokulu'nda buluşulmuştur. Pandemi süreci göz önünde bulundurularak veliler ile sürecin nasıl yönetileceği konusunda konuşulmuş karşılıklı fikir alışverişi yapılmıştır.

Toplantıya katılan velilerden biri hariç geri kalan veliler evlerine yakın olması bakımından etkinliklerin Melahat Ünügür Ortaokulu'nda yapılmasını tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Çünkü bahsi geçen tarihlerde öğrencilerin uzaktan eğitimi 13:00'da bitmektedir. Aynı şekilde bahsi geçen dönemde okullar ise 16:00'da kapanmaktadır. Dolayısıyla veliler, öğrencilerin derslerinin bitmesinin ardından etkinliklerin yapılması için uygun olduğu düşünülen 14:00 – 16:00 saatleri arasına yetişebileceklerini belirtmişlerdir. Melahat Ünügür Ortaokulu'na diğer velilere kıyasla nispeten uzak bir yerde yaşayan veli ise Anadolu Üniversitesi içerisinde çalışma yapılmasını uygun bulmuştur. Bir veli ile Anadolu Üniversitesi, Sodigem Binası dahilinde yer alan toplantı salonunda etkinlikler gerçekleştirilirken diğer veliler ile Melahat Ünügür Ortaokulu'nun ana binasının ikinci katında yer alan bilgisayar laboratuvarında etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Süreç boyunca, gerek araştırmacı gerekse de katılımcılar kişisel koruma ekipmanlarını sürekli olarak takmışlardır.

Araştırmanın son haftası itibarıyla okulların tekrardan açılması, öğrencilerin de okula devam etmeleri sebebiyle son hafta etkinlikleri, haftasonu olacak şekilde Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi'nde yer alan araştırmacının kendi odasında gerçekleştirilmiştir. Anadolu Üniversitesi bünyesinde yer alan güvenlik biriminden konu ile ilgili izinler alınmıştır.

3.5. Araştırma Süreci

Araştırmada velilerin uygunluk durumu, öğrencilerin derslerinin durumu, uygulamanın gerçekleştirileceği ortamların açık olma durumları ve pandemi sürecinin oluşturduğu kısıtlamalar doğrultusunda etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için uygun günler ve saatler belirlenmiştir. Araştırma kapsamında 5. sınıf öğrencilerinden oluşan katılımcılara 4 hafta boyunca, her hafta 1 öğrenciye 1 saat olacak şekilde 3D ADEN sistemi bünyesinde yer alan etkinlikler uygulanmıştır. 1 öğrenci için tüm etkinlik süreci içerisinde toplamda 4 saatlik etkinlikler uygulanmıştır. Aynı zamanda ilk hafta

öğrencilere 3D ADEN sistemini anlatan ve tanıtan yönerge verilmiştir. Devam eden haftalarda ise 3D ADEN sistemine yeni eklenen modülleri anlatan yönergeler de verilmiştir (EK-2). Tablo 3.2’de 3 hafta boyunca öğrencilere uygulanan etkinliklerin listesi tarihleri ve saatleriyle verilmiş, aynı zamanda o hafta içerisinde yapılan görüşmeler listelenmiştir.

Tablo 3.2. Haftalık etkinlik planı

Haftalık Etkinlikler					
1. Hafta Etkinlikleri	15.02.21	16.02.21	17.02.21	18.02.21	19.02.21
14:00	1.Öğrenci ile etkinlik	3.Öğrenci ile etkinlik	5.Öğrenci ile etkinlik	7.Öğrenci ile etkinlik	9.Öğrenci ile etkinlik
15:05	2.Öğrenci ile etkinlik	4.Öğrenci ile etkinlik	6.Öğrenci ile etkinlik	8.Öğrenci ile etkinlik	10.Öğrenci ile etkinlik
19:00	-	-	1. Grup ile odak grup görüşmesi	-	2. Grup ile odak grup görüşmesi
2. Hafta Etkinlikleri	22.02.21	23.02.21	24.02.21	25.02.21	26.02.21
13:30	-	-	-	7.Öğrenci ile etkinlik	-
13:50	1.Öğrenci ile etkinlik	3.Öğrenci ile etkinlik	5.Öğrenci ile etkinlik	-	9.Öğrenci ile etkinlik
14:50	2.Öğrenci ile etkinlik	4.Öğrenci ile etkinlik	6.Öğrenci ile etkinlik	8.Öğrenci ile etkinlik	10.Öğrenci ile etkinlik
19:00	-	-	1. Grup ile odak grup görüşmesi	-	2. Grup ile odak grup görüşmesi
3. Hafta Etkinlikleri	01.03.21	02.03.21	03.03.21	04.03.21	05.03.21
13:30	-	-	-	7.Öğrenci ile etkinlik	-
13:50	1.Öğrenci ile etkinlik	3.Öğrenci ile etkinlik	5.Öğrenci ile etkinlik	-	9.Öğrenci ile etkinlik
14:50	2.Öğrenci ile etkinlik	4.Öğrenci ile etkinlik	6.Öğrenci ile etkinlik	8.Öğrenci ile etkinlik	10.Öğrenci ile etkinlik
19:00	-	-	1. Grup ile odak grup görüşmesi	-	2. Grup ile odak grup görüşmesi

Üç haftalık süreç içerisinde veri toplamak açısından herhangi bir sorun yaşanmamıştır ancak üçüncü hafta içerisinde MEB uzaktan eğitim yerine yüz yüze eğitime kademeli olarak geçileceğini açıklamıştır. Araştırmanın üçüncü haftasının içerisinde alınan bu kararın ardından sürecin nasıl işletileceği konusunda gerek Bilişim

Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretmenleri ile gerekse de veliler ile iletişime geçilmiştir. Hem öğretmenlerden hem de velilerden edinilen bilgi doğrultusunda MEB'nın aldığı karar çerçevesinde öğrencilerin yeni ders programlarının nasıl olacağı konusunda bir netliğin oluşmadığı görülmüştür. 4 Mayıs 2021 Cuma günü itibarıyla bazı öğrencilerin ilerleyen haftalardaki programı netleşmişken bazı öğrencilerin de henüz netleşmemesinden ve netleşen programların ise etkinlik saatleri açısından uygun olmamasından dolayı veliler ve öğretmenler ile yapılan görüşmeler sonucunda 4. hafta etkinliklerinin haftasonu, Anadolu Üniversitesi'nde yapılmasına karar verilmiştir. Tablo 3.3'te ise haftasonu gerçekleştirilen etkinliklerin saatleri listelenmiştir.

Tablo 3.3. 4.Hafta etkinliklerinin tarihleri

4. Hafta Etkinlikleri						
Tarih/Saat	11:00	12:15	13:30	14:45	16:00	19:00
06.03.21	1.Öğrenci ile etkinlik	2.Öğrenci ile etkinlik	3.Öğrenci ile etkinlik	4.Öğrenci ile etkinlik	5.Öğrenci ile etkinlik	1. Grup ile odak grup görüşmesi
07.03.21	6.Öğrenci ile etkinlik	7.Öğrenci ile etkinlik	8.Öğrenci ile etkinlik	9.Öğrenci ile etkinlik	10.Öğrenci ile etkinlik	2. Grup ile odak grup görüşmesi

Araştırmanın katılımcılarının anlatıldığı başlıktaki sebeplerden ötürü araştırmanın öğretmen boyutu ile ilgili istenilen durumun aksine, ülke genelinde kartopu örnekleme tekniği ile çeşitli illerden çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğretmenlere ulaşılmıştır. Farklı tarihlerde ulaşılan öğretmenler ile yapılan görüşmeler ve öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmeleri ilerleyen bölümlerde detaylandırılmıştır.

3.6. 3D ADEN Etkinliklerinin Belirlenmesi

3D ADEN'in etkililiğini belirlemek için code.org (code.org, 2021a) kurs etkinlikleri içerisinde çeşitli kurs etkinlikleri belirlenmiş ve 3D ADEN'e uyarlanmıştır. code.org (code.org, 2021b) sitesinde bulunan kurs etkinlik setleri arasında, materyalin kapasitesi ve sınırlılıkları göz önünde bulundurularak, 5. ve 6. Sınıf Bilişim Teknolojileri Ve Yazılım Dersi Öğretim Programı (MEB, 2021b) içeriklerinden “Problem Çözme ve Programlama” ünitesinin “Problem Çözme ve Programlama” ve “Programlama” konuları dahilindeki kazanımlar doğrultusunda etkinlik setleri belirlenmiştir. Belirlenen etkinliklere ve kazanımlara dair dört alan uzmanından uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda etkinlikler 3D ADEN öğretim materyaline uyarlanmıştır.

Araştırma kapsamında her hafta 1 öğrenciye 1 saat uygulama gerçekleştirecek şekilde 4 haftalık etkinlik setleri planlanmıştır. Her etkinlik seti kendi içerisinde 10 tane ana, 5 tane de yedek olacak şekilde 15 etkinliği barındırmaktadır. 4 haftalık uygulama süreci için toplam 40 tane ana, 20 tane de yedek etkinlik planlanmıştır. Oluşturulan etkinliklerin tümü daha basit yollar ile çözülebileceği gibi daha ideal algoritma tasarımları ile de çözülmesine olanak sağlayacak yapıda tasarlanmıştır.

3.6.1. Problem çözme ve programlama ünitesi

Tablo 3.4'te “5. Ünite - Problem Çözme ve Programlama” ünitesinin “Problem Çözme Kavramları ve Yaklaşımları” ve “Programlama” konularının kazanımları tablolandırılmıştır.

Tablo 3.4. *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programı (ortaokul 5 ve 6. Sınıflar) – “5. Ünite - Problem Çözme ve Programlama” ünitesinin alt konuları ve kazanımları*

“Problem Çözme Kavramları ve Yaklaşımları” konusu kazanımları
1. Günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm önerileri getirir.
2. Verilen bir problemi uygun adımları kullanarak çözer. Bir problemi çözmek için farklı çözüm yollarının tasarlanabileceği vurgulanır.
3. Problem çözmede temel kavramları tanımlayarak problem türlerini açıklar.
4. Problem çözme sürecinde takip edilmesi gereken adımları fark eder.
5. Verilen bir problemi analiz eder.
6. Problemi çözmek için gerekli değişken, sabit ve işlemleri açıklar.
7. Problem çözümünde kullanılabilecek operatörlere örnek verir.
8. Problem çözümünde ifade ve eşitliklere örnek verir.
9. Problem çözümünde işlem önceliğine örnek verir.
10. Verilen bir problemin çözümünde operatörleri kullanır.
11. Verilen bir problemde ifade ve eşitlikleri kullanarak çözüm üretir.
12. Algoritma kavramını açıklar.
13. Bir problemin çözümü için algoritma geliştirir.
14. Akış şeması bileşenlerini ve işlevlerini açıklar.
15. Bir algoritma için akış şeması çizer. Akış şemasının elektronik ortamdaki çizimi için kelime işlemci programları veya diğer çizim programları kullanılır.
16. Bir algoritmayı test ederek hataları ayıklar.
17. Matematik ve bilgisayar bilimi arasındaki ilişkiyi tespit eder.
“Programlama” konusu kazanımları

Tablo 3.4. (Devam) *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programı (ortaokul 5 ve 6. Sınıflar)*
– “5. Ünite - Problem Çözme ve Programlama” ünitesinin alt konuları ve kazanımları

1. Programlamayla ilgili temel kavramları açıklar. Program, program yazmanın amacı, programlama dili üzerinde durulur.
2. Blok tabanlı programlama aracının arayüzünü ve özelliklerini tanır. Açık kaynak kodlu veya ücretsiz erişilebilen programlama araçları kullanılır.
3. Blok tabanlı programlama ortamında sunulan hedeflere ulaşmak için doğru algoritmayı oluşturur. Blok tabanlı programlama aracındaki basit örnekler üzerinden algoritma işlemleri yaptırılır.
4. Doğrusal mantık yapısını açıklar.
5. Doğrusal mantık yapısını kullanan algoritmalar geliştirir.
6. Karar yapısını ve işlevlerini açıklar.
7. Karar yapıları içeren algoritmalar geliştirir.
8. Döngü yapısını ve işlevlerini açıklar. Tekrarlanan işlemler için döngü yapılarının gerekliliği üzerinde durulur.
9. Döngü yapısı içeren algoritmalar oluşturur.
10. Farklı yapılar için oluşturduğu algoritmaların sonucunu yordayarak hatalarını ayıklar.

Tablo 3.4'teki kazanımların hepsiyle paralel olacak şekilde 3D ADEN öğretim materyali, ilgili konunun kazanımlara da uygun olarak temel komutlar, döngüler ve karar yapılarını içerecek şekilde tasarlanmıştır.

3.6.2. 3D ADEN öğretim materyali bağlamında etkinliklerinin incelenmesi

code.org, okullarda bilgisayar bilimlerine olan erişimi artırmayı ve kadınlar ile temsil edilmeyen azınlıkların artarak çoğalan katılımını hedeflemektedir (code.org, 2021a). Google, Microsoft, Amazon ve Facebook gibi firmalar tarafından desteklenen ve kar amacı gütmeyen code.org, yıllık olarak düzenlenen ve dünya genelinde öğrencilerin %10'una ulaşabilen Kodlama Saati (Hour of Code) etkinliklerini düzenlemektedir (code.org, 2021a).

EK-3'te ise code.org kurs etkinlik setleri (code.org, 2021b) verilmiştir. code.org etkinlik setlerinden bazıları bilgisayar kullanımını gerektirmeyen etkinliklerdir. İlgili etkinlik setleri bilgisayarsız etkinlikler olarak ekte gösterilmiştir. Bilgisayarsız etkinliklerin haricindeki etkinlik setleri ise içlerinde barındırdıkları alt etkinlikleri de gösterecek şekilde alt etkinlik sütununda tablolştırılmıştır. İlgili tablonun açıklama kısmında ise etkinlik setlerinin içerisinde kullanılan komutlar ve kullanım amaçları belirtilmiştir. Tabloda yer alan 2., 4., 7., 17., 18., 19. ve 20. kurs etkinlikleri araştırma

kapsamında materyalin kapasitesi doğrultusunda gerçekleştirilebilecek etkinliklerdir. Diğer kurs etkinlikleri ise sahip oldukları fonksiyon oluşturma ve algoritma sırasında kullanma, değişken oluşturma, değişkene değer atama ve algoritma sırasında kullanma, harita üzerinde çizim yapma gibi çeşitli özellikleri yüzünden materyalin sınırlıkları doğrultusunda gerçekleştirilemeyecek etkinliklerdir. Belirlenen kurs etkinlik setlerinin hepsi “1. Konu - Problem Çözme Kavramları ve Yaklaşımları” konusu doğrultusunda incelendiğinde; 17 kazanımın içerisinde 1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 13 ve 16 numaralı kazanımlar açısından 3D ADEN sistemi ile uyumluluk göstermektedir. Etkinlik setlerinin hepsi “2. Konu - Programlama” konunun 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı kazanımlarını barındırmakla birlikte diğer kazanımlar açısından farklılık göstermektedir.

“2. Giriş” setinin incelenmesi: “2. Giriş” kurs etkinlik seti (code.org, 2021c) incelenmişerek EK-4’te, etkinlik seti içerisinde yer alan alt etkinlikler, ilgili kazanımlar doğrultusunda tablolastırılarak verilmiştir. Aynı zamanda tablonun açıklama kısmına ilgili etkinliği code.org modülleri ile çözmek için yapılması beklenen işlemler yazılmıştır. İlgili ekin açıklama sütununda da görülebileceği gibi 2, 3, 5 ve 6 numaralı etkinlikler sadece temel komutlar yardımıyla sonuca ulaşılmasına izin verirken, 4 numaralı etkinlikte temel komutlar ile hazır olarak verilmiş ancak yanlış bağlanmış modül bağlantısındaki hatanın tespiti amacıyla hata ayıklama yapılması istenmiştir. 9, 10 ve 11 numaralı etkinliklerde ise temel komutlara ek olarak döngü komutları yardımıyla çözüme ulaşılmasına olanak sağlanmıştır. 7 numaralı etkinlikte ise temel ve döngü komutları yardımıyla hazır olarak verilmiş bir bağlantının sonucu sorulmuştur. code.org’un ilgili kurs etkinlik seti “2. Konu - Programlama” konusu doğrultusunda incelendiğinde ise; 8, 9 ve 10 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise 15 alt etkinliğin 9 tanesi 3D ADEN öğretim materyali için uygun olarak belirlenmiştir.

“4. Hata ayıklamaya giriş” setinin incelenmesi: İlgili kurs etkinlik seti (code.org, 2021d) incelenerek EK-5’de verilmiştir. Etkinliklerin tümünde temel ve döngü komutları ile hazır olarak verilmiş ancak yanlış bağlanmış modül bağlantısındaki hatanın tespiti amacıyla hata ayıklama yapılması istenmiştir. 9. alt etkinlikte ise hata ayıklama ile ilgili hazır verilen modül bağlantısının sonucun ne olacağına dair soru sorulmuştur. İlgili kurs etkinlik seti ikinci konu doğrultusunda incelendiğinde ise; 8, 9 ve 10 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak

bakıldığında ise 10 alt etkinliğin 9 tanesinin 3D ADEN öğretim materyali için uygun olarak belirlenmiştir.

“7. İç içe döngüler” setinin incelenmesi: İlgili kurs etkinlik seti (code.org, 2021e) incelenerek EK-6’da verilmiştir. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 numaralı etkinlikler temel ve döngü komutları yardımıyla sonuca ulaşılmasına izin veren etkinliklerdir. 4 ve 13 numaralı etkinliklerde ise temel ve döngü komutları yardımıyla hazır olarak verilen bağlantıların sonucuna dair sorular sorulmuştur. İlgili kurs etkinlik seti ikinci konu doğrultusunda incelendiğinde ise; 8 ve 9 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise 13 alt etkinliğin 12 tanesinin 3D ADEN öğretim materyali için uygun olduğu belirlenmiştir.

“17. Çiftçi döngüleri” setinin incelenmesi: İlgili kurs etkinlik seti (code.org, 2021f) incelenerek EK-7’de verilmiştir. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 numaralı etkinlikler temel ve döngü komutları yardımıyla sonuca ulaşılmasına izin verirken aynı zamanda iç içe döngüler yardımıyla da sonuca ulaşılmasına olanak sağlamaktadırlar. 5 ve 13 numaralı etkinliklerde ise ilgili komutlar bağlamında hazır olarak verilen bağlantıların sonucuna dair sorular sorulmuştur. İlgili kurs etkinlik seti ikinci konu doğrultusunda incelendiğinde ise; 8 ve 9 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise 13 alt etkinliğin 12 tanesinin 3D ADEN öğretim materyali için uygun olduğu belirlenmiştir.

“18. labirentte bitiş döngüleri” setinin incelenmesi: İlgili kurs etkinlik seti (code.org, 2021g) incelenerek EK-8’de verilmiştir. 1, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 ve 12 numaralı etkinlikler temel ve döngü komutları yardımıyla sonuca ulaşılmasına izin verirken aynı zamanda iç içe döngüler yardımıyla da sonuca ulaşılmasına olanak sağlamaktadırlar. 3 ve 13 numaralı etkinliklerde ise ilgili komutlar bağlamında hazır olarak verilen bağlantıların sonucuna dair sorular sorulmuştur. İlgili kurs etkinlik seti ikinci konu doğrultusunda incelendiğinde ise; 6, 7, 8 ve 9 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise 13 alt etkinliğin 11 tanesinin 3D ADEN öğretim materyali için uygun olduğu belirlenmiştir.

“19. minecraft’ da koşullar” setinin incelenmesi: İlgili kurs etkinlik seti (code.org, 2021h) incelenerek EK-9’da verilmiştir. 1, 2, 3 ve 4 numaralı etkinliklerde temel komutlar yardımıyla, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 13 numaralı etkinliklerde ise temel komutlara ek olarak döngüler yardımıyla sonuca ulaşılmasına izin vermektedir. 12 ve 14 numaralı etkinliklerde ise diğer etkinliklerden farklı olarak karar yapılarının da kullanılmasına izin

verilmiştir. 11 numaralı etkinlikte ise bahsi geçen komutların hepsi bağlamında hazır olarak verilen bağlantıda hata ayıklama yapılması istenmiştir. İlgili kurs etkinlik seti ikinci konu doğrultusunda incelendiğinde ise; 6, 7, 8 ve 9 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise 14 alt etkinliğin hepsinin 3D ADEN öğretim materyali için uygun olduğu belirlenmiştir.

“20. Hasatçıda koşullar & döngüler” setinin incelenmesi: İlgili kurs etkinlik seti (code.org, 2021i) incelenerek EK-10’da verilmiştir. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 numaralı etkinlikler temel ve döngü komutlarına ek olarak karar yapıları yardımıyla da sonuca ulaşılmasına izin verirken aynı zamanda iç içe döngülerin de kullanılmasına izin vermektedir. 10 numaralı etkinlikte ise ilgili komutlar bağlamında hazır olarak verilen bağlantının sonucuna dair sorular sorulmuştur. İlgili kurs etkinlik ikinci konusu doğrultusunda incelendiğinde ise; 6, 7, 8 ve 9 numaralı kazanımlar için de 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise 10 alt etkinliğin hepsinin 3D ADEN öğretim materyali için uygun olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde code.org kurs etkinlik setleri “Problem Çözme Kavramları ve Yaklaşımları” konusu bağlamında; 17 kazanımın 9’u için 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. Benzer şekilde “Programlama” konusu doğrultusunda incelendiğinde 10 kazanımın hepsi için 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu görülmektedir. 3D ADEN öğretim materyalinin sınırlıkları bağlamında code.org kurs etkinlik setleri 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15 ve 17 numaralı kazanımları için 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olmadığı görülmektedir. Çünkü 3D ADEN sistemi içerisinde sabit ve değişken gibi işlemlerin, operatörlerin, eşitliklerin ve akış şemalarının karşılığı bulunmamaktadır. Benzer şekilde 3D ADEN sistemi içerisinde algoritma kavramının açıklanmasını gerektirecek ve matematik ile bilgisayar bilimi arasında bir ilişki kurmasını sağlayacak bir etkinlik bulunmamaktadır.

3.6.3. Haftalık etkinlik setlerinin oluşturulması

Bu bölümde code.org etkinlik setleri ile ilgili yukarıda yapılan incelemeler doğrultusunda katılımcılara uygulanması planlanan 4 haftalık etkinlik setleri verilmiştir. Etkinlikler giderek kapsamını büyütecek ancak herhangi bir zorlama olmayacak şekilde sıralanmıştır. code.org etkinlik listesinde de görülebileceği gibi etkinlikler sırasında kullanılacak modüller için limit verilmiştir ancak doğru sonuca bu limitin üzerinde çıkılsa bile ulaşılmasına izin verilmiştir. Haftalık etkinlikler belirlenirken giderek daha

karmaşık yapıların sunulması şeklinde bir yol izlenmiştir. Ancak sonuca nasıl ulaşılacağı katılımcının elindedir. Ek olarak haftalık etkinliklerin belirlenmesinde kazanımların sıralaması değil, code.org'un etkinlik yapısı tercih edilmiştir. Çünkü karar nesnesi tek başına kullanımda çok limitli özelliklere sahiptir. Ancak döngüler ile birlikte kullanımı ile daha işlevsel özellikleri beraberinde getirmektedir. Bu durum code.org etkinlik setlerinde, karar etkinliklerinden önce döngü etkinliklerinin yer alması şeklinde de görülmektedir. Her hafta öğrencilere yeni gelen modüllerin tanıtılması amacıyla bir yönerge hazırlanmış ve uygulama öncesinde verilmiştir.

code.org soru etkinliklerinde önceden oluşturulmuş ve değiştirilmesine izin verilmeyen algoritmalar verilerek ilgili etkinliğe yönelik, “çalıştırılırsa ne olur?” şeklinde sorular sorulmaktadır. Aynı zamanda kullanıcının seçmesi için şıklar da verilmektedir. Şıkların seçiminin ardından code.org sistemi sonucu kullanıcıya göstermektedir. code.org soru etkinliklerinde dikkat edilmesi gereken bir husus olarak, her zaman önceden verilen algoritma başarılı bir şekilde kullanıcıyı sonuca ulaştırmak zorunda değildir. Araştırmacı tarafından iki sebepten ötürü böyle bir tercihin yapıldığı düşünülmektedir. Birinci sebep olarak sorulan sorularda her zaman kullanıcıyı başarılı bir şekilde sonuca ulaştıracak algoritmaların verilmesi, kullanıcıların soruyu ve algoritmayı düşünmeden cevaplamaına neden olabilecektir. İkinci sebep ise bahsi geçen durumu engellemek adına kullanıcıları ezberden uzaklaştırarak, kullanıcıların verilen algoritmanın üzerine düşünmesini ve yorumlamasını sağlamaktır. Benzer durum 3D ADEN sisteminde de benimsenmiş, her zaman bitir bayrağına ulaştırmayan algoritmaların da yer aldığı soru etkinlikleri oluşturularak kullanıcılara sorulmuş ve cevap şıkları verilmiştir.

Soru etkinliklerine benzer bir şekilde hata ayıklama etkinliklerinde de sisteme hazır olarak bağlanmış algoritmalar kullanıcılara verilmekte ve bu algorithmadaki yanlışın bulunup düzeltilmesi söylenmektedir. Hata ayıklama etkinliklerinde, soru etkinliklerinden farklı olarak cevap seçmek yoktur. Bu nedenle kullanıcının hatayı görebilmek için etkinliği tekrar tekrar çalıştırma konusunda kendisini daha rahat hissedeceği düşünülmektedir. 3D ADEN sisteminde aynı yapı benimsenmiştir ve kullanıcılara önceden hazır olarak bağlanmış algoritmalar verilerek verilen algorithmadaki yanlışın tespit edilmesi ve düzeltilmesi istenmiştir. Kullanıcı hatayı görebilmek için etkinliği çalıştırmakta özgürdür. 3D ADEN sisteminde soru etkinlikleri sırasında sisteme takıp cevabın görülmesine engel olmak adına code.org etkinliklerinde kullanılan yapı

burada da kullanılmıştır. Kullanıcının cevap vermesinin ardından araştırmacı tarafından etkinliğin çalıştırılmasına izin verilmektedir.

code.org soru etkinlik setleri incelendiğinde daha öncesinde kullanıcıya verilmiş yeni bir modülün kullanımına yönelik soruların sorulabileceği gibi ilk defa karşılaşılmış bir modül ile ilgili de soruların sorulabildiği görülmektedir. Aynı zamanda yeni bir bakış açısı kazandırmak amacıyla sorular sorulabilmektedir. Araştırmacının kendisi tarafından, kullanıcılara yeni bakış açıları ya da modüllerin kullanımına yönelik aşinalık ve farkındalık kazandırmak amacıyla code.org etkinliklerinde böyle bir tercihin yapıldığı düşünülmektedir. Örneğin “18. Labirentte Bitiş Döngüleri” etkinlik seti içerisinde yer alan 3. etkinlik iç içe döngü kullanımı ile ilgili soru sorulması şeklindedir. Bu etkinliğe gelmeden önce kullanıcılar iç içe döngüleri kullanarak da sonuca ulaşabilirler. Ancak bu farkındalığa sahip olmayan kullanıcılar, etkinlikleri sadece döngüler veya temel komutlar yardımıyla çözebilir. Bu nedenle kullanıcılara iç içe döngülerin kullanımı konusunda aşinalık kazandırmak ve farkındalık yaratmak açısından da sorular sorulabilmektedir. Ayrıca haftalık etkinliklerin planlanan 1 saatlik süreden önce bitmesi halinde uygulanmak üzere yedek etkinlikler de her hafta için oluşturulmuştur. 4 haftalık etkinliklerin tamamı “Problem Çözme Kavramları ve Yaklaşımları” konusunun; belirlenen kazanımları için uygundur. Bununla birlikte “Programlama” konusunun 1, 2, 3, 4, 5 numaralı kazanımları tüm etkinlikler için ortak olmakla beraber diğer kazanımlar haftalık olarak değişmektedir.

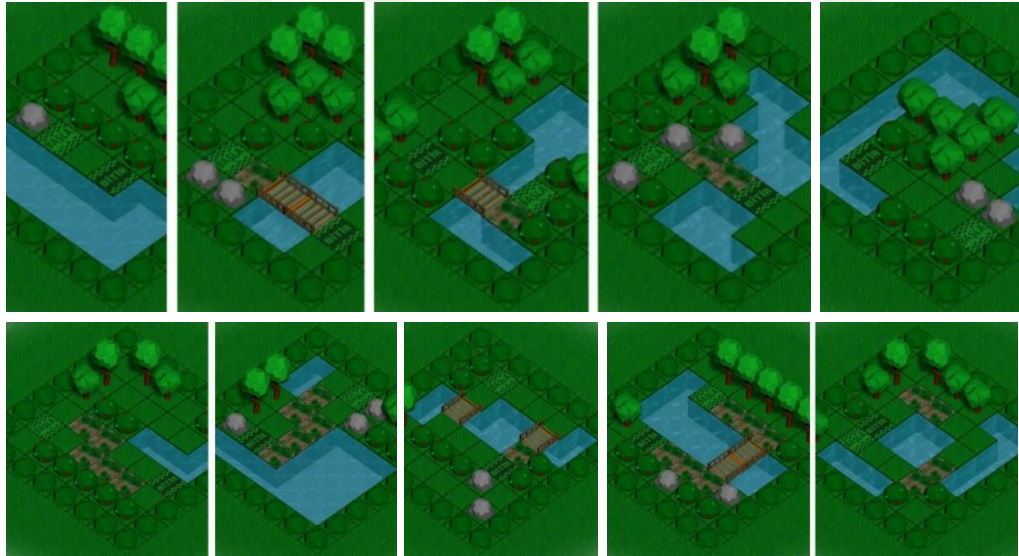
3.6.3.1. “1. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları

1. hafta etkinlik seti için belirlenmiş olan alt etkinlikler ve kazanımlar listelenerek EK-11’de verilmiştir. İlk hafta etkinlikleri 3D ADEN öğretim materyaline olan aşinalığı kazandırmak ve modüllerin kullanımına alıştırmak amacıyla takip eden haftalara kıyasla daha kolay etkinliklerden oluşmaktadır. 1 ve 2 numaralı etkinlikler temel komutlar yardımıyla sonuca ulaşma amaçlı etkinliklerdir. İlgili etkinliklerde öğrencilerin temel modülleri uygun şekilde ve sırayla birleştirmeleri beklenmektedir. 3 ve 4 numaralı etkinliklerde ise temel modüller yardımıyla önceden oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısındaki yanlışın bulunması ve düzeltilmesi beklenmektedir. 5 numaralı etkinlikte ise öğrenciye for döngüsü kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur.

6 numaralı etkinlik temel modüller yardımıyla çözülebileceği gibi for döngüsü yardımıyla da çözülebilecek şekilde tasarlanmıştır. 7 ve 8 numaralı etkinliklerde de yine

benzer bir şekilde ancak hata tespit amacıyla for döngüsü kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. Bu etkinlikler yardımıyla for döngüsünün kullanımı konusunda öğrencilerin aşinalığının sağlanması ve teşvik edilmesi amaçlanmıştır. 9 numaralı etkinlik ise temel modüller yardımıyla çözülebileceği gibi for döngüsü yardımıyla da çözülebilecek şekilde tasarlanmıştır. 10 numaralı etkinlikte ise öğrenciye for döngüsü kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur. Genel olarak bakıldığında 1. Hafta etkinlik seti, temel komutlara ek olarak for döngüsünün basit düzeyde kullanımı ile ilgili etkinlikleri barındırmaktadır. Dolayısıyla 1. hafta etkinlik setinin “Programlama” konusunun; 8, 9 ve 10 numaralı kazanımları için de uygun olduğu görülmektedir.

1. Hafta etkinlik seti, genel olarak temel komutlara ile basit düzeyde for döngüsünün kullanımı ile ilgili etkinlikleri barındırmaktadır. 1. Hafta etkinlikleri için kullanıcıya “ilerle”, “sağa dön” ve “sola dön” temel modüllerine ek olarak for için özelleştirilmiş tekrarlar modülü ile sayı modülleri verilmiştir. Görsel 3.1’de 1. hafta etkinliklerine ait haritalar sırasıyla verilmiştir.



Görsel 3.1. 1. hafta etkinliklerinin haritaları.

5. etkinlikte for döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modülü yardımıyla karakterin ilerleyeceği bir algoritma hazırlanmış ve kullanıcıya bu algoritma çalıştığında ne olacağının sorusu sorulup ilgili şıklar verilmiştir. 6. etkinlik temel modüller yardımıyla

ya da for döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modülü yardımıyla sonuca ulaşabilecek şekilde tasarlanmıştır. Burada katılımcının döngü yapısını kullanıp kullanmayacağı merak konusudur. 7. etkinlikte ise katılımcının döngü yapısını kullanmaması ya da anlayamaması gibi durumlardan ötürü ilgili yapıya aşinalık kazandırmak ve tekrar yapmak amacıyla katılımcıya döngü yapısıyla hazırlanmış bir algoritma verilerek bu algorithmadaki hatanın ayıklanması istenmiştir.

8. etkinliğe kadarki yapılarda katılımcılar döngü yapıları içerisine tek bir modül ekleyerek sonuca ulaşabileceklerdir. Ancak 8. etkinlik için bu sefer katılımcıdan beklenen en ideal çözüm döngü yapısının içerisine birden fazla temel modül eklemesidir. 9. etkinlik de 8. etkinliğe benzer şekilde aynı eylem serisinin 2 kez değil 3 kez yapılması şeklindedir. Her iki etkinlik için de serbest bırakılan katılımcının davranışı merak konusudur. 10. etkinlikte ise katılımcıya for döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modülü yardımıyla 4 kez “ilerle, ilerle, ilerle ve sola dön” modüllerinin bağlandığı bir algoritma verilmiştir ve çalıştığı zaman ne olacağının sorusu sorulmuştur. Bu seferki etkinlikte ise katılımcı kendisine verilen algoritmanın sonucunda karakterin başladığı yere geri geldiğini fark etmelidir. Ancak daha önceden bahsedildiği gibi verilen algoritmalar konusunda dikkatsiz davranmak veya ezberden hareket etmek gibi durumlardan ötürü bitir bayrağına ulaşılacağının düşünüldüğü durumlar da söz konusu olabilecektir. Bu etkinlikte araştırma sorularından bağımsız olarak katılımcıların nasıl davranışlar sergileyecekleri de merak konusu olmuştur.

3.6.3.2. “2. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları

2. hafta etkinlik seti için belirlenmiş olan alt etkinlikler ve kazanımlar listelenerek EK-12’de verilmiştir. 1 ve 2 numaralı etkinliklerde temel komutlar ya da döngüler yardımıyla sonuca ulaşılabilir. Burada aynı zamanda ilk hafta etkinliklerinin tekrarının yapılması hedeflenmiştir. 3 numaralı etkinlikte hata tespit amacıyla for döngüsü kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. 4 numaralı etkinlikte ise while döngüsü kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur. 5 numaralı etkinlikte ise hata tespit amacıyla while döngüsü kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir.

6, 7 ve 8 numaralı etkinlikler önceki yapılara benzer bir şekilde temel modüller ya da döngüler yardımıyla çözülebilecek etkinliklerdir. 8 numaralı etkinlik diğerlerinden

farklı olarak iç içe döngüler yardımıyla daha verimli bir şekilde çözülebilecek yapıda tasarlanmıştır. 9 numaralı etkinlikte ise iç içe döngü kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur. 10 numaralı etkinlikte ise iç içe döngü kullanılarak hata tespit amacıyla oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. Genel olarak bakıldığında 2. hafta etkinlik seti, 1. hafta etkinlik setinin üzerine ek olarak for ve while döngüsünün basit düzeyde kullanımı ve iç içe döngü yapıları ile ilgili etkinlikleri de barındırmaktadır. code.org sistemindeki yapıya benzer şekilde while döngüsünün kullanımı için ise kullanıcılara havuç ve marul ürünlerinin toplanılması hedefleri verilmiştir. Dolayısıyla 2. hafta etkinlik setinin “Programlama” konusunun; 8, 9 ve 10 numaralı kazanımları için de uygun olduğu görülmektedir.

2. hafta etkinlik seti, temel düzeyde for ve while döngülerinin kullanımına yönelik etkinlikleri ve iç içe döngü yapılarını teşvik eden etkinlikleri barındırmaktadır. 2. hafta etkinlikleri için kullanıcıya 1. hafta modüllerine ek olarak “havuç topla” ve “marul topla” temel modüllerine ve while için özelleştirilmiş tekrarla modülü ile “ileride yol var”, “havuç var” ve “marul var” şart modülleri verilmiştir. 2. Hafta etkinliklerinde iç içe döngü kullanımı ile etkinliklere geçmeden önce while döngüsü ile ilgili aşinalığın kazandırılması, ardından da for döngüsü ile birlikte iç içe kullanılması şeklinde bir yol izlenmiştir. Bu tercihteki amaç aşına olunan sistemin içerisine yeni bir sistemin eklenmesidir. Görsel 3.2’de 2. hafta etkinliklerin haritaları sırasıyla verilmiştir.



Görsel 3.2. 2. hafta etkinliklerinin haritaları.

5. etkinlik hata ayıklama etkinliğidir. Bu etkinlikte ise temel modüllere ek olarak while döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modülü yardımıyla havuç var olduğu sürece havuç toplayan ve for döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modülü yardımıyla 5 kez havuç toplanması söyleyen algoritma katılımcılara verilmiştir. Buradaki yanlışlık for döngüsü için özelleştirilmiş tekrarlar modülünde 5 kez havuç toplaması sırasında yapılmıştır. Katılımcıdan beklenen en basit davranış 5 sayı modülünü 2 sayı modülü ile değiştirmektedir. 6. etkinlikle birlikte katılımcılar ilk defa soru işaretleriyle karşılaştıkları için soru işaretinin ne olduğu katılımcılara açıklanmıştır. İç içe döngüler yardımıyla çözülebileceği gibi arka arkaya eklenmiş döngüler yardımıyla çözülebilecek bu etkinlikte ise kesin olan durum 5 tane havucun olmasıdır. Soru işaretlerinin altındaki ürünler ise boş çıkabileceği gibi rastgele sayılarda da olabilmektedir. Dolayısıyla katılımcıların ilgili etkinliği çözmek için nasıl bir yol izleyecekleri merak konusudur.

8. etkinliğe benzer bir yapıya sahip 9. etkinlikte ise katılımcılara for ve while döngülerinin iç içe kullanıldığı bir yapı verilmiş ve ne olacağının sorusu sorulmuştur. 10. etkinlikte ise yine kullanıcıya hata ayıklama etkinliği verilmiştir. Bu sefer ilerde yol var olduğu sürece havuç toplayan, ardından havuç var olduğu sürece havuç toplayan ve ardından sola dönen eylem zincirini for döngüsü yardımıyla 5 kez tekrarlayan bir algoritma verilmiştir. Bu etkinlikte katılımcıların ilerde yol var olduğu sürece havuç toplamasını söyleyen kısmın yanlış olduğunu görüp havuç topla modülü ile ilerle modülünü değiştirmesi gerektiğini görmesi beklenmektedir. Önceki hafta etkinliğindeki gibi katılımcıların algoritmayı yorumlarken ezberden hareketler gerçekleştirip gerçekleştirmeyeceği ve öğrendikleri düşünülen yapıların birleştirilmiş haline nasıl yanıt verecekleri merak konusudur. Önceki hafta etkinliklerinde de yapılmış olmasına rağmen bu son üç etkinlikte dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise giderek daralan spiral bir yapının oluşmasıdır. Katılımcıların bu yapıyı fark etmelerinden bağımsız olarak ilerleyen haftalara hazırlık olması amacıyla böyle bir yol izlenmiştir.

