



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**7 VE 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ALGORİTMİK DÜŞÜNME
SÜREÇLERİNDE YAŞADIKLARI ZORLUKLARIN
MATEMATİKSEL SÜREÇ BECERİLERİ EKSENİNDE
İNCELENMESİ**

ESRA KORKMAZ BAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Esra KORKMAZ BAL

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

7 VE 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ALGORİTMİK DÜŞÜNME SÜREÇLERİNDE YAŞADIKLARI ZORLUKLARIN MATEMATİKSEL SÜREÇ BECERİLERİ EKSENİNDE İNCELENMESİ

ESRA KORKMAZ BAL

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 142 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. HAYAL YAVUZ MUMCU)

Bu araştırmanın amacı, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme süreçlerinde yaşadıkları zorlukların matematiksel süreç becerileri ekseninde incelenmesidir. Araştırma iki aşamada yürütülmüş olup, ilk aşamada öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini ölçmeye yönelik bir test geliştirilmiş, ikinci aşamada ise araştırma problemlerine yanıt bulmak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışma grubunu bir devlet okulunun 7 ve 8. sınıflarında öğrenim gören sekiz öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin tespitinde, uygun ve ölçüt örnekleme yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Algoritmik Düşünme Beceri Testi, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrencilerin yazılı yanıtlarından oluşan dokümanlar kullanılmıştır. Öğrencilerin matematiksel süreç becerilerinin değerlendirilebilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik oluşturulan göstergeler kullanılmış ve öğrenci performansları yeterli, kısmen yeterli ve yetersiz olarak kodlanmıştır.

Çalışma sonucunda, öğrencilerin algoritmik düşünme düzeylerinin genel olarak kısmen yeterli düzeyde olduğu, bununla birlikte sekizinci sınıf öğrencilerinin yedinci sınıflara nazaran algoritmik düşünme süreçlerinde daha iyi performans gösterdikleri sonucu elde edilmiştir. Algoritmik düşünme süreçlerinde öğrencilerin muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerini kullanım düzeylerinin genel olarak yetersiz düzeyde olduğu, iletişim süreçlerinde gösterdikleri performansların ise diğer becerilere nazaran daha iyi olduğu görülmüştür. Öğrenciler muhakeme süreçlerinde en

çok verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilmede, ilişkilendirme süreçlerinde algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurmada, iletişim süreçlerinde ise soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma ve düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade etmede güçlük çekmişlerdir. Elde edilen tüm veriler birlikte yorumlandığında öğrencilerin genel olarak problem durumlarında verilen algoritmaları çözüm süreci ile ilişkilendiremedikleri ve problemin çözümü için kullanacakları yolu belirlemede güçlük çektikleri gözlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bu sonuçlara bağlı olarak matematik öğrenme ortamlarına ve konuyla ilgili yürütülecek farklı bilimsel çalışmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Algoritmik Düşünme, Bilgi İşlemsel Düşünme, Matematiksel Süreç Becerileri

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE DIFFICULTIES EXPERIENCED BY 7TH AND 8TH GRADE STUDENTS IN THEIR ALGORITHMIC THINKING PROCESSES ON THE AXIS OF MATHEMATICAL PROCESS SKILLS

ESRA KORKMAZ BAL

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

MATHEMATICS TEACHER EDUCATION

PHD THESIS, 142 PAGES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. HAYAL YAVUZ MUMCU)

The aim of this study is to examine the difficulties experienced by 7th and 8th grade students in algorithmic thinking processes in terms of mathematical process skills. The research was conducted in two stages; in the first stage, a test was developed to measure students' algorithmic thinking skills, and in the second stage, the case study method, one of the qualitative research methods, was used to find answers to the research problems. The study group consisted of eight students who were selected from the 7th and 8th grade students of a public school using a combination of convenience and criterion sampling methods. In the study, Algorithmic Thinking Skills Test, semi-structured interviews and documents consisting of written responses of students were used as data collection tools. In order to evaluate the mathematical process skills of the students, indicators created by the researchers for reasoning, connection and communication skills were used and student performances were coded as adequate, partially adequate and inadequate.

As a result of the study, it was concluded that the algorithmic thinking levels of the students were at a partially adequate level in general, however, eighth grade students performed better in algorithmic thinking processes than seventh grade students. In algorithmic thinking processes, students' use of reasoning, connecting and communication skills was generally inadequate, while their performance in communication processes was better than in other skills. In reasoning processes, students had the most difficulty in analyzing the given problem situation by

considering all the components, in connection processes they had difficulty in establishing a relationship between algorithms (instructions) and the desired situation for solving the problem, and in communication processes they had difficulty in understanding the algorithms presented in written or visual form in the question and expressing their thoughts and mathematical ideas verbally and in writing. When all the data obtained were interpreted together, it was observed that students generally could not associate the algorithms given in the problem situations with the solution process and had difficulty in determining the method they would use to solve the problem. Based on the results obtained from the research, suggestions were made for mathematics learning environments and different scientific studies to be conducted on the subject.

Keywords: Algorithmic Thinking, Computational Thinking, Mathematical Process Skills

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince değerli bilgisi, rehberliği ve sonsuz sabrıyla bana yol gösteren, her türlü soruma içtenlikle yanıt veren ve her koşulda motive eden değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hayal YAVUZ MUMCU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beni büyütüp yetiştiren ve bugünlere getiren sevgili anne, babama ve her zaman desteklerini yanımda hissettiğim kardeşlerim Merve ve Faruk KORKMAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tez çalışmam boyunca her zaman yanımda olan sevgili eşim Ercan BAL'a bana verdiği destek, gösterdiği sabır ve anlayış için gönülden teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	IV
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİL LİSTESİ	IX
ÇİZELGE LİSTESİ	X
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XII
EKLER LİSTESİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1 Algoritmik Düşünme Becerisi ve Matematiksel Beceriler	4
1.2 Problem Durumu	10
1.3 Araştırmacının Amacı	11
1.4 Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	12
1.5 Sayıtlılar	15
1.6 Sınırlılıklar	15
2. GENEL BİLGİLER	16
2.1 Kavramsal Çerçeve	16
2.1.1 Algoritmik Düşünme Kavramı.....	16
2.1.2 Algoritmik Düşünme Becerisi Nedir?.....	17
2.1.3 Algoritmik Düşünme Süreci	19
2.1.4 Algoritmik Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi.....	21
2.1.4.1 Avustralya Bilişim Yarışması (Australian Informatics Competition)	23
2.1.4.2 Bebras (Bilge Kunduz) Platformu.....	25
2.1.5 Matematik Eğitimi ve Algoritmik Düşünme.....	26
2.1.5.1 Matematiksel Beceriler-Süreç Becerileri	27
2.1.5.1.1 Muhakeme Becerisi.....	29
2.1.5.1.2 İlişkilendirme Becerisi	35
2.1.5.1.3 İletişim Becerisi	38
2.2 Literatür Taraması	42
2.2.1 Algoritmik Düşünme Becerisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	42
2.2.2 Matematiksel Süreç Becerileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	50
2.2.3 Algoritmik Düşünme ve Süreç Becerilerini İlişkilendiren Çalışmalar	54
3. YÖNTEM	57
3.1 Birinci Aşama (ADBT'nin Geliştirilmesi).....	57
3.1.1 Testin Amacı	57
3.1.2 Testin Kapsamı.....	57
3.1.3 Maddelerin Düzeltilmesi.....	58
3.1.4 Deneme Formu ve Pilot (Ön) Uygulama	58
3.1.5 Madde Analizi ve Madde Seçimi	59
3.2 İkinci Aşama	60
3.2.1 Çalışma Grubu	61
3.2.2 Veri Toplama Araçları	62
3.2.2.1 Algoritmik Düşünme Beceri Testi (ADBT).....	62
3.2.2.2 Öğrencilerin Yazılı Yanıtlarından Oluşan Dokümanlar	62