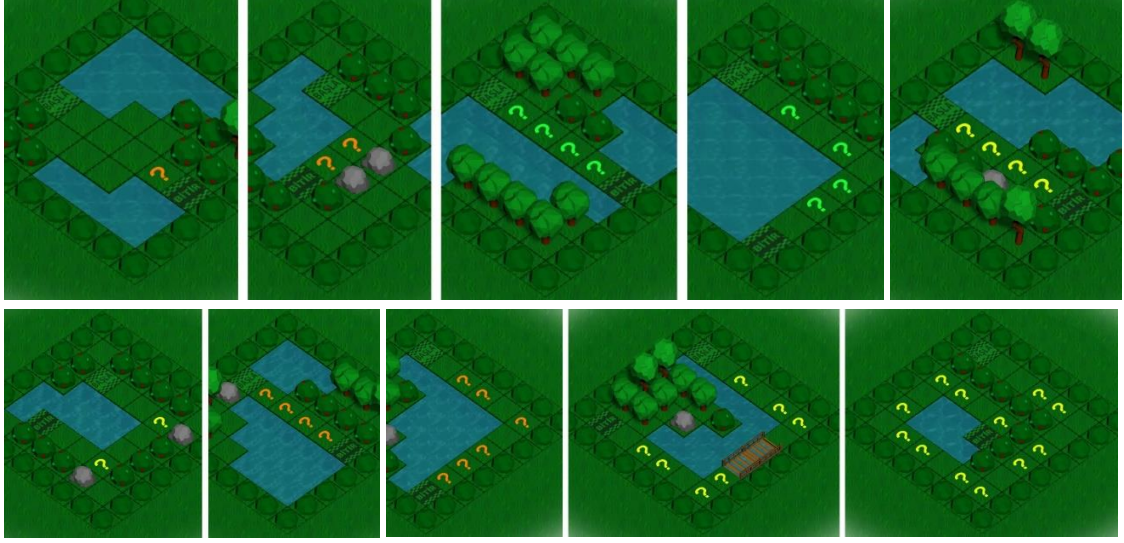
3.6.3.3. “3. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları

3. hafta etkinlik seti için belirlenmiş olan alt etkinlikler ve kazanımlar listelenerek EK-13’te verilmiştir. 1 numaralı etkinlikte for döngüsü ile karar yapısı kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı

sorusu sorulmuştur. Bu etkinlik ile karar yapılarının kullanımıyla ilgili öğrencilere aşinalığın kazandırılması amaçlanmıştır. 2 numaralı etkinlik ise temel modüller, döngü ya da karar yapıları ile çözülebilecek yapıdadır. 3 numaralı etkinlikte ise for döngüsü ile karar yapısı kullanılarak yanlış bağlanmış bir tasarım hata tespit amacıyla verilmiştir. 4 numaralı etkinlikte ise while döngüsü ile karar yapısı kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş, sonucunun ne olacağı sorulmuştur.

5 numaralı etkinlikte hata tespit amacıyla for döngüsü ile karar yapısı kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. 6 ve 7 numaralı etkinlikler de temel modüller döngüler ya da karar yapıları ile çözülebilecek yapıdadır. 8 numaralı etkinlikte ise yine hata tespit amacıyla iç içe döngüler ve karar yapısı kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. 9 numaralı etkinlikte ise iç içe döngü ile karar yapısı kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur. 10 numaralı etkinlik ise temel modüller, for veya while döngüleri ya da karar yapıları ile çözülebilecek yapıdadır. Genel olarak bakıldığında 3. hafta etkinlik seti, önceki haftalara ek olarak karar yapılarının temel ve daha ileri düzeyde kullanımı ile ilgili etkinlikleri de içerisinde barındırmaktadır. Dolayısıyla 3. hafta etkinlik setinin “Programlama” konusunun; 6, 7, 8, 9 ve 10 numaralı kazanımları için de uygun olduğu görülmektedir.

3. hafta etkinlik seti, önceki haftalara ek olarak karar yapılarının temel ve daha ileri düzeyde kullanımı ile ilgili etkinlikleri de içerisinde barındırmaktadır. 3. hafta etkinlikleri için kullanıcıya önceki haftalardaki modüllerden farklı olarak “bitir bayrağına ulaşana kadar”, “sağda yol var” ve “solda yol var” şart modülleri ile karar modülleri verilmiştir. 3. Hafta etkinliklerinde karar yapılarına ek olarak iç içe döngü kullanımına aşinalık kazandırmak ve pratik yaptırmak amacıyla önceki haftalara kıyasla daha fazla soru etkinliği ve hata ayıklama etkinliği yaptırılmıştır. Ayrıca 3. hafta etkinliklerinde karar yapılarının kullanımını kolaylaştırmak adına soru işaretlerinin altındaki ürünlerin sayısı limitlendirilmiştir. 6. etkinliğe gelinceye kadar bir tane olarak ayarlanmış, katılımcılar da bu konu hakkında uyarılmıştır. Karar yapıları, tek seferlik bir kontrol sağladığı için birden fazla aynı durumun kontrolü için döngüler ile birlikte kullanılmalıdır. Bu nedenle karar yapılarını daha karmaşık olan while döngüleri ile iç içe yapılar halinde kullanmak yerine ilk etkinliklerde daha basit çözümler oluşturmak adına bu yol izlenmiştir. Görsel 3.3’te 3. hafta etkinliklerin haritaları sırasıyla verilmiştir.



Görsel 3.3. 3. hafta etkinliklerinin haritaları.

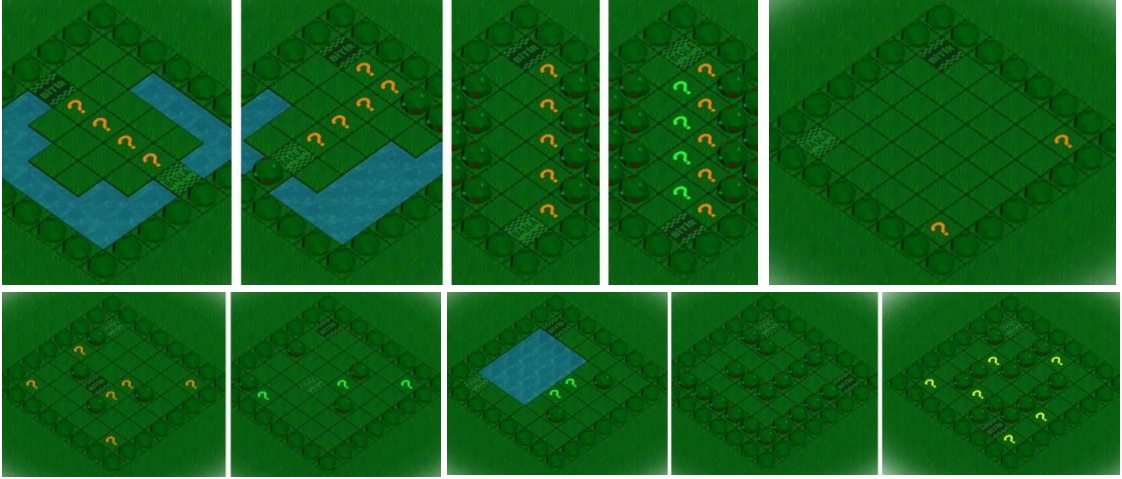
8. etkinlikte ise 4. etkinlikte var olan haritanın birden fazla ürün için olacak şekilde özelleştirilmiş hali katılımcılara verilmiştir. Hata ayıklama amacıyla ileride yol var olduğu sürece ilerlerken havuç var olduğu sürece havuç toplayan eylem sürecinin iki kez tekrarlanması şeklinde bir algoritma oluşturulmuştur. Bu algorithma ise dikkat edilmesi gereken nokta karakterin yol bittiğinde sağa dönme eylemini gerçekleştirmemiş olmasıdır. Algoritma oluşturma sırasında karmaşıklaşan eylemlere yoğunlaşırken temel eylemlerin de önemli olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle katılımcıların bahsi geçen hata ayıklama etkinliğine nasıl yaklaşacakları merak konusudur. 9. etkinlik, 10. etkinliğe hazırlık amaçlı oluşturulmuştur ve kullanıcılara bu etkinlikte soru sorulmuştur. 10. etkinlik ise özünde 9. etkinliğin genişletilmiş hali olmakla birlikte 9. etkinlikteki algoritma yardımıyla çözülebilecek niteliktedir. 9. etkinlikteki algorithma göre karakter bitir bayrağının üzerine gelinceye kadar ilerleyecek ve ilerlerken de havuç ve marulların tümünü toplayacak, eğer sağ tarafta da yol var ise sağa dönecektir. 10. etkinliğin haritası incelendiğinde ise karakter özünde aynı davranışı sergileyecektir. 9. ve 10. etkinlikler farklı algoritmalar yardımıyla çözülebilseler de 9. etkinlik için tasarlanan ideal algoritma ile 10. etkinlik de çözülebilir niteliktedir. Katılımcıların bir önceki etkinlikte kendilerine verilen algoritma yardımıyla başarılı bir şekilde sonuca ulaşabileceklerini görüp göremeyecekleri merak konusudur. Önceki haftaya benzer bir şekilde yine son üç etkinlikte giderek daralan spiral bir yapı tercih edilmiştir ve katılımcıların bu yapıyla ilgili pratik yapmaları amaçlanmıştır.

3.6.3.4. “4. Hafta” etkinlik seti ve kazanımları

4. hafta etkinlik seti için belirlenmiş olan alt etkinlikler ve kazanımlar listelenerek EK-14’te verilmiştir. 1 numaralı etkinlikte iç içe while döngüsü kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur. Bu etkinlik ile önceki haftaların tekrarı ve hatırlatılması amaçlanmıştır. 2 numaralı etkinlik ise temel modüller, döngüler ya da karar yapıları ile çözülebilecek yapıdadır. 3 numaralı etkinlikte ise hata tespit amacıyla iç içe döngüler kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. 4 ve 5 numaralı etkinlikler ise temel modüller, iç içe for veya while döngüleri ya da karar yapıları ile çözülebilecek etkinliklerdir.

6 numaralı etkinlikte hata tespit amacıyla döngü ve karar yapıları kullanılarak oluşturulmuş ve yanlış bağlanmış hazır bir modül bağlantısı verilmiştir. 7 ve 8 numaralı etkinlikler ise temel modüller, iç içe for veya while döngüleri ya da karar yapıları ile çözülebilecek etkinliklerdir. Bu etkinlikler iç içe ve peş peşe olacak şekilde, döngüler ve karar yapıları kullanılarak daha verimli bir şekilde çözülebilecek yapıda tasarlanmıştır. 9 numaralı etkinlikte ise iç içe döngü ile karar yapısı kullanılarak oluşturulmuş hazır bir modül bağlantısı verilmiş ve bu bağlantı çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmuştur. 10 numaralı etkinlikte ise yine temel modüller, döngüler ya da karar yapıları ile çözülebilecek etkinliklerdir. 10 numaralı etkinlik diğerlerinden farklı olarak iç içe ve peş peşe olacak şekilde, döngüler ve karar yapıları kullanılarak daha verimli bir şekilde çözülebilecek yapıda tasarlanmıştır. Son haftanın bu son etkinliğinde o ana kadar kullanılan tüm modüllerin en verimli şekilde kullanılması amaçlanmıştır. Genel olarak bakıldığında 4. hafta etkinlik seti, daha önceki haftalara kıyasla daha karmaşık etkinlikleri barındırmaktadır. Dolayısıyla 4. hafta etkinlik setinin “Programlama” konusunun; 6, 7, 8, 9 ve 10 numaralı kazanımları için de uygun olduğu görülmektedir.

4. hafta etkinlik seti, 3. haftadaki etkinlikler gibi karar ve döngü yapılarının temel ve daha ileri düzeyde kullanımı ile ilgili etkinlikleri içerisinde barındırmaktadır. 4. Hafta etkinliklerinde karar yapılarına ek olarak iç içe döngü yapıları ile ilgili pratik yaptırmak amacıyla önceki haftalara kıyasla daha farklı ve özelleşmiş etkinlik haritaları oluşturulmuştur. Görsel 3.4’te 4. hafta etkinliklerin haritaları sırasıyla verilmiştir.



Görsel 3.4. 4. hafta etkinliklerinin haritaları.

1. etkinlikte, önceki haftaların tekrarını yapmak ve katılımcıların dikkatlerini toplamak amacıyla soru etkinliği hazırlanmıştır. Karakterin bitir bayrağına ulaşana kadar, havuç var olduğu sürece havuç toplamasını söyleyen algoritmanın çalıştırıldığında ne olacağı sorusu sorulmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise algoritmanın temel modüllerden sadece “havuç topla” modülünü içermesidir. İlgili algoritmaya göre karakter “ilerle” modülünü taşımadığı için hiç bir zaman ilerlemeyecektir. Algoritma tasarlanırken karar yapılarıyla ve tekrar modülleriyle temel modüllerin davranışlarını şekillendirilmelidir. Verilen algoritma incelendiğinde ise ilerleme hareketini şekillendirecek herhangi bir bağlantı görülmeyecektir. Bu nedenle katılımcıların bahsi geçen soru etkinliğinde nasıl bir düşünce yapısı oluşturacağı merak konusudur.

2. etkinlikte ise katılımcı serbest bırakılmıştır. 3. etkinlikte ise katılımcıya hata ayıklama amacıyla ilerleyip ardından havuç var olduğu sürece havucun toplandığı sonrasında karakterin sola döndüğü ve hemen ardından da sağa dönüp tekrar ilerlediği eylem sürecinin bitir bayrağına kadar tekrar ettiği bir algoritma verilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise karakterin sola döndükten hemen sonra sağa dönüp ardından ilerlemesidir. “İlerle” ile “sağa dön” modülleri ye değiştirilerek problem çözülebilir niteliktedir. 4. etkinlikte ise 3. etkinlikten farklı olarak marul nesneleri eklenmiş ve başlat ile bitir bayraklarının yerleri değiştirilmiştir. Katılımcıların 3. ve 4. etkinlik arasında bağ kurup kuramayacakları ve problemi çözmek için nasıl bir yol izleyecekleri merak konusudur.

5. etkinlikte kullanıcılar serbest bırakılmıştır ve boş bir harita üzerinde nasıl davranış sergileyecekleri merak konusudur. Harita anlamında daha öncekilere kıyasla boş bir harita olmasına karşın özünde bu etkinlikte yine önceki haftalarda sürekli olarak yapılan eylemlerin tekrarı söz konusudur. Katılımcılar, referans noktası olarak haritanın sınırını kullanarak, ileride yol olduğu sürece ilerleyip, yol bittiğinde ise sola dönerek sonuca ulaşabileceklerdir. Katılımcıların boş harita karşısında izleyecekleri yol merak konusudur.

6. etkinlik, 7. etkinliğe hazırlık amacıyla oluşturulmuş bir hata ayıklama etkinliğidir. Bu haritada ise yine giderek daralan spiral bir yapı tercih edilmiştir. Önceki haftalardan farklı olarak harita tasarımında boşluklara yer verilmiştir. 6. etkinlik temel hareketlerin kontrolü için çevredeki engellerin referans olarak kullanılması yardımıyla çözülebilecektir. Ancak katılımcıların haritadan kaynaklanan sebeplerden ötürü endişe duymalarını engellemek adına 6. etkinlik hata ayıklama olarak tasarlanmıştır. Verilen algoritma başarılı bir şekilde bir şekilde bitir bayrağına ulaşmaktadır ancak yol üzerindeki herhangi bir ürünü toplamamaktadır. Katılımcılardan ise bu hatanın giderilmesi istenmiştir. 7. etkinlikte ise katılımcılar serbest bırakılmıştır. Ancak bir önceki etkinliktен farklı olarak karakterin başlangıç ve bitiş konumları değiştirilmiş ve havuç yerine marul toplanabilir nesnesi kullanılmıştır. Daha önceki etkinliklerdeki gibi yine spiral bir yapının tercih edildiği bu etkinlikte farklı olarak spiral yapı giderek genişleyecek şekilde tasarlanmıştır. Aynı zamanda bir önceki etkinlikteki yapıya benzer şekilde engel nesnelerinin referans olarak kullanılması sonuca ulaşılmaktadır.

8. etkinlikte kullanıcılara bu sefer karar yapıları yardımıyla etkinliğin çözülmesini sağlayacak bir harita tasarımı verilmiştir. Etkinlik temel modüllere ve döngüler ile çözülebilecek olsa da ideal olan karar nesneleri yardımıyla solda yol varsa sola dön şeklinde algoritma tasarımıdır. Katılımcıların bir önceki etkinlikte kullanılan karar yapısını bu etkinliğe aktarıp aktaramayacakları merak konusudur. 10. etkinlik katılımcıların o ana kadar öğrendikleri düşünülen tüm sistemleri kullanmalarını gerektiren bir yapıya sahiptir. 9. etkinlik ise 10. etkinliğe hazırlık amacıyla oluşturulmuş bir soru etkinliğidir.

9. etkinlikte katılımcılara sağda yol var ise sağa dönen yoksa da birşey yapmayan karar yapısının ardından bir adım ilerleyen eylem sürecinin bitir bayrağına ulaşılana kadar tekrar edilmesini söyleyen algoritma verilmiştir. Katılımcılar kendilerine verilen algoritmayı çalıştırmayı tercih ederlerse karakterin harita üzerinde iki adım ilerledikten

sonra sağa döneceğini görecektir. Devamında yine karakter iki adım daha ilerleyip sağa dönecek ve bir kez daha bu süreci tekrar edecektir. 3. kez gerçekleştirilen bu eylem sıralamasının ardından karakter sağda yolun olmadığı bir durum ile karşılaşacaktır. İlerisinde ise duvar olduğu için duvara çarpacaktır ve hata verecektir. Bu etkinlikte karakterin sağda yol olduğu sürece sağa döndüğü ardından da bir adım ilerlediği bir yapı bulunmaktadır. Bir önceki etkinlikte ise solda yol olduğu sürece sola dönen ve ardından da bir adım ilerleyen bir yapı kullanılması beklenmiştir. Dolayısıyla kullanıcıdan beklenen davranış bu iki sistemi birleştirerek karakterin solda yol olduğunda sola dönmesi, sağda yol olduğunda da sağa dönmesi şeklinde algoritma tasarlayabilmesidir.

10. etkinlik ise 9. etkinlik üzerine geliştirilmiştir. Bu sefer serbest bırakılan kullanıcıdan beklenen davranış karakterin sağda yol olduğunda sağa dönen, solda yol olduğunda ise sola dönen karar yapılarının ardından ilerleyen ve üzerine geldiği karede havuç olduğu sürece havucu toplayan ve marul olduğu sürece marul toplayan eylem sürecinin bitir bayrağına kadar tekrar edildiği algoritmanın tasarlanabilmesidir. 9. ve 10. etkinlik haritaları incelendiğinde karakterin sadece sağa veya sadece sola dönebileceği bir hatıra üzerinde hareket etmekte olduğu görülecektir. Aynı zamanda harita gereği karakter bir engel ile karşılaşınca kadar sağa veya sola dönmek durumunda değildir.

3.7. Araştırma Verilerinin Toplanması

Araştırmada ihtiyaçlar doğrultusunda farklı veri toplama araçları ile öğrencilerden ayrı öğretmenlerden ayrı veriler toplanmıştır. Haftalık olarak düzenlenen etkinlikler video kaydına alınmış, uygulama sırasında alan notları tutulmuştur. Aynı zamanda öğrencileri değerlendirmek için araştırmacı tarafından geliştirilen Öğrenci Değerlendirme Rubriği (EK-15) kullanılmıştır. Rubrik aynı zamanda araştırmacının katılımcılar hakkında notlar aldığı bir araç olarak da kullanılmıştır. Her etkinlik sonunda öğrencilere doldurmaları için Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (EK-16) uygulanmıştır. Haftalık olarak gerçekleştirilen etkinliklerin ardından tarihleri önceden belirlenmiş günlerde öğrenciler ile her hafta iki grup şekilde odak grup görüşmeleri düzenlenmiştir (EK-17). 3D ADEN sisteminin kendisi de aynı zamanda bir veri toplama aracıdır. Dolayısıyla 3D ADEN sistemi gerek donanım kısmında gerekse de yazılım kısmında öğrencilerin performanslarına yönelik olarak;

- etkinlik bazında harcanan sürenin tutulması,
- modüllerin kullanımı ve bağlantı şekilleri

- doğru sonuca kaçınıcı denemede ulaşıldığı gibi çeşitli değişkenleri saklamaktadır.

Araştırmanın öğretmen boyutunda ise öğretmenlere erişim konusunda sorunlar yaşandığı için maksimum 3 kişinin bir arada olduğu online görüşmeler (EK-18) düzenlenmiştir.

3.7.1. Öğrenci değerlendirme rubriği

Yapılan literatür taraması sonucunda algoritma konusuyla ilgili oluşturulmuş rubrikler (Tepgeç, 2017; Bakırcı, 2019) referans alınarak, öğrencilerin materyali kullanırken gerçekleştirdikleri davranışları değerlendirmek amacıyla araştırmacı tarafından oluşturulan rubrik (EK-15) kullanılmıştır. 4 hafta boyunca yapılan etkinlikler çerçevesinde, ilgili haftadaki etkinlik setleri doğrultusunda değerlendirme yapmak için 4 tane değerlendirme rubriği kullanılmıştır.

Öğrenci değerlendirme rubriği 5 farklı tema altında ele alınmıştır. Problemi çözmek için kurulan algoritmanın yapısının incelendiği ilk temada öğrencilerin; en optimize algoritmayı kurarken zorlanmaması halinde 5 puan, en optimize algoritmayı kurarken zorlanması halinde 4 puan, optimize olmayan bir algoritmayı kurarken zorlanmaması halinde 3 puan, optimize olmayan bir algoritma kurarken zorlanması halinde 2 puan ve algoritmayı kuramaması halinde ise 1 puan verilmesi şekilde puanlama yapılmıştır. Bu temada öğrencilerin en ideal ve verimli algoritma oluşturmaları halinde maksimum puanın verilmesi amaçlanmıştır.

Modül kullanımı ile ilgili oluşturulan ikinci temada kullanılması beklenenden daha az modül ile etkinliğin bitirilmesi halinde 5 puan, kullanılması beklenen kadar modül ile etkinliğin bitirilmesi halinde 4 puan, kullanılması beklenen modülden daha fazla modül kullanarak bitirilmesi halinde 3 puan, kullanılması gerekenden fazla ve kullanmasına gerek olmayan modülleri de kullanarak bitirilmesi halinde 2 puan, etkinliği bitirilememesi halinde ise 1 puan olacak şekilde puanlama yapılmıştır. Her etkinlik için en ideal ve verimli bir yol mevcuttur ancak öğrencilerden beklenen belirli bir davranışın üstüne çıkmaları halinde, en yüksek puanının verilmesi amaçlanmıştır.

Hata ayıklama ile ilgili oluşturulan üçüncü temada ise hatanın sebebinin kolaylıkla bulunması halinde 5 puan, bir yanlış deneme halinde 4 puan, birden fazla yanlış sonucunda bulunması durumunda 3 puan, hatalı modülleri çıkarmak yerine yeni modüller ekleyerek çözülmesi durumunda 2 puan, etkinliğin bitirilememesi durumunda ise 1 puan

olacak şekilde puanlama yapılmıştır. Burada amaç hatanın görülebilmesidir, bu nedenle öğrenciden beklenen davranış hatanın görülmesi ve onun çözülmesidir. Eğer bir sistemde hata varsa bu hatayı çözmek için üzerine yeni modüllerin eklenmesi her zaman için verimli bir çözüm olmak durumunda değildir ancak hatanın çözülmesi her zaman için verimli bir durumdur. Dolayısıyla hatanın sorunsuz bir şekilde çözülmesi halinde en yüksek puanın verilmesi amaçlanmıştır.

Soru sorma ile ilgili oluşturulan üçüncü temada ise öğrenciye sorulan sorulara kaçınıcı seferde yanıt verdiklerinden hareketle puanlama yapılmıştır. Tek seferde doğru cevabın verilmesi halinde 5 puan, ikinci seferde 4 puan, üçüncü seferde 3 puan, dördüncü seferde 2 puan ve cevap verilmezse 1 puan olacak şekilde bir yol izlenmiştir

Genel değerlendirme amacıyla oluşturulan son temada ise en optimize algoritmanın oluşturulması ve hatasız bir şekilde bitirilmesi halinde 5 puan, en optimize algoritmanın oluşturulması süreci içerisinde hata yapılması halinde 4 puan, optimize olmayan bir algoritmanın hatasız bir şekilde oluşturulması halinde 3 puan, optimize olmayan bir algoritmanın hata yaparak oluşturulması halinde 2 puan, etkinliği bitirememesi halinde ise 1 puan olacak şekilde bir yol izlenmiştir.

3.7.2. Sistem kullanılabilirlik ölçeği

İnsan bilgisayar etkileşimi alanında iyi bir arayüz tasarımının geliştirilmesi için kullanılabilirlik konusu ön plana çıkmaktadır (Bevan, 2001; Stone vd., 2005; Çağıltay, 2016; Shneiderman vd., 2018). Brooke (1996) tarafından geliştirilen sistem kullanılabilirlik ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması ile ilgili geçerlik ve güvenirlik analizi Kadirhan, Gül ve Battal (2015) tarafından yapılmıştır. 5'li likert tipi bir ölçek olan Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği (SKÖ)'nde beş olumlu ve beş olumsuz ifade olacak şekilde toplamda 10 madde yer almaktadır. Ölçekteki tek numaralı olanlar pozitif, çift numaralı olanları ise negatif maddelerdir. Ölçek sonunda 0 ile 100 arasında değişen bir puan hesaplamakta ve bu puana göre kullanılabilirlik açısından sistemlerin veya arayüzlerin değerlendirilmesi yapılmaktadır (Kadirhan, Gül ve Battal, 2015). Elde edilen SKÖ puanının 50'nin altında olması durumunda kullanılabilirlik konusunda sorunların yaşanabileceği, 70 – 80 aralığında olması halinde sistemin kullanılabilir olduğu ve 90 üzeri olduğunda ise sistemin çok iyi olduğu ifade edilmiştir (Bangor, Kortum ve Miller, 2008).

Öğrencilerden alınan veriler doğrultusunda 3D ADEN sisteminin kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla SKÖ kullanılmıştır (EK-16). Araştırma kapsamında kullanılan SKÖ, etkinliklerin bitiminin ardından öğrencilere doldurmaları için verilmiştir. Son hafta etkinliklerine gelene kadar her hafta farklı yeni modüller öğrencilere tanıtılmıştır. Dolayısıyla her hafta her etkinlik sonunda SKÖ öğrencilere uygulanmıştır. Bu sayede hem haftalık olarak materyalin kullanılabilirliğine yönelik değişimlerin belirlenmesi hem de haftalık olarak elde edilen SKÖ puanlarının ortalaması alınarak genel bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır.

3.7.3. Odak grup görüşmesi

Çalışmaya katılan öğrencilerin 3D ADEN sistemine, her hafta uygulanan etkinliklere ve her hafta eklenen yeni modül yapılarına yönelik görüşlerini almak amacıyla odak grup görüşmeleri düzenlenmiştir. EK-17’de verilen görüşme soruları çerçevesinde her hafta öğrenciler ile iki grup olacak şekilde bir araya gelinmiştir. Odak grup görüşmeleri sırasında her hafta uygulanan etkinliklere ve yeni eklenen modül yapılarına yönelik öğrencilere sorular sorulmuştur. Aynı zamanda önceki haftalarda donanım ve etkinliklere yönelik sorular sorular tekrar sorularak öğrencileri ilgili sorular hakkında görüşlerinin değişip değişmediği kontrol edilmiştir. Tablo 3.5’de öğrenciler ile gerçekleştirilen odak grup görüşmelerine ait bağlam bilgileri verilmiştir.

Tablo 3.5. Öğrenciler ile gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri

Hafta	Tarih / Saat	Süre	Açıklama	Görüşmenin yapıldığı ortam
1. Hafta	17.02.21 19:00	48 dakika	1. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
1. Hafta	19.02.21 19:00	53 dakika	2. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
2. Hafta	24.02.21 19:00	35 dakika	1. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
2. Hafta	26.02.21 19:00	32 dakika	2. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
3. Hafta	03.03.21 19:00	29 dakika	1. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
3. Hafta	05.03.21 19:00	22 dakika	2. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
4. Hafta	06.03.21 19:00	22 dakika	1. Grup ile odak grup görüşmesi	Online
4. Hafta	07.03.21 19:00	18 dakika	2. Grup ile odak grup görüşmesi	Online

Çalışmaya Eskişehir’den katılan öğretmenler arasından 2 tanesi daha önce materyali fiziksel olarak kullanabilmiştir ancak diğer öğretmenler için böyle bir durum

söz konusu değildir. Bu nedenle öğretmenler ile yapılan görüşmelerin yaklaşık 15 dakikasında araştırmacı 3D ADEN sistemini ve öğrencilere uyguladığı etkinlikleri tanıtmıştır. Devam eden kısımlarda öğretmenlerin varsa materyale yönelik soruları alınmış, ardından da EK-18’de yer alan sorular doğrultusunda görüşmeler yapılmıştır. Tablo 3.6’da ise öğretmenler ile gerçekleştirilen görüşmelere ait bağlam bilgileri verilmiştir.

Tablo 3.6. Öğrenciler ile gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri

Tarih / Saat	Süre	Açıklama	Görüşmenin yapıldığı ortam	Katılımcının görev yaptığı il
02.05.21 18:00	79 dakika	1 Öğretmen ile görüşme	Online	Burdur
05.05.21 22:00	75 dakika	2 Öğretmen ile görüşme	Online	Eskişehir
07.05.21 22:00	112 dakika	3 Öğretmen ile görüşme	Online	İstanbul
09.05.21 16:30	78 dakika	2 Öğretmen ile görüşme	Online	Yalova
10.05.21 18:00	72 dakika	2 Öğretmen ile görüşme	Online	Eskişehir

3.7.4. Gözlem

Uygulama süreci içerisinde öğrencilerin hareketlerinin gözlenebilmesi için öğrencilerin 3D ADEN sistemini kullanırkenki davranışlarının, modül sistemlerini kullanım şekillerinin, modülleri bağlarken harcadıkları vaktin belirlenmesi gibi nedenlere ek olarak fiziksel ve sosyal verilerin eksiksiz bir şekilde toplanabilmesi için süreç, öğrencileri ve 3D ADEN sistemini görebilecek bir açıda, tripod kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Aynı zamanda araştırmacının tuttuğu alan notlarına sürece dair gözlemleri yazılmıştır. Video kaydından bağımsız olarak araştırmacının anlık olarak yakaladığı durumların video kaydında gözden kaçmasına engel olmak amacıyla gözlemlere dair alan notları tutulmuştur.

3.7.5. Veri toplama aracı olarak 3D ADEN sistemi

3D ADEN sistemi, hem donanım hem de yazılım kısmı aracılığıyla öğrencilere yönelik veriler tutmaktadır. Donanım kısmında tutulan kayıtlar, sisteme hangi modülü ne zaman ve ne sıra ile takıldığı şeklindedir. Yazılım kısmında tutulan loglar ise öğrencilerin oluşturdukları algoritmaların ne zaman çalıştırıldığı, sisteme kaç modül bağlandığı, ne şekilde bağlandığı, ne kadar sürede algoritmanın sonuca ulaştığı ve sonuca ulaşan

algoritmanın başarı durumu, başarısız ise nedeni, her etkinliğin açıldığı andan bir sonraki etkinliğe geçenene kadar harcanan süre, her etkinliğin kaç seferde yapıldığı ya da kaç kez tekrarlandığı gibi bilgileri tutmaktadır. Bahsi geçen bilgiler, milisaniye olarak kaydedildiği için tutulan kayıtların hassasiyetleri çok yüksektir.

3.8. Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizi için ise farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Betimsel analiz, araştırmanın kavramsal yapısının önceden belirlendiği araştırmalarda kullanılırken içerik analizi toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektiren bir süreçtir. İçerik analizinde amaç, verilerin tanımlanması ve içlerinde saklı olabilecek gerçeklerin ortaya çıkarılmasıdır. Bu sayede önceden belli olmayan temaların ve boyutların ortaya çıkması sağlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Glesne (2015) ise nitel çalışmalarda veriler arasında tema ve örüntüleri aramak ve ortaya çıkarmak için tematik analiz yapıldığını belirtmektedir. Yapılan çalışmada öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Öğrencilerin gizil süreçlerin işe koşulduğu bu çalışmada derinlemesine veri toplanması ve bu doğrultu da analiz yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada Yıldırım ve Şimşek (2011)'e göre içerik analizi, Glesne (2015)'ye göre ise tematik analiz uygulanmıştır. Nitel araştırmalarda veri analizi için Creswell (2012);

- verilerin araştırma süreci içerisinde toplanması,
- verilerin dökümünün yapılarak analiz için hazırlanması,
- genel bir yapı fikir oluşturmak adına verilerin okunması,
- verilerin kodlanması ardından da kodların araştırma raporunda kullanılmak üzere betimlenmesi,
- kodların araştırma raporunda kullanılmak üzere temalaştırılması,

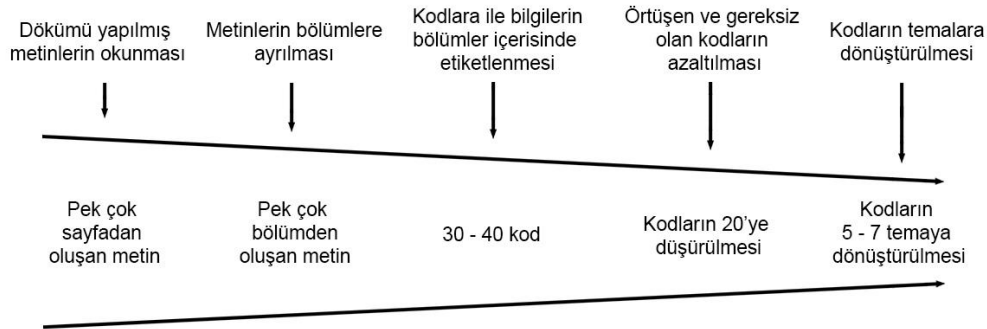
şeklinde altı adımlı bir yolun izlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Creswell (2012)'e göre veri toplama süreci içerisinde de analiz süreci gerçekleştirilmektedir. Her ne kadar ilk analizler verinin bir kısmı çerçevesinde şekillense de asıl hedef genel bir çerçeve oluşturmaktır. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, Creswell (2012)'e göre verilerin toplanması ve verilerin kodlanması ile kodların betimlenmesi süreçleri araştırma boyunca tekrar eden yapılarıdır. Benzer şekilde verilerin toplanması ve verilerin kodlanması ile kodların temalaştırılması da eş zamanlı olarak yapılmalıdır. Nitel araştırmalar ihtiyaç halinde, eksik ya da anlaşılmayan verilerin olması gibi durumlarda ihtiyacın giderilmesi

için tekrar veri toplamasına izin vermektedir. Ayrıca tekrar tekrar verilerin okunması ile konu hakkında bir bütünlük elde edilmektedir (Creswell, 2012).



Şekil 3.1. Nitel veri analiz süreci (Creswell, 2012).

Verilerin kodlanması ve temalaştırılması sürecinde, araştırma süreci içerisinde toplanan ve dökümü yapılmış olan verilerin okunması, ardından da metnin belirli bölümlere ayrılması önerilmektedir (Creswell (2012)). Creswell (2012) bölümlere ayrılmış metin yığınları arasında, her cümlelerin ya da kodlanmanın ardından kod listesinin oluşturulmasını önermektedir. Oluşturulan listeden ise örtüşen ve gereksiz olan kodların birleştirilip kod listesinden çıkartılması ile daha yönetilebilir bir kod verisinin oluşacağını belirtmektedir. Oluşturulan kod listesi dahilinde tekrardan veriler kodlamaya sokulmalıdır. Bu sayede gelişen ve şekillenen yapı çerçevesinde oluşabilecek yeni kodlar tekrar gözden geçirilir. Creswell (2012) tekrar gözden geçirme işlemlerinin ardından 5 ile 7 tema olacak şekilde kodların temalara dönüştürülmesini önermektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Nitel araştırmalarda kodlama süreci (Creswell, 2012).

Creswell (2012)'e göre veri toplama, veri analiz etme ve raporlaştırma süreci iç içedir. Dolayısıyla araştırmanın veri toplama süreci içerisinde, araştırmacı tarafından tutulan alan notları yardımıyla olası kritik durumların notları alınmıştır. Görüşmelerden toplanan verilerin dökümleri ile videoların analizinde NVivo 11 programı kullanılmıştır. Ayrıca gözlemlere yönelik tutulan alan notların da dökümleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda sistem kullanılabilirlik ölçekleri her öğrenci için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ek olarak 3D ADEN sistemi içerisinde tutulan log kayıtlarının da anlamlı bir yapıya dönüştürülerek dökümü sağlanmıştır. Elde edilen veriler kodlanarak temalaştırma süreci gerçekleştirilmiştir.

3.9. Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmaların doğaları gereği araştırma yapılan olgu bağlama özgüdür. Araştırma yapılan durum ortama ve zamana bağlı olduğu için aynı durumun tekrar edilmesi de mümkün olmayacaktır. Dolayısıyla nitel araştırmalarda genelleme kaygısı güdülmemektedir. Bu yüzden de yapılan araştırmaların geçerliği ve güvenirliliği bazen sorgulanabilmektedir. Nitel araştırmaların da bilimsel anlamda nicel anlamda geçerli ve güvenilir kabul edilebilmesi için nitel anlamda inandırıcılığın, aktarılabilirliğin, tutarlılığın ve teyit edilebilirliğin sağlanması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Creswell (2012) ise nitel araştırmalarda inandırıcılığın sağlanması için üye kontrolü, dış denetim ve veri çeşitlemesi gibi stratejilerin yapılması gerektiğini belirtmektedir. Yapılan araştırmada dış denetimi sağlamak için elde edilen veri seti, başka bir alan uzmanı tarafından da kodlanmıştır. Miles ve Huberman (1994)'a göre nitel araştırmalarda içsel tutarlılığın sağlanması için aynı veri seti üzerinde farklı bir araştırmacı tarafından da kodlama yapılması gerekmektedir. Miles ve Huberman (1994) tarafından belirtilen kodlayıcılar arası güvenirlilik katsayısı; uzlaşılan kod sayısının, uzlaşılan ve uzlaşılmayan toplam kod sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir (3.1):

$$\text{güvenirlilik katsayısı} = \frac{\text{uzlaşılan kod sayısı}}{\text{uzlaşılan} + \text{uzlaşılmayan kod sayısı}} \quad (3.1)$$

Araştırma kapsamında öğrenciler ile yapılan görüşmeler için kodlayıcılar arası güvenirlilik katsayısı = 0,88, öğretmenler ile yapılan görüşmelerin ise kodlayıcılar arası güvenirlilik katsayısı = 0,92 olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında yapılan

gözlemler için ise kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı = 0,93 olarak belirlenmiştir. Miles ve Huberman (1994)'a göre içsel tutarlılığın sağlanması için kodlayıcılar arası görüş birliğinin %80'in (0.80) üzerinde olması gerekmektedir. Dolayısıyla araştırma kapsamında hesaplanan kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayılarına göre araştırmada içsel tutarlılık sağlanmıştır.

Araştırmanın inandırıcılığı, araştırma sonucunda elde edilen bulguların gerçekliğinin ortaya konması, benzer ortam şartları altında geçerli olması, süreçlerin birbirleri ile tutarlı olması, verilerin nesnel bir şekilde toplanması ve ortaya konması gibi süreçler ile sağlanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yapılan çalışmada inandırıcılığı sağlamak adına katılımcılar ile uzun süreli etkileşim halinde olunmuştur. Böylece araştırmacı yanlılığı, katılımcıların araştırmacı varlığından kaynaklı daha başarılı olma çabaları (Hawthorne etkisi), katılımcıların araştırmacı tarafından pozitif ya da negatif olarak algılanması (halo etkisi) gibi araştırmanın inandırıcılığını etkileyen durumların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca süreç içerisinde çeşitli veri toplama araçları yardımıyla veri çeşitlemesi sağlanarak derinlemesine veriler toplanmıştır. Araştırma süreci gerek tez izleme komitesi gerekse de alan uzmanları tarafından incelenmiştir. Aynı zamanda Anadolu Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü'nden 3 araştırma görevlisi ve Melahat Ünügür Ortaokulu'nda görev yapmakta olan 1 tane Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi öğretmeni ile 3D ADEN öğretim materyalinde kullanılmak üzere belirlenen etkinliklerin sıralaması, öğrencilere uygunluğu, zorluk seviyesi ve kazanımlara uygunluğu gibi etmenler açısından alan uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur. İlgili dönüt ve düzeltmeler doğrultusunda etkinliklere son hali verilmiştir. Araştırma süreci içerisinde pandemi süreci başta olmak üzere araştırmanın katılımcıları ve donanımın geliştirilmesi sürecinde yaşanan çıktılar tüm boyutları ile ele alınmış, detaylı bir şekilde aktarılmıştır.

Nitel araştırmalarda aktarılabilirliğin sağlanması ile, araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda uygulanabilirliğine dair geçici yargılara ulaşılabilir ve test edilecek denenceler oluşturulabilir. Bu sayede araştırmayı okuyan bireyler benzer durumlara ilişkin anlayış oluşturabilir, kendi süreçlerine deneyimli bir şekilde yaklaşabilirler (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yapılan araştırmada aktarılabilirliğin sağlanması adına edilen verilere yorum katmadan, verilerin doğasına sadık kalınarak aktarılması sağlanmış, doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Nitel araştırmalarda dışarıdan bir gözle bakılması ve sürecin başından sonuna tutarlı bir şekilde gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinin ortaya koyulması adına tutarlık incelemesinin yapılması önerilmektedir (Yıldırım ve şimşek, 2011). Bu doğrultuda yapılan araştırmada veri toplama araçlarının oluşturulması, verilerin toplanması ve analiz edilmesi gibi süreçlerde tutarlığa dikkat edilmiş, tez izleme komitesinin ve alan uzmanlarının görüşleri ve önerileri doğrultusunda hareket edilerek sürece dair onayları alınmıştır.

Nitel araştırmalarda ulaşılan sonuçların toplanan verilerle sürekli olarak teyit edilmesi ve okuyucuya mantıklı bir açıklama sunulması beklenmektedir. Bu doğrultuda da teyit inceleme stratejisinin uygulanması önerilmektedir (Yıldırım ve şimşek, 2011). Yapılan araştırmada teyit incelemesi amacıyla ulaşılan sonuçlar, Creswell (2012)'in de belirttiği üzere ham veriler ile karşılaştırılarak tekrar kodlamanın yapılması sağlanmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde süreç içerisinde toplanan verilerin araştırma soruları dahilinde analizi sonucu ulaşılan bulgulara yer verilmiştir.

4.1. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Algoritmik Düşünme Becerisi Üzerindeki Rolü Nasıldır?

Yapılan çalışmada öğrencilerin her biri 3D ADEN öğretim materyali ile toplamda 4 saatlik etkinlikler gerçekleştirmiştir. Temel modüllerden başlayarak daha karmaşık modüllerin eklendiği süreçte etkinlikler de önceki haftalara göre daha karmaşık hale getirilmiştir. Dolayısıyla 4 haftalık süreç sonucunda öğrencilere uygulanan etkinliklerin sonuçları; süre, hata sayıları ve modül sayıları bilgileri çerçevesinde yorumlanmış ve öğrencileri değerlendirmek amacıyla kullanılan rubrikler ile gözlemler incelenmiştir.

4.1.1. 1. Hafta Bulguları

3D ADEN sistemi dahilinde belirlenen ilk hafta etkinliklerinin ilk dördünde öğrencilere sadece temel komutlar verilmiştir. 5. etkinlikte ise for döngüsünün kullanımına yönelik soru sorulmuştur. İlk haftanın ilk iki etkinliği, sadece ilerle modülü yardımıyla A noktasından B noktasına düz bir şekilde ilerlenen etkinliklerdir. Bu noktada öğrenciler temel ilerle modülü kullanırken kaç kare ilerleneceğinin hesaplanması konusunda hata yapmışlardır. Ancak üçüncü etkinlik ile karakter ilerlerken sağa ve sola dönmek durumundadır. Öğrenciler 3. etkinlikte sağ ve sol ayrımlarını yaparken çok zorlanmışlardır. Toplamda 15 hatanın yapıldığı bu etkinlikte en çok hata 5 kez üst üste hata yapan Ö6'ya aittir. 4. etkinlikte ise sağ sol ayrımı büyük oranda çözülmüştür. 5. etkinlikte ise öğrencilere for döngüsünün kullanımı ile ilgili soru sorulmuştur. 5 kez ilerle modülünü tekrar eden bağlantı yapısının çalıştığında ne olacağı sorusunun sorulduğu etkinlikte öğrencilerin 6'sı tek seferde cevap vermişken Ö1, Ö2, Ö3 ve Ö8 ikinci seferde cevap verebilmiştir. Ancak sonuç bayrağına ulaştırmayan bağlantıya sahip modül yapısının düzeltilmesi sırasında çeşitli şekillerde hatalar oluşmuştur. İlk defa karşılaştıkları bu yapıyı tecrübe edindikten sonra öğrencilerin yaptıkları hatalar giderek azalmıştır. Son etkinlikte ise öğrencilere yine bir soru sorulmuştur. 7 öğrencinin tek seferde doğru yanıtladığı bu etkinlikte Ö8 ve Ö10 ikinci seferde, Ö1 ise üçüncü seferde doğru yanıtı verebilmiştir. Tablo 4.1'de ise 1. hafta etkinliklerinde gerçekleştirilen toplam

hata sayıları verilmiştir. İlk hafta süre konusunda beklenildiği gibi hareket edilemediği için son etkinlikte sadece öğrencilerden doğru cevapların kaçınıcı seferde verildiği verisi toplanabilmiştir.

Tablo 4.1. 1. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Toplam
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
3	1	2	0	0	0	5	0	3	0	4	15
4	2	0	0	0	0	2	0	3	0	1	8
5	2	2	2	1	1	3	0	3	0	1	15
6	1	3	1	0	0	2	0	2	0	0	9
7	0	2	1	1	1	0	0	1	2	0	8
8	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	4
9	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	8	10	6	2	2	14	0	14	3	8	65

3D ADEN sistemi loglarından alınan kayıtlara göre oluşturulan tabloda Ö6, Ö8 ve Ö2'nin en çok hata yapan öğrenciler olduğu görülmektedir (Tablo 4.1). Öğrencilerin yaptıkları hataların logları incelendiğinde ise öğrencilerin döngü yapılarını kurmakta ve sağ-sol ayrımı yapmakta zorlandıkları görülmüştür. Tablo 4.2'de ise birinci hafta etkinlikleri için harcanan toplam süre bilgileri verilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde öğrencilerin en çok hata yaptıkları 3. etkinlik için yaklaşık 48 dakika ayrıldığı görülmektedir. En çok hata yapılan diğer etkinlik olan 5. etkinlik ise yaklaşık 82 dakika sürmüştür.

Tablo 4.2. 1. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Toplam(dk)	19,05	11,45	48,05	39,13	82,35	58,52	59,80	44,97	48,63

Tablo 4.3'te ise etkinliklerin çözümü için oluşturulması beklenen ideal algoritma için kullanılması gereken modül sayısı ile öğrencilerin kullandıkları modül sayılarının tablosu verilmiştir. Tablo incelendiğinde tüm etkinlikler için ideal algoritma yapısının kurulması için 56 modülün gerekli olduğu görülmektedir. Ancak ortalama olarak 62,4

modülün kullanıldığı birinci haftada Ö3, 68 modül kullanarak ideal yapıdan en çok uzaklaşan öğrenci olmuştur. Ö10 ve Ö9 ise ideale en yakın algoritmaları kuran öğrencilerdir. Ö5 ve Ö7 ise soru sorulma etkinliği olan 5. etkinlikte, kendilerine hazır olarak verilen ancak yanlış sonuca götüren modül bağlantısında yer alan tekrarla yapısını kullanmak yerine temel modüller ile problemi çözmek istemişlerdir. Dolayısıyla ideal olan yapının yerine temel modülleri kullanmayı tercih ettikleri için daha az modülle bitirmişlerdir.

Tablo 4.3. 1. hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ortalama	İdeal
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,0	2
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,0	4
3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,0	6
4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,0	6
5	7	7	9	7	6	10	6	9	7	7	7,5	7
6	8	8	9	7	7	8	7	8	7	7	7,6	7
7	8	8	9	9	9	8	8	8	8	8	8,3	8
8	9	9	10	10	10	10	10	10	10	9	9,7	8
9	13	13	13	11	13	8	13	13	8	8	11,3	8
Toplam	63	63	68	62	63	62	62	66	58	57	62,4	56

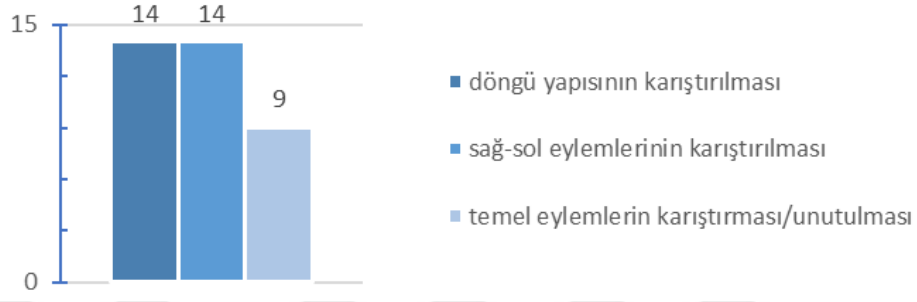
Tablo 4.4'te ise ilk hafta etkinlikleri için araştırmacı tarafından yapılan rubrik değerlendirmesine yönelik puanlar ile puanların yüzdelik olarak çevrilmiş hali verilmiştir. 1. Hafta değerlendirmesi için rubrik yapısında belirlenen ölçütler doğrultusunda verilen puanlara göre %87,3 ile Ö4 ve Ö9 en yüksek puanları alan öğrencilerdir. En düşük puanı alan Ö8 ise ideal olmayan algoritmaları kurmaya çalışmış, bu algoritmaları ise kurarken zorlanmıştır ve diğer öğrencilere oranla daha fazla hata yapmıştır.

Tablo 4.4. 1. Hafta rubrik değerlendirmesi

	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Maksimum
Puan	124	125	120	144	134	121	138	114	144	137	165
%	75,2	75,8	72,8	87,3	81,2	73,3	83,6	69,1	87,3	83,0	%100

1. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “algoritma” temasına ilişkin alt temalar Şekil 4.1’de verilmiştir. Algoritma ana teması incelendiğinde öğrencilerin en çok döngü

yapısını ve sağ-sol eylemlerini karıştırdıkları görülmektedir. Devamında ise ilerle modülünün bağlantısının karıştırılması gelmektedir. Örneğin 4. etkinlikte Ö2, Ö6, Ö8 ve Ö9 sola dönme eyleminin hemen ardından ilerle eylemini kullanmadan bir kez daha dönmeye çalışmış ve etkinlik içerisinde hata yapmışlardır. Ö3 ise ilerle modülü ile ilgili hatasını fark ederek etkinliği çalıştırmadan önce hatasını düzeltmiştir.



Şekil 4.1. 1. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları

İlk hafta etkinliklerinde algoritma tasarımı kurmak anlamında yapılan gözlemlere göre Ö4, Ö5, Ö7 ve Ö9 hariç geriye kalan 6 öğrenci çeşitli şekillerde döngü yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Bu zorlanmanın nedenleri arasında sağ ve sol ayrımının yapılması gibi nedenlere ek olarak temel eylemlerin karıştırılması veya unutulması gibi nedenler de söz konusudur. Ö1, Ö2, Ö6, Ö9 ve Ö10 olacak şekilde öğrencilerin yarısı sağ sol eylemlerini karıştırmışken Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, ve Ö8 olacak şekilde yine öğrencilerin yarısı da temel eylemleri karıştırmıştır. Ö4, Ö5 ve Ö7 algoritma teması konusunda hiç sorun yaşamamışlardır ancak düzgün algoritma kursalar da bazen çözüme ulaşamamışlardır. Algoritma teması konusunda en çok sıkıntı yaşayan öğrenci ise Ö6'dır.

İlk hafta etkinlikleri sırasında sağa ve sola dönme eylemlerinin karıştırılmasında yaşanan sorunlar, 3D ADEN öğretim materyalinin geliştirilmesi sırasında öngörülmüştür. Konu ile ilgili sorun yaşandığı süreç içerisinde görülünce öğrencilere 3D ADEN sistemi içerisine karaktere bakan kameranın açısının değiştirilebileceği hatırlatılmıştır. Öğrenciler ilgili hatırlatmaların ardından bu özelliği sıklıkla kullanmaya başlamışlardır. Öğrenciler sağ sol eylemlerinde sorun yaşamamak adına karakterin sırtından bakacak şekilde kamera açısını konumlandırmışlar, gerek hareketi sırasında da dönme eyleminin ardından kamera açısını çevirerek, gerekse de kendilerini karakterin yerine koyarak çözüm bulmaya çalışmışlardır.

4.1.2. 2. Hafta Bulguları

İkinci haftanın ilk etkinliği hariç diğer etkinliklerde ürün toplama etkinlikleri verilmiş, ilk etkinlikte ise önceki haftanın tekrarı amacıyla bir hatırlatma etkinliği verilmiştir. Bu etkinlikte öğrenciler hata yapmamıştır ancak bir sonraki etkinlikte öğrencilerden ürün toplanması istendiğinde ise toplamda 8 tane hata gerçekleştirilmiştir. Temel modüller yardımıyla ürün toplanması beklenen etkinlikte öğrenciler tekrarla modüllerini kullanarak ya da ürün toplama mantığını karıştırarak yanlış yapmışlardır. Soru işaretli ürün toplamanın olduğu 6. etkinlikte ise yine 8 tane hata yapılmıştır. Öğrenciler soru işaretlerinin nasıl çalıştıklarını kavramada zorlanmışlardır. Toplamda gerçekleştirilen 11 hata ile en çok yanlışın yapıldığı 7. etkinlikte ise öğrencilerden ürün toplarken sağa ve sola dönmeleri beklenmiştir. Öğrenciler tekrar modüllerini yanlış kullanarak ya da sağa ve sola dönme eylemlerini karıştırarak hata yapmışlardır. Ardından 9 hata ile ikinci en çok yanlışın yapıldığı 10. etkinlikte öğrencilerden bir labiretin etrafında sürekli olarak sola dönmeleri ve her dönme eylemi öncesinde ya da sonrasında ürün toplamaları beklenmiştir. Bu etkinlik o ana kadar karşılaştıkları en karmaşık yapıya sahip olduğu için öğrenciler bu etkinlikte zorlanmışlardır. Tablo 4.5’de 2. haftada yapılan hata sayıları verilmiştir. Ö6 tüm etkinlikleri belirlenen zaman dilimi içerisinde bitirememiştir. Son etkinlik için bitirilemediğini temsilen “-” işareti konulmuştur.

Tablo 4.5. 2. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Toplam
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	0	0	3	1	1	0	1	8
3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	3	0	0	0	1	1	0	1	1	8
7	2	1	3	0	1	1	0	0	0	2	10
8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
10	2	2	0	1	1	-	0	0	1	2	9
Toplam	5	8	6	1	2	6	2	2	3	6	41

Toplamda 8 hata ile Ö2 en çok hataya sahip öğrenci iken 1 hata ile Ö4 en az hata yapan öğrenci olmuştur (Tablo 4.5). Öğrencilerin yaptıkları hata logları incelendiğinde ise öğrencilerin yeni eklenen while döngü yapılarını kurmakta ve sağ-sol ayrımı yapmakta zorlandıkları görülmüştür. Tablo 4.6’da ise ikinci hafta etkinlikleri için haracan toplam süre bilgileri verilmiştir. Tablo 4.6 incelendiğinde öğrencilerin en çok hata yaptıkları 7. etkinliğin yaklaşık 86 dakika, en çok hata yapılan diğer etkinlik olan 10. etkinliğin ise yaklaşık 73 dakika sürdüğü görülmektedir. Ancak soru işaretini barındıran ilk etkinlik ile toplamda 8 hatanın yapıldığı 6. etkinlik yaklaşık 100 dakika sürmüştür.

Tablo 4.6. 2. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Toplam(dk)	27,87	41,57	31,70	22,23	34,33	100,53	86,30	90,68	36,67	73,02

Tablo 4.7’de ise ikinci hafta etkinliklerinin çözümü için oluşturulması beklenen ideal algoritma yapısında kullanılması gereken modül sayısı ile öğrencilerin kullandıkları modül sayılarının tablosu verilmiştir. Tablo 4.7 incelendiğinde tüm etkinlikler için ideal algoritma yapısının kurulması için 96 modülün gerekli olduğu görülmektedir. Ancak ortalama olarak 112,9 modülün kullanıldığı ikinci haftada Ö1, 122 modül kullanarak ideal yapıdan en çok uzaklaşan öğrenci olmuştur. Ö9 ve Ö8 ideale en yakın algoritmaları kuran öğrencilerdir. Ö6 ise son etkinliği bitiremediği için toplamda 100 modül kullanmıştır.

Tablo 4.7. 2. Hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı

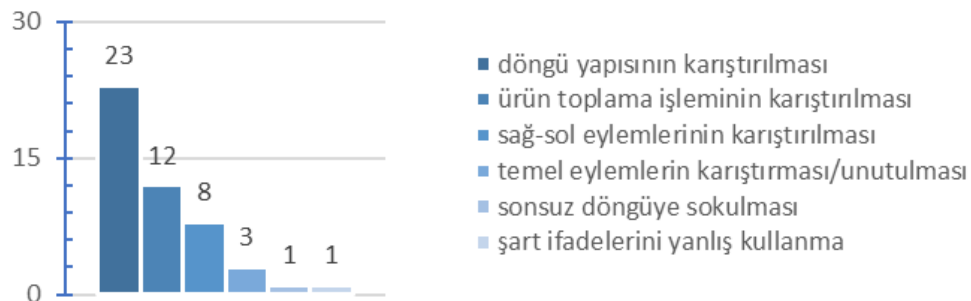
Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ortalama	İdeal
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0	5
2	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,3	6
3	8	8	11	8	8	11	8	8	8	11	8,9	8
4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7,0	7
5	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13,0	10
6	20	20	20	20	20	20	20	12	12	20	18,4	12
7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
8	16	16	19	17	16	16	16	16	11	11	15,4	11
9	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
10	20	20	15	15	15	-	15	15	15	20	16,7	15
Toplam	122	117	118	113	112	100	112	104	99	115	112,9	96

Tablo 4.7 incelendiğinde öğrencilere hata ayıklanması amacıyla hazır bağlantının verildiği 5. etkinlikte öğrencilerin hepsi kendilerine verilen bağlantı üzerinden hareket etmişlerdir. Dolayısıyla ideal olan yapıyı görememişlerdir. İdeal bağlantı yapısında iç içe döngüler kullanılması gerekirken öğrenciler kendilerine verilen peş peşe döngüler yardımıyla sonuca ulaşmayı tercih etmişlerdir. 6. etkinlikte ise iç içe döngü yapısını gören Ö8 ve Ö9 ideal algoritma yapısını kurabilmişlerdir. Ö1 ise 2. etkinlikte temel modüller yardımıyla sonuca daha rahat ulaşabilecekken tekrarlı yapıları kullanmayı tercih etmiştir ancak ideal olmayan bir algoritma yapısı kurmuştur. Tablo 4.8’de ise ikinci hafta etkinlikleri için araştırmacı tarafından yapılan rubrik değerlendirmesine yönelik puanlar ile puanların yüzdelik olarak çevrilmiş hali verilmiştir. 2. Hafta değerlendirmesine göre %88,0 ile Ö9 en yüksek puanı alan, %65,7 ile Ö6 en düşük puanı alan öğrencidir.

Tablo 4.8. 2. Hafta rubrik değerlendirmesi

	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Maksimum
Puan	130	127	130	148	152	115	146	151	154	135	175
%	74,3	72,6	74,3	84,6	86,9	65,7	83,4	86,3	88,0	77,1	%100

2. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “algoritma” temasına ait alt temalar Şekil 4.2’de verilmiştir. Algoritma ana teması incelendiğinde öğrencilerin en çok döngü yapısını, ürün toplama eylemlerini ve sağ-sol eylemlerini karıştırdıkları görülmektedir. Devamında ise ilerle modülünün bağlantısının karıştırılması gelmektedir. Ö2, 6. etkinlikte tekrarla modülü için gerekli olan şart bağlantısını şartla ilgili olmayan bir modülün kontrolü için bağlamıştır. Bu nedenle karakter sonsuz döngüye girmiştir.



Şekil 4.2. 2. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları

İkinci hafta etkinliklerinde algoritma tasarımı kurmak anlamında yapılan gözlemlere göre tüm öğrenciler çeşitli şekillerde döngü yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Önceki haftanın sorunlarına ek olarak ürün toplama modüllerin de sürece dahil olması, öğrencilerin zorlanmanın nedenleri arasındadır. Sırasıyla döngü yapısının oluşturulmasında en çok zorlanan öğrenciler Ö2, Ö3 ve Ö6 olmuştur. Ö4, Ö5, Ö7 ve Ö9 sağ sol eylemlerini hiç karıştırmamışken Ö2 algoritma tasarımı sonsuz döngüye sokmuştur. Ürün toplama konusunda ise en çok sorun yaşayan öğrenciler ise sırasıyla Ö8, Ö2 ve Ö6'dır. Genel olarak değerlendirildiğinde bu hafta öğrenciler en çok döngü yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Ardından da ürün toplama işlemlerinde sorun yaşamışlardır. Ancak önceki haftaların sorunları azalmış durumdadır.

4.1.3. 3. Hafta Bulguları

Üçüncü haftanın ilk etkinliğinde karar yapıları hakkında bir soru etkinliği uygulanmıştır. Soru etkinliğinde herhangi bir hata yapmayan öğrenciler bir sonraki etkinlikte serbest bırakılmıştır. Toplamda 7 yanlışın yapıldığı ikinci etkinlikte öğrenciler karar yapılarını kullanmaya çalışırken ya da tekrar yapılarını denerken çeşitli şekillerde hata yapmışlardır. Karar yapısının döngü içerisinde kullanımı ile ilgili hata ayıklama etkinliğinin verildiği üçüncü etkinlikte ise öğrenciler toplamda 8 hata ile üçüncü hafta etkinliklerinde en çok hatayı yapmışlardır. Toplamda her birinde 7 hatanın yapıldığı 8. ve 9. etkinlikte ise tekrar yapılarının iç içe kullanımını gerektiren birer harita verilmiştir. Bu etkinlikler 10. etkinik de dahil olmak üzere spiral bir yapıya sahip labirent içerisinde farklı ürünlerin toplanılmasını gerektiren bir yapıya sahip olduğu için o ana kadar öğrencilerin karşılaştıkları en karmaşık etkinlik yapısına sahiptir. Tablo 4.9'da 3. Haftada yapılan hata sayıları verilmiştir. Ö1, Ö2 ve Ö6 tüm etkinlikleri belirlenen zaman dilimi içerisinde bitirememiştir. Ek olarak Ö6 bu hafta son iki etkinliği de zamanında bitirememiştir. Dolayısıyla bahsi geçen etkinlikleri temsilen “-“ işareti konulmuştur.

Tablo 4.9. 3. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Toplam
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	7
3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	8
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	6
7	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
8	1	2	0	0	0	2	0	2	0	0	7
9	1	2	1	0	2	-	0	1	0	0	7
10	-	-	3	1	0	-	0	1	0	0	5
Toplam	6	11	7	4	2	8	0	4	0	2	44

Toplamda 11 hata ile Ö2 en çok hataya sahip öğrenci iken Ö7 ve Ö9 ise hiç hata yapmadan etkinlikleri başarılı bir şekilde bitirmişlerdir (Tablo 4.9). Öğrencilerin yaptıkları hataların logları incelendiğinde ise öğrencilerin döngü yapılarını kurmakta ve yeni eklenen karar yapılarını kullanmakta zorlandıkları görülmüştür. Tablo 4.10’da ise üçüncü hafta etkinlikleri için haracan toplam süre bilgileri verilmiştir. Tablo 4.10 incelendiğinde öğrencilerin en çok hata yaptıkları 3. etkinlikte toplamda yaklaşık 57 dakika harcanmıştır. Önceki haftalara kıyasla etkinlikler için harcanan toplam vakitler birbirlerine yaklaşmıştır. Yine de öğrenciler yeni gelen karar yapılarının kullanımı ile ilgili serbest bırakıldıkları ikinci etkinlikte en çok vakit harcamışlardır. Son etkinliğin ise süre olarak diğerlerine oranla daha kısa olmasının sebebi ise üç öğrencinin ilgili etkinliklere gelememesidir.

Tablo 4.10. 3. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Toplam(dk)	42,48	70,67	56,95	61,28	54,08	69,00	61,78	65,20	51,48	40,18

Tablo 4.11’de ise ikinci hafta etkinliklerinin çözümü için oluşturulması beklenen ideal algoritma yapısında kullanılması gereken modül sayısı ile öğrencilerin kullandıkları modül sayılarının tablosu verilmiştir. Tablo incelendiğinde tüm etkinlikler için ideal

algoritma yapısının kurulması için toplamda 143 modülün gerekli olduğu görülmektedir. Ancak ortalama olarak 150,1 modülün kullanıldığı üçüncü haftada Ö3, 156 modül kullanarak ideal yapıdan en çok uzaklaşan öğrenci olmuştur. Ö5 ve Ö9 ideale en yakın algoritmaları kuran öğrencilerdir. Ö1 ve Ö2 son etkinliği bitiremedikleri için 9. etkinlik sonunda sırasıyla toplamda 131 ve 133 modül kullanmıştır. Ö6 ise 8. Etkinliği bitirdiğinde toplamda 112 modül kullanmıştır.

Tablo 4.11. 3. Hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ortalama	İdeal
1	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2	14	15	14	17	15	11	14	14	15	14	14,3	14
3	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11,0	11
4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16,0	15
5	12	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12,3	12
6	15	15	26	20	15	17	15	15	15	17	17,0	15
7	12	12	10	10	10	14	10	10	10	10	10,8	10
8	18	17	15	15	15	20	15	20	15	15	16,5	15
9	20	20	20	20	21	-	21	20	21	21	20,4	20
10	-	-	21	20	21	-	21	20	21	21	20,7	20
Toplam	129	132	156	152	147	112	146	149	147	148	150,1	143

Tablo 4.11'in verileri incelendiğinde 2 numaralı etkinlik için Ö6'nın diğerlerine kıyasla daha az modül kullandığı görülmektedir. İlgili etkinlikte öğrencinin kurduğu algoritma şans eseri doğru işlem yapmıştır. Kurulan algoritma yanlış bir algoritma yapısına sahip olmasına rağmen sonuca ulaşılmıştır. İdeal algoritma yapısına göre 15 modülün kullanılmasının gerektiği 6. etkinlikte Ö3 sonuca ulaşmak için toplamda 26 modül kullanarak fazlasıyla uzun bir bağlantı yapısı tercih etmiştir. 9. etkinlikte ideal olarak tekrar yapıları yardımıyla 20 modül kullanılarak bitirilebilecek etkinlik için Ö5, Ö7, Ö9 ve Ö10 karar yapılarını kullanarak fazladan bir modül ile toplamda 21 modül kullanarak sonuca ulaşmıştır. Ö1, Ö2 Ö3, Ö4 ve Ö8 ise tekrar yapılarını kullanarak istenilen ideal algoritma bağlantısını kuramamıştır. Ancak 9. etkinlik için belirlenen ideal algoritma tasarımları, herhangi bir değişiklik yapılmadan 10. etkinlikte de sonuca götürebilir niteliktedir. Dolayısıyla öğrencilerin 9. ve 10. etkinliklere yaklaşımları incelenmiştir. Ö9 yaptığı tasarımda değişikliğe giderek daha az optimize sayılabilecek bir yol izlemiştir. Bu değişikliğin sebebi sorulduğunda ise bir de bu yolu denemek istediğini

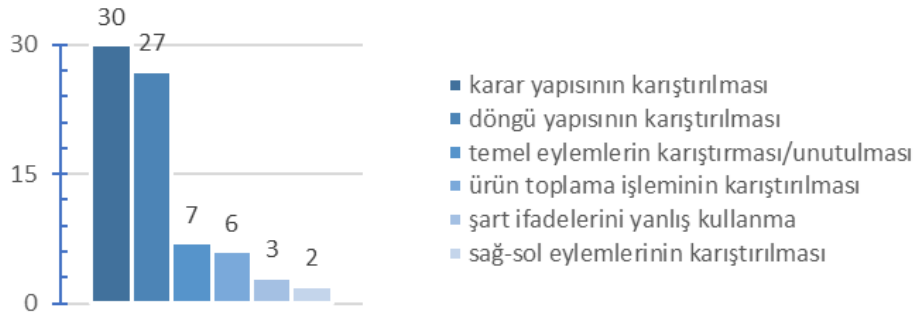
belirtmiştir. Ö9 yaptığı davranışların bilincinde hareketler sergilemektedir. Ancak diğer öğrenciler oluşturdukları algoritmaları bozmuşlar ve yeniden tasarlamışlardır. Ö3 ise eski tasarımını bozup daha az optimize bir tasarım oluşturmuştur.

Tablo 4.12’de ise üçüncü hafta etkinlikleri için araştırmacı tarafından yapılan rubrik değerlendirmesine yönelik puanlar ile puanların yüzdelik olarak çevrilmiş hali verilmiştir. 3. Hafta değerlendirmesine göre %86,7 ile Ö9 en yüksek puanları alan öğrenci iken %59,4 ile Ö6 en düşük puanı alan öğrenci olmuştur.

Tablo 4.12. 3. Hafta rubrik değerlendirmesi

	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Maksimum
Puan	129	114	147	150	147	107	154	149	156	147	180
%	71,7	63,3	81,7	83,3	81,7	59,4	85,6	82,8	86,7	81,7	%100

3. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “algoritma” temasına ait alt temalar Şekil 4.3’te verilmiştir. Algoritma ana teması incelendiğinde öğrencilerin en çok karar yapısını karıştırdıkları, ardından da döngü yapısını karıştırdıkları görülmektedir. Devamında ise sırasıyla temel eylemlerin, ürün toplama işleminin, şart ifadelerinin ve sağ sol eylemlerinin karıştırılması gelmektedir.



Şekil 4.3. 3. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları

Üçüncü hafta etkinliklerinde algoritma tasarımı kurmak anlamında yapılan gözlemlere göre Ö5 hariç tüm öğrenciler çeşitli şekillerde döngü yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Aynı zamanda Ö5 hariç tüm öğrenciler yeni gelen karar yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Önceki haftanın sorunlarına ek olarak sürece yeni dahil olan karar yapıları da öğrencilerin zorlanmalarının nedenleri arasındadır. Sırasıyla döngü yapısının oluşturulmasında en çok zorlanan öğrenciler Ö2, Ö10 ve Ö3 olmuştur. Ö6, Ö2

ve Ö10 ise karar yapılarında en çok zorlanan öğrencilerdir. Temel modüllerin kullanılmasının karıştırılması ya da unutulması durumunun artışının sebebi ise yeni eklenen karar yapısıyla öğrencilerin zorlanmasıdır. Ancak Ö2, Ö6 ve Ö8 hariç diğer öğrenciler temel modülleri kullanmakta sorun yaşamamışlardır.

4.1.4. 4. Hafta Bulguları

Dördüncü hafta yapılan etkinlikler ise önceki hafta etkinliklerinin biraz daha gelişmiş ve özelleştirilmiş halleridir. İlk etkinlikte önceki haftaların da bir hatırlatması olması amacıyla yine düz bir yol üzerinde havuçların toplatılması istenilen bu etkinlik için toplamda 3 tane hatanın yapılmıştır. Her birinde toplamda 4 tane hatanın yapıldığı 4. ve 5. etkinliklerde ise en çok hata yapılan etkinliklerdir. 4. etkinlikte bitiş noktasına ulaşana kadar rastgele üretilen ürünlerin toplanması ve bu esnada sağa ve sola dönmesi gerekmektedir. 5. etkinlikte ise öğrenciye sadece başlangıç ve bitiş noktası kareleri ile iki tane rastgele üretilen ürünlerin olduğu boş bir harita verilmiştir. 8, 9 ve 10 numaralı etkinlikler ise öğrenciler için o ana kadar 3D ADEN sistemi içerisinde karşılaştıkları en zor etkinliklerdir. Ancak bahsi geçen bu üç etkinlik için sırasıyla 2, 3 ve 1 adet yanlış yapılmıştır. Tablo 4.13'te ise 4. Haftada yapılan hata sayıları verilmiştir. Ö1, Ö2, Ö6, Ö8 ve Ö10 belirlenen zaman dilimi içerisinde son etkinliklere gelememişlerdir. Ö2 son iki etkinliği bitirememişken, Ö6 ise son dört etkinliği gerçekleştirememiştir. Bahsi geçen etkinlikleri temsilen “-” işareti konulmuştur.

Tablo 4.13. 4. Hafta etkinliklerinde yapılan hata sayıları

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Toplam
1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	4
5	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	4
6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	2	-	0	0	1	0	1	0	0	1	6
10	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Toplam	5	9	3	0	1	2	1	0	1	3	26

Dördüncü hafta Anadolu Üniversitesi bünyesinde gerçekleştirilen etkinlikler sırasında veliler okulda beklemek durumunda kalmışlardır. Ö6'nın önceki hafta yaşadığı endişe durumuna ek olarak araştırmanın gerçekleştirildiği etkinlik sırasında Ö6'nın babası da araştırma yapılan ortamda beklemek istemiştir. Bu durumun da Ö6'nın üzerinde fazladan bir stres kaynağı yaratmış olabileceği düşünülmüştür.

Dördüncü hafta etkinliklerinde toplamda 9 hata ile Ö2 en çok hataya sahip öğrenci iken Ö4, Ö5 ve Ö7 ise hiç hata yapmadan etkinlikleri başarılı bir şekilde bitirmişlerdir (Tablo 4.13). Öğrencilerin yaptıkları hataların logları incelendiğinde ise öğrencilerin önceki haftalara benzer şekilde döngü yapılarını ve karar yapılarını kullanmakta zorlandıkları görülmüştür. Tablo 4.14'te ise dördüncü hafta etkinlikleri için haracan toplam süre bilgileri verilmiştir. Tablo 4.14 incelendiğinde öğrenciler en çok, toplamda 3 hatanın yapıldığı ikinci etkinlikte yaklaşık 78 dakika harcamışlardır. Ardından toplamda 4 hatanın yapıldığı 5. etkinikte yaklaşık 75 dakika harcanmıştır. Önceki haftaya kıyasla etkinlikler için harcanan toplam sürelerin birbirlerinden ayrılma sebebi ise öğrencilerin etkinlikleri bitirememelerinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla 1 saatlik dilim içerisinde başarıyla bitirilen etkinlikler sürecin tamamına yayılmıştır.

Tablo 4.14. 3. Hafta etkinliklerinde harcanan süreler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Toplam(dk)	55,27	77,57	70,88	68,35	74,73	65,60	53,20	60,88	54,75	34,03

Tablo 4.15'de ise ikinci hafta etkinliklerinin çözümü için oluşturulması beklenen ideal algoritma yapısında kullanılması gereken modül sayısı ile öğrencilerin kullandıkları modül sayılarının tablosu verilmiştir. Tablo 4.18 incelendiğinde tüm etkinlikler için ideal algoritma yapısının kurulması için toplamda 164 modülün gerekli olduğu görülmektedir. Ortalama olarak 165 modülün kullanıldığı üçüncü haftada Ö7 ve Ö3, 168 modül kullanarak ideal yapıdan 4 modül fark ile en çok uzaklaşan öğrencilerdir. Ö5 ise 1 fark ile ideale en yakın algoritmaları kuran öğrencidir.

Tablo 4.15. 4. Hafta etkinliklerinin çözümü için kullanılan modüllerin sayısı

Etkinlik	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ortalama	İdeal
1	12	15	12	15	12	12	12	12	15	12	12,9	12
2	15	15	16	15	15	16	16	15	15	16	15,4	15
3	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14,1	14
4	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18,0	18
5	16	15	15	15	15	15	15	15	15	17	15,3	15
6	16	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15,6	15
7	15	15	15	15	15	-	15	15	15	20	14,0	15
8	20	16	19	17	17	-	19	17	16	16	15,7	16
9	17	-	17	17	17	-	17	17	17	17	17,0	17
10	-	-	27	27	27	-	27	-	27	-	27,0	27
Toplam	144	128	168	168	165	90	168	138	167	145	165,0	164

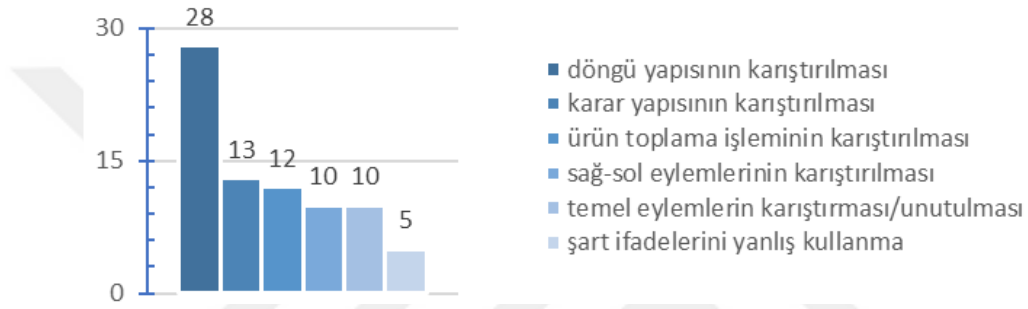
Tablo 4.15'in verileri incelendiğinde 8 numaralı etkinlik için Ö5'in kurduğu fazla algoritma yüzünden toplam ideal modül sayısını 1 farkla kaçırdığı görülecektir. Bu durumun sebebi ise ilgili etkinlikte Ö5, karar yapısından bağımsız olarak ele alınması gereken ilerle modülünü karar yapısının hem doğru kısmına hem de yanlış kısmına yerleştirmiştir. Dolayısıyla 1 tane kullanması gereken modülden iki tane kullanmıştır. Ek olarak ilgili etkinlikte Ö8'de aynı hatayı yapmıştır. Ö7 ise 8. Etkinlikte karakteri ilk önce temel modüller yardımıyla dönme noktasına kadar ilerletmiş ardından tekrar yapıları ile ürünleri toplayarak bitir bayrağına ulaşmayı tercih etmiştir. Ö9 ise fazladan 3 modül kullandığı 1. etkinlikte ise karakterin suya bakan yönünü iki tane sağa/sola dön modülü ile çevirebilecekken döngü yardımıyla karakteri döndürmeyi seçmiştir. Ö9'u Ö5'ten ayıran nokta ise Ö9'un yaptıklarının bilincinde olmasıdır.