3.2.2.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler.....	62
3.2.3 Çalışma Süreci	63
3.2.4 Verilerin Analizi.....	63
3.2.4.1 ADBT’den Elde Edilen Verilerin Analizi.....	63
3.2.4.2 Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Verilerin Analizi	64
3.2.4.2.1 Öğrencilerin Muhakeme Becerilerinden Elde Edilen Verilerin Analizi	64
3.2.4.2.2 Öğrencilerin İlişkilendirme Becerilerinden Elde Edilen Verilerin Analizi ...	68
3.2.4.2.3 Öğrencilerin İletişim Becerilerinden Elde Edilen Verilerin Analizi	70
3.3 Geçerlik ve Güvenirlik.....	72
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	73
4.1 Öğrencilerin Algoritmik Düşünme Beceri Düzeylerinden Elde Edilen Bulgular	73
4.1.1 ADBT’nin Alt Boyutlarından Elde Edilen Bulgular.....	73
4.2 Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular	74
4.2.1 Algoritmik Düşünme Becerisi ‘Kısmen Yeterli’ Düzeyde Olan Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular	74
4.2.1.1 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	74
4.2.1.2 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	77
4.2.1.3 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	80
4.2.1.4 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	83
4.2.2 Algoritmik Düşünme Becerisi ‘Yetersiz’ Düzeyde Olan Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular	86
4.2.2.1 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	86
4.2.2.2 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	89
4.2.2.3 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	91
4.2.2.4 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular.....	94
4.3 Süreç Becerilerinden Elde Edilen Genel Bulgular.....	97
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	100
5.1 Öğrencilerin Algoritmik Düşünme Becerilerinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	100
5.2 Öğrencilerin Algoritmik Düşünme Süreçlerinde Matematiksel Süreç Becerilerini Kullanım Düzeylerinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma ve Sonuç.....	102
6. KAYNAKLAR	111
EKLER	135
ÖZGEÇMİŞ	142

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1 ADBT-10. Soru	76
Şekil 4.2 ADBT-5. Soru	79
Şekil 4.3 ADBT-8. soru	81
Şekil 4.4 ADBT-7. Soru	85
Şekil 4.5 ADBT-2. Soru	88
Şekil 4.6 ADBT-6.Soru	93
Şekil 4.7 ADBT-11. soru	96

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 ADBT’de Yer Alan Taslak Problemlerin Alt Boyutlara Göre Dağılımı	58
Çizelge 3.2 Deneme Formu’nda Yer Alan Problemler İçin Madde Analizi Sonuçları	59
Çizelge 3.3 Muhakeme Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri	65
Çizelge 3.4 Matematiksel Muhakeme Becerisinin Algoritmik Düşünme Süreçlerine İlişkin Göstergeleri	68
Çizelge 3.5 İlişkilendirme Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri	69
Çizelge 3.6 Matematiksel İlişkilendirme Becerisinin Algoritmik Düşünme Süreçlerine İlişkin Göstergeleri	69
Çizelge 3.7 İletişim Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri	70
Çizelge 3.8 Matematiksel İletişim Becerisinin Algoritmik Düşünme Süreçlerine İlişkin Göstergeleri	72
Çizelge 4.1 ADBT’ten Elde Edilen Bulgular	73
Çizelge 4.2 ADBT Alt Boyutlarından Elde Edilen Bulgular	73
Çizelge 4.3 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	74
Çizelge 4.4 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	75
Çizelge 4.5 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular	75
Çizelge 4.6 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	77
Çizelge 4.7 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	78
Çizelge 4.8 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular	78
Çizelge 4.9 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	80
Çizelge 4.10 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	80
Çizelge 4.11 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular	81
Çizelge 4.12 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	83
Çizelge 4.13 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	84
Çizelge 4.14 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular	84
Çizelge 4.15 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	86
Çizelge 4.16 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	87
Çizelge 4.17 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular	87
Çizelge 4.18 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	89
Çizelge 4.19 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	90
Çizelge 4.20 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular	90

Çizelge 4.21 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	92
Çizelge 4.22 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular.....	92
Çizelge 4.23 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular.	93
Çizelge 4.24 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular	94
Çizelge 4.25 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular.....	95
Çizelge 4.26 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular.	95
Çizelge 4.27 Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular	97
Çizelge 4.28 Süreç Becerilerine İlişkin Göstergelerden Elde Edilen Bulgular	97
Çizelge 4.29 Yetersiz Performansa Sahip Göstergelerden Edilen Bulgular.....	98

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

ACARA	:	Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority
ADBT	:	Algoritmik Düşünme Beceri Testi
BÖTE	:	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
CAS	:	Computing at School
ISTE	:	International Society for Technology in Education
KY	:	Kısmen Yeterli
MEB	:	Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	:	National Council of Teachers of Mathematics (Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi)
NRC	:	National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
OECD	:	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
PISA	:	Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TIMSS	:	Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
TYÇ	:	Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi
Y	:	Yeterli
YSZ	:	Yetersiz

EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
EK 1 : Giresun İl Milli Eğitim İzin Evrakları.....	136
EK 2 : Bilge Kunduz Soruları Kullanım İzni	137
EK 3 : Algoritmik Düşünme Beceri Testi (ADBT).....	138
EK 4 : Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	141

1. GİRİŞ

Teknolojinin hızla geliştiği günümüz dünyasında, bireylerin sahip olması gereken beceriler de bu doğrultuda değişime uğramaktadır. Bu değişim, bilgiyi üretebilen ve hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen vb. niteliklere sahip bireyleri tanımlamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a). 21. yüzyıl özellikleri olarak ifade edilen bu beceriler bireylerin yaşamlarında karşılaşılabilecekleri problemlerle başa çıkabilmeleri ve bu problemleri çözebilmeleri açısından oldukça önemlidir (Yıldız ve ark., 2017). Aynı zamanda bu beceriler yüzyılın bilgi toplumunda bireylerin nitelikli iş gücüne sahip, iyi vatandaşlar olarak yetişmelerini sağlayan özellikleri ifade etmektedir (Ananiadou ve Claro, 2009). Bu durum, eğitim sistemlerinin ihtiyaç duyulan becerileri ve bilişim teknolojilerini kapsayacak şekilde düzenlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda gelişmiş ve gelişmekte olan farklı ülkeler bu becerileri bilen ve kullanabilen bireyler yetiştirebilmek için eğitim sistemlerini güncellemektedir. Bu sebeple ülkemizde de 21. yüzyıl becerileri doğrultusunda hazırlanan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi'ne (TYÇ) yenilenen öğretim programlarında yer verilmiştir (Soyuçok ve Batur, 2018). Bu çerçevede yer alan becerilerden bir tanesi 'dijital yetkinlik' kavramıdır. Dijital yetkinlik, iletişim ve bilişim teknolojileri aracılığıyla sunulan bilgileri anlayıp bu bilgileri etkin bir şekilde kullanma yeteneğidir (Larraz ve Esteve, 2015). Bu yetkinlik, çağın teknolojik gelişmelerine uyum sağlayan ve teknolojiyle ilgili alanlarda çalışabilecek nitelikte olan bireylere duyulan ihtiyacın bir sonucudur.

21. yüzyıl becerileri hakkında farklı görüşler bulunmaktadır (Dicerbo, 2014; Kyllonen, 2012; Sayın ve Seferoğlu, 2016) ve birçok uluslararası kurum ve kuruluş tarafından bu becerilerin neler olması gerektiği ile ilgili çeşitli raporlar yayınlanmaktadır (Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (International Society for Technology in Education) [ISTE], 2015; Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC], 2011). Bu raporlar incelendiğinde birçok üst düzey düşünme becerisi ile yakından ilişkilendirilen bilgi işlemsel düşünme becerisi ön plana çıkmaktadır. Bir tür problem çözme becerisi (Üzümcü ve Bay, 2018) olarak tanımlanan bilgi işlemsel düşünme, teknoloji odaklı beceriler arasında önemli bir yere sahiptir. Wing'e (2006) göre; problem çözme, sistem tasarlama ve bilgisayar temelli

kavramlara dayanan insan davranışlarını anlama yaklaşımı olarak tanımlanan bilgi işlemsel düşünme, her öğrencinin bilmesi gereken okuma, yazma ve aritmetik gibi temel yeterlilikler kadar önemli bir beceridir. Bilgi işlemsel düşünme becerisi, alanyazında genel olarak benzer alt boyutlarla ele alınmaktadır (Barr ve ark., 2011; Computing at School [CAS], 2015; Selby ve Woollard, 2013). Bilgi işlemsel düşünmenin kendine özgü özelliklerinden yola çıkarak bu becerinin algoritmik düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirlikli öğrenme alt becerilerinden oluştuğu ifade edilmektedir (ISTE, 2015; Korkmaz ve ark., 2015). Kert ve ark. (2017) ise bilgi işlemsel düşünme becerisinin daha iyi analiz edilebilmesi ve anlaşılmasının, bu alt becerilerin incelenmesiyle mümkün olacağını belirtmektedir.

Bilgi işlemsel düşünmenin merkezinde yer alan becerilerden biri olan 'Algoritmik Düşünme' günümüz bireylerinin sahip olması gereken önemli yeterliliklerden biri olarak görülmektedir (Benzer ve Erümit, 2019; Demir ve Cevahir, 2020; Pakman, 2018). Algoritmik düşünme becerisi, bireylerin herhangi bir problemle karşılaştıklarında mantıksal ve yaratıcı düşünme yeteneklerini kullanarak, sorunun çözümü için gereken iş adımlarını tanımlama yeteneğidir (Ziatdinov ve Musa, 2013). Futschek'e (2006) göre ise algoritmik düşünme becerisi, problemleri analiz edebilme, bir problemi tam olarak ifade edebilme, problemin çözümü için strateji üretebilme, stratejileri kullanarak verilen bir probleme uygun adımları oluşturma, olası tüm farklı ve standart durumları düşünebilme ve bir algoritmanın verimliliğini artırma alt becerilerinden oluşan bir yetenektir. Bu beceri aynı zamanda bireylerin bilgi teknolojileri ile uyum sağlaması ve bütünleşmesi için gerekli olan kavramlardan biri olarak kabul edilmektedir (Cooper ve ark., 2000). CAS'a (2015) göre benzer problemlerin sürekli çözülmesi gerektiğinde algoritmik düşünme devreye girmektedir. Çünkü algoritmik düşünme, problemleri çözenin veya durumları anlamanın bir yolu olarak sıralama ve kuralları düşünme yeteneğidir. Algoritmik düşünmenin özellikle bilgi işlemsel düşünme ve kodlama konularının yaygınlaşmasıyla birlikte dikkat çekmeye başladığı görülmektedir (Üzümcü ve Bay, 2018). Yapılan çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların algoritmik düşünme becerisini çoğunlukla bilgi işlemsel düşünme bağlamında açıklayarak üzerinde çalıştıkları (Choi ve ark., 2017; Kalelioğlu ve ark., 2016; Alsancak-Sırakaya, 2020) veya kavramın programlama

süreçleri ile ilişkili olarak ele alındığı (Erümit ve ark., 2017; Futschek ve Moschitz, 2011; Hromkovic ve ark., 2016; Kiss ve Arki, 2017; Milkova, 2015) görülmektedir. Oysaki algoritmik düşünme aslında tüm disiplinlerin içerisinde yer alan bir süreçtir ve gelişmekte olan ülkelerin ilk ve orta öğretim kademelerinde bireylere kazandırılması hedeflenen yeterliliklerden birisidir (Çimentepe, 2019). Bu bağlamda ülkemizde 5 ve 6. sınıf seviyesinde zorunlu olarak okutulan ‘Bilişim Teknolojileri ve Yazılım’ dersi, öğrencilerin, bilişim teknolojilerini etkili bir şekilde kullanma yeteneği kazanmalarını, bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi, algoritmalar tasarlayarak bunları ifade edebilmelerini, problemleri çözmek için uygun stratejiler geliştirip uygulamayı ve programlama becerisi kazanmalarını amaçlamaktadır (MEB, 2018b).

Matematik eğitimi odaklı düşünülürse, algoritmik düşünmenin, problem çözme için çok güçlü bir araç olduğu ve ilköğretimden yükseköğretime kadar öğrencilerin sahip olması gereken temel yeterliklerinden biri olarak kabul edildiği (Capay ve Magdin, 2013; Nasar, 2012) görülmektedir. Futschek (2006) algoritmik düşünme becerisinin özel bir problem çözme becerisi olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda alanyazında bu beceriyi tek başına bir problem çözme anlayışı içerisinde ele alan ve problem çözme süreçleri ile ilişkili olarak yorumlayan çalışmalara rastlanmaktadır (Demir ve Cevahir, 2020; Doleck ve ark., 2017; Dumlu, 2021; Lockwood ve ark., 2016). Bununla birlikte algoritmik düşünme becerisinin matematik eğitimi ile ilişkisinin bir sonucu olarak ülkemizde son olarak 2024 yılında güncellenen ortaokul matematik öğretim programında algoritma kavramına yer verildiği görülmektedir. 5. sınıf düzeyinde ‘İşlemlerle Cebirsel Düşünme’ teması altında öğrencilerden temel aritmetik işlemler içeren ve sözde kod, akış şeması ve doğal dil kullanılarak ifade edilen algoritmaları yorumlamaları hedeflenmektedir. 6, 7 ve 8. Sınıf düzeyinde ise “İşlemlerle Cebirsel Düşünme ve Değişimler” temasında cebirsel ifadeler ve algoritma kavramı yer almaktadır. Bu tema altında öğrencilerden bir önceki sınıfta ele alınan algoritmaları yorumlayarak yapılandırmaları beklenmektedir (MEB, 2024).