Tablo 4.16'da ise dördüncü hafta etkinlikleri için araştırmacı tarafından yapılan rubrik değerlendirmesine yönelik puanlar ile puanların yüzdelik olarak çevrilmiş hali verilmiştir. 4. Hafta değerlendirmesine göre %90 ile Ö9 en yüksek puanları alan öğrenci iken %52,9 ile Ö6 en düşük puanı alan öğrenci olmuştur.

Tablo 4.16. 4. Hafta rubrik değerlendirmesi

	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Maksimum
Puan	112	105	145	150	155	90	150	141	153	125	170
%	65,9	61,8	85,3	88,2	91,2	52,9	88,2	82,9	90,0	73,5	%100

4. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “algoritma” temasına ait alt temalar Şekil 4.4’te verilmiştir. Algoritma ana teması incelendiğinde öğrencilerin en çok döngü yapısını karıştırdıkları, ardından da karar yapısını karıştırdıkları görülmektedir. Üçüncü haftanın tersinin söz konusu olduğu dördüncü haftada karar yapılarının daha az karıştırılmış olma sebepleri arasında karar yapılarının daha az tercih edilmesi gelmektedir. Devamında ise sırasıyla ürün toplama işleminin, temel eylemlerin, sağ sol eylemlerinin karıştırılması ve en son olarak da şart ifadelerinin yanlış kullanılması gelmektedir.



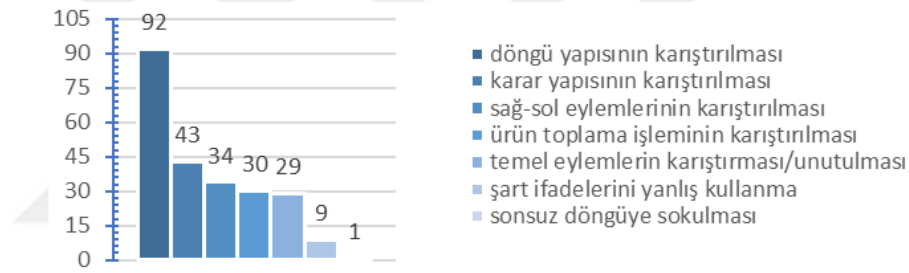
Şekil 4.4. 4. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları

Dördüncü hafta etkinliklerinde önceki haftaların birleşiminden oluşan çeşitli etkinlikler öğrencilere sunulmuştur. Algoritma tasarımı kurmak anlamında yapılan gözlemlere göre Ö9 hariç tüm öğrenciler çeşitli şekillerde döngü yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Aynı zamanda Ö5 hariç tüm öğrenciler yeni gelen karar yapılarını kurmakta zorlanmışlardır. Sırasıyla döngü yapısının oluşturulmasında en çok zorlanan öğrenciler Ö6, Ö2 ve Ö4 olmuştur. Ö1, Ö2 ve Ö6 ise karar yapılarında en çok zorlanan öğrencilerdir. Son hafta etkinliklerinde temel modüllerin kullanımı ile ilgili çeşitli şekillerde sorunlar yaşanmıştır. Temel modüllerin kullanımını unutan ya da karıştıran öğrencilerin başında Ö2 gelmektedir. Ürün toplama işlemlerini karıştıran öğrencilerin başında ise Ö5 gelmektedir. Ö9 ve Ö5 ise dördüncü hafta etkinlikleri içerisinde sırasıyla en az zorlanan öğrenciler olmuşlardır.

4.1.5. Genel Değerlendirme

3D ADEN sisteminden alınan hata verilere göre öğrencilerin ilk hafta ortalama hata sayısı 6,6 iken, ikinci hafta 4,2’ye düşmüştür. Üçüncü hafta 4,6’ya yükselen ortalama hata

sayısı ise son haftaya gelindiğinde 2,3'e düşmüştür. Şekil 4.5'de dört haftalık süreç içerisinde “algoritma” ana teması çerçevesinde oluşturulmuş alt temalar verilmiştir. Şekil 4.5'de görülebileceği üzere algoritma konusunda öğrenciler en çok ilk haftadan itibaren gördükleri döngü yapıları ile ilgili hatalar yapmışlardır. İkinci en çok yanlış yaptıkları konu ise üçüncü haftadan itibaren görmeye başladıkları karar yapıları ile ilgili olmuştur. Her iki tema içerisinde de gerek modül bağlantı yapısını karıştırmaktan gerekse de döngü ve karar yapılarını yanlış kullanmaktan kaynaklanan hatalar yapmışlardır. Algoritma teması içerisinde diğer en çok hata yapılan konu ise “sağa dön” ve “sola dön” temel modüllerinin karıştırılmasıdır. Öğrenciler karakterin ne zaman dönmesi gerektiğini karıştırmış ya da karakterin bir yöne dönmesinin hemen ardından ilerlemesi gereken durumlarda ilerlemesini unutup ardından yine dönmesini sağlamışlardır. Bu nedenle de karakterin engellere çarpması gibi sonuçlar yaşanmıştır.



Şekil 4.5. 4. Haftaya ilişkin algoritma temasının alt temaları

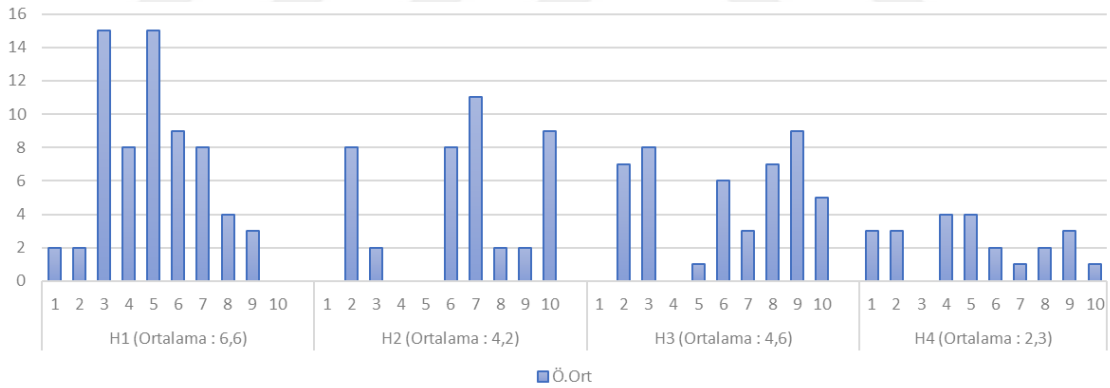
Etkinlik sürecine ikinci haftadan itibaren dahil olan ürün toplama modüllerinin kullanımının karıştırılması ise süreç içerisinde karşılaşılan bir diğer problemidir. Öğrenciler döngü yapıları ile beraber kullanılmasından bağımsız bir şekilde ürün toplama temel modüllerini karıştırmışlardır. Temel modülleri kullanırken kaç tane ürün toplanılacağı ve algoritmanın ne sıra ile kurulacağı belirlenmesi sırasında hatalar yaşanmıştır. Benzer şekilde döngüler ile birlikte ürün toplama modüllerinin yanlış kullanıldığı davranışlar da görülmüştür.

Öğrenciler temel modülleri kullanırken de çeşitli şekillerde hatalar yapmışlardır. Örneğin, harita üzerinde karakter ilerlemeli, varsa havuç toplamalı ve varsa dönmelidir. En karmaşık yapıda bile karakterin kullanacağı temel modüller bu üç kategoriye ayrılabilir. Ancak bazı durumlarda öğrenciler algoritmalarını kurarken temel modüllerin herhangi birini kullanmamaktadırlar. Örneğin ileride yol var olduğu sürece ilerlemesi

gereken döngü bağlantısında temel “ilerle” modülünün eksik olduğunu fark edememektedirler. Benzer şekilde karmaşık yapılardan bağımsız olarak temel modülleri kullanırken bile öğrenciler bazen modüllerin sayısını ya da yapması gereken eylemin sırasını ve zamanını kestirememektedirler. Algoritma konusunda yaşanan bir diğer sorun ise ikinci hafta etkinlikleri içerisinde Ö2’nin kurduğu algoritma ile karakteri sonsuz döngüye sokmasıdır.

4 haftalık etkinlik süreci içerisinde Ö6, özellikle üçüncü hafta yoğun bir şekilde huzursuz olduğunu belirten davranışlar sergilemeye başlamıştır. Ö6, modülleri birleştirmede, çıkartmada ya da masaya koymada biraz daha özensiz hale gelmiş, sürekli olarak bacaklarını titretme eylemi sergilemiştir. Araştırmacı, Ö6’nın 3D ADEN sistemini kullanırken zorlandığını, dolayısıyla da endişeli tavırlar sergilediğini düşünmüştür.

Şekil 4.6’da öğrencilerin haftalık olarak etkinliklerde yaptıkları toplam hataların grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde hata sayılarındaki haftalık olarak azalma göze çarpmaktadır. Ancak daha önceden de belirtildiği gibi etkinlikleri tamamlayamayan öğrencilerden dolayı hata sayılarında azalma durumu söz konusudur.

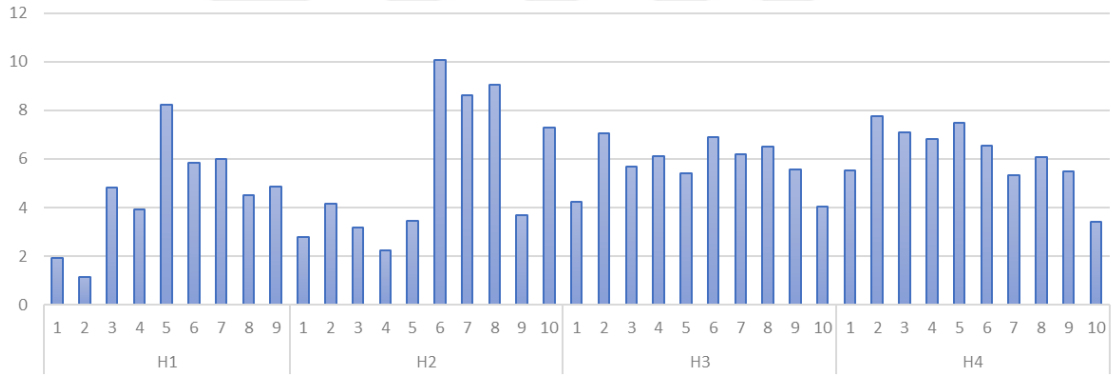


Şekil 4.6. Etkinlik başına düşen toplam hata sayısı

Şekil 4.6 incelendiğinde 7 etkinlik için hiç hata yapılmadığı görülmektedir. Ancak hata yapılmayan etkinliklerin 6 tanesinde öğrencilere hata ayıklama ya da soru sorma amacıyla hazır modül bağlantısı verilmiştir. Bununla birlikte 40 etkinliğin 20 tanesi hata ayıklama ve soru sorma etkinliğine ayrılmıştır. Öğrencilere hazır bağlantı verilen 20 tane etkinlik içerisinde 6’sında hiç hata yapmamışlardır.

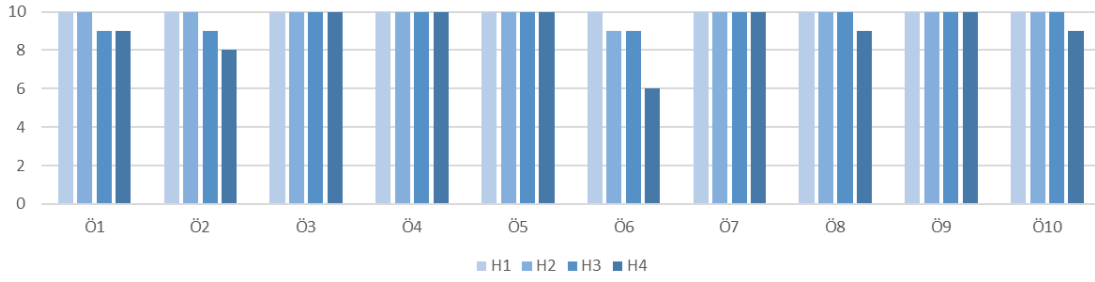
3D ADEN sisteminden alınan süre verilere göre oluşturulan Şekil 4.7’de ise haftalık olarak etkinliklere ayrılan süreler dakika cinsinden verilmiştir. Grafikte de görülebileceği

gibi ilk haftanın üçüncü etkinliğinde bir anda yükselen bir grafik durumu söz konusudur. İlgili yükselmenin sebebi ise karakterin artık düz hareket etmemesi; sağa ve sola da dönmesidir. İlk haftanın 5. etkinliği ile beraber sürece dahil olan for döngüsü yapısı ile öğrenciler yine zorlanmışlardır ancak ilerleyen kısımlarda etkinlik başına harcanan süre aşama aşama azalmıştır. İkinci haftanın ikinci etkinliğiyle beraber sürece dahil olan ürün toplama modülleri ile birlikte öğrenciler yine zorlanmışlardır. Aynı zamanda 2. haftanın 4. etkinliği ile beraber while döngüleri de sürece dahil olmuştur. Ancak ikinci haftanın 6. etkinliğe gelene kadar devam eden süreçte bir denge durumu söz konusudur. 6. etkinlik ile beraber sürece soru işaretleri dahil olmuştur. 2. haftanın son üç etkinliğinde ise dışarıdan içeriye doğru daralan bir spiral yapıya sahip labirent etkinlikleri devreye girmiştir. Üçüncü haftanın ilk etkinliği ile sürece dahil olan karar yapılarıyla beraber öğrenciler yine zorlanmıştır ancak aşama aşama bu zorlanma durumu da bir dengeye kavuşmuştur. İlerleyen etkinliklerde de bu denge durumu nispeten korunmuştur.



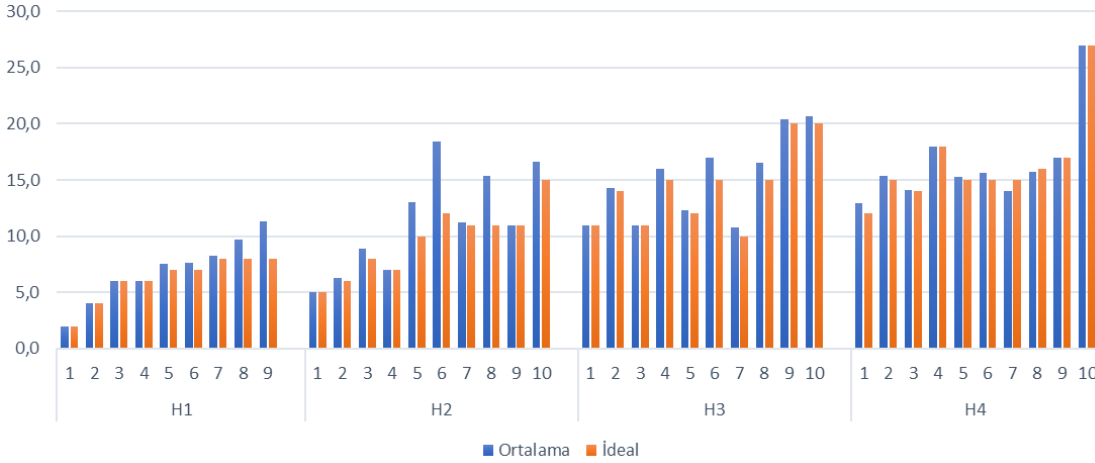
Şekil 4.7. Öğrencilerin ortalama olarak etkinliklerde harcadıkları süreler

Şekil 4.8’de ise öğrencilerin haftalık olarak bitirebildikleri etkinliklerin grafiği verilmiştir. Grafiğe göre Ö6’nın ikinci haftadan itibaren, Ö1 ve Ö2’nin ise üçüncü haftadan itibaren etkinlikleri bitiremedikleri görülmektedir. Ö8 ve Ö10 ise son haftanın son etkinliklerini belirlenen zaman içerisinde bitirememiştir. Etkinliklerin planlanan zamanda bitmemesinin ardında yatan temel sebeplerin başında etkinliklerin öğrencilere zor gelmesi görülmektedir.



Şekil 4.8. Haftalık olarak bitirilen etkinlik sayısı

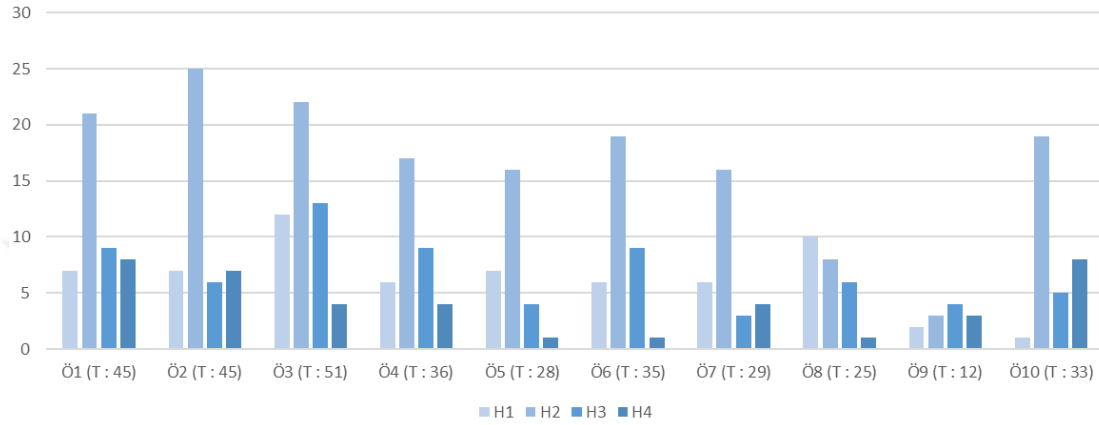
3D ADEN sisteminden alınan modül kullanım verilerinin etkinliklere göre ortalamalarının ve etkinliklerin geçilmesi için oluşturulması beklenen ideal modül kullanım sayılarının karşılaştırılması amacıyla oluşturulmuş Şekil 4.9'daki grafik incelendiğinde ise her iki veri için de paralellik durumu görülmektedir. Her ne kadar ilk iki hafta içerisinde ideal ile ortalama arasındaki fark özellikle 2. haftanın 6. etkinliği ile birlikte en yüksek noktasına ulaşmış olsa da son haftalarda dengeye kavuştuğu görülmektedir.



Şekil 4.9. Haftalık etkinliklere göre ideal modül sayısının ve öğrencilerin kullandıkları ortalama modül sayılarının kıyaslanması

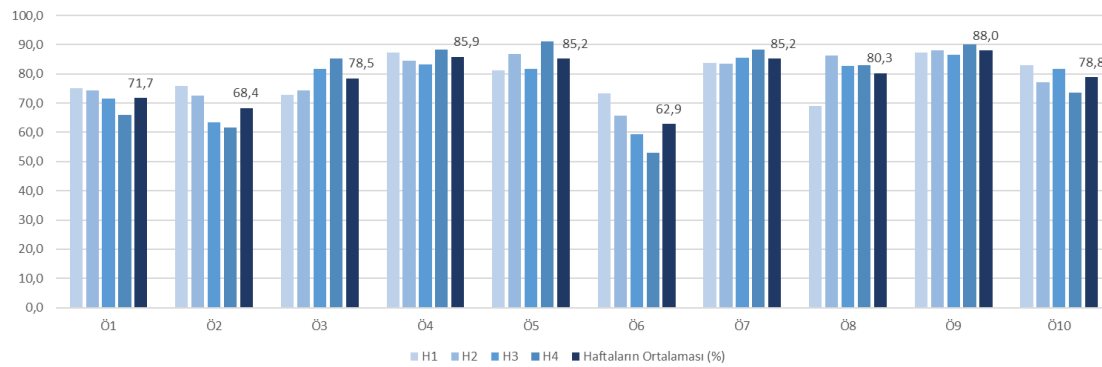
Şekil 4.9'daki grafiğin daha iyi yorumlanabilmesi için öğrencilerin ideal algoritma bağlantısı için kullanılması gereken modül sayısından ne kadar fazla ya da eksik modül kullandığının sayısı belirlenmiştir. Belirlenen farklar her hafta için ayrı ayrı toplanarak Şekil 4.10'daki grafik oluşturulmuştur. Örneğin Ö9 için birinci hafta genelinde toplam ideal modül bağlantı sayısından 2 modül daha fazla kullandığı görülmektedir. Sırasıyla

diğer haftalar için de 3, 4 ve 2 modül daha fazla kullanmıştır. Toplamda 4 hafta boyunca ideal yapıya kıyasla 12 modül fazla kullanan Ö9'u 28 modül fazla kullanan Ö5 takip etmektedir. Ö8 her ne kadar 25 modül fazla kullanmış olsa da Ö8, Ö10 son etkinlikleri gerçekleştirememişlerdir. Benzer şekilde Ö1, Ö2 ve Ö6'da son etkinliklere yetişememiştir. İlgili grafiğe göre Ö3 en fazla ideal yapıdan uzaklaşan öğrenci olmuştur.



Şekil 4.10. Haftalık olarak ideal modül bağlantı sayısından ne kadar uzaklaşıldığının öğrencilere göre belirlenmesi

Şekil 4.11'de ise öğrencilerin rubrik değerlendirmeden aldıkları puanların yüzdelik karşılıkları verilmiştir. Her öğrenci grubunun son sütununda ise dört haftanın ortalaması verilmiştir. Ö2 ve Ö6 için bir düşüş durumu söz konusuysen, Ö3, Ö5 ve Ö8 için bir artış durumu, Ö4, Ö7 ve Ö9 için ise bir denge durumu söz konusudur. Ö1 ve Ö10 için ise nispeten bir düşüş söz konusudur.



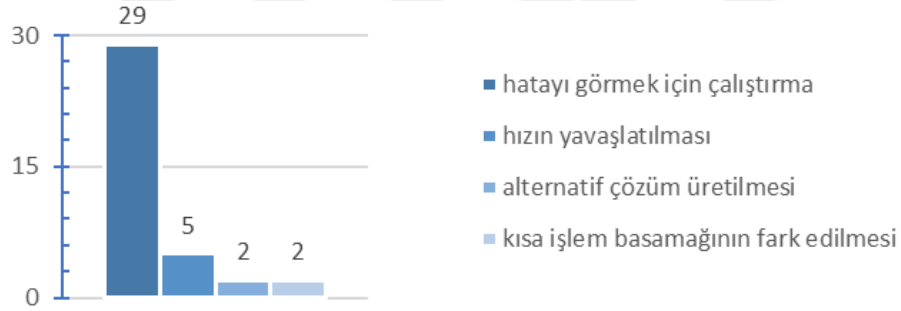
Şekil 4.11. Haftalık rubrik değerlendirme puanlarının yüzdelik olarak verilmesi

4.2. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Kullanımı Sırasında Verilen Problem Durumlarını Çözmede Öğrencilerin Kullandıkları Stratejiler İle İlgili Bulgular

Yapılan çalışmada 4 haftalık süreç içerisinde tutulan video kayıtlarına ek olarak öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmelerinin sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda problem durumlarını çözmede öğrencilerin kullandıkları stratejiler belirlenmiştir.

4.2.1. “1. Hafta” Bulguları

1. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “problem çözme” teması çerçevesinde oluşturulmuş alt temalar Şekil 4.12’de verilmiştir. Öğrenciler kendilerine verilen durum ile ilgili hata yaptıklarında, yaptıkları hatanın nereden kaynaklandığını görmek ve problemi çözmek adına süreci tekrar deneyimlemek için etkinliği tekrar çalıştırma yolunu seçmişlerdir.



Şekil 4.12. 1. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.

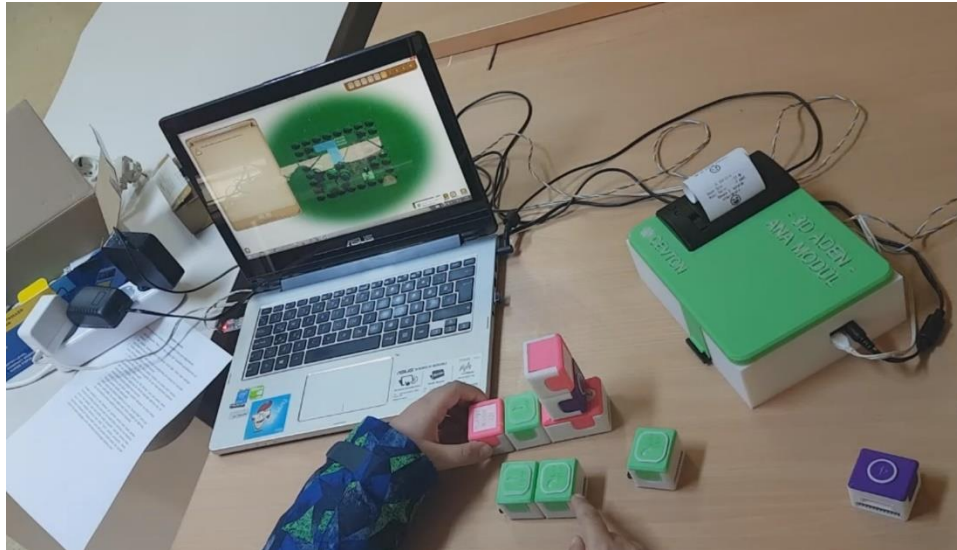
Ö4, Ö5, Ö7, Ö9 ve Ö10 hariç diğer öğrenciler aynı zamanda etkinliklerin hızı yavaşlatmayı tercih etmişlerdir. 8. etkinlikte ise bitiş noktasına ulaşmak için iki farklı yol bulunmaktadır. Her ne kadar her iki yoldan da bitiş bayrağına ulaşmak için üzerine gelinmesi gereken kare sayısı aynı olsa da hareket ve modül kullanımı açısından karakterin yüzünün baktığı yol daha kısa bir yoldur. Her ne kadar ilgili soruda kimse ideal çözüme ulaşamamış olsa da Ö5 ve Ö9 hariç tüm öğrenciler karakterin baktığı yolun aksine ilk hareketini karakteri çevirerek yapmayı tercih etmişlerdir. Konu ile ilgili Ö8’in görüşü şu şekildedir:

“Biri uzun diğeri kısa iki yol var. Buradaki yol böyle dolambaçlı (eliyle kısa yolu işaret ediyor) ama burada bir kere dönüyorsun sonra bir kere daha dönüyorsun ve sonuca ulaşıyorsun (aslında uzun olan yolu işaret ediyor). Diğerinde daha çok dönme var.”

Ö9’a ise daha az modül sayısının kullanılabileceği yolu tercih ettiğinde ise neden bu yolu seçtiği sorulmuştur. Ö9 ise şu şekilde cevaplamıştır:

“Modül sayısı açısından burası daha az oluyor. Çünkü burada (eliyle karakterin sağında yer alan yolu işaret ediyor) bir kere dönüyor sonra ilerliyor sonra yine dönüyor ve ilerliyor. Burada (karakterin yüzünün baktığı yolu işaret ediyor) ise ilerliyor ve bir kere dönüyor.”

İlk haftanın 5. etkinliğinde ise Ö5 ve Ö7 kendilerine verilen tekrarlı yapısı yerine temel modüller yardımıyla çözüme ulaşmak istemişlerdir. Dolayısıyla alternatif bir çözüm üretmiş olsalar bile algoritma açısından tercih edilmemesi gereken bir yola baş vurmuşlardır. Görsel 4.1’de 1. haftanın 6. etkinliğinde Ö4’ün ilgili problemi çözmek için kurmaya çalıştığı algoritma bağlantısı görülmektedir. Görselde de görülebileceği üzere Ö4, karakterin 5 kez ilerlemesini sağlayan döngü yapısını sol elinde tutmaktadır. Karakter 5 kez ilerledikten sonra sola dönüp bir adım ilerlediği zaman sonuca ulaşmaktadır. Ö4’ün sağ elinde ise döngü sonrasında yapılması gereken eylemlerin bağlantısı bulunmaktadır. Bir sonraki aşamada ise Ö4, son temel eylemleri döngü yapısının sonuna ekleyerek ilgili problemi çözmüştür.



Görsel 4.1. 6. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö4’ün kurduğu algoritma yapısı

4.2.2. “2. Hafta” Bulguları

2. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “problem çözme” teması çerçevesinde oluşturulmuş alt temalar Şekil 4.13’te verilmiştir.



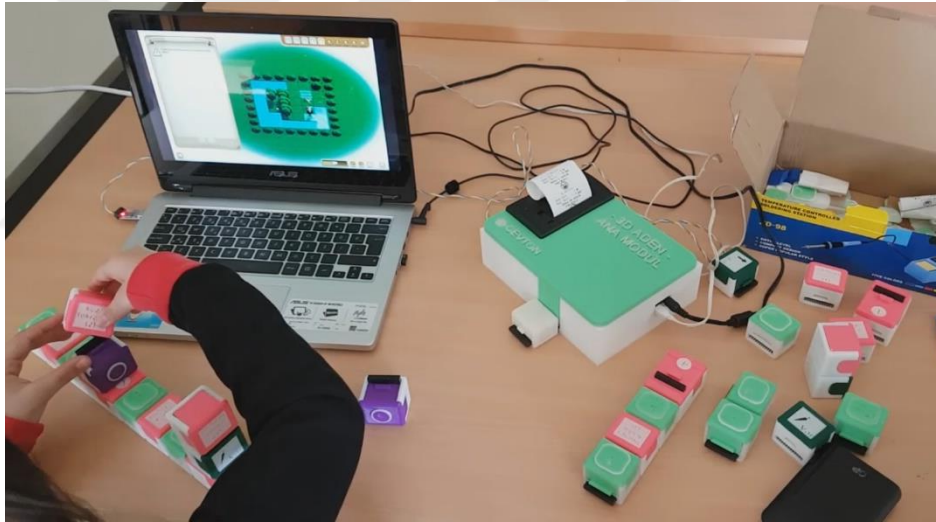
Şekil 4.13. 2. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.

İkinci haftada da verilen durum ile ilgili hata yapıldığında, hatanın nereden kaynaklandığını görmek ve problemi çözmek adına Ö5 ve Ö9 harici diğer öğrenciler süreci tekrar deneyimlemek için etkinliğin tekrar çalıştırması yolunu seçmişlerdir. Ö1, Ö4, Ö5, Ö7 ve Ö9 hariç diğer öğrenciler aynı zamanda etkinliklerin hızı yavaşlatmayı tercih etmişlerdir. Algoritma bağlantısında tekrarla yapısını kullanma konusunda Ö9 ikinci etkinlikte temel modüller yardımıyla sonuca ulaşabilecekken tekrarlı yapılar yardımıyla sonuca ulaşarak alternatif bir çözüm üretebilmiştir. Aynı şeyi deneyen Ö1 ise ideal olmayan bir bağlantı yapısı kurmuştur.

İkinci etkinlikte Ö1 karakterin iki kere ilerleme işlemini döngüye bağlamış, ardından da tek tek ürün toplamış ve karakteri ilerletmiştir. Sadece temel modülleri kullanarak daha kısa bir algoritma yapısı kurabilecekken Ö1 tekrarlı nesneleri verimsiz bir şekilde kullanmıştır. Neden böyle bir yol izlediği sorulduğunda ise “tavşan iki kere ilerliyor ardından marul topluyor” demiştir. Ö1, bir önceki etkinlikte tekrarlı yapılar ile karakteri ilerletmiş, ikinci etkinlikte de eylemini devam ettirmek istemiştir. Ancak kurduğu yapının ideal olmadığını fark edememiştir. Aynı etkinlikte Ö10 ise ileride yol var olduğu sürece ilerleyen algoritma bağlantısının ardından lahana topla modülü eklemiştir. Ö10’un kurduğu algoritma yapısına göre karakter ileride yol olduğu süre boyunca ilerleyecektir. Dolayısıyla bitir bayrağına ulaşana kadar ilerleyecek ve hiç lahana toplayamayacaktır. Ö10, ileride yol var olduğu sürece ilerle modül bağlantısını kurduktan sonra kendisini şu şekilde ifade etmiştir: “ilerde yol var mı? (fare imlecini bir sonraki boş

kareye götürmüştür). Var. İleride yol var mı? (fare imlecini lahananın üzerine götürmüştür) Yok. (Bir süre düşündükten sonra) Çarpmaz o zaman” demiş ve ardından lahana topla modül bağlantısını sisteme eklemiştir. Ö10 karakterin lahanaya gelince çarpacağını, engel durumu ile karşılaşacağı için karakterin döngüden çıkıp lahana toplayacağını düşünerek hareket etmiştir.

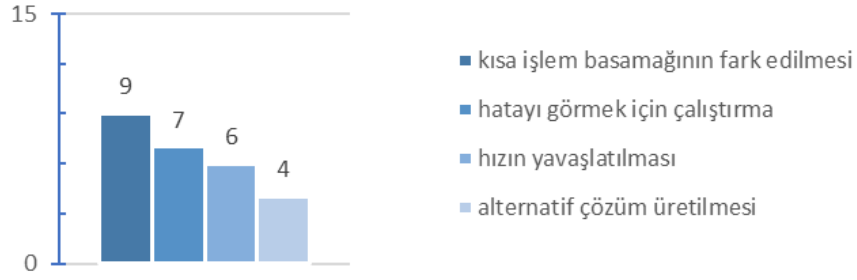
Görsel 4.2’de 2. haftanın 5. etkinliğinde Ö8’in ilgili problemi çözmek için kurmaya çalıştığı algoritma bağlantısı görülmektedir. Görselde de görülebileceği üzere Ö8, havuç var olduğu sürece havuç toplayan ardından bir adım ilerleyen algoritma yapısını kurmuştur. Görselin alındığı anda Ö8, 2 kez havuç topla döngü yapısının son bağlantısını kurmaktadır. Ö8’in kurduğu algoritmanın son basamağında ise bir adet ilerle modül bağlantısı bulunmaktadır. Ö8’in bu algoritma tasarımına göre karakter önce 3 tane olan havuç için while döngü yapısını tercih etmiştir. Ardından gelen 2 tane havuç için ise for döngü yapısını tercih etmiştir.



Görsel 4.2. 5. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö8’in kurduğu algoritma yapısı

4.2.3. “3. Hafta” Bulguları

3. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “problem çözme” teması çerçevesinde oluşturulmuş alt temalar Şekil 4.14’te verilmiştir. 3. hafta bulguları arasında verilen problem durumunu çözmek için öğrenciler kısa işlem basamaklarını daha çok fark etmişlerdir. Döngü yapılarını kullanarak daha kısa algoritma tasarımları üretebilme ya da en az modül kullanımı gibi davranışlar sergilemişlerdir.



Şekil 4.14. 3. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.

Önceki haftalara benzer şekilde bu haftada da öğrenciler hata yaptıklarında, yaptıkları hatanın nereden kaynaklandığını görmek ve problemi çözmek için etkinliği tekrar çalıştırmışlardır. Ö4, Ö5, Ö7 ve Ö9 hariç diğer öğrenciler aynı zamanda etkinliklerin hızı yavaşlatmayı tercih etmişlerdir. Ö10’un ise 3. etkinlikte kendisine hata ayıklaması için verilen karar yapısında değişikliğe giderek alternatif bir algoritma yapısı kurmuştur ancak kurduğu algoritma yapısında her ne kadar sonuca götürse de sistem kaynaklarını verimli kullanması açısından zayıf bir yaklaşımdır. Dolayısıyla yaptığı algoritma tasarımının daha da verimli hale getirilebileceği bilgisi kendisiyle paylaşılmış, ancak yol ile ilgili bilgi verilmemiştir. Ö10 daha sonra bu yapıyı çözmek adına ilgili değişikliği görmüş ve daha kısa işlem basamağına sahip bir algoritma tasarımı oluşturmuştur. 6. etkinlikte fazlasıyla süre harcayan Ö6 bu nedenle son iki etkinliği bitirememiştir. Ö6’nın 6. etkinlikte yaşadığı kafa karışıklığı şu şekildedir:

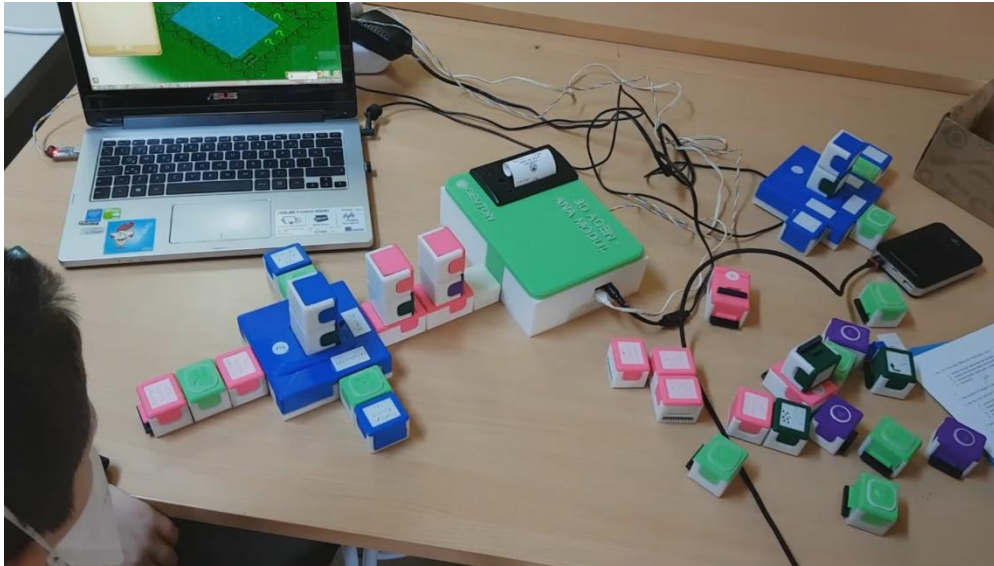
“İlerde yol olduğu sürece ilerle. Ondan sonra duracak şu kısımda (karakterin karşısına çıkan ilk soru işaretinin üzerine geldiğini işaret ediyor. Ardından modül bağlantısına bakıyor) ileride yol olduğu... Hımm (karar yapılarını eline alarak) ileride lahana olduğu sürece. İleride lahana olduğu sürece yine bu kısımlar aynı kalacak (diyerek karar yapısının doğru olduğunu anlatmaya çalışıyor)”

Ö6, ileride yol var olduğu sürece ilerle döngü bağlantısı ile lahana var olduğu sürece lahana topla döngü bağlantısını karıştırmıştır. Ayrıca bu söylemlerini döngü yapılarına değil, karar yapılarını eliyle tutarken söylemiştir. Ö6, karar yapıları ile ilgili ileride lahana olduğu sürece şeklinde bir düşünce yapısı içerisine girmiştir. Konu ile ilgili Ö6’nın fazlasıyla zorlandığı fark edilmiş, ilgili dönüt ve düzeltme verilmiştir. Üçüncü hafta etkinliklerinde hiç hata yapmayan Ö4 ise 6. etkinlikteki kısa işlem basamağını fark etmiş ve alternatif bir çözüm ile etkinliğe yaklaşmıştır. İdeale yakın bir algoritma tasarımı

yapan Ö4, algoritmasını test etmeden önce hata ayıklama işlemini şu şekilde gerçekleştirmiştir:

“Şimdi başlangıç noktasında kendisine soruyor. Lahana var mı? Yoksa havuç topla. Hiç biri yok o zaman ilerle. Bu birinci tekrar oldu. Sonra şurada şu an (eliyle tavşanın ilerleyeceği yeni konumu göstermektedir). Sonra kendisine yeniden soruyor, lahana var mı? varsa topla, yoksa topla, ilerle (herhangi bir toplanacak ürün olmadığına farkında dolayısıyla hızlıca kafasından ilerletiyor ve imleci yeni kare üzerine getiriyor). Şimdi iki oldu. Yine bunlardan hiçbirini yok. İlerledi. Üç oldu. Şuraya geldi (sarı soru işaretinin üzerine imleci getirdi). Lahana var ise lahana topla yoksa havuç topla. Tamam topladı. İlerledi. (karakterin duvara çarpacağını fark ediyor). Burada bir sağa dön olması lazım.”