Günümüzde matematik eğitimi alanyazınında ve matematik öğretim programlarında yer bulan algoritmik düşünme kavramının, matematik eğitimi odaklı araştırmalar için farklı bir bakış açısı sağladığı söylenebilir. Zira öğrencilerin

matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve okullarda öğrendikleri matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmeleri anlamında algoritmik düşünme becerisi kazanmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. Alanyazında bu düşünceyi destekler nitelikte çalışmalara rastlamak mümkündür. Öyleki Lichtenstein ve MacGregor (1990) matematiksel becerilerin algoritmik düşünme sürecine katkı sağladığını, Ersozlu ve ark. (2023) da matematiksel becerilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirdiğini dile getirmiştir. Bu bağlamda bu çalışmada algoritmik düşünme becerisi ile matematiksel beceriler arasındaki ilişkilere odaklanılmıştır.

1.1 Algoritmik Düşünme Becerisi ve Matematiksel Beceriler

Araştırmanın bu bölümünde algoritmik düşünme becerisinin matematik yapmak için gerekli olan beceriler arasındaki konumu ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır. Bu amaçla öncelikle bireylerin matematiği anlamaları ve matematiksel çalışma süreçlerinde yer almaları için gerekli olan temel matematiksel becerilerin neler olduğu üzerine alan yazında yer alan çalışmalara yer verilecek, daha sonra ise algoritmik düşünme becerisinin bu beceriler ile olan ilişkisi yorumlanmaya çalışılacaktır.

Bireylerin matematiği öğrenebilmeleri ve matematiksel çalışma ortamlarında yer alabilmeleri için gerekli olan temel beceriler, alan yazında farklı araştırmacılar tarafından dile getirilmiş olmakla birlikte, ulusal ve uluslararası öğretim programlarında veya geniş ölçekli olarak yürütülen ve öğrenci başarısını değerlendirmeyi amaçlayan kuruluşlarca da ortaya konulmaktadır. Matematiksel beceriler ile ilgili olarak alanyazında yer alan farklı araştırmalar incelendiğinde genel olarak matematik yapmanın temel önceliğinin matematiksel düşünme becerisine sahip olma ve iyi bir problem çözücü olma (Altun, 2006; Baki ve Bell, 1997; Van de Walle ve ark., 2014) şeklinde ifade edildiği görülmektedir. Bu bağlamda Stacey (2006) matematik öğretiminin temel hedefinin matematiksel düşünceyi problem çözmede kullanabilmek olarak ifade etmektedir. Bu düşünceye göre öğrencilerin kendi başarılarına matematiksel araştırmalar yapabilmeleri ve öğrendikleri matematiğin gerçek dünya durumlarında nerede uygulanabilir olduğunu belirleyebilmeleri, öğretimin nihai hedefidir. Benzer şekilde McCrone ve Dossey (2007) çalışmalarında, matematiğin yaşamdaki rolünü anlama ve yaşamda karşılaşılan güçlük ve problemlerin çözümünde matematiği kullanabilme süreçlerine vurgu yapmaktadır. Bu bağlamda ülkemizde ve

dünyada matematik eğitiminin genel amaçlarının düzenlenmesinde öncü olan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics) [NCTM], 1989 yılında yayımladığı Okul Matematiği için Müfredat ve Değerlendirme Standardları (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) adlı dokümanda sunduğu reformları desteklemek üzere 1991 yılında matematik öğretimine hangi bileşenlerin dahil edilmesi gerektiğine dair bir vizyon sunmak üzere matematik öğretimine yönelik mesleki standartlar (Professional Standards for Teaching Mathematics) adlı dokümanı yayımlamıştır. Bu dokümanlarda ortak vurgunun, tüm öğrencilerin matematiksel okuryazarlık ve matematiksel güç kazanması olduğu görülmektedir.

NCTM'e (1991) göre matematiksel güç; "bireyin keşfetme, tahmin etme ve mantıklı akıl yürütme becerilerini; rutin olmayan problemleri çözmek, matematik hakkında ve matematik yoluyla iletişim kurmak, matematik içinde ve matematik ile diğer disiplinler arasında bağlantı kurmak için kullanabilme yeterliliği" olarak tanımlanmaktadır (aktaran Mandacı-Şahin, 2007, s.3). Buna göre matematiksel güç problem çözme, muhakeme, matematiksel iletişim ve ilişkilendirme becerilerine sahip olmayı, ayrıca duyuşsal olarak da matematiğe karşı olumlu tutum sergileyerek doğasını anlamayı ve matematik yapmak konusunda özgüven sahibi olmayı gerektirmektedir (Mandacı-Şahin, 2007). Öğrencilerin matematiksel güçlerini değerlendiren bir kuruluş olan Ulusal Eğitimsel Gelişimi Değerlendirme Birimi (National Assessment of Educational Progress) [NAEP], matematiksel gücün zeminini oluşturan becerileri *i) muhakeme, ii) ilişkilendirme ve iii) iletişim*, süreç için gerekli olan diğer bileşenleri ise problem çözme, kavramsal anlama ve işlemsel bilgi olarak ifade etmektedir (URL-1). Benzer şekilde Parker (1993), Brizendine (1999) ve Curtis (2004) de matematiksel güce sahip bireylerin, matematiksel muhakeme, matematiksel iletişim, problem çözme ve ilişkilendirme becerilerine sahip olmaları gerektiği üzerinde durmaktadır.

Matematik okuryazarlığı, değişen dünya düzeninin etkisiyle matematik eğitiminin hedeflerinden biri olarak ortaya çıkan (Yenilmez ve Ata, 2013) ve uluslararası birçok araştırmaya (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment) [PISA]; Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study)

[TIMSS] vb.) konu olan bir kavramdır. Bu kavram ilk olarak (NCTM) (1970) tarafından dile getirilmiş ve tüm bireylerin matematik okuryazarı olarak yetiştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-Operation and Development) [OECD], PISA'yı tanıtmak amacıyla yayınladığı raporlarda matematik okuryazarlığını “matematiğin önemini tanımlama ve anlama, sağlam temellere dayanan yargılara varma, yapıcı, ilgili ve duyarlı bir vatandaş olarak kendi ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde matematikle ilgilenme ve matematiği kullanma kapasitesi” (OECD, 2003, s. 24) olarak tanımlamaktadır. McCrone ve Dossey (2007), matematik okuryazarlığını, matematiğin günlük hayattaki rolünü anlama ve günlük hayatta karşılaşılan sorunların çözümünde matematiği kullanabilme kapasitesi olarak özetlemektedir. Özgen ve Bindak'a (2008) göre ise matematik okuryazarlığı bireylere günlük hayatta matematiğin oynadığı rolün farkında olma yeteneğinin yanı sıra yaşam içinde karşılaşılan problem durumlarında eleştirel düşünme, analiz etme ve etkili çözümler oluşturabilme yeteneği kazandırmaktadır. Mandacı Şahin (2007) matematiksel okuryazarlık ile matematiksel güç arasındaki farklılığı aşağıdaki şekilde açıklamakta ve matematiksel güç kavramının, matematik okuryazarlığından daha geniş kapsamlı olduğunu ifade etmektedir.

“Matematiksel okuryazarlık; matematiğe değer verme, nicel (sayısal) bilgiyi kullanabilme ve değerlendirme özellikleriyle nitelendirilebilir. Matematiksel güç ise; mantıksal akıl yürütme (keşfetme, tahmin etme), rutin olmayan problemleri çözme, matematik ile ve matematik hakkında iletişim kurma ve matematik içindeki ve diğer disiplinlerdeki kavramları ilişkilendirebilme özellikleridir (Brizendine, 1999). Matematiksel güç, sadece okuyabilmek ya da yazabilmekle sınırlı olmayan, okuduğunu anlayıp yorumlayabilme, farklı ortam ve biçimlerde sunabilme, diğer öğrenmeleriyle birleştirebilme ve yeni öğrenmelere açık olma becerileriyle tanımlanabilecek bir kazanımdır” (s.5).