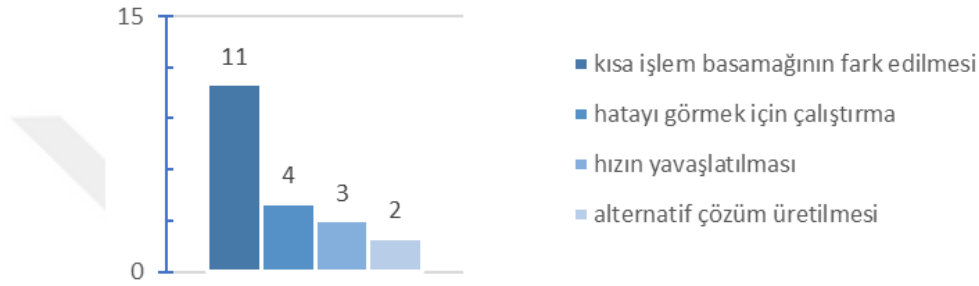
Görsel 4.3'te 3. haftanın 4. etkinliğinde Ö5'in ilgili problemi çözmek için kurmaya çalıştığı algoritma bağlantısı görülmektedir. Görselde de görülebileceği üzere Ö5; “ileride yol var olduğu sürece, eğer lahana var ise lahana toplayan yoksa da ilerleyen döngü yapısının ardından sola dönen” eylem serisini iki kez tekrarlayan algoritma bağlantısı kurmuştur. Bu bağlantı yapısı her ne kadar karakteri sonuca götürse de Ö5 bu etkinlikte ideal olmayan bir bağlantı yapısı kurmuştur. Bu yapıya göre karakterin ilerlemesi lahananın olmaması durumuna bağlanmıştır. İdeal bir algoritma tasarımının yapılması için karakterin lahana durumundan bağımsız bir şekilde ilerlemesi gerekmektedir. Dolayısıyla algoritma anlamında sisteme fazladan iş yükü verilmiştir.



Görsel 4.3. 4. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö5'in kurduğu algoritma yapısı

4.2.4. “4. Hafta” Bulguları

4. haftanın gözlemlerinden oluşturulan “problem çözme” teması çerçevesinde oluşturulmuş alt temalar Şekil 4.15’de verilmiştir. 4. hafta bulguları arasında verilen problem durumunu çözmek için öğrenciler en çok kısa işlem basamaklarını tercih etmişlerdir. Döngü yapılarını kullanarak daha kısa algoritma tasarımları üretebilme ya da en az modül kullanımı gibi davranışlar sergilemişlerdir. Son haftaya gelindiğinde ise “kısa işlem basamaklarının fark edilmesi”nin önceki haftalara göre arttığı görülmektedir.



Şekil 4.15. 4. hafta “problem çözme” temasına ait alt temalar.

Öğrenciler dördüncü hafta etkinliklerinde de hata yaptıklarında, yaptıkları hatanın nereden kaynaklandığını görmek ve problemi çözmek için etkinliği tekrar çalıştırmışlardır. Ö1, Ö2 ve Ö3 aynı zamanda etkinliklerin hızını yavaşlatmayı tercih etmişlerdir. 9. etkinlikte iki adet kullanılan karar yapılarını Ö9 hariç tüm öğrenciler peş peşe olacak şekilde sıralamışlardır ancak Ö9 karar yapılarını iç içe olacak şekilde kullanmıştır. 4 haftalık süreç içerisinde bu şekilde kullanım yapmak isteyen tek öğrenci Ö9 olmuştur. 4. haftanın ilk etkinliğinde öğrencilere hazır bir modül bağlantısı verilmiş, çalıştığında ne olacağı sorulmuştur. Karakterin yönünün gitmesi gereken yönün aksi istikametine baktığı bu algoritma bağlantısında temel modüllerden ilerle modülü de eksiktir. Dolayısıyla bu soru etkinliğinde öğrencilerden karakterin ilerlemeyeceğini görmeleri beklenmektedir. Soru etkinliği ile ilgili hatanın giderilmesi için karakter iki kere sağa döndürüldükten sonra ilgili yere ilerle modülünün eklenmesi gerekmektedir. 1. etkinlik ile ilgili Ö1 karakterin bitir bayrağına ulaşacağını ve tüm havuçları toplayacağını belirtmiştir. Daha sonra yaptığı hatayı fark eden Ö1, tasarım sürecini şu şekilde dile getirmiştir:

“İlk başta bitir bayrağına bakması için iki tane sağa dön takacağım. İki kere döndükten sonra beş kere ilerleyecek ama aynı zamanda da havuç toplayacak (iki tane sağa dön

modülünü doğru bir şekilde tasarımına eklemiştir). Daha sonra ilerleyecek. Ondan sonra havuç var olduğu sürece toplayacak ve bitirecek.”

Ö1 algoritma tasarımı kendisine hazır olarak verilen bağlantı üzerine kurulmuştur. Kendisine verilen bağlantıda ilerle temel modülü eksik olduğu için Ö1’in kurduğu bağlantı da istenilen sonuca ulaşmamıştır. Ö1 döngü sistemlerini karıştırmış, temel modül eksik olmasına rağmen varmış gibi davranmıştır. Ö9 ise ilgili etkinlikte hiç zorlanmadan doğru cevabı verebilmiştir. 4. haftanın son etkinliğinde 3 kere hata yapan Ö3, hızını yavaşlatmayı tercih etmiş ve hatayı görmek için sistemi tekrar çalıştırmıştır. Ö3 ilk denemesinden sonra tasarım sürecini şu şekilde dile değerlendirmiştir:

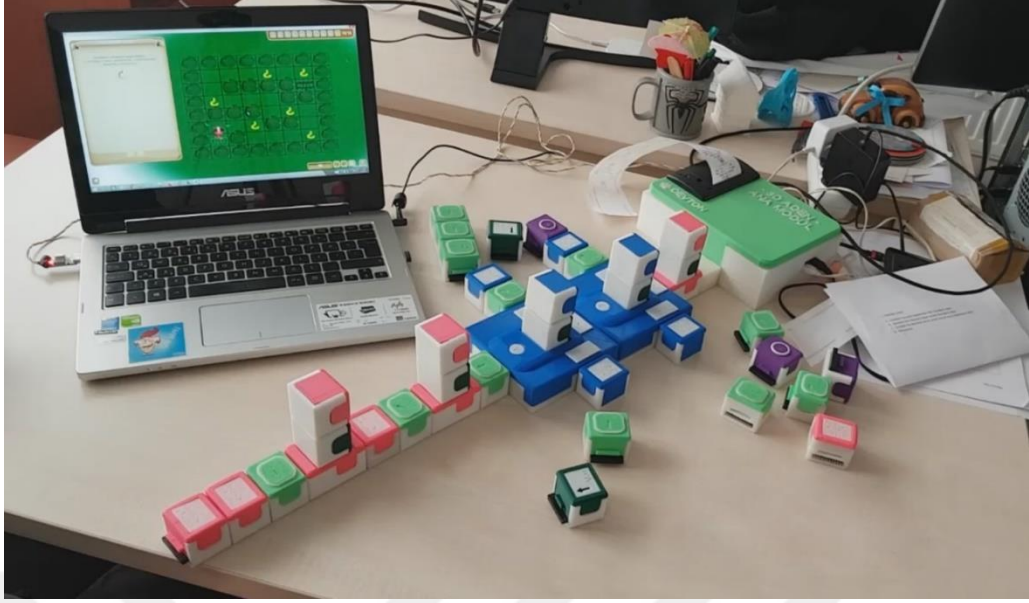
“Karakter ilerliyor. Sağda yol varsa sağa dönüyor yoksa ilerliyor (ilerleme işleminin şarta bağlı olduğunu fark edip söylemini düzeltiyor. Ayrıca ekranda karakterin ilerlediği konumu doğru bir şekilde gösteriyor). Solda yol varsa sola dönüyor yoksa ilerliyor (karakterin duvara çarpacağını fark edemiyor). Havuç varsa havuç topluyor sonra lahana varsa lahana topluyor. Sonra yine tekrarlıyor. Bu şekilde çalışır.”

Ö3 kurduğu yapı gereği karakter sağda ve solda yol yoksa her seferinde ilerleyecek bir yapı kurmuştur. Aynı zamanda ilerleme şartı olarak sağda veya solda yolun olmaması durumunu kurmuştur. Bu nedenle karakter harita tasarımı gereği bir adım ilerledikten sonra engele çarpmaktadır.

Görsel 4.4’te 4. haftanın 10. etkinliğinde Ö7’nin ilgili problemi çözmek için kurmaya çalıştığı algoritma bağlantısı görülmektedir. Görselde de görülebileceği üzere Ö7 bitir bayrağına ulaşılana kadar sırasıyla aşağıdaki eylem serisini takip ettiren algoritma bağlantısı kurmuştur;

- solda yol varsa sola dönen yoksa bir şey yapmayan,
- sağda yol varsa sağa dönen yoksa bir şey yapmayan,
- bir adım ilerleyen,
- havuç var olduğu sürece havuç toplayan,
- lahana var olduğu sürece lahana toplayan,

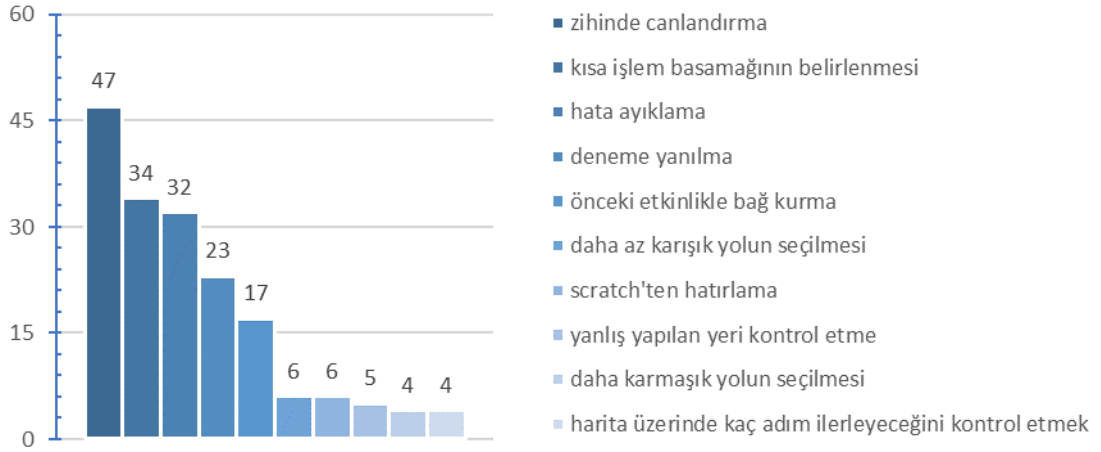
Ö7, toplamda 27 modül kullanarak karakteri bitir bayrağına ulaştırana kadar ilerleten ve yol üzerindeki tüm ürünleri toplayan bir algoritma yapısı kurmuştur.



Görsel 4.4. 10. etkinlikte verilen problem durumunu çözmek için Ö7'nin kurduğu algoritma yapısı

4.2.5. Genel Değerlendirme

Dört hafta boyunca yapılan odak grup görüşmelerinin analizi sonucunda oluşturulan “problem çözme” ana temasına ilişkin alt temalar Şekil 4.16’da verilmiştir. Şekil 4.16’da görülebileceği üzere öğrenciler etkinliklerde verilen problem durumlarını çözmek için en çok zihinde canlandırma yaptıklarını belirtmişlerdir. Diğer en çok kullanılan strateji ise kısa işlem basamağının belirlenmesi olarak ifade edilmiştir. Ardından hatanın hangi modülde olduğunu belirlenmeye çalışılması amacıyla yapılan hata ayıklama stratejisi, deneme yanılma stratejisi ve önceki etkinliklerle bağ kurma stratejisi gelmektedir.



Şekil 4.16. Odak grup görüşmelerine doğrultusunda “problem çözme” ana temasına ilişkin alt temalar.

Yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin problem durumlarını çözmeye çeşitli stratejilerden faydalandıkları görülmüştür. Öğrenciler, en çok zihinde canlandırarak problem durumlarını çözdüklerini belirtmişlerdir. Konu ile ilgili Ö1 “ilk önce nasıl olur diye düşündüm. Bu bloğu kullansam acaba ne olur diye düşündüm. Onları tasarladım. Ondan sonra da diğer blokları tasarladım.” şeklinde kendini ifade ederken Ö6 “Ben ilk önce nasıl yaparsam doğru olabileceğini düşünüm sonra bloklarda birleştirdim onları” şeklinde görüş bildirirken Ö5 “Ben ekranda kaç kare ilerleyecek ya da yapacağı hareketlerine baktım tavşanın ve ona göre blokları birleştirerek o şekilde yaptım.” şeklinde kendini ifade etmiştir. Ö10 ise zihinde canlandırma ile ilgili düşüncelerini “Ben önce tavşanı nasıl ulaştırabileceğimi düşündüm sonra onu bloklara döktüm” olarak dile getirmiştir. Ö3 ise düşüncelerini şöyle dile getirmiştir:

“Ben yanlış yaptığımda kendimi mutsuz hissediyorum ama doğrusunu bulmak için aklımda şeyler kuruyorum, bağ, o modülleri hayal ediyorum. Ondan sonra acaba nasıl yapılır diye düşünüyorum, düşünüyorum. Ondan sonra doğru sonuca ulaşıyorum.”

Yapılan gözlemler de zihinde canlandırma stratejisini destekleyecek niteliktedir. Süreç içerisinde öğrenciler hata yapmamak için daha çok düşünmeye başlamışlardır. 3D ADEN sistemi loglarından alınan kayıtlar da bu durumu destekler niteliktedir. Alınan kayıtlar doğrultusunda bir dakikada yapılan ortalama hata sayısı listelenerek Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Grafiğe göre öğrencilerin bir dakikada yaptıkları hata sayıları zamanla azalmaktadır. Örneğin ilk haftanın üçüncü etkinliğinde grafik tepe noktasına ulaşmıştır. İlgili etkinliği çözmek için toplamda yaklaşık 48 dakikanın harcanmış ve toplamda 15 yanlış yapılmıştır. Benzer bir şekilde yaklaşık 34 dakika harcanan en son

etkinlikte sadece 1 yanlış yapılmıştır. İlgili grafikte de görülebileceği gibi zamanla öğrencilerin hata yapmadan önce daha çok düşündükleri sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.17. Bir dakikada gerçekleştirilen ortalama hata sayısı

En çok kullanılan diğer bir strateji ise hata ayıklayarak problem durumlarının çözülmesidir. Konu ile ilgili Ö2 yaklaşımını şu şekilde ifade etmektedir: “Ben başı doğru ise bakıyorum, doğru ise çıkartmıyorum. İkinci modüle bakıyorum o yanlışsa onu çıkartıyorum. Öyle öyle devam ettiriyorum.”, Ö3 ise “İlk önce yanlışımı nerede yaptığımı aradım sonra oradaki blokları bakıp düzelttim yanlışımı. Eksik koyduysam tamamladım.” diyerek kendi hata ayıklama sürecini açıklamıştır. Ö5 ise “Öncelikle ekranda hatayı yaptığım noktaya baktım. Mesela bir noktada bir adım fazla ilerliyorsa nerede ilerlemişse oradaki bir tane ilerleyi çıkartarak ya da eksik bir şeyi ekleyerek yaptım” şeklinde ifade ederken Ö7 ise “Ben başı doğru ise bakıyorum, doğru ise çıkartmıyorum. İkinci modüle bakıyorum o yanlışsa onu çıkartıyorum. Öyle öyle devam ettiriyorum.” olarak ifade etmiştir. Ö8 ise düşüncelerini şu şekilde ifade etmektedir: “Yanlışsı nerede yaptığımı baktım. Karakter bir yerde mesela çalıya mı çarpıyor o yere baktım o bloğun olduğu yeri buldum sonra onu düzelttim.”

Problem çözmek için kullanılan stratejilerden bir diğeri ise kısa işlem basamağının belirlenmesidir. Bu noktada kısa olan yolun belirlenmesine ek olarak kısa olan algoritma tasarımının da belirlenmesi gibi davranışlar aynı tema altında incelenmiştir. Kısa yolun belirlenmesi ile ilgili Ö6 “var olduğu sürece ve kez tekrarla bloklarını kullandım daha kısaltmak için” şeklinde kendini ifade etmişken Ö9 “sürekli kendine soru soran blokları kullandım (tekrarla modülleri), eğer bir şey çok uzun gidiyorsa ya da sürekli tekrarlamasını istiyorsam o bloklarını kullanıyordum. Varsa yap bloklarını.” demiştir, Ö4 ise şu şekilde dile getirmiştir: “İlk önce temeller ile yaptım sonra ise ve tekrarla gibi

şeylere dönüştürmeye çalıştım. Mesela orada temel yapılar varken sonra o temel yapıları çıkartıp onun yerine tekrarlayı koymaya çalıştım”. Ö1 ise yaklaşımını şu şekilde ifade etmektedir;

“İlk önce ekrana bakıp inceleyip hangi yolu seçebilirim mesela diye düşündüm. Orada bir tane böyle izleyeceğimiz yol, bir tane de başka bir yol koymuşlar. Onu da izleyebiliriz mesela. Onları dikkatlice inceleyip orada hangisi olur, nasıl olur diye düşünüp blokları bulup ondan sonra da birleştirip modüle taktım.”

Kısa işlem basamağının belirlemesi stratejisinden faydalanan Ö5 kendisini şu şekilde ifade etmiştir:

“Bugün aynısı başıma geldi ben 13 – 14 tane takmıştım. Burada mesela bir tane tekrarla modülü var, bir tane daha var burada ve bir tane daha var (Eliyle üç farklı yeri gösteriyor) bunların arasındaki bloklarla birlikte bunlar aynı oluyor mesela. Biz bunları tek tek oraya dizmek yerine onun aynısını dizdiğimiz için diğer ikisini kenara alıp ondan sonra bunu da iki kez üç kez tekrarlaya alıp ondan sonra kısa bir şekilde modüle takabiliriz.”

Öğrencilerin kullandığı bir diğer strateji ise deneme yanılma yöntemidir. Bu yöntem ile ilgili Ö4 “Ben düşündüm bir kerede kafamda tasarlayamadım o yüzden denedim.” Diyerek zihinde canlandırma stratejisinden faydalanamadığı için deneyip yanılma yolunu tercih ettiğini belirtmiştir. Konu ile ilgili Ö8 ise “Ben direkt deneyerek yanılarak yaptım, doğruyu bulana kadar deniyorum.” demiştir, Ö10 ise “Ben ilk önce bulabildiklerimi bloklar ile tasarladım sonra onu denedim tavşan üzerinde olmuyorsa da düzelttim sonra da yaptım” şeklinde kendisini ifade etmiştir.

Bir diğer problem çözme stratejisi ise önceki etkinlikler ile bağ kurulmasıdır. Ö2 yaklaşımını “6.’dan 7’ye geçtiğimizde ona benzer şeyler çıkıyor. Ben ondan örnek aldım mesela önceki seviyeden. Ona göre hareket ettim yani” şeklinde ifade ederken Ö9 “bende mesela bir önceki etkinlikte uzun bir blok parçası yaptık bir sonraki etkinlikte onun üstünü değiştirerek yapıyorum ondan sonra onun üstünden gerekli değişimleri yapıyorum” şeklinde kendini ifade etmiştir. Ö10 ise etkinlikler arasında bağ kurma ile ilgili yaklaşımını “Örneğin 7. etkinliği yaptık 8. etkinliğe geldiğimizde hani tanıdık geliyordu ya bloklar birbirlerine çok benzemiş oluyordu. Bir iki blok ekleyip çıkartıyordum ya da azaltıyordum. Çok bir şey değişmiyordu öncekinden” olarak dile getirmiştir.

Problemleri çözme aşamasında Scratch benzeri platformlardan yaralanan öğrenciler arasında yer alan Ö5 konu ile ilgili düşüncelerini “Scratch’te öğrendiklerimin katkısı oldu, Scratch’te öğrenmeseydim daha fazla zorlanabilirdim” olarak ifade etmiştir.

Ö9 ise hata ayıklama süreci ile ilgili kendisini şu şekilde ifade etmiştir:” ben orası niye olmadı diye düşünüyorum, nasıl düzeltirim diyorum. Ben sürekli yaptığım için kodlamayı sürekli yanlış çıkabiliyor. Benim için normal oluyor yani.”. Konu ile ilgili Ö2 ise “Ben ilk başta Scratch kullanıyorduk ya işte oradan biraz aklıma esti biraz da düşünerek hareket ettim, öyle öyle oldu.” demiştir. Tüm etkinlik süreci düşünüldüğünde Ö9 süreç içerisinde pek zorlanmamıştır ancak Ö2’nin zorlandığı görülmektedir. Araştırmanın yapıldığı dönem göz önünde bulundurulduğunda araştırma sürecine katılan öğrenciler bir önceki dönem Scratch eğitimi almışlardır. Kodlama süreci içerisinde hata yapmanın da olması gereken bir durum olduğu düşünülmelidir. Ö2’nin süreç içerisinde zorlanmasının pek çok sebebi olabileceği gibi sebepler arasında materyale yönelik korkuları da yer alabilir. Konu ile ilgili Ö2, ikinci hafta odak grup görüşmesinde kendisini şu şekilde ifade etmiştir:

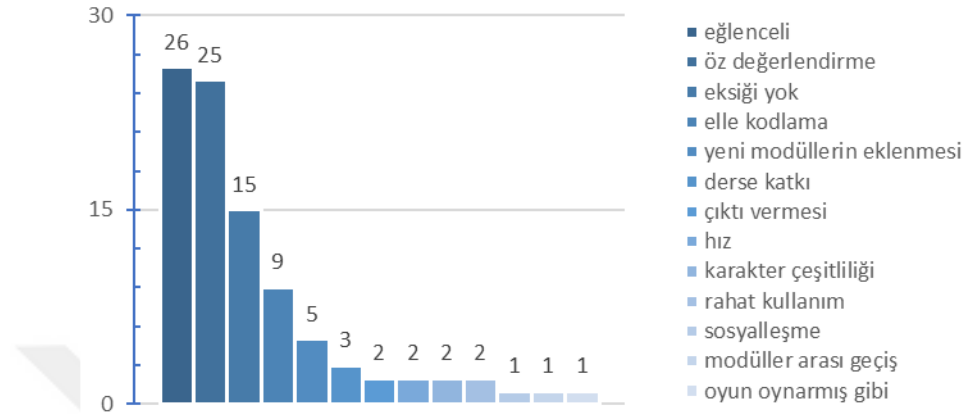
“İlk hafta ben baya korkuyordum hani hassas şeyler diyordunuz ya modüller, o yüzden ben takarken bozcam veya bir yerini kırarım diye korkuyordum. Ondan sonra bu hafta o korkuyu yendim. Halen daha bir korku oluyor içimde heyecan falan oluyor da yani bu hafta o kadar zorlanmadım.”

Bunun üzerine ilerleyen haftalarda öğrencilere daha rahat olmaları konusunda telkinler verilmiştir. Son hafta odak grup görüşmelerinde ise konu ile ilgili Ö2 “ben başta tedirgindim acaba yere düşürür müyüm diye o bloklarda biraz zorlandım ama alıştım yani geçen haftalarda. Başta heyecanlıyım ama geçen haftalarda alıştım” demiştir. Benzer şekilde Ö6 da son hafta odak grup görüşmesinde “ben kendimden emindin Scratch’e benzediği için fakat öğretmenin çıkartıp takılırken düşürebileceğim şeyi beni birazcık germiştii o kısımda ama sonra alıştım” demiştir. Süreç içerisinde materyal ile olan aşinalık sonucunda Ö2 ve Ö6’nın bu konuda rahat hissetmeleri sağlanmıştır. Dolayısıyla bahsi geçen öğrencilerin süreç içerisindeki başarısına engel olan etmenler azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak öğrencilerin her ikisi de etkinlik süreci içerisinde daha az başarılı sayılabilecek öğrencilerdir.

4.3. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Olumlu Yönlerine İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada 4 haftalık süreç içerisinde öğrenciler yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda 3D ADEN öğretim materyalinin iyi yönleri belirlenmiştir. Şekil 4.18’de görülebileceği gibi öğrenciler 3D ADEN sistemini eğlenceli bulmuşlardır. Aynı zamanda öğrenciler 3D ADEN sisteminin verdiği çıktılar ile kendi öz değerlendirmelerini yapabildiklerini vurgulamışlardır. Ayrıca şu andaki hali için

eksikliğin olmadığı belirtilmiştir. Ek olarak öğrenciler elle kodlama yapılmasını güzel bulmuşlardır. Süreç içerisinde sisteme eklenen yeni modüller ile sistemi daha çok sevdiklerini belirten öğrenciler de mevcuttur.



Şekil 4.18. 3D ADEN öğretim materyalinin iyi yönlerine ilişkin temalar.

Eğlenceli bulan öğrencilerden Ö8, 3D ADEN öğretim materyalini Scratch ile kıyaslamış ve düşüncelerini “bence bu uygulama scratch’e göre daha eğlenceli gibi geliyor. Scratch’te bilgisayar başında oyun yapmaya çalışıyoruz ama burada gerçeğini yapıyoruz. Daha eğlenceli oluyor” şeklinde ifade etmiştir. Ö9 “Scratch’e göre bloklarla yapmak daha eğlenceli” diyerek elle kodlamanın eğlenceli olduğunu belirtmiştir. Ö5 ise “ellerimizle yapmak hem daha eğlenceli hem daha kolay mesela yanlış olunca daha basit fark edebiliyorsun” demiştir. Ö10 ise;

“Scratch’e göre daha eğlenceli, orada kodlarla yazıyoruz. Burada gerçek bloklar ile kendi ellerimizle yazıyoruz. Bu benim çok hoşuma gitti. Sanaldan kod yazmak yerine ellerimizle kod yazmak daha iyi bence.”

diyerek 3D ADEN öğretim materyali ile eller kodlama yapılmasının Scratch’e göre daha güzel olduğunu belirtmiştir. Ö6 da benzer bir şekilde konu ile ilgili düşüncelerini şu şekilde dile getirmiştir:

“Bana dokunarak kendim bir şey yapmak daha eğlenceli hissettiriyor çünkü öğretmenim diğerini sanki bilgisayar yapmış gibi hissediyorsun sen hiçbir şey yapmamışsın gibi hissediyorsun sonuçta fare ile bir şey yapıyorsun ama bunda kendi ellerine bir şey yapıyorsun.”

Öğrenciler aynı zamanda 3D ADEN öğretim materyalini gerek derslerine yardımcı olacak bir kaynak olarak görmüşlerdir. Konu ile ilgili Ö2 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Scratch’te böyle bilgisayardan yapıyorduk fare ile hareket ettiriyorduk o açıdan biraz kötüydü mesela buna göre. Sizin yaptığınız modüller ile hem oyun oynamış gibi oluyoruz hem de ders yapıyoruz o açıdan daha iyi sizin yaptığınız.”

3D ADEN öğretim materyalinin termal yazıcıdan elle tutulabilir çıktılar verilebilmesi de araştırma kapsamında incelenmiştir. Öğrencilerden alınan görüşler sonucunda öğrencilerin çıktıları birer öz değerlendirme aracı olarak kullandıkları görülmüştür. İkinci hafta odak grup görüşmesinde Ö1 iki haftalık süreç içerisinde termal yazıcıdan aldığı çıktıları kıyaslamış, kendi gelişimini paylaşmıştır:

“Öğretmenim bu arada size bir şey gösterebilir miyim? (o sırada ekranda enlemesine olacak şekilde yaklaşık 1 metrelik bir fiş çıktısını göstermektedir.) öğretmenim şimdi bu, bu kadar uzunken şöyle göstereyim (kameraya görüntüsü sığmadığı için iki eli ile uzattığı fiş kağıdını sağa ve sola hareket ettirmektedir.) Bugünkü yaptığımız çalışmada kağıt şu kadar kısa. Önceki haftayı deneyerek yapmışım. (o sırada ekranda yaklaşık olarak yarım metre uzunluğunda sayılabilecek ikinci hafta fişini enlemesine olacak şekilde göstermektedir.) Bu günkü yaptığımızı, daha fazla bloklara alıştığımız için ve bu programa alıştığımız için daha hatasız bir şekilde yaptım.”

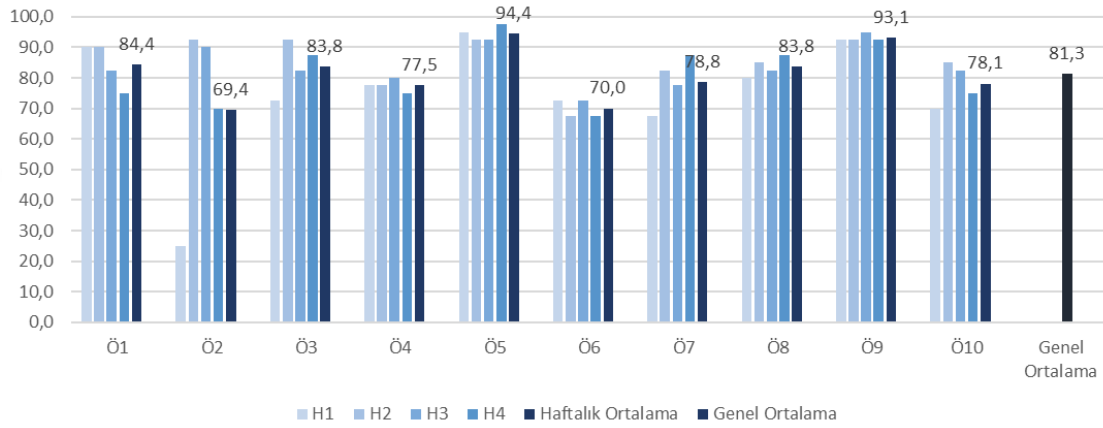
Termal yazıcıdan alınan çıktıları cevap anahtarına benzeten Ö10 düşüncelerini “Benim için güzel oluyor hangi etkinliği ne kadar sürede yapmışım, hangi etkinliği doğru veya yanlış yapmışım gibi böyle şeye benziyor cevap anahtarı gibi ne kadar sürede yapmışım kaç doğrum kaç yanlışım var” şeklinde ifade etmiştir. Benzer şekilde 3D ADEN sisteminden aldığı çıktıların kalıcılığını vurgulayan Ö6 aynı zamanda kendisini motive eden bir yol olarak da görmektedir:

“İlk öncelikle gülen yüzler başardığın için zaten mutlu oluyorsun bir de o mutluluğun hep saklanıyor böyle o kağıtta o yüzden daha da bir mutlu oluyorsun öğretmenim daha çok başarmak istiyorsun. Üzgün yüzlerde ise yanlış yaptığını görüyorsun o kısımda bir daha yanlış yapmamaya çalışıyoruz o yüzden de kendini geliştirebiliyorsun.”

Görüşmeler sırasında öğrenciler yazıcıdan alınan çıktıları ailelerine gösterdiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerde başarıma duygusu yaratan çıktılar aynı zamanda öğrenciler için de bir motivasyon kaynağı olmuştur.

4 haftalık uygulama süreci içerisinde öğrencilere her hafta sistem kullanılabilirlik ölçeği verilmiştir. Haftalık olarak değerlendirilmesi yapılan ölçeğin sonucu ise Şekil 4.19’da verilmiştir. İlgili grafikte dört hafta boyunca elde edilen sonuçlara dört haftanın

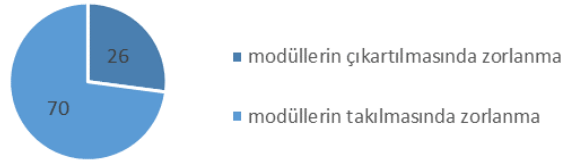
ortalaması ise beşinci sütunda olacak şekilde verilmiştir. Grafik incelendiğinde Ö2'nin ilk hafta etkinliğinde sistemi kullanılabilir bulmadığı görülmektedir. Ancak ilerleyen haftalarda Ö2 zorlansa da görüşleri değişmiş, sistemi kullanılabilir olarak nitelendirmiştir. Genel olarak en düşük puan olan 69,4'ün Ö2 tarafından verildiği sistemde en yüksek puanı ise 94,4 ile Ö5 vermiştir. Tüm haftaların ve öğrencilerin verdikleri puanlar doğrultusunda oluşturulan ortalama puan ise 81,3'tür.



Şekil 4.19. Sistem kullanılabilirlik ölçeğinin haftalık sonuçları

4.4. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Olumsuz Yönlerine İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada 4 haftalık süreç içerisinde tutulan video kayıtlarına ek olarak öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmelerinin sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda 3D ADEN öğretim materyalinin eksik yönleri belirlenmiştir. Şekil 4.20'de etkinlik süreci içerisinde yapılan gözlemler doğrultusunda modüllerin bağlantısıyla ilgili öğrencilerin karşılaştıkları problemlere yönelik olarak oluşturulmuş temalar verilmiştir. Modül bağlantısı sırasında yaşanan zorlanmaların %73'ü modüllerin takılması ile ilgiliyken %27'si de modüllerin çıkartılmasıyla ilgilidir. Öğrenciler en çok modüllerin birbirlerine bağlanması sırasında zorluk yaşamışlardır.



Şekil 4.20. Tüm etkinlik süreci içerisinde modül kullanımına yönelik temalar

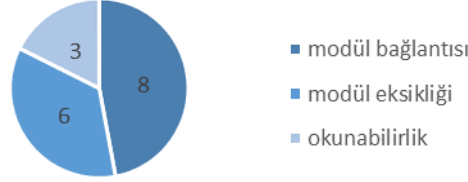
Tablo 4.17’de ise gözlemlerden edinilen veriler doğrultusunda haftalık olarak oluşturulmuş modül takma ve çıkarma eylemleri sırasında yaşanan zorlukların tablosu öğrencilerin cinsiyetleri dahilinde verilmiştir. Tablo 4.17 incelendiğinde en çok Ö6’nın takma ve çıkarma işlemlerinde zorlandığı görülmektedir. Ardından Ö3, Ö10 ve Ö9 gelmektedir. Ö3, Ö6, Ö8 ve Ö9’un kız öğrenciler olduğu düşünüldüğünde kız öğrencilerin modül bağlantılarında daha çok zorlandığı ortaya çıkmaktadır. Ancak haftalık olarak ele alındığında ilk hafta öğrencilerin daha çok zorlandığı görülmektedir. İlerleyen haftalarda azalmakla birlikte üçünü hafta etkinlik sürecine dahil olan karar yapıları diğer modüllere kıyasla daha büyük yapıda olmasından dolayı öğrenciler modülleri takmakta yine zorlanmışlardır.

Tablo 4.17. Haftalık modüllerin bağlantısında yaşanan problemler

	Ö1 (e)	Ö2 (e)	Ö3 (k)	Ö4 (k)	Ö5 (e)	Ö6 (k)	Ö7 (e)	Ö8 (k)	Ö9 (k)	Ö10 (e)	Toplam
1. Hafta - Çıkartma	0	1	3	0	0	4	0	0	1	0	9
1. Hafta - Takma	2	1	3	1	0	6	1	4	2	5	25
2. Hafta - Çıkartma	0	1	1	0	1	3	2	0	0	0	8
2. Hafta - Takma	1	0	5	0	3	3	2	2	2	3	21
3. Hafta - Çıkartma	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	5
3. Hafta - Takma	0	0	1	2	0	3	0	0	4	0	10
4. Hafta - Çıkartma	0	0	1	0	0	2	0	0	0	1	4
4. Hafta - Takma	0	0	0	0	0	3	2	2	3	4	14
Toplam	3	3	14	3	4	28	8	8	12	13	96

Gözlemlere ek olarak etkinlik süreci boyunca yapılan odak grup görüşmeleri sonucunda öğrencilerden elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin materyalde eksik gördükleri kısımlar da analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan temalar Şekil 4.21’de verilmiştir. Şekil 4.21 incelendiğinde öğrencilerin en çok modüllerin bağlantısında zorlandığı görülmektedir. Diğer bir eksik konu ise öğrencilerin

modül sayısını az bulmasıdır. Aynı zamanda bazı öğrenciler de sayı modüllerinin üzerlerinde yazılı olan sayıları okumakta zorlanmışlardır.

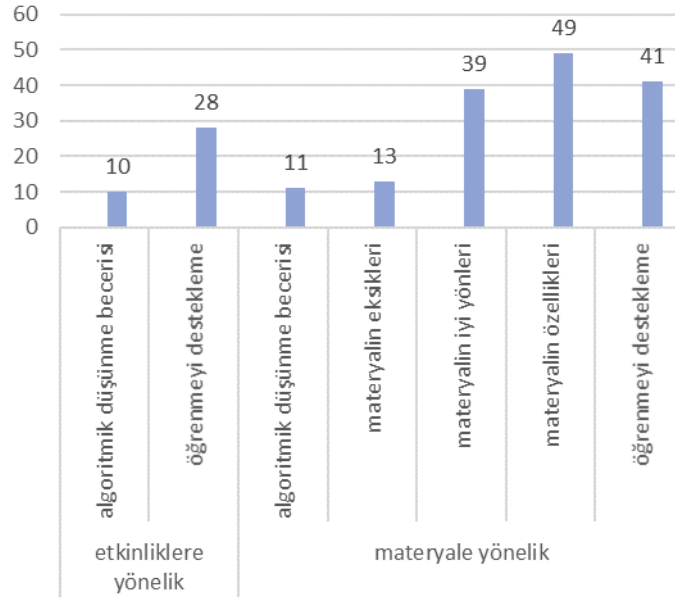


Şekil 4.21. Materyalin eksiklerine yönelik öğrencilerin görüşlerine ilişkin temalar.

Modüllerin bağlantısıyla ilgili Ö9 “bence de güzel, modüller biraz daha kolay takılıp çıksa daha hızlı bir şekilde olabilir ama böyle de güzel yani” demiştir. Ö5 ise “çok fazla bir sorun yok sadece modülleri takıp çıkartma” demiştir. Modül eksikliği ile ilgili durumu ise Ö2 “bence sadece modül sayıları birazcık arttırılabilir” şeklinde ifade etmiştir. Okunabilirlik konusunda ise Ö8 “sadece sayılar biraz daha zor görünüyordu ama okuyabiliyorum artık.” derken, Ö9 da “bence şimdiye kadar iyiydi sayıların üstündeki yazıları görebiliyorum. Biraz boyansa daha rahat görünebilir.” demiştir.

4.5. 3D ADEN Öğretim Materyaline Yönelik Öğretmenlerin Görüşlerine İlişkin Bulgular

Yapılan çalışmada 3D ADEN öğretim materyaline yönelik öğretmen görüşlerine başvurulmuştur. Öğretmenler ile yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiş, Şekil 4.22’de gösterilmiştir. Öğretmen görüşleri “etkinliklere yönelik” ve “materyale yönelik” olacak şekilde iki ana tema ve alt temalar olacak şekilde ele alınmıştır.



Şekil 4.22. Öğretmen görüşlerine ilişkin temalar ve alt temalar.

Etkinliklere yönelik belirlenen ana temanın alt temalarından “algoritmik düşünme becerisi” temasına yönelik olarak öğretmenlerin hepsi 3D ADEN öğretim materyalinde kullanılan etkinliklerin öğrencilerde algoritmik düşünme becerisi kazandırmak için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Konu ile ilgili Ö4 öğrencilerin somut düşünme döneminde oldukları için soyut kavramların somutlaştırılması ile öğrencilerin daha rahat algılayabileceklerini belirtmiştir. Ö4 düşüncelerini şu şekilde dile getirmiştir:

“Bence amacına uygun ve fiziksel ortamda olduğu için çocuk için çok faydalı. Somut bir şekilde, onlar daha somut işlemler döneminde oldukları için, daha rahat daha güzel algılamalarını sağladığını düşünüyorum. Ve algoritmik düşünme becerilerini geliştirmek için de yeterli olduğunu düşünüyorum.”

Ö7 ise etkinlikleri yeterli bulmakla beraber etkinliklerin daha da çeşitlendirilmesi ile daha iyi pekiştirme sağlanabileceğini belirtmiştir. Ö8 ise etkinliklerin meraklı öğrenciler için kolay olabileceğini belirtmiştir. Ö3 de benzer şekilde öğrencilerin bir derece daha zorlanması gerekebileceğini “bu seviyede yapıyorlar. 5. sınıfta biraz daha fazlasını, bir tık daha fazlasını istiyor olabilirler.” şeklinde ifade etmiştir. Ö1 ise etkinliklerin öğrencilerde algoritmik düşünme becerisi kazandırması amacına uygun olduğunu şu şekilde ifade etmiştir:

“Sanırım biraz da code.org etkinliklerine de benziyor code.org etkinliklerinde buna benzer çalışmalar da vardı. Çocuklar bu çalışmalarda basitten zor gittikleri zaman

zorlanmadılar aynısı bunda da yaparak yaşayarak öğreneceklerini düşünüyorum açıkçası. Etkinlikler de dolayısıyla amacına uygun olarak belirlenmiş.”

Bir diğer alt tema olan “öğrenmeyi destekleme” temasında ise öğretmenler 3D ADEN öğretim materyaline çeşitli şekillerde yaklaşmışlardır. Ö1, 3D ADEN sistemi ile öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenebileceklerini belirtirken Ö2, öğrencilerin keşfederek öğrenebileceklerini dolayısıyla da kalıcı öğrenmenin sağlanabileceğini belirtmiştir. Ö10, 3D ADEN sistemini bir bütün olarak ele almış, öğrencilerin ezberden uzaklaştırarak yaratıcılıklarını destekleme konusunda etkili olabileceğini belirtmiştir. Ö7 öğrencilerin temelinin olup olmamasına göre öğrenmeyi destekleyip desteklemeyeceği konusunda kararsız kalmıştır. Ö5 ise öğrencilerin 5. sınıfta döngü konusunda zorlandıklarını belirtmiş ilk başlar için değil de ilerleyen aşamalar için daha uygun bir sistem olabileceğini belirtmiştir. Konu ile ilgili Ö5 görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

“5. Sınıf için sanki biraz sonraki adımmış gibi geliyor bu bana. Çünkü biz 5. Sınıflarda halen daha zorlanıyoruz hatta altılarda bile bazen sıkıntı yaşayabiliyoruz. Çocuklar bunun mantığını biraz kavrayamıyorlar biraz da sıkılabiliyorlar bu döngülerde ama dediğim gibi ilgisi olan çocuklar arasında ‘bunu kendi kendine yaptım hocam bakın, ben farklı yolla daha iyi buldum, bunu farklı yoldan yapabildim, bunu çözebildim diyebilen’ öğrencilerimiz de var. 5. Sınıf için sanki biraz daha zor bir süreç olarak görüyorum o döngü kısmını. İlk zamanlar için ama ilerleyen zamanlar için yani ileriki gruplardaki eğitim için olabilir.”

Ö5’in belirttiği endişeler yapılan çalışma için de söz konusu olmuştur. Bazı öğrenciler döngü ve daha temel konularda da sorunlar yaşamıştır. Yine belirtildiği üzere ilgili olan öğrenciler 3D ADEN sistemini kullanırken daha rahat davranmışlardır.

Materyale yönelik belirlenen ana temanın alt temalarından “algoritmik düşünme becerisi” temasına yönelik olarak öğretmenlerin hepsi 3D ADEN öğretim materyalinin öğrencilerde algoritmik düşünme becerisi kazandırmak için çeşitli yaş grupları için uygun olduğunu belirtmişlerdir. 3D ADEN öğretim materyali ile tasarlanabilecek etkinlikler sadece temel komutlar ile çözülebileceği gibi daha karmaşık problem durumlarının oluşturulmasına da izin verebilir niteliktedir. Etkinliklerin tasarımından ve öğrenci düzeyinden bağımsız olarak öğrencilerde algoritmik düşünme becerisi kazandırma konusunda 3D ADEN öğretim materyalinin uygun olduğu belirtilmiştir. Konu ile ilgili Ö2 düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

“ilk defa programlama mantığını kavramak istiyorsa bu materyal ideal olur. 5. Sınıflar için bazı veliler programlama konusuna özverili bakıyorlar ilgili bakıyorlar üçüncü sınıfta dördüncü sınıfta kurslara veya başka bir yerlere gönderiyorlar veya evde kendi çapında bir

şeyler üretmeye çalışıyorlar onlar için bunlar biraz daha basit kaçabilir. Ama ilk defa 5.sınıfa gelmiş o zaman kadar programlama görmemiş bir öğrenci için ideal hocam.”

Bilgisayar bilimine ait bir şeyin bilgisayardan uzaklaştırılması ve somutlaştırılması konusunda iyimser olmayan Ö7 programlama işinde fizikselleştirmenin çok gerekli olmadığını ifade etmiştir: “Ben bu programlama işinde fizikselleştirmenin çok gerekli olduğunu düşünmeyen taraftanım. Çünkü dijital bir şey üretmelerini istiyoruz. Fizikselden dijitale geçmek, onlara ekstradan bir zorluk çıkartıyor.” demiş ve “Dijital bir şey üretmeye çalışırken niye fiziksele zorluyoruz çocukları” diyerek açıklamasına devam etmiştir. Ö7, genel olarak programlama sürecinde fizikselleştirme konusuna böyle bir eleştiri getirmiştir ancak 3D ADEN öğretim materyalinin algoritmik düşünme becerisi geliştirmesi konusuna yönelik görüşleri ise şu şekildedir:

“Dijital versiyonlarından fiziksel olması dışında, dezavantajlı bir durumda değil. Başta biraz dezavantajlı olduğunu düşünmüştüm ama. Yani karmaşık. Konuştukça kafamda oturmaya başlıyor. Bir de baktıkça ürüne aşinalığım artıyor. Yavaş yavaş daha pozitif düşünmeye başladım. Dijital kısımdan, dijital durumlardan geri kalan bir yanı yok. Onlar öğretiyorsa bu da öğretir. Negatif bir şey görünmüyor üründe bununla ilgili, öğretemeyeceği ile ilgili.”

3D ADEN öğretim materyalinde kullanılan modül yapısını eleştiren Ö9, algoritma öğretiliyorsa blokların da algoritma yapısına uygun olması gerektiğini savunmuştur. Her ne kadar sistem algoritmayı değil, algoritmik düşünme becerisini öğretmeyi hedefliyor olsa da Ö9’un eleştirisi farklı bakış açılarını da göstermiştir:

“Bence şekillerin algoritma şekillerine benzemesi lazım. Biz bunu şimdi, şöyle, bildiğimiz için çok rahat anlayabiliyoruz ama çocuklara o şekilleri defter kitaptan anlatıyoruz ama bu sisteme geçtiğin anda çocuğun ‘evet bu da buymuş’ demesi lazım bence.”

Kodlama eğitiminde verilen hizmet içi kurslarda bile çeşitli sorunlar ile karşılaştığını belirten Ö3 algoritmik düşünme becerisi kazandırması konusunda 3D ADEN öğretim materyaline yönelik görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

“...hatta şöyle söyleyebilirim biz burada öğretmenlere robotik kodlama eğitimi verdiğimizde dahi öğretmenleri diyorum bakın, 5. Sınıf çocuklarını değil. Öğretmenlere bile biz kağıtlarla kesip makasla kodlamayı, algoritmayı yaptırıyorduk. Ki onlar bile yetersiz geliyordu. Şu an mesela böyle bir setin olması bile sadece 5. Sınıf öğrencileri için değil hayatında ilk defa bu eğitimi alacak algoritma alacak kişiler için bile bence kullanılabilir.”

3D ADEN öğretim materyalinin eksiklerine yönelik oluşturulan tema doğrultusunda öğretmenler çok çeşitli şekillerde sisteme yaklaşmışlardır. Ö2, sistemin tabletler ile de uyumlu çalışması gerektiğini vurgularken aynı zamanda çıktı olarak daha çeşitli çıktıların verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ö5 ise materyalin verdiği çıktıların

gereksiz olduğunu belirtmiş, toner maliyeti yaratacağını düşünmüştür. Her ne kadar sistemde kullanılan yazıcı toner ihtiyacı duymasa da Ö5 farklı bir bakış açısı sunmuştur. Ö5 aynı zamanda piyasada alternatifi olabilecek ürünler ile kıyaslamış, onlarda yaşadıkları sorunlar doğrultusunda 3D ADEN öğretim materyalinin karar yapılarının biraz daha açık olması gerektiğini belirtmiştir. Ö6 ise sistemin başlarda karmaşık olabileceğini, kullandıkça çocukların alışabileceğini belirtmiştir. Ö8 ise 3D ADEN öğretim materyalinin eksik olduğu bir diğer konu olan ses konusuna değinmiştir:

“Ben sadece sesli dönüt olayına takıldım aslında. Bazı çocukların verdikleri tepkiler herkesten farklı oluyor ya, kimisi sese duyarlı, kimisi yazıya duyarlı, kimisi hiçbirine değil direkt öğretmenin söylemesine duyarlı mesela. Bu anlamda en azından çok kanaldan etkileşim kurabilmesini sağlamak açısından doğru yaptın ya da yanlış yaptın gibisinden bir şeyler bence eklenmeli ilerleyen versiyonunda.”

Materyalin iyi olduğu düşünülen yönlerinde ise dokunarak öğrenmeyi desteklemesi konusunda öğretmenlerde görüş birliğinin olduğu görülmektedir. Konu ile ilgili Ö3 “Sistem code.org ya da kodla büyü gibi farklı platformlarda kullandığımız yazılımlara benzerlik gösteriyor. Fiziksel ortamda uygulamasını hiç görmedik. Çocukların kendi elleriyle dokunarak kodlamaları, çok güzel düşünülmüş bir çalışma.” olarak dile getirmişken Ö10 ise düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

“Kodlamada normalde düşünüp yaparsın. Sonucu da sanal olarak görürsün. Bunda bir de ortaokul seviyesindeki çocukların direkt fiziksel olarak görmesi, ellerini işin içine katması, sanallığın somutlaştırması açısından güzel olmuş. Sen bir boyut kazandırırıyorsun kodlamaya. Çok daha iyi anlamalarını, hayatla bütünleştirmelerini sağlar.”

Ayrıca öğretmenler harita tasarım modunun iyi bir özellik olduğu vurgulanmıştır. Robotik kodlama ile kıyaslanan 3D ADEN öğretim materyalinin standartlaştırılmış bağlantı kısmının iyi bir özellik olduğu belirtilmiştir. Genel olarak öğretmenler 3D ADEN öğretim materyalinin problem çözme becerisi kazandırması ve kodlama mantığının dolayısıyla da algoritmik düşünme becerisinin kazandırılması açısından ideal bir materyal olduğunu belirtilmiştir.

4.6. 3D ADEN Öğretim Materyalinin Nasıl Daha İyi Hale Getirilebileceğine İlişkin Bulgular

Öğretmenler ile yapılan görüşmeler sonucunda 3D ADEN öğretim materyalinin daha iyi bir hale gelebilmesi için öğretmenlerin verdikleri öneriler ve ihtiyaç duydukları konular tespit edilmiştir.

Ö8'in de daha önce belirttiği üzere 3D ADEN sistemine sesli dönüt eklenmesi planlanmaktadır. Her ne kadar şu anda aktif olarak çalışan bir ses sistemi 3D ADEN öğretim materyalinin içerisinde olsa da sisteminde herhangi bir sesli dönüt sistemi bulunmamaktadır. Geliştirilmesi planlanan sesli dönüt sistemi süreç içerisinde yaşanan sorunlardan dolayı daha az öncelikli iş olarak belirlenmiştir. Etkinliklere yönelik öneride bulunan Ö10, sistemin öğrencinin durumunu algılaması ve öğrenciye göre etkinliklerin şekillenmesi gerektiğini belirtmiştir:

“Bazı öğrencilere bazı şeyler çok kolay gelip bazılarına zor gelebilir. Yani zorlanan öğrenci için onu geçebileceği ekstra etkinlikler, ekstra haritalar gelebilir mi veya bazı öğrenciye de kolay gelebilir. Kolay gelen öğrenci için de öğrenciyi zorlaştıracak öğrenciye göre bir modelleme olabilir mi?”

Ö6 ise okulların imkanları nedeniyle sistemin maliyetinin düşünülmesi gerektiğini, yedek parçaların nasıl ve ne şekilde tedarik edileceği konusundaki fikirlerini belirtmiştir. Ö2 ise termal yazıcından alınan çıktıları yönelik öğrencilerin zamanla motivasyonlarının düşeceğini belirtmiş, bu konuda çeşitliliğin sağlanması gerektiğini ifade etmiştir. Benzer bir şekilde Ö1 ise çıktıların motivasyon sağlaması açısından oyunlaştırılması, öğrencilerin zorlandıkları zamanlarda çıktılar aracılığıyla ya da öğretmen aracılığıyla öğrenciye soru sorularak çözüme dair ipuçlarının verilmesi önerisinde bulunmuştur.

Ö2 ise okulların koşullarının yeterli olamayabileceğini ve laboratuvarlardaki bilgisayarların da performanslarının düşük olabileceğini belirtmiştir. Bu doğrultuda sistemin düşük performanslı bilgisayarlarda bile çalışabilir nitelikte olmasını önermiştir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Dokunulabilir bir öğrenme ortamı olan ve dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip 3D ADEN öğretim materyalinin geliştirildiği ve 5. sınıf öğrencilerine uygulandığı çalışmanın bu bölümünde çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, alanyazındaki diğer çalışmalar ile tartışılmıştır. Tartışmanın sonucunda dokunulabilir kullanıcı arayüzü geliştirmeyi hedefleyen araştırmacılara gelecekteki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışmalar

Bu çalışmada 2020 – 2021 eğitim öğretim yılı içerisinde ortaöğretimde okumakta olan 5. Sınıf öğrencilerinden oluşan 10 kişilik bir gruba algoritmik düşünmeyi geliştirip geliştirmeyeceğinin belirlenmesi amacıyla 3D ADEN öğretim materyali ve etkinlikleri uygulanmıştır. 4 haftalık uygulama süreci içerisinde 3D ADEN öğretim materyali ile uygulanan etkinlikler 5. ve 6. Sınıf Bilişim Teknolojileri Ve Yazılım Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2021b) yer alan “Problem Çözme ve Programlama” ünitesinin “Problem Çözme ve Programlama” ve “Programlama” konularının kazanımları doğrultusunda belirlenmiştir. Kazanımların dahilinde yer alan döngü ve karar yapıları 3D ADEN sistemi ile uyumlu olduğu için 5. Sınıf düzeyi araştırma kapsamında uygun görülmüştür. Etkinliklerin şekillendirilmesi sürecinde ise kodlama eğitiminde yayın olarak kullanılan code.org'un (Sayın, 2020) sitesinde yer alan etkinlik setlerinden faydalanılmıştır (code.org, 2021b). Futschek (2006), algoritma öğretiminde problem durumlarını belirlerken belirli bir programlama dilinden bağımsız çözülebilen, çok kolay olmayan ancak kolaylıkla anlaşılabilir olan problem durumlarının verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Dolayısıyla etkinlikler belirlenirken MEB'in belirlediği kazanımlara dahilinde code.org'un sitesinden ilgili yaş aralığına göre özelleştirilmiş olan etkinliklerin arasından seçilmiş ve konu ile ilgili alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur. Etkinliklerin öğrencilerin seviyelerine uygun olduğunun belirtilmesinin ardından süreç başlatılmıştır. Etkinliklerin uygulanmasının ardından 3D ADEN öğretim materyaline dair öğretmen görüşlerine de başvurulmuştur.

Çalışmanın sonuç ve tartışmalar bölümü öğrenciler, öğretmenler ve materyal olacak şekilde üç başlık altında ele alınmıştır.

5.1.1. Çalışmanın öğrenci boyutu

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre 3D ADEN öğretim materyalinin ve etkinliklerinin uygulandığı öğrenciler dört haftalık süreç içerisinde algoritmik düşünme becerisi konusunda çeşitli değişiklikler göstermişlerdir. Öğrencilerden ikisi için algoritmik düşünme konusunda belirgin bir düşüş söz konusuysa ikisi için nispeten bir düşüş durumu söz konusudur. Öğrencilerin üçü için ise bir artış durumu, kalan üçü için ise denge durumu söz konusudur.

Düşüş yaşayan öğrenciler ilk haftadan itibaren çeşitli şekillerde sorunlar yaşamışlardır. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, düşüş yaşayan öğrenciler açısından ele alındığında bu öğrencilerin daha temel komutlarda bile zorlandıkları görülmektedir. 3D ADEN etkinlikleri içerisinde hareket ettirilmesi gereken karakterin kaç kare ilerleyeceği, ilerlediği karenin ardından eğer dönmesi gerekiyorsa ne tarafa döneceğinin tahmin edilmesi gibi konularda tüm öğrenciler başlarda belirli düzeyde sorun yaşamıştır. Ancak bahsi geçen öğrenciler bu konularda diğer öğrencilere kıyasla çok daha fazla zorlanmışlardır. Bu durum özellikle öğrencilerin ilk hafta etkinliklerinde karakterin sadece temel komutlar yardımıyla dönmesinin gerektiği etkinliklerde kendini göstermiştir. Tüm araştırma süreci içerisinde en çok hata yapılan kısım ise bahsi geçen etkinliklerde yaşanmıştır.

3D ADEN sistemi geliştirilirken karakterin sağa ve sola dönme eylemlerinde öğrencilerin problem yaşayabileceği öngörülmüş, dolayısıyla 3D ADEN yazılımına karakteri gösteren kamera açısını değiştirebilen butonlar eklenmiştir. Etkinlik başladıktan ve öğrenciler hata yapmaya başladıktan sonra ilgili butonlar öğrencilere hatırlatılmıştır. Bu sayede öğrenciler ilerleyen etkinliklerde sağ ve sol ayrımında daha az hata yapmıştır. Öğrenciler karaktere bakan kamera açısını karakterin sırtına doğru çevirerek karakter ile kendilerini bir tutarak sağ ve sol ayrımını daha rahat yapabilmışlerdir. Ancak yaşanan durum öğrencilerin mekânsal davranışları öngörmede sorun yaşadığını göstermektedir.

Çocukların mekânsal dönme eylemlerini karıştırmaları üzerine çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Fay ve Mayer, 1987; Wiedenbauer ve Jansen-Osmann, 2008; Hendroanto vd., 2017). Araştırmacılara göre mekânsal biliş (spatial cognition); statik-içsel, dinamik-içsel, statik-dışsal ve dinamik-dışsal olacak şekilde dört kategoriye ayrılmıştır. Statik-içsel durumlarda bir nesneye dair farkındalık söz konusudur. Dinamik-içsel durumlarda ise nesnenin farklı durumlarda ne olabileceği öngörülmektedir. Statik-dışsal durumlarda mekanların birbirlerine olan konumlarına dair farkındalık söz

konusudur. Dinamik-dışsal durumlarda ise bir başka bakış açısıyla ortamdaki durumlara dair değişiklikler öngörülebilmektedir (Uttal vd., 2013; Newcome, 2018). Çalışmaya katılan öğrenciler arasında sağ sol ayrımını yapmakta zorlananların mekânsal biliş açısından dinamik süreçlerde zorlandıkları görülmektedir.

McMonnies (1996)'e göre çocuklar genellikle 9 yaşında sağ ve sol farkındalığa kavuşmaktadır. Ancak 10-11 yaş grubundan çocuklar (Wiedenbauer ve Jansen-Osmann; 2008) ve 6-10 yaş grubundan çocuklar (Gilligan vd., 2018) ile yapılan çalışmalara göre döndürme işlemlerinin görselleştirilmesi zihinsel olarak döndürme eylemlerini kolaylaştırmaktadır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 10 yaş grubunda olduğu düşünülürse benzeri bir durum 3D ADEN sisteminde görülmüştür. Çocuklar kendilerini karakterin yerine koyarak ya da 3D ADEN sistemindeki kamera açısını değiştirme butonlarını kullanarak yaşadıkları sorunların önüne geçmeye çalışmışlardır. Düşüş yaşayan öğrencilerin yaşadıkları bir başka sorun ise yine dönme eylemlerine benzer bir şekilde temel modüllerin kullanımını öngörememek olmuştur. Dolayısıyla öğrencilerde, araştırmacıların (Uttal vd., 2013; Newcome, 2018) belirttiği mekânsal bilişin dinamik süreçlerine dair farkındalığın oluşmadığını göstermektedir. Temel modülleri eksik kullanarak, ya da yanlış kullanarak algoritma kuran öğrenciler yaptıkları algoritmaların doğru olduğunu düşünerek algoritmalarını çalıştırmışlardır.

Etkinlikler sırasında döngü ve karar yapıları gibi görece daha karmaşık yapılar devreye girse bile özünde bu modüller temel komutları şekillendiren yapılardır. Öğrencilerin bazıları kendilerine verilen ya da kendi kurdukları bağlantılarda temel modülleri yanlış kullanmakta ya hiç kullanmamaktadırlar. Bazı durumlarda döngü modülleri tek başına karakteri ilerletecekmiş gibi düşünülmektedirler. Sistemde etkinliğin çözülmesi için karakterin bir şekilde ilerlemesi gerekmektedir. Eğer dönmesi gerekiyorsa bir şekilde dönmelidir ve aynı şekilde ürün toplaması gerekiyorsa da bir şekilde toplamalıdır. Ancak öğrenciler hiç ilerle modülü kullanmadan karakterin ilerlemesini beklemektedirler. Benzer şekilde diğer temel modülleri kullanmadan o davranışın gerçekleşmesini beklemektedirler.

Bazı durumda karakter bitir bayrağının bir kare ötesinde herhangi bir yerde bekleyebilmektedir. Bu noktada öğrencilerden beklenen davranış fazladan bağlanmış olan temel modülün sistemden çıkartılmasıdır. Ancak düşüş yaşayan öğrencilere ek olarak gelişim gösteren öğrencilerin de bir tanesi bu davranışı sergilemek yerine hatayı sisteme yeni temel modüller ekleyerek gidermeye çalışmışlardır. Her ne kadar Futschek

(2006)'e göre algoritma tasarımı alışılagelmişin dışında bakış açıları önem teşkil etse de algoritma için en önemli olan bileşenlerden birisi de Futschek (2006)'nın da belirttiği üzere verimliliklerdir. Araştırmacılara göre bilgi işlemsel düşünme içerisinde adımların ve kaynakların en verimli ve etkili bir şekilde bir araya getirilmesi gerekmektedir (Barr, Harrison ve Coner, 2011; Sadykova ve Usolzev, 2018). Benzer şekilde iyi bir algoritma tasarımı sınırlı kaynakların verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Cormen vd., 2001; Hromkovič vd., 2016; Sadykova ve Usolzev, 2018). Bu nedenle yukarıda bahsi geçen durumlar ideal bir algoritma yapısına uygun değildir.

Öğrenciler her yeni yapı ile karşılaştıklarında çeşitli sorunlar yaşamışlardır. Ancak süreç içerisinde belirli bir seviyede aşinalığın sağlanmasının ardından bu sorunlar giderek azalmıştır. Bu aşinalığı sağlamak ve öğrencileri daha karmaşık yapıları kullanmaya teşvik etmek adına soru ve hata etkinliklerinde öğrencilere giderek daha karmaşık sayılabilecek yapılar sunulmuştur. Hazır bağlantı verildiği durumlarda öğrencilerin algoritmayı nispeten daha kolay bir şekilde yorumlayabildikleri görülmüştür. Düşüş yaşayan öğrenciler ise serbest kaldıkları etkinliklerde genellikle kendileri için daha kolay olan yolu tercih etmeye devam etmişlerdir. Ancak bazı etkinliklerde kendilerine verilen modül limitlendiği için mecburen daha karmaşık yapıları kullanmak zorunda kalmışlardır. Bu durum da beraberinde etkinlik başına düşen zamanın artmasına neden olmuştur. Sonucunda ise düşüş yaşayan öğrenciler bazı etkinlikleri başarılı bir şekilde sonuçlandıramamışlardır. Bahsi geçen durum, görüşme yapılan öğretmenler tarafından da teyit edilmiştir. Öğretmenlerden 3D ADEN sisteminde kullanılan etkinlikleri nispeten zor olabileceğini düşünen öğretmen de kendi sürecinden örnekler vermiş ve 5. Sınıf öğrencilerinin döngü yapılarını öğrenmekte zorlandıklarını belirtmiştir.

Algoritmik düşünme becerisinin problem çözme becerisinden etkilendiği çeşitli çalışmalar ile vurgulanmaktadır (Futschek ve Moschitz, 2010; Douadi, Tahat ve Hamid, 2012; Hromkovič vd., 2016; Sırakaya, 2018; Wong ve Jiang, 2018; Juškevičienė, 2020). Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre öğrenciler de problem çözme konusunda çeşitli stratejilere başvurmuşlardır. Problem çözme konusunda öğrenciler en çok süreci zihinlerinde canlandırdıklarını belirtmişlerdir. Ardından kısa olan yapıyı bulmak için çabaladıklarını belirtmişler, bu amaç doğrultusunda da hata ayıklama ya da deneme yanılma stratejilerine başvurdukları görülmüştür. Aynı zamanda problem durumuna yönelik olarak alternatif bakış açıları geliştirebilen öğrenciler de

bulunmaktadır. Çalışma kapsamında elde edilen bu bulgu alanyazın ile uyum göstermektedir (Sei, Oka ve Mori, 2017).

Algoritmik düşünme gelişimi bağlamında dengede olan öğrencilerden birisi bazı durumlarda sırf merak ettiği veya sadece bir de o yolu denemek istediği için bilerek ideal olmayan algoritma tasarımları yapmıştır. Bazı durumlarda ise diğer öğrencilerin hiç yapmadığı şekilde iç içe karar yapılarını ve döngü yapılarını beraberinde kullanmıştır. İlk haftalara kıyasla son haftalara gelindiğinde sistemi ve kendisini bilerek ve isteyerek zorlamaya çalışmıştır. Algoritmik düşünme becerisinin aynı zamanda algoritmanın etkililiğinin de geliştirilmesidir (Hromkovič vd., 2016; Sadykova ve Usolzev, 2018). Yaratıcılığın (Futschek, 2006; Juškevičienė, 2020) ve hayal gücünün (Hubálovský ve Milková, 2010) öneminin önemli bir faktör olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu öğrenci için algoritmik düşünme becerisine sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamlar ile kendine güvenen teknoloji tasarımcıları ve geliştiricilerinin yetiştirilebileceği savunulmaktadır (Wylth ve Purchase, 2002). Konu ile ilgili araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre başta denge durumunda olan öğrenciler olmak üzere gelişim gösteren öğrenciler de sistemi zorlamak konusunda çekinmemişlerdir. Ancak sistemi kullanma konusunda zorluk çeken öğrenciler, sistemi zorlama konusunda çekingen davranmışlardır.

Denge durumunda olan öğrenciler Scratch ve benzeri platformlarda yaptıkları çalışmalardan yola çıkarak oradaki davranışları başarılı bir şekilde 3D ADEN sistemine uyarlamışlardır. Öğrencilerin hepsi problemleri çözerken ilk önce zihinlerinde canlandırdıklarını belirtmişlerdir. Ancak bazı durumlarda süreci canlandıramadıkları için deneme yanılma yoluna başvurmuşlardır. Gelişim gösteren öğrenciler ise genellikle en kısa işlem basamağının belirlenmesi stratejisine başvurmuşlardır. Stephens (2018)'e göre algoritmik düşünme becerisi, örüntü tanımayı gerektiren bir beceridir. İşlem basamaklarının kısaltılması öğrencilerden beklenen bir davranıştır. Öğrenciler aynı zamanda önceki etkinlikler ile bağ kurulması, Scratch etkinliklerinin hatırlanmaya çalışılması, deneme yanılma yolun seçilmesi gibi stratejiler kullandıklarını belirtmişlerdir. Bazı durumlarda da hata ayıklama yapmak adına sistemi bilerek çalıştırmaktadırlar. Hata ayıklama ideal bir algoritma yapısı için olması gereken temel süreçlerden birisidir (NRC, 1999; Adu Michael ve Abe Omoloye, 2014; Wong ve Jiang, 2018). Dolayısıyla öğrencilerin hata ayıklamak adına sistemi çalıştırmalar kendilerinden beklenen bir davranıştır.

3D ADEN ğretim materyalini kullanan öğrenciler, materyalin modüllerini bağlarken sorun yaşamalarına rağmen süreci eğlenceli olarak değerlendirmişlerdir. Araştırmanın bu bulgusu dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamların eğlenceli olduğuna yönelik bulgular ile uyum göstermektedir (Wyelth ve Purchase, 2002; Zuckerman ve Resnick, 2003; Zuckerman ve Gal-Oz, 2013; Bonani, Del Fatto ve Gennari, 2018). Bilgisayar başından uzaklaşarak elleriyle birşeyler yapma konusunda hevesli olan öğrenciler aynı zamanda 3D ADEN ğretim materyalinin verdiği  ıktıları da hem öz değerlendirme aracı hem de motivasyon kaynağı olarak değerlendirmişlerdir. Aynı zamanda 3D ADEN ğretim materyali ile oyun oynayarak öğrendiklerini ve sürecin derslerine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bazı ğrenciler sisteme yeni eklenen modüller ile daha çok eğlendiklerini belirtirmiştir. Ancak bazı öğrenciler için ise gerek loglar aracılığıyla gerekse de gözlem ve görüşmeler aracılığıyla edinilen bilgiler doğrultusunda yeni eklenen modüllerin süreci zorlaştırdığını görülmektedir. Bu durum öğrencilere uygulanan etkinliklerin önceden belirlenmiş ve planlanmiş olmasından kaynaklanmaktadır.

3D ADEN ğretim materyalini kullanan öğrenciler materyalin en çok modül bağlantısı arından da modüllerin çıkartılması sırasında zorlanmışlardır. Bu problemlerin haricinde öğrenciler kendilerine verilen modüllerin sayısının da artmasını istemişlerdir. Ancak modüllerin sayısı, etkinliklerin planlaması gereği limitlendirilmiştir. Burada amaç öğrencileri yeni modülleri kullanma konusunda teşvik etmektir.

Öğrencilere haftalık olarak verilen sistem kullanılabilirlik  l eği doğrultusunda genel puan ortalaması 81,3 olarak bulunmuştur. Bangor, Kortum ve Miller(2008)'a göre 70 puan almış bir sistem düşük seviyeye sahiptir, 70 ve 80 arası puan almış bir sistem ise iyi bir ürün olduğunu göstermektedir. Üstün niteliklere sahip bir ürünün ise 90 ve üzeri olması beklenmektedir. Bu nedenle 3D ADEN sistemi, 4 hafta boyunca öğrencilerden elde edilen verilere göre iyi bir ürün olma sınırını aşmış bir materyaldir.

5.1.2. Çalışmanın ğretmen boyutu

3D ADEN ğretim materyali, donanımsal yapısı itibariyle modül çeşitliliği açısından sınırları göz önünde bulundurularak bir kum havuzu gibi tasarlanmıştır. 3D ADEN ğretim materyalinde etkinlikleri zorlaştırmak veya kolaylaştırmak etkinlikleri tasarlayacak kişinin elindedir. Dolayısıyla algoritma tasarlamak hem öğrencinin hem de etkinlikleri tasarlayan kişilerin elindedir. Bu nedenle hem 3D ADEN sisteminde

kullanılan etkinliklerin hem de bir araç olarak 3D ADEN öğretim materyalinin kendisinin, algoritmik düşünme becerisini geliştirip geliştiremeyeceği konusunda sürecin içerisinde yer alan öğretmenlerin görüşlerine başvurulmuştur.

Çalışmanın öğretmen boyutunda yapılan görüşmeler sonucunda öğretmenler 3D ADEN öğretim materyaline genellikle olumlu yaklaşmışlardır. Öğretmenlerin tamamı kullanılan etkinliklerin öğrencilerde algoritmik düşünme becerisini geliştirmesi konusunda amacına uygun olduğunu belirtmişlerdir. Ancak görüşmeler sırasında öğretmenlerde 3D ADEN öğretim materyali içerisinde kullanılan etkinliklerin, sabit olduğu ve sadece 5. Sınıflara uygulanabilen bir materyal olduğu düşüncesinin geliştiği görülmüştür. Konu ile ilgili bilgilendirmelerin ve tekrar anlatımların ardından öğretmenler, etkinliklerin tasarımının değiştirilebilir yapıda olduklarını gördüklerinde 3D ADEN öğretim materyalini ana sınıfından başlayacak şekilde ilerleyen yaş grupları için de uygun olabilecek bir materyal olarak nitelendirmişlerdir. Futschek ve Moschitz (2011)'in de belirttiği gibi algoritmik düşünme becerisinin erken yaşlarda geliştirilmesi hedeflenmelidir. Her yaş grubu için farklı bir materyal vermek yerine 3D ADEN sisteminin kullanımı uygun görülmektedir. 3D ADEN sistemi ile ana sınıfından başlayarak, öğrencilerin seviyelerine uygun etkinlikler tasarlanabileceği gibi ortaokul düzeyinde ve hatta ileri seviye öğrenciler için de etkinlikler tasarlanabilir.

Bilgisayar bilimlerine ait olan şeylerin fizikselleştirilmesine karşı olan bir öğretmen ise 3D ADEN sistemini dijitale olabildiğince yakın olarak değerlendirmiştir. Sistemi kendi içerisinde amacına uygun olarak değerlendirmiş ve dijitale yakın olmasından ötürü dijital öğretebiliyorsa 3D ADEN sisteminin de öğretebileceğini belirtmiştir. Diğer öğretmenler ise 3D ADEN sisteme karşı olumlu yaklaşmakla birlikte kullandıkları code.org gibi platformlara benzetmişlerdir. Ancak fiziksel karşılığını daha önce görmediklerini böyle sistemleri sadece hayal ettiklerini veya düşündüklerini belirtmişlerdir.

Bu çalışma içerisinde uygulanan etkinliklere yönelik öğretmenler arasında görüş birliğine varılamamıştır. Öğretmenlerin bazıları etkinlikler için yeterli olarak değerlendirme yapmışlardır. İki öğretmen etkinlikleri kolay olarak değerlendirirken, ikisi ise zor olarak değerlendirmiştir. Bu noktada okulların imkanları, öğrencilerin imkanları ve konuya olan ilgisi gibi etmenler önem taşımaktadır. Sırakaya (2018)'nın da belirttiği gibi bazı öğrenciler kodlamayı kolay bulurken bazı öğrenciler ise üst bilişsel beceriler gerektirmesi nedeniyle zorlanmaktadır. Ayrıca algoritmik düşünme; soyut ve mantıksal

düşünme, yapısal düşünme, problem çözme, karmaşık problemi alt bileşenlerine ayırma gibi bilişsel faktörlerden etkilenen bir beceridir (Futschek ve Moschitz, 2010; Stephens, 2018). Dolayısıyla bazı öğrenciler süreç içerisinde zorlanabilecekken bazıları da zorlanmayabilir. Bu çalışma içerisinde de benzer bir durum ile karşılaşmıştır. Öğrencilerin durumlarına ek olarak altyapı eksikliklerinde kaynaklanan problemler de sorun teşkil edebilmektedir.

Yapılan görüşmeler sonucunda öğretmenlerin teknik ve donanım altyapısından şikayetçi oldukları görülmüştür. Bazı okulların bilgisayar laboratuvarları hiç olmadığı gibi bazı okullar da proje okul olmasından dolayı çeşitli imkanlara sahiptir. Donanım eksikliği olan okullarda ise işletim sistemi olarak eski işletim sistemlerine sahip eski bilgisayarların olduğu belirtilmiştir. Alanyazın taraması sırasında altyapı ile ilgili eksiklikler göze çarpmaktadır (Ünsal, 2019). Bu duruma ek olarak da öğretmenler, 3D ADEN sisteminin bilgisayardan bağımsız hale getirilmesi konusunda görüş bildirmişlerdir.

MEB 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde de görülebileceği gibi kodlama ile ilgili etkinliklerin sadece Bilişim Teknolojileri öğretmenleri ile değil, diğer branş öğretmenleri ile de verilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda ilgili belgede bilgisayarsız etkinliklerin ön plana çıktığı görülmektedir (MEB, 2021a). Aynı zamanda Sayın (2020)'ın yaptığı araştırmaya göre ülkemizde de öğretmenlerin bilgisayarsız kodlama eğitimine yöneldiği görülmektedir. CS Unplugged (Csunplugged.org, 2021) benzeri bilgisayarsız etkinlikler ile bilgisayar ve programlama bilgisi ihtiyaçları azaldığı belirtilmektedir (Peel, Sadler ve Friedrichsen, 2019). Ancak bir başka bakış açısına göre ise bilgisayarsız etkinliklerin yayılmasının sebebi olarak altyapı eksikliği gösterilmektedir (Brackmann vd., 2017). Bu çalışmada öğretmenler ile yapılan görüşmeler doğrultusunda okul imkanlarının yetersizliği veya evlerinde bilgisayar olmayan öğrencilere bilgisayar bilimlerinin anlatılıyor olması gibi durumlar ortaya çıkmıştır. Belirtilen sebeplerden dolayı da öğretmenler 3D ADEN sistemin bilgisayardan bağımsız hale gelmesini istenmiştir. Bilgisayardan bağımsız hale gelmesini isteyen öğretmenlerin haricinde sistemin bilgisayardan bağımsız olmamasını düşünenler ve hatta tablet bilgisayar benzeri donanımlarda da çalışmasını öneren öğretmenler de bulunmaktadır.