NCTM (1989), matematik okuryazarı olabilmek için bir bireyin “matematiksel işlemleri yapabilmek için hesaplamalar yapabilmek” ve “matematiğin hızla artan farklı alanlardaki uygulamalarını gerçekleştirebilme” becerilerine aynı anda sahip olması gerektiğini belirterek matematik okuryazarlığının gerekliliklerini beş süreçte ele almıştır (s.5). Bu süreçler (i) matematiğe değer verme, (ii) matematik yaparken kendinden emin olma, (iii) problem çözücü olma, (iv) matematiksel iletişim ve (v)

matematiksel muhakemedir. PISA araştırması kapsamında ise, bireylerin matematik okuryazarı olabilmek için sahip olması gereken beceriler üç farklı süreçte ele alınmaktadır. Bu süreçler (i) *durumları matematiksel olarak formülleştirme*, (ii) *matematiksel kavram, olgu ve süreçleri kullanma* ve (iii) *matematiksel çıktıları yorumlama, uygulama ve değerlendirme* olarak ifade edilmektedir. Matematiksel süreçlerin temelini oluşturan matematik becerileri ise i) *iletişim*, ii) *matematik diline aktarma*, iii) *temsil ile gösterim*, iv) *akıl yürütme ve ispatlama*, v) *farklı stratejiler oluşturma ve kullanma*, vi) *matematiksel dili ve işlemleri kullanma* ve v) *matematiksel araçları kullanma* olarak ifade edilmiştir (OECD, 2019). Matematik okuryazarı bir bireyin verileri kullanarak tahminde bulunabilmesi, matematiksel metinleri okuyabilmesi, günlük hayat problemlerini çözebilmesi, muhakeme edebilmesi ve matematik aracılığıyla iletişim kurabilmesi gerekmektedir (Ojose, 2011). NCTM (2000) dokümanı incelendiğinde ise bireylerin matematiği anlamasını ve uygulamasını sağlayan matematiksel becerilerin süreç standartları olarak ifade edildiği görülmektedir. Söz konusu beceriler: i) *problem çözme*, ii) *muhakeme ve ispat*, iii) *iletişim*, iv) *ilişkilendirme* ve v) *temsil* olmak üzere beş başlık altında toplanmaktadır.

NCTM'nin ortaya koyduğu ilke ve standartlar ile dünya üzerinde yaşanan gelişimlere bağlı olarak ülkemizde 2005 yılında uygulamaya konan öğretim programı ile birlikte, öğrencilerde kavramsal bilginin yanında bazı matematiksel becerilerin de geliştirilmesinin hedeflendiği beceri temelli eğitime geçiş yapıldığı görülmektedir. Bu bağlamda matematik öğretiminin amaçları aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

“Matematiksel düşünce sistemini öğrenmek ve öğretmektir. Temel matematiksel becerileri (problem çözme, akıl yürütme, ilişkilendirme, genelleme, iletişim kurma, duyuşsal ve psikomotor gelişim) ve bu becerilere dayalı yetenekleri, gerçek hayat problemlerine uygulamalarını sağlamaktır” (MEB, 2005, s.4).

2005 yılında yayımlanan program ile birlikte uygulamaya konulan diğer dokümanlarda da (MEB, 2005, 2007, 2009) öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenen alana özgü temel matematiksel beceriler olarak; i) *problem çözme*, ii) *iletişim kurma*, iii) *akıl yürütme* ve iv) *ilişkilendirme* becerilerinin üzerinde durulmuştur. 2013 yılında yenilenen öğretim programında ilk kez süreç becerileri ifadesi kullanılmış ve matematiksel yeterlik için öğrencilerin kazanması gereken temel beceriler i) *problem*

çözme, ii) matematiksel süreç becerileri (iletişim, muhakeme, ilişkilendirme), iii) duyuşsal beceriler, iv) psikomotor beceriler ve v) bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) olarak ifade edilmiştir (MEB, 2013). Son olarak 2024 yılında öğretim programında güncellemeye gidilmiş ve temel matematik becerilerini vurgulamak üzere alan becerisi ifadesi kullanılmıştır. İlgili programda geliştirilmesi hedeflenen alan becerileri *i) matematiksel muhakeme, ii) matematiksel problem çözme, iii) matematiksel temsil, iv) veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme, v) matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma* olarak ifade edilmiştir (MEB, 2024).

Buraya dek ele alınan araştırma ve dokümanlar incelendiğinde okul matematiği söz konusu olduğunda matematiksel becerilerin temel olarak benzer yapıda olmakla birlikte kısmen farklılaştığı görülmektedir. Bununla birlikte geçmişten günümüze dek yayımlanan ulusal ve uluslararası öğretim programlarında öğrencilerin matematiksel düşünmeyi öğrenmeleri ve öğrendikleri matematiği yaşamlarında kullanabilme becerilerine ve bu bağlamda matematik okuryazarlığı kavramına odaklanılmaktadır. Farklı platformlarda vurgulanan beceriler göz önüne alındığında ise özellikle *i) muhakeme, ii) ilişkilendirme ve iii) iletişim* becerilerinin ön plana çıktığı söylenebilir. Zira ilgili beceriler matematiksel güç kavramının, matematik okuryazarlığının, NCTM’de yer alan temel becerilerin ve ülkemizde 2005 yılından itibaren kullanılmakta olan öğretim programının kapsamında yer alan ortak becerilerdir. Bu nedenle söz konusu beceriler bu çalışmada okul matematiği kapsamında öğrencilere kazandırılması hedeflenmiş olan temel matematik beceriler olarak kabul edilmiş ve kullanılmıştır.

Matematiksel süreç becerilerinden biri olan muhakeme becerisi ise öğrencilerin ‘neden, niçin?’ sorularına karşılık düşünerek mantıklı cevaplar bulma kabiliyetidir (Altıparmak ve Öziş, 2005; Çoban, 2010). Matematiksel muhakeme, öğrencilerin karşılaştıkları durumları matematiksel bakış açısıyla değerlendirerek sebep ve sonuçları araştırma yeteneğini ifade eder. Bu beceri, matematiksel kavramları ve sembolleri kullanarak durumları anlamlandırma ve mantıklı bir sonuca ulaşma sürecini içerir (Erdem, 2015; MEB, 2013). Söz konusu becerilerden bir diğeri olan ilişkilendirme, matematikteki farklı konular arasında bağ kurmada kullanılabilir olan çok geniş fikir ve süreçleri içermektedir (Coxford, 1995). Bu bağlamda matematiksel ilişkilendirme; matematiksel kavramlar ile işlemlerin, öğrenme

alanlarının, farklı temsillerin yanı sıra diğer disiplinler ve günlük hayat arasında bağ kurma süreci olarak ifade edilebilir (Özgen, 2016). İletişim becerisi ise, öğrencilerin matematiği anlamlandırma süreçlerinde matematiksel düşüncelerini açıkça ifade etmelerine yardımcı olan ve matematiksel kavramları bütünsel olarak geliştirmeyi amaçlayan bir beceri olarak ifade edilmektedir (Atay, 2023). Matematiksel iletişim matematiği keşfetmek, incelemek ve tartışmak için kullanılan yol olarak görülebilir (Doruk, 2011). Bu süreçte öğrencilerden, matematiksel düşüncelerini açık bir şekilde ifade edebilmeleri, diğer bireylerin düşüncelerini analiz edebilmeleri ve tüm bunları gerçekleştirirken matematik dilini doğru ve etkili bir şekilde kullanmaları beklenmektedir (NCTM, 2000). Niss ve Hojgaard (2019) tarafından matematiksel becerilerin birbirinden bağımsız olmadığı ifade edilmekte ve öğrencilerin öğrenmelerini aşamalı olarak birbiri ile bağlantılı hale getirebilmek için muhakeme ve iletişim becerilerinden yararlanılmasının önemi üzerinde durulmaktadır.