Ek olarak öğretmenler 3D ADEN öğretim materyalinin sesli dönüt sistemine sahip olması gerektiğini ve dönüt olarak verilen çıktıların da çeşitlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

5.1.3. Çalışmanın materyal boyutu

İnsan ile makine arasındaki etkileşimin kuramsal altyapısını oluşturan insan bilgisayar etkileşimi alanında var olan paradigma çeşitliliğinden ötürü yapılan bu çalışma Shneiderman vd. (2018)'e göre hem makro-İBE hem de mikro-İBE olarak nitelendirilebilir bir çalışmadır. Geliştirilen 3D ADEN sistemi ile mikro düzeyde ölçümler yapılarak hem öğrencilerin durumuna dair veriler toplanmıştır hem de 3D ADEN sisteminin geliştirilmesine yönelik veriler toplanmıştır. Makro-İBE düzeyinde ise insanlar ile birlikte, sürecin paydaşları ile çalışılmıştır. Harrison, Tatar ve Sengers (2007)'ın yaptığı paradigma ayırımına göre ise yapılan bu çalışma fenomenolojik merkezli paradigma olarak ele alınabilir niteliktedir. Fenomenolojik merkezli paradigma çerçevesinde etkileşim için gerçek dünya eylemine uygun olması hedeflenmiştir. Paydaşların sürecin içerisinde sürece dahil olması sağlanmıştır.

Bu çalışmada insan bilgisayar etkileşiminin en önemli bileşenlerinden olan kullanıcı arayüzlerine yönelik olarak dokunulabilir bir kullanıcı arayüzüne sahip 3D ADEN öğretim materyali geliştirilmiştir. Yashiro, Harada ve Mukaiyama (2017) kodlamanın anlaşılması konusunda dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin etkili olduğu belirtilmiştir. Baranauskas ve Marleny (2017) programlama öğretiminde dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip materyallerin kullanılması ile programlamanın karmaşık söz dizimlerinin (syntax) öğrenilmesinin kolaylaştığı belirtmişlerdir. Bu noktada dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip 3D ADEN öğretim materyalinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirmesi, iş birlikli öğrenmeye destek sağlaması ve tekrar edilebilirliği sağlaması sayesinde eğitimde kullanılmasının zaman, maliyet ve başarı gibi unsurlar açısından da önemli olduğu düşünülmektedir.

Sei, Oka ve Mori (2017)'ye göre dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip materyallerin eğitimde kullanımlarının etkileri iyi bilinmemektedir. Dolayısıyla insan bilgisayar etkileşimi alanına, dokunulabilir öğrenme ortamlarına ve dokunulabilir kullanıcı arayüzlerine yönelik olarak yapılan bu çalışmanın alanyazın için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çoklu kullanıcı yapıda olması ve iş birliğine izin vermesi gibi özellikleri ile dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin (Sluis vd., 2004; Gillet vd., 2005; Xie, Antle ve Motamedi, 2008; Zuckerman ve Gal-Oz, 2013; Yashiro, Harada ve Mukaiyama, 2017) en belirgin özellikleri arasındadır. Ancak yapılan çalışma pandemi sürecine denk geldiği için bu çalışmada dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin bahsi geçen özelliklerine yoğunlaşılammıştır. Aynı zamanda dokunulabilir kullanıcı arayüzleri

öğrenme ve hafıza açısından görsel, dokunsal ve kinestetik farkındalık (proprioceptive) sağlayarak çok duyulu bir etkileşim ortamı yaratmaktadırlar (Gillet vd., 2005). Bununla beraber dokunulabilir kullanıcı arayüzleri öğrencilerin aktif bir şekilde, keşfederek öğrenmelerini sağlamaktadır (Morita ve Setozaki, 2017). Sei, Oka ve Mori (2017)'ye göre ise dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip ortamlar katılımcıların farklı bakış açılarıyla çeşitli stratejiler geliştirmesine, zorlayıcı durumlar karşısında yeni yöntemler geliştirmesine olanak sağlamaktadır. Yapılan çalışma doğrultusunda elde edilen bulgulara göre öğrencilerin yeni stratejiler geliştirmesine olanak sağlayan 3D ADEN sistemi ile öğrencilerde çok duyulu bir etkileşim ortamı yaratmıştır.

Kim (2015) ve (Shneiderman vd. 2018)'nin iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımı için verdiği ilkeler Tablo 1.5'de kullanıcı, arayüz, etkileşim ve bilişsel yük olacak şekilde 4 başlıkta incelenmiştir.

“Kullanıcı” ilkeleri arasında yer alan “evrensel kullanılabilirlik ” ilkesine göre iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımında yaş, fiziksel engel ve uluslararası kullanılabilirlik gibi konulara dikkat edilmesi gerekmektedir (Shneiderman vd., 2018). Evrensel kullanılabilirlik dahilinde düşünüldüğünde 3D ADEN öğretim materyali yaş konusunda geniş sayılabilecek bir yelpazeye hitap etmektedir. Ancak bu çalışmada fiziksel engel konu ile ilgili herhangi bir bulgu bulunmamaktadır. Bununla birlikte iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımının uluslararası kullanıma hitap etmesi önerilmektedir. Her ne kadar tasarım Türkçe olsa de üzerlerine yerleştirilen yazılar takıp çıkartılabilir yapıya sahiptir. Dolayısıyla başka bir dile çevrilebilir niteliktedir. Ancak dilin gramer yapısını uygun olup olmayacağı bu araştırma kapsamında incelenmemiştir. “Kullanıcıyı tanımak” ilkesine göre insanın iyi analiz edilmesi gerekmektedir (Kim, 2015). 3D ADEN sistemi geliştirilirken kullanıcıların davranış şekilleri düşünülmüş bu konuda çeşitli ön hazırlıklar yapılmıştır. Ayrıca sistem yapısı itibariyle kullanıcıların kendi istedikleri gibi davranmalarına izin vermekte, sistemle deney yapılması teşvik edilmektedir. “Kullanıcıların kontrol altında tutulması” ilkesine göre ise deneyimli kullanıcılar kontrolün kendilerinde olduğunu hissetmek ve eylemlerine cevap almak isterler. Aşına oldukları sistemde sürpriz, değişiklik veya gereksiz zorluk istemezler (Shneiderman vd., 2018). 3D ADEN sistemi deneyimli kullanıcılar için esneklik sağlamaktadır. Ayrıca istenmeyen durumlar ile karşılaşılması adına çeşitli hata ayıklama süreçleri işe koşulmuştur. Bu sayede sistem her zaman aynı şekilde çalışacak şekilde tasarlanmıştır.

“Arayüz” ilkesi arasında yer alan “görevi anlamak” ilkesine göre farklı kullanıcılar aynı görevi gerçekleştirmek için farklı çözümler uygulayabilecektir (Kim, 2015). Dolayısıyla kullanıcıların sistem ile olan etkileşimleri önem teşkil etmektedir. 3D ADEN sisteminde kullanıcıların farklı davranışlar sergilememeleri adına modüller birbirleriyle uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca modüllerin yanlış bağlanması ihtimalini engellemek adına gerekli giriş çıkış bağlantıları geliştirilmiştir. “Hataları engellemek” ilkesine göre ise iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımında sistemin hatalardan arınmış olması zihinsel yükün azaltılması ve karmaşanın önüne geçilmesi adına önem teşkil etmektedir (Kim, 2015; Shneiderman vd., 2018). Bu nedenle 3D ADEN sisteminde hemen her aşamada hata engelleme adına çeşitli önlemler alınmıştır. “Tutarlılık için çabalamak” ilkesine göre ise sistemin kendi içerisinde tutarlı olması ifade edilmektedir. Farklı zamanlarda farklı şekillerde çözüme ulaşılması sistemin tutarsız olduğunun göstergesidir (Kim, 2015; Shneiderman vd., 2018). 3D ADEN sistemi belirtilen ilke doğrultusunda kendi içerisinde tutarlı bir sistemdir.

“Etkileşim” ilkesi arasında yer alan “bilgi verici bilgilendirmenin yapılması” ilkesine göre iyi bir insan bilgisayar etkileşimi sisteminde kullanıcılara yapılan eylemin karşılığında ilgili geribildirim verilmelidir (Shneiderman vd., 2018). 3D ADEN sisteminde geribildirimler hem fiziksel çıktılar halinde hem de sanal ortamda eş zamanlı olarak anında verilmektedir. “Doğallık” ilkesine göre ise iyi bir insan bilgisayar etkileşimi tasarımında arayüz ile etkileşimin doğal olması beklenmektedir (Kim, 2015). Kim (2015) doğallığı açıklarken mükemmel bir insan bilgisayar etkileşimi arayüzünün insan ile olan etkileşiminin doğal iletişim şekliyle olabileceğini belirtmektedir. 3D ADEN sisteminde doğallığı sağlamak adına, modüller Türkçeleştirilmiş ve dilin kurallarına uygun olabilecek en ideal yapı kurulmaya çalışılmıştır. “Eylemlerin geri dönüşlerinin olması” ilkesine göre ise yanlış yapılan durumların geri dönüşlerinin de olabilmesi gerekmektedir. Bu sayede kullanıcılarda sistemi kullanırken rahatlama hissi oluşacaktır (Shneiderman vd., 2018). 3D ADEN sistemi elektriksel bir arıza ya da fiziksel bir darbe ile karşılaşmamak kaydıyla eylemlerin geri dönüşüne izin verecek yapıdadır. “Kapanışı sağlamak için diyalogların tasarlanması” ilkesine göre ise eylemlerin bitişinin ardından başarı ve tatmin hissi sağlamak adına kullanıcılara gerekli ifadelerin verilmesi gerekmektedir (Shneiderman vd., 2018). 3D ADEN sisteminde kullanıcılara verilen dönütlere ek olarak termal yazıcıdan verilen çıktılar ile olumlu ve olumsuz durumlara

yönelik gülen ve üzgün surat ifadeleri verilmektedir. Aynı zamanda etkinlikler ile ilgili dönütler verilmektedir.

Son ilke olan “bilişsel yük” ilkesi arasında yer alan “bilişsel yükü azaltmak” ilkesine göre kullanıcıların kısa süreli belleklerine fazla yük binmemesi görevlerin hızlı ve kolay bir şekilde bitirilmesi açısından önem teşkil etmektedir (Kim, 2015; Shneiderman vd., 2018). Bu çalışmada kullanılan etkinliklerden bağımsız olarak 3D ADEN öğretim materyalinin modüllerinin kullanımı sırasında zorluklar yaşanmıştır. Modüllerin kullanımına aşinalık kazandıktan sonra süreç öğrenciler açısından kolaylaşmıştır. “Kullanıcılara hatırlatmak ve kullanıcıların hafızalarını tazelemek” ilkesine göre ise hafıza kullanımını gerektiren önemli görevlerde bilgilerin hatırlatılması ve hafızanın tazelenmesi, bir görevin sürecine ve bitişine dair ilgili dönütlerin verilmesi gerekmektedir (Kim, 2015). 3D ADEN sistemi içerisine dahil edilmeyen ancak her hafta öğrencilere verilen yönergeler yardımıyla modüllerin kullanımına dair gerekli hatırlatmalar yapılmıştır. Bununla birlikte öğrencilerin kaçınıcı etkinlikte oldukları arayüz üzerinde görülmektedir.

3D ADEN öğretim materyalinin uygulandığı bu çalışmanın donanım boyutunda öğrenciler en çok modülleri birbirlerine bağlama ve modülleri birbirlerinden ayırma sırasında sorunlar yaşamışlardır. Üç boyutlu yazıcılar, eritilmiş plastik katmanların üst üste basılmasıyla oluşan birikimli bir yapıda plastik üretmektedir. Bu nedenle üretilen plastik yapının dış yüzeyi tırtıklı bir yapıya sahip olmaktadır. Döküm şekliyle üretilen plastiklerin aksine bahsedilen tırtıklı yapı ile üretilen plastiklerin dış yüzeyi sürtünme katsayısını artıracak niteliktedir. Aynı zamanda baskı teknolojisinin yapısı gereği eritilmiş plastikler 0.1mm hassasiyetinde üst üste basılmaktadır. Bu nedenle ortaya çıkan üç boyutlu nesnenin üst ve alt kısımları daha pürüzsüz bir yapıdayken ön, arka ve yan taraflar daha tırtıklı bir yapıya sahip olmaktadır. Üretim sürecindeki bu duruma ek olarak 3D ADEN sisteminin modül konnektörünün 2x12 pinli yapısı ile yaklaşık 5cm uzunluğunda geniş bir bağlantı yapısının oluşmasına neden olmaktadır. 3D ADEN sisteminde kullanılan konnektörler, daha uzun konnektörlerden kesilerek üretilmiştir. Bu nedenle kullanılan konnektörler yaklaşık olarak bir milimetre uzunluğunda farklılıklar göstermektedir. Aynı zamanda üç boyutlu yazıcı, genel olarak hep aynı baskıyı yapsa da bazı durumlarda eser miktarda plastik artıkları üretebilmektedir. Bu gibi sebeplerden ötürü öğrenciler modülleri bağlarken ya da birbirlerinden ayırırken zorlanmışlardır.

5.2. Öneriler

Bu bölümde, araştırmanın sınırlılıkları, bulguları ve araştırma sürecinde elde edilen deneyimler doğrultusunda, araştırmaya ve uygulamaya yönelik öneriler sunulmaktadır.

5.2.1. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler

- Algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi için 3D ADEN öğretim materyalinin kullanıldığı bu çalışma 4 haftalık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Materyalin kullanımına aşinalığın sağlanması ve sürecin daha etkili kullanılması adına bir dönem boyunca ders materyali olarak 3D ADEN öğretim materyali kullanılabilir. Bu sayede daha detaylı ve derinlemesine bilgi elde edilebilir.
- Bu çalışma nitel araştırma desenlerinden durum çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Karma desen kullanılarak daha farklı bakış açılarıyla derinlemesine bir çalışma gerçekleştirilebilir.
- Dokunulabilir kullanıcı arayüzlerinin iş birliğine dayalı ortam sunması en çok vurgulanan özelliklerinden birisidir. İlerleyen çalışmalarda katılımcılar ile grup çalışmaları yapılabilir.
- Gelecek araştırmalarda etkinliklerin belirlenmesi sürecinde öğrenciler ile pilot çalışmalar yapılabilir. Pilot çalışma ile öğrencilerin ön bilgilerini toplanarak öğrenciler için daha uygun etkinlikler hazırlanabilir.
- Öğrencilere uygulanan etkinliklerin standart olması yerine öğrencilerin seviyelerine göre şekillenen etkinlik planlaması gerçekleştirilebilir. Bu sayede süreç içerisinde zorlanan ve zorlanmayan öğrenciler kendi seviyelerine göre etkinlikleri gerçekleştirebilir.
- Oluşturulacak bir etkinlik havuzu ile öğrencinin seviyesine uygun olan etkinlikleri öğrenciye sunan bir yapının kullanılması ile daha iyi sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir. Öğrenciye göre kendisini şekillendiren bir sistem ile süreç tekrardan gerçekleştirilebilir.
- 3D ADEN öğretim materyalinde kullanılan etkinlikler 5. Sınıf programı dahilinde yer alan kazanımlar doğrultusunda belirlenmiştir. Ancak materyalin esnek yapısından dolayı daha alt veya üst sınıflar ile de çalışmalar yürütülebilir.

- Algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi için 3D ADEN donanımı, yazılımı ve etkinlikleri geliştirilmiştir. Öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerindeki değişimin hangi etmenlerden etkilendiğinin daha iyi anlaşılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.
- Araştırmanın gerçekleştirildiği okul, imkanları olan bir okuldur ve öğrenciler de bu imkanlardan faydalanabilmektedir. İmkanları görece olarak daha az olan okullarda araştırma tekrar gerçekleştirilebilir.

5.2.2. Uygulamalara yönelik öneriler

- 3D ADEN öğretim materyali araştırmacı tarafından geliştirilmiş bir prototiptir. Fabrikasyon üretime sahip bir materyalin kullanımı ile daha etkili sonuçlar elde edilebilir.
- Plastik üretimi sırasında kullanılan üç boyutlu baskı teknolojisi ile her ne kadar aynı baskılar yapılsa da bazı durumlarda yanlışlıkla fazlalık sayılabilecek artık plastikler üretilmektedir. Bu nedenle bazı üretimler diğerlerine göre milimetrik olarak daha kusurlu olabilmektedirler. Modüllerin birbirlerine bağlantısı sırasında bu durum sürtünme olarak kendisini göstermektedir. Bu nedenle üç boyutlu yazıcıdan plastik üretimi yerine fabrikasyon üretim yolları tercih edilmelidir.
- Elektronik devrelerin tasarım ve üretim süreci, araştırmacının kendi imkanları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çizilen devreler sıcak baskı ile bakır plakelerin üzerine aktarılmış, asetat kalemi ile baskı kusurlarının önüne geçilmiş ardından asit banyosuna yatırılarak üzerinde mürekkep olmayan yüzeylerin eritilmesi sağlanmıştır. Ancak bakır plaket üzerine mürekkebin aktarılması sırasında yaşanabilecek hatalar nedeniyle asit, tasarlanan elektronik yolları da eritebilmektedir. Bu durum tasarlanan elektronik devrenin boşa gitmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle elektronik devrelerin üretiminde fabrikasyon üretim yolları tercih edilmelidir.
- Protopleme süreci fazlasıyla zaman kaybı yaratan bir süreçtir. Dolayısıyla alan uzmanlarından destek alınması ile zaman daha verimli kullanılabilir.
- Öğrenciler modülleri birbirlerine bağlamakta ve çıkarmakta zorlanmışlardır. Bağlantı için kullanılan 2x12 pin konnektör yerine içerisinde çok sayıda pin

barındırması ve standart olması gibi nedenlerden ötürü HDMI ya da USB Type C gibi konnektör yapıları tercih edilebilir. Benzer şekilde içerisinde 8 pin barındıran RJ-45 konnektörünün çoğaltılması yoluna gidilebilir.

- Bilgisayarsız etkinliklere olan yönelimden, okullardaki alt yapı eksikliğinden ve eski işletim sistemine sahip bilgisayarların kullanılıyor olması gibi nedenlerden ötürü 3D ADEN sistemi, bilgisayardan bağımsız olarak çalışabilir hale getirilebilir. Bu durum bir taraftan da 3D ADEN sisteminin üretim maliyetini artırabileceği için grafiksel arayüze sahip yazılımın desteğinin kesilmemesi önemlidir. Bu sayede tamamen fiziksel 3D ADEN materyali ile bilgisayardan uzak bir şekilde kullanılabileceği gibi grafiksel arayüze sahip hali de kullanılabilir hale gelmektedir.
- Bilgisayardan bağımsız halde çalışacak sistem için çeşitli sensör destekleri sağlanabilir. Bu sayede daha etkileşimli bir deneyimin yaşanması sağlanabilir.
- 3D ADEN sisteminde toplamda 6 farklı modül kullanılmaktadır. Daha üst sınıflara yönelik etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli özelliklere sahip modüller eklenebilir. Daha üst düzey kazanımlar için gerekli olan fonksiyon, değişken ve operatör işlemleri sisteme dahil edilebilir.
- Programlama yaparken döngü kullanımlarında açılan parantez sonrasında bir adım içeriden başlanması, döngü bitiminde ise bir adım geri gidilmesi ile daha göze hitap eden bir yazım şekli ortaya çıkmaktadır. Bu yazım stili aynı zamanda hata ayıklama işlemini de kolaylaştırmaktadır. Benzer bir yapının 3D ADEN sisteminde de kullanılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sayede döngü yapıları ve hata ayıklama süreçleri daha kolay anlaşılabilir hale gelebilir.
- 3D ADEN sisteminde bulunan termal yazıcı sadece dönüt vermektedir. Termal yazıcının daha etkili bir şekilde kullanılması için soru etkinlikleri ile ilgili şıklar termal yazıcıdan verilebilir. Etkinlikte zorlanan öğrenciler için termal yazıcı aracılığıyla belirli sayıda ipuçları verilebilir. Daha fazla ipucu sağlamak adına öğrencilere, etkinliklerle ya da konu ile ilgili kolay sayılabilecek sorular sorulabilir.
- Alanyazın taraması sonucunda görme engelli öğrencilerin de kodlama yapabilmesini sağlamak adına Braille Alfabeti aracılığıyla modüllerin ayırt ediciliğinin sağlanmasının önerildiği görülmüştür (McNarney, 2000). Aynı

zamanda tamamen fizikselleştirilmiş 3D ADEN sistemine sesli dönüt sisteminin de eklenebilir. Bu sayede görme engelli öğrencilerin yaptıkları tasarımı okuyabilmeleri ve sonucunu değerlendirebilmeleri sağlanabilir.



KAYNAKÇA

- Adu Michael, K., ve Abe Omoloye, E. (2014). Improving structural designs with computer programming in building construction. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*. 16(3), s. 10-16.
- Anılan, H., ve Gezer, B. (2020) Kodlama etkinliklerine ve analitik düşünme becerisine yönelik sınıf öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(4), 307-324.
- Bangor, A., Kortum, P. T., ve Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
- Bakırcı, F. (2019). *Blok tabanlı programlama aracının 6. sınıf öğrencilerinin programlama başarısı, algoritma geliştirme öz-yeterlikleri ve güdülenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Baranauskas., M. C. C., ve Marleny, M. L., (2017). The social nature of programming: children and fluency. *Human-Computer Interaction, 19th International Conference, HCI International 2017*, Springer International Publishing AG, s. 291-308.
- Barr, D., Harrison, J., ve Conrey, L. (2011). Computational thinking: a digital age. *Learning & Leading With Technology*, 38(6), 20-23.
- Barnes, S. B. (2010). User friendly: A short history of the graphical user interface. *Sacred Heart University Review*, 16(1), 4.
- Bevan, N. (2001). *International standards for HCI and usability*. International Journal of Human-Computer Studies, 55(4), 533-552.
- Begel, A. (1996). *LogoBlocks: A graphical programming language for interacting with the world*. Yayınlanmamış araştırma raporu. *Electrical Engineering and Computer Science Department*, Boston: Massachusetts Institute of Technology.
- Bi, T., Zhang, Y., Wang, C., ve Ayobi, A. (2019). Characterizing HCI research in China: streams, methodologies and future directions. *CHI'19 Workshop: HCI in China: Research Agenda, Education Curriculum, Industry Partnership, and Communities Building*. Glasgow, United Kingdom.
- Bogdan, R. C. ve Biklen S. K. (2007). *Qualitative research for education* (5. Baskı). Boston, MA: Pearson Education Inc.
- Bonani, A. (2017). Interactive objects for algorithmic thinking: why and how. *IS-EUD 2017*, 112.
- Bonani, A., Del Fatto, V., Doderio, G., Gennari, R. ve Raimato, G. (2017). First steps towards the design of tangibles for graph algorithmic thinking. *International Conference in Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning* içinde (s. 110-117). Springer, Cham.

- Bonani, A., Del Fatto, V., ve Gennari, R. (2018). *The evolving design of tangibles for graph algorithmic thinking*. Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction - TEI '18. 65-72.
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., ve Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education - WiPSCE '17* içinde. 65-72.
- Brooke, J. (1996). Sus: a “quick and dirty” usability. P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, I. L. McClelland (Editörler), *Usability evaluation in industry* içinde (s. 189-194) London: Taylor & Francis Ltd.
- Brown, M.H. (1988). Algorithm animation. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Burks, A. W. (2002). The invention of the universal electronic computer—how the electronic computer revolution began. *Future Generation Computer Systems*, 18(7), 871-892.
- Burke, L. M., ve McNeill, J. B. (2011). “Educate to innovate”: how the obama plan for stem education falls short. *Background*.
- Burmabıyık, A. (2011a). Bir matematik gizemi: asal sayılar. <http://alperburmabiyik.blogspot.com/2011/05/bir-matematik-gizemi-asal-sayilar.html> adresinden alınmıştır. (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Ceylan, V. K., ve Gündoğdu, K. (2018). Bir olgubilim çalışması: kodlama eğitiminde neler yaşanıyor?. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8(2), 1-34.
- Code.org. (2021a). Abut Us. 10.02.2021 tarihinde <https://code.org/international/about> adresinden alınmıştır.
- Code.org. (2021b). Hızlandırılmış Kurs (2017). <https://studio.code.org/s/express-2017> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Code.org. (2021c). 2. Giriş | Code.org. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/2/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Code.org. (2021d). 4. Hata ayıklamaya giriş. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/4/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Code.org. (2021e). 7. İç İç Döngüler. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/7/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Code.org. (2021f). 17. Çiftçi Döngüleri. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/17/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Code.org. (2021g). 18. Labirentte Bitiş Döngüleri. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/18/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Code.org. (2021h). 19. Minecraft' da Koşullar. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/19/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021).

- Code.org. (2021i). 20. Hasatçıda Koşullar & Döngüler. <https://studio.code.org/s/express-2017/stage/20/puzzle/1> (Erişim tarihi: 10.02.2021)
- Computer History, (2021), Timeline of Computer History. <https://www.computerhistory.org/timeline/computers/> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L. ve Stein, C. (2001). *Introduction to algorithms, Second Edition*. (2. Baskı). Massachusetts: The MIT Press.
- Cooper, S., Dann, W. ve Pausch, R. (2000). Developing algorithmic thinking with Alice. *The proceedings of ISECON* içinde, 17, 506-539.
- Creswell, J. W., (2012). *Educational research planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4. Baskı). Boston, MA: Pearson
- Csunplugged.org (2021). Principles. <https://csunplugged.org/en/principles/> (Erişim tarihi: 18.06.2021)
- Çağiltay, K., (2016). İnsan Bilgisayar Etkileşimi ve Eğitim Teknolojileri. *Öğretim teknolojilerinin temelleri: teoriler, araştırmalar, eğilimler*. 297-314.
- Davey, L. (1990). The application of case study evaluations. *Practical assessment, research, and evaluation*, 2(1), 9.
- Dolge, A. (1972). *Pianos and their makers: a comprehensive history of the development of the piano from the monochord to the concert grand player piano* (Vol. 1). Courier Corporation.
- Douadi, B., Tahar, B., ve Hamid, S. (2012). Smart edutainment game for algorithmic thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* içinde 31, 454-458.
- Fay, A. L., ve Mayer, R. E. (1987). Children's naive conceptions and confusions about Logo graphics commands. *Journal of Educational Psychology*, 79(3), 254-268.
- Fitzmaurice, G. W., Ishii, H., ve Buxton, W. (1995). Bricks: laying the foundations for graspable user interfaces. *Proceedings of ACM CHI'95*, (s. 442-449). Denver.
- Follmer, S., Leithinger, D., Olwal, A., Hogge, A., ve Ishii, H. (2013). inFORM: dynamic physical affordances and constraints through shape and object actuation. *Proceedings of the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '13*. (s. 417-426).
- Fosnot, C. T., ve Perry, R. S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. *Constructivism: Theory, Perspectives, And Practice*, 2(1), s. 8-33.
- Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: the key for understanding computer science. *International Conference On Informatics In Secondary Schools-Evolution And Perspectives* içinde (s. 159-168). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Futschek, G., ve Moschitz, J. (2010). Developing algorithmic thinking by inventing and playing algorithms. *Proceedings of the 2010 constructionist approaches to creative learning, thinking and education: Lessons for the 21st century (constructionism 2010)* içinde. 1-10.

- Futschek, G., ve Moschitz, J. (2011). Learning algorithmic thinking with tangible objects eases transition to computer programming. *Informatics in Schools. Contributing to 21st Century Education* içinde. 155–164.
- Gall, M. D., Gall, J.P. ve Borg, W. R. (2003). *Educational research an introduction*. (7. Baskı). Pearson Education Inc.
- Gillet, A., Sanner, M., Stoffler, D., ve Olson, A. (2005). Tangible interfaces for structural molecular biology. *Structure*, 13(3), 483-491.
- Gilligan, K. A., Hodgkiss, A., Thomas, M. S., ve Farran, E. K. (2019). The developmental relations between spatial cognition and mathematics in primary school children. *Developmental science*, 22(4).
- Glesne, C. (2015) *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy, P. Yalçınoglu, Çev.) Ankara: Anı Yayıncılık.
- Glonek, G., ve Pietruszka, M. (2012). Natural user interfaces (NUI). *Journal Of Applied Computer Science*, 20(2), 27-45
- Günsay, K. (2009). *Mikrodenetleyicili endüstriyel seri protokol çözümleyici sisteminin programı*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gürçan, F., Çağıltay, N. E., ve Çağıltay, K. (2021). Mapping human–computer interaction research themes and trends from its existence to today: a topic modeling-based review of past 60 years. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 37(3), 267-280.
- Hall, E., Draper, C. S., Gilmore, J., Hogan, C. L., ve Talks, S. G. (1982) The Director's Letter The Apollo Guidance Computer.
- Harrison, S., Tatar, D., ve Sengers, P. (2007). The three paradigms of HCI. *Alt. Chi. Session at the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. San Jose, California, USA (s. 1-18).
- Heimgärtner, R. (2012). *Cultural differences in human-computer interaction: towards culturally adaptive human-machine interaction*. Walter de Gruyter.
- Hendroanto, A., van Galen, F., Van Eerde, D., Prahmana, R. C. I., Setyawan, F., ve Istiandaru, A. (2017). Photography activities for developing students' spatial orientation and spatial visualization. *Journal of Physics: Conference Series*, 943(1), 1-10.
- Honebein, P. C. (1996). Seven goals for the design of constructivist learning environments. B. G. Wilson (Ed.), *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design* içinde (s. 11-24) New Jersey: Educational Technology Publications.
- Horn, M. S., ve Jacob, R. J. K. (2007a). Designing tangible programming languages for classroom use. *Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction - TEI '07* içinde (159-162).

- Horn, M. S., ve Jacob, R. J. (2007b). Tangible programming in the classroom with tern. *CHI'07 extended abstracts on Human factors in computing systems* içinde (1965-1970).
- Hromkovič, J., Kohn, T., Komm, D., ve Serafini, G. (2016). Examples of algorithmic thinking in programming education. *Olympiads in Informatics*, 10(1-2), 111-124.
- Hubálovský, Š., ve Milková, E. (2010). Modeling of a real situation as a method of the algorithmic thinking development. *Advanced Educational Technologies, Proceedings of 6th WSEAS/IASME International Conference on Educational Technologies (EDUTE'10)*, içinde (s. 68-72). Kantoui, Sousse, Tunus: WSEAS Press.
- IBM. (2021). The IBM Punched Card. tarihinde <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/punchcard/> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Ishii, H. (2008). Tangible bits: beyond pixels. *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction* içinde (s. xv-xxv).
- Ishii, H., Wisneski, C., Brave, S., Dahley, A., Gorbet, M., Ullmer, B., Yarin, P. (1998). AmbientROOM: Integrating ambient media with architectural space. *Conference on Human Factors in Computing Systems, Conference Summary of CHI '98* içinde. New York: ACM.
- Ishii, H. ve Ullmer, B. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference* içinde (s. 234-241).
- Ishii, H. ve Ullmer, B. (2012). Tangible user interfaces. J. A. Jacko (Ed.), *The human-computer interaction handbook fundamentals, evolving technologies, and emerging applications* içinde (s. 465-485). Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group.
- ISTE. (2018a). *Because the world is changing, so are the ISTE Standards*. <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=404> (Erişim tarihi: 18.12.2018)
- ISTE. (2018b). *ISTE Standards for STUDENTS*. <http://www.iste.org/standards/for-students> (Erişim tarihi: 18.12.2018)
- Juškevičienė, A. (2020). Developing algorithmic thinking through computational making. In *Data science: New issues, challenges and applications* (s. 183-197). Springer.
- Kadiyala, M., ve Crynes, B. L. (2000). A Review of Literature on Effectiveness of Use of Information Technology in Education. *Journal of Engineering Education*, 177-189.
- Kehoe, C., Stasko, J., ve Taylor, A. (2001). *Rethinking the evaluation of algorithm animations as learning aids: an observational study*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(2),

- Kim, G. J. (2015). *Human-computer interaction: fundamentals and practice*. CRC press.
- Kim, H. N., Smith-Jackson, T. L., ve Kleiner, B. M. (2013). Accessible haptic user interface design approach for users with visual impairments. *Universal Access in the Information Society*, 13(4), 415–437.
- Knuth, R. A., ve Cunningham, D. J. (1993). Tools for constructivism. T. Duffy, J. Lowyck ve D. Jonassen (Editörler), *Designing environments for constructivist learning içinde* (s. 163-187). Berlin: Springer-Verlag.
- Kohn, T. ve Komm, D. (2018). Teaching Programming and Algorithmic Complexity with Tangible Machines. *Informatics in Schools. Fundamentals of Computer Science and Software Engineering*, 68–83.
- Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., ve Marian, P. (2013). Educating the Internet of Things Generation. *IEEE Computer Society*, 53-61.
- Kuzuoka, H., Kimura, R., Tashiro, Y., Kubota, Y., Suzuki, H., Kato, H., ve Yamashita, N., (2017). Thoughts on Effective Learning Procedure for Tangible Learning Environment Based on Embodied Design. *Human-Computer Interaction, 19th International Conference, HCI International 2017*, Springer International Publishing AG, s. 331-340.
- Kwon, D. Y., Kim, H. S., Shim, J. K., ve Lee, W. G. (2012). Algorithmic bricks: a tangible robot programming tool for elementary school students. *IEEE Transactions on Education*, 55(4), 474-479
- Lego. (2018). *Learn to program - LEGO MINDSTORMS - LEGO.com - Mindstorms LEGO.com*. <https://www.lego.com/en-us/mindstorms> (Erişim tarihi: 18.12.2018)
- Lego. (2021). *Robotics invention system 2.0*: <https://www.lego.com/cdn/product-assets/product.bi.core.pdf/4157492.pdf> (Erişim tarihi: 14.05.2021)
- Main, T., Feuerstein, R. J., Jordan, H. F., Heuring, V. P., Feehrer, J., ve Love, C. E. (1994). Implementation of a general-purpose stored-program digital optical computer. *Applied optics*, 33(8), 1619-1628.
- Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B., ve Resnick, M. (2004). Scratch: a sneak preview. *Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing içinde* (s. 104-109).
- Maloney, J. H., Peppler, K., Kafai, Y., Resnick, M., ve Rusk, N. (2008). Programming by choice: urban youth learning programming with scratch. *Proceedings of the 39th SIGCSE technical symposium on Computer science education içinde* (s. 367-371).
- Malizia, A., Turchi, T. ve Olsen, K. A. (2017). Block-oriented programming with tangibles: An engaging way to learn computational thinking skills. *2017 IEEE Blocks and Beyond Workshop (B&B)*, 61-64.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2. Baskı) Londra: Thousand Oaks, Sage.
- Myers, B. A. (1998). *A brief history of human-computer interaction technology*. *Interactions*, 5(2), 44–54.

- McCartney, S. (1999). *ENIAC: The triumphs and tragedies of the world's first computer*. Walker & Company.
- McMonnies, C. W. (1996). Left/Right confusion: Part one — the general problem. *Australian Journal of Learning Disabilities*, 1(1), 15–18.
- McNerney, T., S., (2000). *Tangible programming bricks : an approach to making programming accessible to everyone*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts Institute of Technology. Dept. of Architecture. Program In Media Arts and Sciences.
- McNerney, T. S. (2004). From turtles to tangible programming bricks: explorations in physical language design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5), 326-337.
- MEB. (2021a). 2023 eğitim vizyonu. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- MEB. (2021b). Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı (Ortaokul 5 ve 6. Sınıflar). [https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2018124103559587-Bilişim Teknolojileri ve Yazılım 5-6. Sınıflar.pdf](https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2018124103559587-Bilişim_Teknolojileri_ve_Yazılım_5-6_Sınıflar.pdf) (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Metin, T., (2018). *Somut tasarım kapsamında etkileşimli grafik arayüz tasarımı ve bir proje önerisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Microchip. (2021). Microchip | 24C02. <https://pdf.direnc.net/upload/24c02c-datasheet.pdf> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Moreno-León, J., Román-González, M. ve Robles, G. (2018). On computational thinking as a universal skill: A review of the latest research on this ability. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* içinde (s. 1684-1689). IEEE.
- Morita, Y., ve Setozaki, N., (2017). Learning by tangible learning system in science class. *Human–Computer Interaction, 19th International Conference, HCI International 2017*, Springer International Publishing AG, s. 341-352.
- National Research Council, NRC. (1999). *Being fluent with information technology*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newcombe, N. S. (2018). Three kinds of spatial cognition. S. L. Thompson-Schill (Editör), *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience: Vol. 3. Language and thought* (4. Baskı) içinde (s. 521–552). Hoboken, NJ: John Wiley.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc., Publishers.
- Pasini, M., Solitro, U., Brondino, M., Burro, R., Raccanello, D., ve Zorzi, M. (2017). Psychology of programming: the role of creativity, empathy and systemizing.

International Conference Methodologies and intelligent Systems for Technology Enhanced Learning içinde (s. 82-89). Springer, Cham.

- Peel, A., Sadler, T. D., ve Friedrichsen, P. (2019). Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(7), 983-1007.
- Raffle, H. S., Parkes, A. J., ve Ishii, H. (2004). Topobo: a constructive assembly system with kinetic memory. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 647-654.
- RaspberryPi. (2021a). Scratch 3 Desktop for Raspbian on Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.org/blog/scratch-3-desktop-for-raspbian-on-raspberry-pi/> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- RaspberryPi. (2021b). About Us. <https://www.raspberrypi.org/about/> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- RaspberryPi. (2021c). Raspberry Pi 3 Model B+. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Robinson, W. (2016). From scratch to patch: Easing the blocks-text transition. *Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. 96-99.
- Ryokai, K., Marti, S., ve Ishii, H. (2004). I/O brush: drawing with everyday objects as ink. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 303-310.
- Sadykova, O. ve Usolzev, A. (2018). On the concept of algorithmic thinking. *SHS Web of Conferences*, 55, 1-5.
- Sayın, Z. (2020). Öğretmenlerin kodlama eğitiminde eğilimlerinin belirlenmesi. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 52-64.
- Sei, N., Oka, M., Mori, H., (2017). Investigation of learning process with TUI and GUI. *Human-Computer Interaction, 19th International Conference, HCI International 2017*, Springer International Publishing AG, s. 377-384.
- Sharp, H., Rogers, Y., Preece, J., (2019). *Interaction design: beyond human-computer interaction*. (5. Baskı). Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc.
- Shneiderman, B. (2011). Claiming success, charting the future: micro-HCI and macro-HCI. *interactions*, 18(5), 10-11.
- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M. S., Jacobs, S., Elmqvist, N., Diakopoulos, N. (2018). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. (6. Baskı). İngiltere : Pearson Education Limited.
- Sluis, R. J. W., Weevers, I., Van Schijndel, C. H. G. J., Kolos-Mazuryk, L., Fitrianie, S., ve Martens, J. B. O. S. (2004). Read-It: five-to-seven-year-old children learn to read in a tabletop environment. *Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community*, s. 73-80.