Algoritmik düşünme becerisinin matematiksel düşünme süreçleri ile olan ilişkisinin matematik okuryazarlığı kavramına dayandığı söylenebilir. Nitekim PISA'nın 2022 yılı için hazırlanmış olduğu çerçevede matematik okuryazarlığı becerilerine bilgi işlemsel düşünme becerisinin de eklendiği görülmektedir (OECD, 2023). PISA 2022 çerçevesinde matematiksel muhakeme, bilgi-işlemsel düşünme ve matematik bağlamında 21. yüzyıl becerileri önem kazanmış durumdadır. İlgili dokümanda teknolojinin hem yaşadığımız dünyayı hem de matematiksel çalışmanın ne anlama geldiğini nasıl değiştirdiğine dikkat çekilmekte ve bilgi işlemsel düşünmenin matematiksel düşünme süreçleri olan ilişkisi vurgulanmaktadır. Dolayısıyla bilgi işlemsel düşünme sürecinin önemli bir bileşeni olan algoritmik düşünme becerisinin, günümüzde matematik okuryazarı bir bireyin kullanmak durumunda olduğu önemli bir matematik becerisi olduğu söylenebilir. Bu bağlamda algoritmik düşünme kavramının matematiksel düşünme süreçleri ile ilişkisini ortaya koyan bilimsel çalışmalara (Abramovich, 2015; Ersozlu ve ark., 2023; Ferraria ve ark., 2023; Harangus ve Katai, 2018; Knuth, 1985; Lichtenstein ve MacGregor, 1990; Schwank, 1993; Stephens, 2018) da rastlamak mümkündür. Bu çalışmalardan Lichtenstein ve MacGregor (1990) matematiksel becerilerin algoritmik düşünme sürecine katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Ersozlu ve ark. (2023) da matematiksel becerilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirdiğini dile getirmiştir. Ferraria ve

ark. (2023) matematiksel muhakemenin algoritmik düşünme için oldukça önemli olduğunu belirtirken, Harangus ve Katai (2018), iletişim becerisinin algoritmik düşünme için önemini vurgulamaktadır. Dolayısıyla son zamanlarda matematik okuryazarlığı ve bu bağlamda bilgi işlemsel düşünmeye yönelik artan ilginin, matematik eğitiminde algoritmik düşünme kavramının canlanmasına neden olduğu söylenebilir (Lockwood ve ark., 2016). Bu durumun neticesinde matematik okuryazarlığının bir bileşeni olarak ele alınan algoritmik düşünme becerisinin okul matematiği için hedeflenen beceriler arasında yer aldığı görülmektedir. Aynı zamanda söz konusu becerinin matematiği günlük hayatta kullanmanın bir parçası olduğu da değerlendirilebilir. Nitekim algoritmik düşünme ve matematiksel düşünme birbirini tamamlayan iki beceridir (Gal-Ezer ve Lichtenstein, 1997).

1.2 Problem Durumu

Günümüzde matematik eğitiminin temel amacının bireylere, günlük yaşamlarında karşılaçacakları problemleri matematiği kullanarak çözüme becerisi kazandırmak olduğu söylenebilir. Bunun için öğretim süreçlerinde öğrencilere bazı temel beceriler kazandırılmaya çalışılmaktadır. Söz konusu becerilerin temelinde ise muhakeme, ilişkilendirme, iletişim ve problem çözüme becerilerinin olduğu görülmektedir. Son yıllarda teknolojinin hayatımıza daha fazla dahil olmasıyla birlikte bireylerden artık yaşamlarında teknolojiyi de etkili biçimde kullanmaları beklenmektedir. Okul matematiğinin kapsamına algoritmik düşünme becerileri de dahil olmuştur. Dolayısıyla öğrencilerden temel matematiksel becerilerini algoritmik düşünme becerisi ile entegre biçimde kullanmaları beklenmektedir.

Bununla birlikte Couderette (2016) algoritmik düşünmenin matematik ve bilgisayar bilimi olmak üzere iki disiplinde de yer alması nedeniyle öğretiminin oldukça zor olduğunu belirtmektedir. Olkhova (2022) dünya üzerinde çok az sayıda öğrencinin, zihinsel faaliyetlerini bilinçli bir şekilde yönetme ve mantıklı düşünme becerilerini de içeren çeşitli problemleri çözüme sürecinde algoritmik düşünme becerisini kapsamlı bir biçimde kullanabildiğini ifade etmektedir. Benzer bir bakış açısıyla alanyazında yer alan farklı araştırmalarda algoritmik düşünme becerisinin öğretim programlarına entegresinin henüz yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Kong, 2016; Wilson & Guzdial, 2010). Dolayısıyla öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinin öğretim programında yer alan diğer becerilerle entegre biçimde

kullanımına ve bu bağlamda geliştirilmesine yönelik olarak yürütülecek çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu araştırma sözü edilen ihtiyaca yönelik olarak yürütülmüştür. Araştırma kapsamında algoritmik düşünme becerisi merkeze alınarak diğer matematiksel becerilerin bu becerinin kullanımına olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla algoritmik düşünme süreçlerinde güçlük yaşanan durumlara odaklanılmış ve söz konusu durumlarda öğrencilerin temel matematiksel becerilerini kullanım düzeyleri ortaya çıkarılmaya, böylece temel matematiksel beceriler ile algoritmik düşünme becerisi ilişkilendirilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın problem cümlesi ‘7 ve 8. sınıf öğrencileri algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda matematiksel süreç becerilerini hangi düzeylerde kullanmaktadır’ şeklinde ifade edilebilir. Bu doğrultuda aşağıdaki alt problemlere cevaplar aranmaktadır:

1. 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerileri hangi düzeydedir?
2. 7 ve 8. sınıf öğrencileri algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda muhakeme becerilerini hangi düzeyde kullanmaktadırlar?
3. 7 ve 8. sınıf öğrencileri algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda ilişkilendirme becerilerini hangi düzeyde kullanmaktadırlar?
4. 7 ve 8. sınıf öğrencileri algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda iletişim becerilerini hangi düzeyde kullanmaktadırlar?

1.3 Araştırmacının Amacı

Günümüzde okul matematiğinin temel amacının öğrencileri matematik okuryazarı hale getirmek olduğu kabul edilmektedir (NCTM, 2000). Bu bağlamda okuryazarlık becerilerinin öğrenciler tarafından birbiri ile ilişkili biçimde kullanımı önemlidir. Günümüz dünyasında teknolojinin hayatımızda kapladığı yer göz önüne alındığında, temel matematiksel becerilerin günlük yaşam bağlamlarında teknoloji ile ilişkili ortamlarda kullanımı söz konusudur. Bu nedenle algoritmik düşünme becerisinin okuryazarlık becerileri arasında yer aldığı ve matematiksel bir beceri olarak kabul edildiği görülmektedir (OECD, 2022). Dolayısıyla matematik okuryazarlığına ilişkin temel beceriler olarak bu çalışmada algoritmik düşünme ve

matematiksel süreç becerilerine odaklanılmış ve bu becerilerin birbiri ile etkileşimi gözlenmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmanın amacı, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme süreçlerinde yaşadıkları zorlukların matematiksel süreç becerileri ekseninde incelenmesidir.