- Stasko, J., Badre, A., ve Lewis, C. (1993). Do algorithm animations assist learning? *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '93*, s. 810-811.
- Stephens, M. (2018). *Embedding algorithmic thinking more clearly in the mathematic curriculum*. ICME 24 School mathematics curriculum reforms: challenges, changes and opportunities. 1-9.
- Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe, M. ve Minocha, S., (2005). *User interface design and evaluation*. (1. Baskı). Los Altos CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Suzuki, H. ve Kato, H. (1993). AlgoBlock: a tangible programming language, a tool for collaborative learning. *Proceedings of 4th European Logo Conference*, s. 297-303.
- Szlávi, P. ve Zsakó, L. (2006). Programming versus application. *International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives* içinde (s. 48-58). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Tepgeç, M. (2017). *Algoritma öğretiminde çözümlü örnek kullanımının öğrenci başarısına ve bilişsel yüke etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Triona, L. M., Klahr, D., ve Williams, C. (2005). Point and click or build by hand: comparing the effects of physical vs. virtual materials on middle school students' ability to optimize an engineering design. *Proceedings of the CogSci 2005, XXVII annual conference of the Cognitive Science Society*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. s. 1-4.
- Tsukamoto, H., Oomori, Y., Nagumo, H., Takemura, Y., Monden, A., ve Matsumoto, K. I. (2017). Evaluating algorithmic thinking ability of primary schoolchildren who learn computer programming. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* s. 1-8.
- Ullmer, A. B. (2002). *Tangible Interfaces for Manipulating Aggregates of Digital Information*, Yayımlanmamış Doktora Tezi. *Massachusetts Institute of Technology*.
- Unity. (2021a). Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D VR AR Engine. <https://unity.com/> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Unity. (2021b). Plans and pricing. <https://store.unity.com/#plans-individual> (Erişim tarihi: 07.04.2021)
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., ve Newcombe, N. S. (2013). *The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies*. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402.
- Ünsal, K. (2019). *Ortaokul ve lise okul yöneticilerinin kodlama eğitime yönelik görüşlerinin incelenmesi (Bağcılar ilçesi örneği)*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Wang, X., ve Zhou, Z. (2011). The research of situational teaching mode of programming in high school with Scratch. *2011 6th IEEE Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference*, s. 488-492.
- Wiedenbauer, G., ve Jansen-Osmann, P. (2008). Manual training of mental rotation in children. *Learning and instruction*, 18(1), 30-41.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wigdor, D., ve Wixon, D. (2011). *Brave NUI world designing natural user interfaces for touch and gesture*. Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers.
- Wong, G. K., ve Jiang, S. (2018). Computational thinking education for children: Algorithmic thinking and debugging. *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, s. 328-334.
- Wyeth, P., ve Purchase, H. C. (2002). Tangible programming elements for young children. *CHI '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI '02*, s. 774-775.
- Xie, L., Antle, A. N., ve Motamedi, N. (2008). Are tangibles more fun?: comparing children's enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interfaces. *Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*, s. 191 – 198.
- Yashiro, T., Harada, Y. ve Mukaiyama, K., (2017). Plugramming: a tangible programming tool for children's collaborative learning. *Human-Computer Interaction, 19th International Conference, HCI International 2017*, Springer International Publishing AG, s. 398-409.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınevi.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research design and methods* (3. Baskı). California: Sage Publications, Inc.
- Yin, R. K., (2012). *Applications of case study research* (3. Baskı). Sage.
- Zuckerman, O., ve Gal-Oz, A. (2013). To TUI or not to TUI: Evaluating performance and preference in tangible vs. graphical user interfaces. *Int. J. Human-Computer Studies*, 71, 803-520.
- Zuckerman, O., ve Resnick, M. (2003). A physical interface for system dynamics simulation. *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI '03*, s. 810-811.

EKLER

EK-1. Veli onay formu

Sayın öğrenci velisi,

Bu form, araştırmanın amacını ve öğrencinizin bir katılımcı olarak haklarını tanımlamayı amaçlamaktadır. Araştırma Eskişehir İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden alınan resmi izinle gerçekleştirilmektedir. *“Algoritmik Düşünme Becerisinin Kazandırılmasına Yönelik Dokunulabilir Bir Kullanıcı Arayüzü Geliştirilmesi”* başlıklı tez çalışması, ortaokul öğrencilerinin algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesinde dokunulabilir kullanıcı arayüzüne sahip olan materyalin kullanılabilirliğini ortaya koymak amacıyla Doç. Dr. Özcan Özgür DURSUN danışmanlığında, Arş. Gör. Alper GÖKADA tarafından gerçekleştirilecektir. Bu amaç doğrultusunda velisi olduğunuz öğrencilerden alınacak verilerin çalışmaya önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Yapılacak araştırmada araştırmacı tarafından geliştirilen “Dokunulabilir, Değiştirilebilir ve Düzenlenebilir Algoritmik Düşünme Etkinlikleri ve Nesnesi (3D ADEN)” materyali ile birlikte etkinlikler gerçekleştirilecektir. Araştırma kapsamında gerçekleştirilecek etkinlikler Şubat - Mart 2021 tarihleri arasında 4 haftalık süreç içinde toplamda 4 etkinlik olacak şekilde düzenlenecektir. Bu çalışmada elde edilen bilgiler herhangi bir şekilde öğrencileri ifşa edici veya riske atacak bilgiler olmayacaktır. Yapılan araştırma ile öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerine yönelik etkinlikler planlanmaktadır. Bu etkinliklerin öğrencilerin başarılarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

1. Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
2. **Çalışmanın amacı doğrultusunda ölçek, görüşme, ses ve / veya video kaydına ek olarak materyal logları aracılığıyla öğrencilerden veriler toplanacaktır.**
3. **Ses ve/veya video kaydı sadece öğrencilerin hareketlerini gözlemek amacıyla toplanacaktır.**
4. İsmi yazmak ya da kimliği açığa çıkaracak herhangi bir bilgi vermek zorunda değilsiniz. Araştırmada öğrencilerin kimlikleri gizli tutulacaktır.
5. Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.

EK-1. (Devam) Veli onay formu

6. Araştırmada öğrencilerden toplanan verilerin doğrulamasını sağlamak için gerekirse öğrencilerden teyit alınarak olası yanlış anlaşılmalara engellenecektir.
7. Öğrencilerden toplanan veriler titizlikle korunacak ve araştırma dışında olan kişiler ile öğrencilerin kimliğini ifşa edecek şekilde paylaşılmayacaktır. Toplanan veriler araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
8. Veri toplama sürecinde öğrencilere rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru veya talep olmayacaktır. Yine de araştırma sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz araştırmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda öğrenciden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı araştırmacıya yöneltebilirsiniz.

“Algoritmik Düşünme Becerisinin Kazandırılmasına Yönelik Dokunulabilir Bir Kullanıcı Arayüzü Geliştirilmesi” başlıklı araştırma kapsamında gerçekleştirilecek uygulamaların tümüne velisi olduğum öğrencinin gönüllü olarak katılmasını onayladığımı beyan ederim.

Araştırmacı

Ad Soyad : Arş. Gör. Alper GÖKADA

E-Posta :

Tel :

:

Adres :

Öğrenci

Ad Soyad :

Öğrenci Velisi

Ad Soyad :

İmza :

Tarih :

EK-2. Haftalık yönergelerin birleşimi

3D ADEN sistemindeki modüllerin renkleri, yapacakları işlere göre değişmektedir.

1. Açık yeşil modüller “İlerle, Sağa Dön, Sola Dön (**Hafta 1**), Havuç ve Lahana Topla (**Hafta 2**)” hareketlerini gerçekleştirmek için kullanılır.
2. Mor modüller üzerlerinde yazılı olan sayıları temsil eder. Tekrar eden eylemleri gerçekleştirmek için kullanılır. (**Hafta 1**)
3. Koyu yeşil modüller tekrar eden eylemlerin şartlarını ifade eder. Üzerlerinde “İleride yol var, Havuç var, Lahana var (**Hafta 2**), Sağda yol var, Solda yol var (**Hafta 3**)” şart ifadeleri bulunmaktadır. “Bitir Bayrağına Ulaşana Kadar” yazılı olan koyu yeşil modül ise bitir bayrağının üzerine gelene kadar eylemlerin tekrarlanacağı anlamına gelmektedir (**Hafta 3**).
4. Pembe modüller tekrar eden eylemleri gerçekleştirmek için kullanılır ve 3 parçadan oluşur (**Hafta 1**). Pembe modüllerin iki türü vardır. Birinci tür, tekrar etmesini istediğiniz sayıya bağlıdır ve ana pembe modülünün üst bağlantı noktasında büyük bir dikdörtgen bulunmaktadır. Bu türün üzerine mor sayı modülleri takılır(**Hafta 1**). İkinci tür ise, tekrar etmesini istediğimiz şarta bağlıdır ve ana pembe modülünün üst bağlantı noktasında yarım ay şekli bulunmaktadır. Bu türün üzerine koyu yeşil şart modülleri takılır(**Hafta 2**).
 - a. Birinci tür tekrar eden modüller için bu 3 parça sırasıyla şu şekilde kullanılır (**Hafta 1**):
 - i. Üzerinde numara olan büyük pembe modülün üst tarafına tekrar etmesini istediğimiz Mor sayı modülü yerleştirilir. Bu sayı kadar belirlenen eylemlerin gerçekleştirileceği anlamına gelir.
 - ii. Mor sayı modülünün üzerine ise “kez tekrarlar” yazılı olan pembe modül yerleştirilir. Bu sayede sistem kaç kez tekrarlar yapacağını öğrenmiş olur. Bu yüzden pembe modülün yerleştirilmesi önemlidir.
 - iii. Üzerinde numara olan büyük pembe modülün devamına ise tekrar etmesi istenilen eylemler istenilen sırada takılır.
 - iv. Tekrar edecek olan eylemler bittiğinde ise en sona “buraya kadar” yazılı olan pembe modül takılır. Bu sayede sistem neleri tekrar edeceğini de öğrenmiş olur. Bu yüzden bu pembe modülün de yerleştirilmesi önemlidir. Örneğin;

EK-2. (Devam) Haftalık yönergelerin birleşimi

karakterin üç kere ilerlemesi için üzerinde numara olan büyük pembe modülün üst tarafına, üzerinde 3 yazılı olan mor modül takılır. Ardından mor modülün üstüne “kez tekrarlar” yazılı olan pembe modül yerleştirilir. Üzerinde numara olan büyük pembe modülün devamına yeşil renkli “ilerle” modülü yerleştirilir. İlerle modülünün devamına ise “buraya kadar” yazılı olan pembe modül takılır. Bu sayede sistem 3 kez tekrar yapacağını ve her seferinde de ilerleyeceğini anlamış olur.

b. İkinci tür tekrar eden modüller için bu 3 parça sırasıyla şu şekilde kullanılır
(Hafta 2):

- i. Üzerinde numara olan büyük pembe modülün üst tarafına tekrar etmesini istediğimiz koyu yeşil şart modülü yerleştirilir. Bu şart var olduğu sürece eylemlerin gerçekleştirileceği anlamına gelir.
- ii. Koyu yeşil şart modülünün üzerine ise “olduğu sürece” yazılı olan pembe modül yerleştirilir. Bu sayede sistem, yapacağı şart durumunu öğrenmiş olur. Bu yüzden pembe modülün yerleştirilmesi önemlidir.
- iii. Üzerinde numara olan büyük pembe modülün devamına ise tekrar etmesi istenilen eylemler istenilen sırada takılır.
- iv. Tekrar edecek olan eylemler bittiğinde ise en sona “buraya kadar” yazılı olan pembe modül takılır. Bu sayede sistem neleri tekrar edeceğini de öğrenmiş olur. Bu yüzden bu pembe modülün de yerleştirilmesi önemlidir. Örneğin; karakterin ileride yol var olduğu sürece ilerlemesi için üzerinde numara olan büyük pembe modülün üst tarafına, üzerinde “ileride yol var” yazılı olan koyu yeşil modül takılır. Ardından koyu yeşil modülün üstüne “olduğu sürece” yazılı olan pembe modül yerleştirilir. Üzerinde numara olan büyük pembe modülün devamına yeşil renkli “ilerle” modülü yerleştirilir. İlerle modülünün devamına ise “buraya kadar” yazılı olan pembe modül takılır. Bu sayede sistem ileride yol var olduğu sürece tekrar yapacağını ve her seferinde de ilerleyeceğini anlamış olur.

EK-3. Code.org etkinlik seti

No	Etkinlik Set Adı	Alt Etkinlik	Açıklama
1.	Programlama: Grafik Kağıdı ile Programlama	-	Bilgisayarsız etkinlik
2.	Giriş	15	Temel komutlar ve döngüler
3.	Bir Temel Oluşturma	-	Bilgisayarsız etkinlik
4.	Hata ayıklamaya giriş	10	Temel komutlar ve döngüler ile ilgili verilen durumların incelenmesi ve hataların ayıklanması
5.	Döngüler: Loopy robot dostlarım	-	Bilgisayarsız etkinlik
6.	Sanatçı- Döngüler	17	Temel komutlar ve for döngüleriyle çizim
7.	İç İç Döngüler	13	Temel komutlar ve for döngülere ek olarak iç içe for döngüleri
8.	Frozen'da İç İç Döngüler	9	Temel komutlar ve for döngülere ek olarak iç içe for döngüler ile çizim
9.	Programlamanın Ötesinde: İnternet	-	Bilgisayarsız etkinlik
10.	Dijital Vatandaşlık: Dijital Vatandaşlık Pratiği	-	Bilgisayarsız etkinlik
11.	Dijital Vatandaşlık: Ortalamayı Filtrele	-	Bilgisayarsız etkinlik
12.	Olaylar: Büyük Olay	-	Bilgisayarsız etkinlik
13.	Yıldız Savaşları'ndaki Olaylar	10	Klavye yardımıyla tuşlara basınca gerçekleştirilecek eylemler
14.	Flappy Olayları	10	Klavye yardımıyla tuşlara basınca gerçekleştirilecek eylemler
15.	Sıçrama Olayları	10	Klavye yardımıyla tuşlara basınca gerçekleştirilecek eylemler
16.	Koşullar: Kartlarla Koşullar	-	Bilgisayarsız etkinlik
17.	Çiftçi Döngüleri	13	Temel komutlar ile for ve while döngülerine ek olarak iç içe döngüler
18.	Labirentte Bitiş Döngüleri	13	Temel komutlar ile for ve while döngülerine ek olarak iç içe döngüler
19.	Minecraft' da Koşullar	14	Temel komutlar ile for ve while döngülerine ek if durumları
20.	Hasatçıda Koşullar & Döngüler	10	Temel komutlar ile for ve while döngülerine ek if durumları

EK-3. (Devam) Code.org etkinlik seti

No	Etkinlik Set Adı	Alt Etkinlik	Açıklama
21.	Değişkenler: Zarf Değişkenleri	-	Bilgisayarsız etkinlik
22.	Sanatçı-Değişkenler	15	Temel komutlar ve döngülere ek olarak değişkenler yardımıyla detaylı çizim
23.	Değişkenler - Oyun laboratuvarı	10	Değişkenler ve detaylı komutlar ile oyun geliştirme
24.	Döngüler İçin: Döngü Eğlencesi İçin	-	Bilgisayarsız etkinlik
25.	Arı - şununla say döngüleri	21	Değişkenler ve mantıksal operatörlere dayalı komutlar
26.	Sanatçı-Şununla say Döngüleri	26	Değişkenler ve mantıksal operatörlere dayalı komutlar
27.	Fonksiyonlar: Parametrelerle Şarkı Yazarlığı	-	Bilgisayarsız etkinlik
28.	Arı fonksiyonları	21	Değişkenler ve mantıksal operatörlere dayalı komutlar ve fonksiyonlar
29.	Sanatçı Parametrelerinde Fonksiyonlar	13	Değişkenler ve mantıksal operatörlere dayalı komutlar ve fonksiyonlar
30.	Arıda Parametrelili Fonksiyonlar	9	Değişkenler ve mantıksal operatörlere dayalı komutlar ve fonksiyonlar

EK-4. “2. giriş” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Videolu anlatım	-
2	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
3	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
4	Temel komutlar ile sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
5	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
6	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
7	Temel komutlar ile sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., ve 5. Kazanım)
8	Videolu anlatım	-
9	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
11	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
12	Videolu anlatım	-
13	Çizim uygulaması	-
14	Videolu anlatım	-
15	Çizim uygulaması	-

EK-5. “4. hata ayıklamaya giriş” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Videolu anlatım	-
2	Temel komutlar ve döngü yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
3	Temel komutlar yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
4	Temel komutlar ve döngü yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
5	Temel komutlar yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
6	Temel komutlar ve döngü yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
7	Temel komutlar ve döngü yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
8	Temel komutlar yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
9	Temel komutlar yardımıyla verilen işlem basamaklarındaki hatayı ayıklama ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
10	Temel komutlar yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)

EK-6. “7. iç içe döngüler” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
3	Videolu anlatım	-
4	iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
5	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
9	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
11	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
12	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
13	iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)

EK-7. “17. çiftçi döngüleri” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
3	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
4	Videolu anlatım	-
5	Temel komutlar ve döngü yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
9	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
11	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
12	Temel komutlar ve döngü ile sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
13	iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)

EK-8. “18. labirentte bitiş döngüleri” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
2	Videolu anlatım	-
3	iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
4	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
5	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma / karar yapılarını kullanma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma / karar yapılarını kullanma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma / karar yapılarını kullanma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
9	Videolu anlatım	-
10	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma / karar yapılarını kullanma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
11	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma / karar yapılarını kullanma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
12	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma / iç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma / karar yapılarını kullanma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
13	İç içe döngüler yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)

EK-9. “19. minecraft' da koşullar” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
2	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
3	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
4	Temel komutlar ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
5	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
9	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar ve döngülere sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
11	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları yardımıyla sonuca ulaşma ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
12	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
13	Temel komutlar ve döngülerle sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
14	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)

EK-10. “20. hasatçıda koşullar & döngüler” etkinlik seti

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
3	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
4	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
5	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
9	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar ve döngülere ek olarak karar yapıları ile sonuca ulaşma / iç içe yapılar kullanarak sonuca ulaşma ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)

EK-11. “1. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
2	Temel komutlar	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
3	Temel komutlar ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
4	Temel komutlar ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
5	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı ile soru	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. Ve 10. Kazanım)
8	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
9	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
2	Temel komutlar ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
3	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
4	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. Ve 10. Kazanım)
5	Temel komutlara ek olarak for döngüsü kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)

EK-12. “2. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
3	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
4	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
5	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
6	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak iç içe döngü kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
9	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak iç içe döngü kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak iç içe döngü kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)
No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4. ve 5. Kazanım)
2	Temel komutlara ek olarak for döngüsü veya while döngüsü ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5. ve 10. Kazanım)
3	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak iç içe döngü kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8. ve 9. Kazanım)
4	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak iç içe döngü kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., ve 9. Kazanım)

EK-12. (Devam) “2. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
5	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak iç içe döngü kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 8., 9. ve 10. Kazanım)



EK-13. “3. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
3	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
4	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., ve 9. Kazanım)
5	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
6	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
7	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
9	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar, for döngüsü veya while döngüsüne ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)

EK-13. (Devam) “3. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
3	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
4	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
5	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)

EK-14. “4. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
3	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
4	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., ve 9. Kazanım)
5	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
6	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
7	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8.,ve 9. Kazanım)
8	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., ve 9. Kazanım)
9	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
10	Temel komutlar, for veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
1	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)
2	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)

EK-14. (Devam) “4. hafta” ana etkinlik seti ve ilgili kazanımlar

No	Açıklama (Yedek)	Konu (Kazanım)
3	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., ve 9. Kazanım)
4	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili hata ayıklama	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9. ve 10. Kazanım)
5	Temel komutlar, for döngü veya while döngü, iç içe döngü kullanımına ek olarak karar yapılarının kullanımı ile ilgili soru sorulması	1. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 9., 11., 13. ve 16. Kazanım) 2. Konu (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. Kazanım)

EK-15. 1. hafta öğrenci değerlendirme rubriği

Öğrenci No: 9 (1. Hafta)

Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	
5	En optimize algoritmayı kurarken zorlanmamıştır.
4	En optimize algoritmayı kurarken zorlanmıştır.
3	Optimize olmayan bir algoritma kurarak zorlanmadan bitirmiştir.
2	Optimize olmayan bir algoritma kurarken zorlanmıştır.
1	Algoritmayı kuramamıştır.
Modül kullanımı	
5	Kullanması gerekenden daha az modül ile etkinliği bitirmiştir.
4	Kullanması gereken kadar modül ile etkinliği bitirmiştir.
3	Kullanması gerekenden fazla modül kullanarak bitirmiştir.
2	Kullanması gerekenden fazla ve kullanımına gerek olmayan modülleri kullanarak bitirmiştir.
1	Etkinliği bitirememiştir.
Hata ayıklama	
5	Hatalı modül veya modülleri sistemden kolaylıkla çıkartmıştır.
4	Hatalı modül veya modülleri sistemden tek yanlış denemenin ardından çıkartmıştır.
3	Hatalı modül veya modülleri sistemden birden fazla yanlış denemenin ardından çıkartmıştır.
2	Hatalı modül veya modülleri sistemden çıkartmamış, hatayı yeni modüller ekleyerek çözüştür.
1	Etkinliği bitirememiştir.
Soru sorma etkinliği	
5	Doğru cevabı tek seferde söylemiştir.
4	Doğru cevabı ikinci seferde söylemiştir.
3	Doğru cevabı üçüncü seferde söylemiştir.
2	Doğru cevabı dördüncü seferde söylemiştir.
1	Cevap verememiştir.
Genel Değerlendirme	
5	Etkinliği en optimize algoritmayı kurarak hatasız bitirmiştir.
4	Etkinliği en optimize algoritmayı kurarak ancak hata yaparak bitirmiştir.
3	Etkinliği optimize olmayan bir algoritma kurarak hatasız bitirmiştir.
2	Etkinliği optimize olmayan bir algoritma ancak hata yaparak bitirmiştir.
1	Etkinliği bitirememiştir.

1. Etkinlik – Temel komutlar				
Kullanılacak modül sayısı	Optimize	2	Maksimum	2+
	Not	Açıklama		
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	5	Öğrenci etkinliği sıkıntısız bir şekilde bitirmiştir.		
Modül kullanımı	4			
Genel Değerlendirme	5			

2. Etkinlik – Temel komutlar				
Kullanılacak modül sayısı	Optimize	4	Maksimum	4+
	Not	Açıklama		
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	5	İlgili temel modülleri önceli algoritma tasarımının devamına kolaylıkla bağlayabilmektedir.		
Modül kullanımı	4			
Genel Değerlendirme	5			

EK-15. (Devam) 1. hafta öğrenci değerlendirme rubriği

9. (1. Hafta)

3. Etkinlik – Temel komutlar ile hata ayıklama					
Kullanılacak modül sayısı		Optimize	5	Maksimum	5+
	Not	Açıklama			
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	5	Saf sol eylemlerini karıştırmadı, kendisini karakterin yerine koydu			
Modül kullanımı	4				
Hata ayıklama (ilerle, ilerle, sola dön, ilerle)	5				
Genel Değerlendirme	5				
4. Etkinlik – Temel komutlar ile hata ayıklama					
Kullanılacak modül sayısı		Optimize	6	Maksimum	6+
	Not	Açıklama			
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	5	Yine kendisini karakterin yerine koyarak saf-sol eylemlerini hatırladı			
Modül kullanımı	4				
Hata ayıklama (ilerle, sola dön, sağa dön, ilerle, ilerle, ilerle)	5				
Genel Değerlendirme	5				
5. Etkinlik – For döngüsü kullanımı ile soru					
Kullanılacak modül sayısı		Optimize	5	Maksimum	5+
Soru	Açıklama				
4 kez tekrarla modülü ile birlikte içerisinde ilerle komutunun olduğu for döngüsünün sonucu ne olur?					
Döngü cevabı tek seferde verdi. Modül başlarında hata yaptı. Hatasını gördü ve düzeltti. ↳ Döngü sayısını yanlış başladı karakterin ilerleyeceği adım sayısını 4 olarak belirledi. Döngü sonuna bir adet modül ekledi. Hatasını düzeltti.					
6. Etkinlik – Temel komutlar / for döngüsü kullanımı					
Kullanılacak modül sayısı		Optimize	7	Maksimum	7+
	Not	Açıklama			
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	5	5 kere ilerledi soları dandir ve ilerledi. kısa sürede etkinliği bitirebildi			
Modül kullanımı	4				
Genel Değerlendirme	5				

EK-15. (Devam) 1. hafta öğrenci değerlendirme rubriği

9 (1. Hafta)

7. Etkinlik – Temel komutlar / for döngüsü kullanımı ile ilgili hata ayıklama					
Kullanılacak modül sayısı			Optimize	7	Maksimum
					6+
	Not	Açıklama			
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	4	Gereksiz karmasık bir döngü yapısı kurdular. Sağ-sol eylemlerini karıştırdılar için (?) yanlış yapı ve sonuç görmeye çalıştılar. Algoritmasını karmasıklaştırdılar. Yine sonuç görmeye çalıştılar. Sağ-sol eylemlerini döngü kurdular ve sonucu ulaştılar.			
Modül kullanımı	4				
Hata ayıklama (sağa dön, ilerle, for, 4 kez, ilerle, sağa dön)	3				
Genel Değerlendirme	4				
8. Etkinlik – Temel komutlar / for döngüsü kullanımı ile ilgili hata ayıklama					
Kullanılacak modül sayısı			Optimize	8	Maksimum
					7+
	Not	Açıklama			
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	2	Kısa yolu fark etti ancak ideal olmayan bir algoritma tasarımıyla yanlış yapı. Sağ-sol eylemlerini karıştırdılar. Neden bu yolu seçtiği soruldu. (Kısa yolu) ideal olmayan bir algoritma ile doğru sonucu ulaştılar.			
Modül kullanımı	3				
Hata ayıklama (sağa dön, for, 2 kez, ilerle, ilerle, ilerle, sağa dön)	5				
Genel Değerlendirme	2				
9. Etkinlik – Temel komutlar / for döngüsü kullanımı					
Kullanılacak modül sayısı			Optimize	8	Maksimum
					11+
	Not	Açıklama			
Problemi çözmek için kurduğu algoritma yapısı	4	İdeal olmayan bir algoritma tasarımı (Uzun) 13 modül tasarımı değiştirdi (11 modül) İdeal algoritma tasarımıyla sonucu ulaştılar.			
Modül kullanımı	4				
Genel Değerlendirme	5				
10. Etkinlik – Temel komutlar / for döngüsü kullanımı ile ilgili soru sorulması					
Kullanılacak modül sayısı			Optimize	8	Maksimum
					11+
Soru	Açıklama				
4 kez tekrarla modülü ile birlikte içerisinde sırasıyla "ilerle, ilerle, ilerle ve sola dön" komutlarının olduğu for döngüsünün sonucu ne olur?					
Tek seferde					

EK-16. Sistem kullanılabilirlik ölçeği

Öğrenci No:

Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Bu sistemi sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum.					
2. Sistemi gereksiz bir şekilde karmaşık buldum.					
3. Sistemin kolay kullanıldığını düşündüm.					
4. Bu sistemi kullanabilmek için teknik bir kişinin desteğine ihtiyacım olabileceğini düşünüyorum.					
5. Sistemdeki çeşitli fonksiyonları iyi entegre olmuş biçimde buldum.					
6. Sistemde fazla tutarsızlık olduğunu düşündüm.					
7. Birçok insanın bu sistemi hızlı bir şekilde kullanabileceğini düşünüyorum.					
8. Sistemin kullanımı çok hantal buldum.					
9. Sistemi kullanırken kendimden emindim.					
10. Sisteme giriş yapmadan önce birçok şey öğrenmem gerekti.					

EK-17. Haftalık öğrenci görüşme soruları

Görüşmenin amacının anlatılması

Giriş soruları

1. Nasılsınız?
2. Yaptığımız etkinlikleri nasıl buldunuz?

Etkinliklere Yönelik Sorular

3. Bu hafta kullandığınız modülleri hatırlıyor musunuz?
 - a. Neler kullanıldı?
 - b. Ne amaçla kullanıldı?
4. Etkinliklerde verilen hedeflere ulaşmak için nasıl bir yol izlediniz?
 - a. İlk önce ne düşündünüz?
 - i. Düşündüklerinizi materyalde nasıl uyguladınız?
 - b. İhtiyaç duyduğunuz modülleri nasıl belirlediniz?
 - ii. Deneme yanılma şeklinde mi?
 - iii. Öncesinde düşünüp sonrasında uygulayarak mı?
 - c. Önceki verilen problemler ile yeni problemler arasında ilişki kurabildiniz mi? (Nasıl?)
 - d. Sonuca ulaşmak için hangi modülleri tercih ettiniz? **(Hafta 2)**
 - i. temel modülleri mi? yoksa tekrarla modülleri mi? (Niçin?)
 - e. Kontrol ve tekrarla modüllerinin hepsini kullanmanız gereken etkinliklerde ne hissettiniz? **(Hafta 3)**
 - i. Sonuca ulaşmak için ne yaptınız?
5. Hata ayıklama etkinliklerini çözerken nasıl bir yol izlediniz?
 - a. İlk önce ne düşündünüz?
 - i. Düşündüklerinizi materyalde nasıl uyguladınız?
 - b. Yanlış modüllerin yerine gelecek modülleri nasıl belirlediniz?
 - i. Deneme yanılma şeklinde mi?
 - ii. Öncesinde düşünüp sonrasında uygulayarak mı?
6. Modülleri yanlış bağladığınız (syntax hatası) zamanlarda, örneği tekrarla nesnesine ait modüllerin yanlış bağlanması gibi durumlarda vs. ne yaptınız? **(Hafta 2)**
 - a. İlk önce ne düşündünüz?

EK-17. (Devam) Haftalık öğrenci görüşme soruları

- i. Düşündüklerinizi materyalde nasıl uyguladınız?
 - b. Doğru bağlantı şeklini nasıl belirlediniz?
 - i. Deneme yanılma şeklinde mi?
 - ii. Öncesinde düşünüp sonrasında uygulayarak mı?
7. Sonuca ulaşmak için izlediğiniz yol bazen yanlış çıktı, bu durumda ne düşündünüz?
 - a. Doğru yolu bulmak için ne yaptınız?
8. Bazı etkinliklerde sizin çözümünüze kıyasla daha iyi bir çözüm yolu olduğunu öğrendiğinizde nasıl hissettiniz? Ne düşündünüz?
 - a. Bu yolu bulmak istediniz mi?
 - i. Bunun için ne yaptınız?
9. Son hafta etkinliklerini yaparken temel modüllerin sayısının çoğaltılmasına ihtiyaç duyduunuz mu? (Neden?) **(Hafta 4)**
10. Tüm etkinlik süreci boyunca etkinlikleri yaparken nasıl hissettiniz?
 - a. Kendinize güveniyor muydunuz? Kendinizden emin miydiniz? (Niçin?)
 - i. Zaten biliyor olduğunuz için mi?
 - b. Endişeli ya da korkmuş muydunuz? (Neden?)
 - i. Yeni bir şeyi öğrenmekte zorlanacağınız için mi?
 - ii. Materyali bozmaktan dolayı mı?
11. Tüm etkinlik süreci boyunca size verilen modüller ile çözüme ulaşmak konusunda nasıl hissettiniz?
 - a. temel modüllerin daha fazla olması sizi rahatlatır mıydı?
 - b. Verilen modüller ile çözüme ulaşmakta sıkıntı yaşadınız mı?
 - c. Neden?

Materyale Yönelik Sorular

12. Materyali nasıl buldunuz?
 - a. Materyalin kullanımı kolay mıydı, zor muydu? (Niçin?)
 - b. Materyali kullanmak için yardım almanız gerekiyor mu? (Ne Şekilde?)
 - c. Materyali kullanırken eski öğrendiklerinizden yararlandınız mı? (Nasıl?)
 - d. Yeni eklenen modüllerin kullanımı nasıldı? **(Hafta 2)**
13. Materyali kullanırken nasıl hissettiniz?

EK-17. (Devam) Haftalık öğrenci görüşme soruları

- a. Kendinize güveniyor muydunuz? Kendinizden emin miydiniz?
- b. Endişeli miydiniz?
- 14. Kodlama yaparken ellerinizi kullanmak size nasıl hissettirdi? Ne düşündürdü?
- 15. Materyalin çıktı vermesi konusunda ne düşünüyorsunuz?
- 16. Materyalde eksik gördüğünüz veya olmasını istediğiniz özellikler neler?
(Niçin?)
- 17. Materyalde iyi çalıştığını düşündüğünüz özellikler neler?

Bitiş

- 18. Son olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı? Nelerdir?
- 19. Teşekkürler

(Her alt soru bir üst soru hakkında derinlemesine bilgi almak amacıyla oluşturulmuştur. Aynı zamanda parantez içerisindeki sorular da ilgili soru hakkında detaylı bilgi almak için yazılmıştır. İhtiyaç durumunda biraz daha açıklayabilir misiniz? Detaylandırabilir misiniz? vs gibi derinlemesine bilgi almak için sonda sorular da sorulacaktır.)
(Parantez içinde hafta yazılı olan sorular, o sorunun kaçınıcı hafta sorulmaya başlandığını temsil etmektedir)

EK-18. Öğretmen görüşme soruları

Görüşmenin amacının anlatılması

Giriş soruları

1. Nasılsınız?
2. Hangi okullardan, Eskişehir dışında varsa hangi illerden geliyorsunuz?

Etkinliklere Yönelik Sorular

3. Etkinlikleri nasıl buldunuz?
 - a. Belirlenen etkinlikler ile öğrencilere algoritmik düşünme becerisi kazandırılmaya çalışılması konusunda ne düşünüyorsunuz?
 - b. Etkinlikler bu konuda sizce amacına uygun olarak belirlenmiş mi?
 - i. (Olumsuzsa) Ne olmasını beklerdiniz?
4. (Hata ayıklama ve soru etkinlikleri açıklandıktan sonra) Hata ayıklama ve soru sorma etkinlikleri ile öğrencilere kullanılması gereken yapılar hakkında aşinalık kazandırılmaya çalışılmaktadır. Sizce bu nasıl bir yaklaşım?
5. Diğer etkinliklerde ise öğrencilerin esnek bırakılması sizce nasıl bir yaklaşım?

Materyale Yönelik Sorular

6. Materyali nasıl buldunuz?
 - a. Materyalin kullanımı sizce kolay mıydı, zor muydu? (Niçin?)
 - b. Materyali kullanmak için sizce öğrenciler yardım almak durumunda mı? (Ne Şekilde?)
 - c. Materyali kullanırken size öğrenciler önceki öğrendiklerinden faydalanabilirler mi? (Nasıl?)
7. Geliştirilen materyal ile öğrencilere algoritmik düşünme becerisi kazandırılmaya çalışılması konusunda ne düşünüyorsunuz?
8. Etkinliklerin yazılım üzerinde olması konusunda ne düşünüyorsunuz?
9. Tamamen fizikselleştirilmiş bir materyal olsaydı ne düşünürdünüz?
10. Kodlama yaparken elleri kullanmak sizce nasıl bir yaklaşım?
11. Materyalin çıktı vermesi konusunda ne düşünüyorsunuz?
12. Materyalde eksik gördüğünüz veya olmasını istediğiniz özellikler neler? (Niçin?)
13. Materyalde iyi çalıştığını düşündüğünüz özellikler neler?

EK-18. (Devam) Öğretmen görüşme soruları

Bitiş

14. Sizlerin kodlama konusu ile ilgili okulda karşılaştığınız sıkıntılar nelerdir?

15. Son olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı? Nelerdir?

16. Teşekkürler

(Her alt soru bir üst soru hakkında derinlemesine bilgi almak amacıyla oluşturulmuştur.

Aynı zamanda parantez içerisindeki sorular da ilgili soru hakkında detaylı bilgi almak için yazılmıştır. İhtiyaç durumunda biraz daha açıklayabilir misiniz? Detaylandırabilir misiniz? Vs gibi derinlemesine bilgi almak için sonda sorular da sorulacaktır.)



EK-19. Etik kurul onayı

Evrak Kayıt Tarihi: 18.03.2019

Protokol No: 22876

Tarih: 29.04.2019



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERÎ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	BAP Projesi-Doktora Tez Çalışması
KONU:	Eğitim Bilimleri
BAŞLIK:	Algoritmik Düşünme Becerisinin Kazandırılmasına Yönelik Dokunulabilir Bir Kullanıcı Arayüzü Geliştirilmesi
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Doç. Dr. Yusuf Levent ŞAHİN
TEZ YAZARI:	Alper BURMABİYİK
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Alper GÖKADA

Yabancı Dil: İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı:

E-posta:

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2021, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Doktora Programı
- 2015, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek lisans Programı
- 2011, Balıkesir Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Programı (Lisans)
- 2015, Araştırma Görevlisi, Anadolu Üniversitesi
- 2014, Araştırma Görevlisi, Balıkesir Üniversitesi
- 2014, Araştırma Görevlisi, Harran Üniversitesi

Kitap bölümleri:

- Burmabıyık, A. ve Kuzu, A. (2017). Grafikselle ve Dokunulabilir Kullanıcı Arayüzleri Veprogramlama Öğretiminde Uygulama Örnekleri. H.F. Odabaşı, B. Akkoyunlu ve A. İşman (Ed.). *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2017* içinde (s. 275-288). Ankara: Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık. ISBN: 978-605-4735-94-5.
- Doğan, E., Burmabıyık, A. ve Şahin, Y.L. (2017). Öğretim Süreçlerinin Tasarımı Bağlamında Oyuncu Türleri. H.F. Odabaşı, B. Akkoyunlu ve A. İşman (Ed.). *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2017* içinde (s. 469-487). Ankara: Vadi Grafik Tasarım ve Reklamcılık. ISBN: 978-605-4735-94-5.

Bildirileri:

- Burmabıyık, A. ve Şahin, Y.L. (2017). Türkiye’deki Programlama Öğretiminin Programlama Bilgisinin Temelini Oluşturan Bileşenlere Göre İncelenmesi, V.

International Instructional Technologies Teacher Education Symposium'da sunulan sözlü bildiri. 11-13 Ekim 2017, İzmir.

- Doğan, E., Burmabıyık, A. ve Kurt, A.A. (2017). Eğitim İnançları İle Teknopedagojik Eğitim Yeterliliği Arasındaki İlişki, *11th International Computer and Instructional Technologies Symposium*'da sunulan sözlü bildiri. 24-26 Mayıs 2017, Malatya.
- Burmabıyık, A., Doğan, E., Odabaşı, H.F. ve Şahin, Y.L. (2016). Devasa Çok Kullanıcılı Çevrimiçi Rol Yapma Oyunlarındaki Avatar Tipleri, *IV. International Instructional Technologies and Teacher Education Symposium*'da sunulan sözlü bildiri. 06-08 Ekim 2016, Elazığ.
- Doğan, E., Burmabıyık, A., Odabaşı, H.F. ve Şahin, Y.L. (2016). Postmodern Oyuncu Kimlikleri, *IV. International Instructional Technologies and Teacher Education Symposium*'da sunulan sözlü bildiri. 06-08 Ekim 2016, Elazığ.
- Burmabıyık, A. ve Karamete, A. (2014). Geometrik Cisimler İçin Geliştirilen 3 Boyutlu Mobil Uygulamalar Hakkında Öğrenci ve Öğretmen Görüşleri, *5th International Conference on New Trends in Education and Their Implications*'da sunulan sözlü bildiri. 24-26 Nisan 2014, Antalya.