1.4 Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Çağın koşullarına ayak uydurabilmenin yolu; teknolojik gelişmeleri takip edebilmek, bunları etkili bir şekilde kullanabilmek ve bu yenilikleri hayatımızla başarılı bir şekilde bütünleştirebilmekten geçmektedir. Bütün bunlar aynı zamanda bireylerin yaşantısında çözülmesi gereken birçok yeni problemi doğurmaktadır. En basit problemden daha karmaşığına kadar bireylerin çözüm için birtakım becerilere sahip olması gerekmektedir. Problem çözme sürecinde ihtiyaç duyulan becerilerden birisi de algoritmik düşünmedir. Bu beceri günlük hayatın içinde karşılaşılan problemlere etkili çözümler üretebilmek için gerekli olan bir düşünme şeklidir. Bu bağlamda, problem çözme becerisine benzeyen algoritmik düşünme, çözüm için gerekli adımları bilgisayar ortamında gerçekleştirebilme yeteneğini de içermektedir (Erümit ve ark., 2017). Nitekim algoritmik düşünme becerisi teoride programlamanın yapı taşı olarak ifade edilmektedir. Oysaki bu beceri sadece programlama değil, matematik, fen bilimleri, tasarım alanları için de oldukça önemli görülen bir yetenektir (Benzer ve Erümit, 2019).

Alan yazın incelendiğinde algoritmik düşünme becerisini test etmeye yönelik birçok öneri (Biró, 2015; Csernoch ve Biró, 2015; Hsu ve Wang, 2018; Li ve ark., 2023; Park ve Jun, 2023; Putri, 2022; Tsukamoto ve ark., 2017; Zengin, 2022) bulunmakla birlikte bu beceriyi ölçen çalışmaların oldukça az olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebi olarak algoritmik düşünmenin alan yazında farklı disiplinlerde yer alması ve tam anlamıyla tanımlanamamış bir yapıda olmasının değerlendirilmesini zorlaştırdığı düşünülmektedir.

Algoritmik düşünme becerisinin değerlendirilmesine yönelik olarak yürütülmüş bazı çalışmalar ele alındığında, Park ve Jun'ın (2023), algoritmik düşünmeyi değerlendirebilmek için gerekli standartları belirleyerek bu standartlara uygun test aracı geliştirdikleri görülmektedir. Bunun dışında ortaokul öğrencilerinin

algoritmik düşünme becerilerini ölçmeye yönelik olarak yürütülen çalışmalara rastlanmaktadır. Bunlardan biri olan Putri (2022), ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirdiği matematiksel bilgi işlemsel düşünme beceri testinin algoritmik düşünmeyi ölçmede etkili olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde González (2015), ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerini ölçmek amacıyla geliştirdiği testin algoritmik düşünme becerisini ölçmeye uygun olduğunu belirtmiştir. Solitro ve ark. (2017), eğitimde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin tanıtılmasına yardımcı olabilmek için ortaokul öğrencilerine yönelik algoritmik düşünme testi geliştirmiştir. Yavuz-Mumcu ve Yıldız (2018), 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini ölçmek amacıyla test geliştirmiştir. Zengin (2022), 6. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini değerlendirmeye yönelik bir ölçme aracı geliştirmiştir. Bunun dışında bazı araştırmalarda ise ilkökul öğrencilerine yönelik olarak ölçme araçlarının geliştirildiği göze çarpmaktadır. Oomori ve ark. (2019) ilkökul öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini değerlendirmeye yönelik bir ölçme aracı geliştirmiştir. Tsukomoto ve ark. (2017), programlamayı öğrenen ilkökul öğrencilerinin algoritmik düşünme yeteneğini değerlendirmek için bir araç tasarlamıştır. Tüm bu çalışmalardan farklı olarak Martinez ve ark. (2022) ise yetişkinler için algoritmik düşünme testi geliştirmiştir.

Dolayısıyla, algoritmik düşünme becerisini her eğitim seviyesinde değerlendirmenin önemi üzerinde durulduğu görülmektedir. Ancak araştırmacılar tarafından sunulan bu testlerin bir eğitim amacıyla veya yaşa göre tasarlandığını ve genellikle standartlaştırılmamış olduğunu söylemek mümkündür. Diğer taraftan araştırmacıların algoritmik düşünmeyi test etmek amacıyla test aracı geliştirmeye önem verdiği ancak bu test araçlarını genel olarak uygulamadıkları görülmektedir. Bu bağlamda, bu araştırmanın önemli olduğu ve diğer çalışmalardan farklılaştığı düşünülmektedir.

Bununla birlikte söz konusu beceri ile ilgili olarak matematik eğitimi alan yazınında yeterli derecede çalışmanın yer almadığı söylenebilir (Lehmann, 2023a). Algoritmik düşünmenin sadece bilgisayar bilimi için değil diğer alanlar için de önemli bir beceri olduğu her ne kadar yapılan araştırmalarda vurgulanıyor olsa da (Byrka ve ark., 2021) gerek yurt içi gerek yurt dışında yapılan çalışmaların bilgisayar bilimi üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Problem çözme becerisi gerektiren her alanda

algoritmik düşünme becerisine de ihtiyaç duyulduğu düşünüldüğünde pek çok alanda bu beceri ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ülkemizde ise Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi kapsamında öğrencilere kazandırılmaya çalışılan algoritmik düşünme becerisi üzerine yürütülen çalışmalar oldukça sınırlı olmakla birlikte, yapılan çalışmaların çoğunlukla bu beceriyi ölçmeye (Aydoğdu, 2019; Çakıcı, 2022; González, 2015; Martinez ve ark., 2022; Yavuz-Mumcu ve Yıldız, 2018; Zengin, 2022) ve geliştirmeye (Csernoch ve ark., 2015; Gökada, 2021; Hubálovský ve ark., 2010; Jašková; 2014; Katai, 2015; Milkova, 2015; Stoffová, 2019; Tsalapatas ve ark., 2012; Vallo ve ark., 2023; Vexler ve ark., 2024) yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda söz konusu beceri genellikle bilgisayar ortamlarında ele alınmaktadır. Sözü edilen çalışmalardan farklı olarak bu araştırma kapsamında ilgili beceri ilişkisel bir paradigmada ele alınmış olup bilgisayarsız ortamlarda çalışılmıştır. Bu durumun araştırmanın bir diğer önemli boyutunu oluşturduğu düşünülmektedir.

Diğer taraftan matematik eğitimi ile oldukça ilişkili olan algoritmik düşünme kavramı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde algoritmik düşünme ve problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmaların (Demir ve Cevahir, 2020; Dumlu, 2021; Gürbüz ve ark., 2017; Kiesmüller, 2009; Lamagna, 2014; Ritter ve Standl, 2023; Smetsers-Weeda ve Smetsers, 2017; Szabo, 2020) bir hayli fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte algoritmik düşünme becerisini diğer matematiksel becerilerle ilişkili olarak inceleyen çalışmaların ise oldukça sınırlı olduğu söylenebilir (Ersozlu ve ark., 2023; Lichtenstein ve MacGregor, 1990). Bu doğrultuda matematik eğitiminde, algoritmik düşünme becerisi ile matematiksel beceriler arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu araştırmanın alan yazında söz konusu boşluğu dolduracağı ve bu bağlamda önemli olduğu düşünülmektedir. Araştırma sonuçları ile algoritmik düşünme becerisinin kullanımını zorlaştıran durumların hangi matematiksel becerilerin kullanımı ile ilişkili olduğu ortaya çıkarılmaya çalışılacak, bu doğrultuda ilgili süreçlerin iyileştirilmesi adına öneriler ortaya koyulabilecektir.

Ayrıca matematik ve bilgisayar bilimi ekseninde kesişen bir beceri olan algoritmik düşünme süreçlerinde yaşanan zorlukların nedenlerinin ortaya koyulması ile öğrencilerin yaşadıkları engellerin aşılması adına atılabilecek adımların neler olabileceğine yönelik önerilerin geliştirilebilmesi sağlanacaktır. Bu durumun

öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine ve okuryazar bireyler olmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim algoritmik düşünme becerisinin problem çözme, bilgisayar ve matematik okuryazarlığı gibi önemli becerilere etkisi oldukça fazladır (Vallo ve ark., 2023). Bu durum bu çalışmayı önemli kılan bir diğer faktör olarak kabul edilmiştir.

1.5 Sayıtlar

Bu araştırmanın sayıtları aşağıda verilmektedir.

1. Araştırmada kullanılan soruların geçerliğine yönelik olarak uzman görüşlerinin yeterli olduğu kabul edilmiştir.
2. Araştırmaya katılan öğrencilerin görüşme sürecinde kendilerine yöneltilen sorulara içtenlikle cevap verdikleri kabul edilmiştir.
3. Bu araştırmayı yürüten öğretmenin sürece rehber olması dışında başka bir etkisinin olmadığı kabul edilmiştir.

1.6 Sınırlılıklar

Bu araştırmanın sınırlılıkları aşağıda verilmektedir.

1. Araştırma, Giresun ilinde bir okulda 7 ve 8. sınıfta öğrenim görmekte olan toplam sekiz öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.
3. Araştırmadan elde edilen veriler Algoritmik Düşünme Beceri Testi (ADBT) ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgularla sınırlıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kavramsal Çerçeve

2.1.1 Algoritmik Düşünme Kavramı

Günümüz dijital çağında, geleneksel olarak insanlar tarafından gerçekleştirilen birçok faaliyet artık teknolojik gelişmeler sayesinde otomasyon, yapay zekâ uygulamaları vb. tarafından yerine getirilmektedir. Tıp, bilim, mühendislik, ekonomi, eğitim gibi alanlardaki pek çok konu bu gelişmeler etrafında şekillenmektedir. Özellikle eğitimde öğrencileri teknoloji ile etkileşimli alanlara yeterince hazırlamak amacıyla yeni düşünme biçimlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu düşünme biçimlerinden bir tanesi de algoritmik düşünmedir (Chaparro, 2020).

Modern çağda hayatımıza yeni bir kavram olarak dâhil olan algoritmik düşünme (Doğan, 2020), aslında 1950’li ve 1960’lı yıllarda insanların, günümüzde bilgi işlemsel düşünme olarak bilinen kavramı ifade etmek için kullandıkları bir terimdir (Denning ve Freeman, 2009). Wing tarafından 2006 yılında kaleme alınan bir makale sonucunda popülerlik kazanan bilgi işlemsel düşünme, temel bilgisayar bilimi kavramlarını kullanarak problem çözmeye, sistemleri tasarlama ve insan davranışlarını anlama olarak tanımlanmakta ve söz konusu becerinin sadece bilgisayar bilimi ile uğraşan bireyler için değil herkes için gerekli olan bir beceri olduğu ifade edilmektedir (Wing, 2006). Alanyazında bilgi işlemsel düşünmeye atıfta bulunmak için kodlama, programlama, algoritmik düşünme gibi pek çok farklı terim kullanılmaktadır (Bocconi ve ark., 2021). Terimlerin birbirinin yerine kullanılabilir olmasının, algoritmik düşünmenin zaman zaman bilgi işlemsel düşünmeyi temsil etmek için kullanılmasına (Bundy, 2007; Hu, 2011; Stephens ve Kadıjevich, 2020), bilgi işlemsel düşünmenin temel özelliklerinden birisi olarak yorumlanmasına (Bacelo ve Gómez-Chacón, 2023; Barr ve ark., 2011; Csernoch ve ark., 2015; Wang ve Zhou, 2011) ve bilgisayar bilimi için kodlama ve programlama gibi temel bir beceri olduğunun (Douadi ve ark., 2012; Nunes ve ark., 2017) ifade edilmesine sebep olduğunu söylemek mümkündür. Oysaki bu beceri 21. yüzyıl becerilerinin ve yeterliliklerinin merkezinde yer almaktadır (Ananiadou ve Claro, 2009; Zengin, 2022) ve günümüz bilgi toplumunda herkesin sahip olması gereken önemli bir yetenektir (Katai, 2015). Bu bağlamda bu becerinin temel özelliklerini tanımlamanın, bilgi toplumunun gerekliliklerine uygun düzeyde

eğitimin gerçekleştirilmesi açısından önemli olduğu dile getirilmektedir (Byrka ve ark., 2021).

2.1.2. Algoritmik Düşünme Becerisi Nedir?

Algoritmik düşünme, algoritmalar oluşturma ve işleme kavramıyla yakından ilişkilidir (Katai, 2015). Algoritmalar, algoritmik düşünme sürecinin temel yapısını oluşturmaktadır (Erümit ve ark., 2017). Sadykova ve Il'bahtin (2019) algoritmik düşünme kavramının, algoritmanın özü anlaşılmeden ele alınamayacağını ifade etmektedir. Dolayısıyla bu becerinin daha iyi kavranabilmesi için öncelikle algoritma kavramının anlaşılması gerekmektedir.

Algoritma, bir görevin adım adım çözümü için oluşturulan kesin, net ve ayrıntılı talimatlar dizisidir (Brown, 2015; CAS, 2015). Arabacıoğlu (2006) algoritmayı, bilgisayar programlarının tasarımı sırasında kullanılan ve programın tamamlanması için gerekli olan işlemlerin kendi dilimizde anlaşılabilir bir şekilde verildiği bir doküman olarak tanımlamaktadır. Gökoğlu (2017) ise algoritmaların, bireyin bilgisayar programını veya karşılaşılan bir problemi çözüme ulaştırmak için oluşturduğu sistematik, düzenli ve sıralı adımlar bütünü olduğunu belirtmektedir. Algoritmalar aslında matematiğin başlangıcından bu yana var olmuş ve üzerinde çalışılmış bir kavramdır ancak günümüzdeki gelişimi bilgisayar alanındaki ilerlemeye (kodlama, programlama) bağlıdır (Bacelo ve G'omez-Chac'on, 2023). Bu terim her ne kadar bilgisayar bilimi ile ilişkilendirilse de günlük hayatta karşılaşılan birçok problemde karşımıza çıkmaktadır (Olgun, 2017). Çünkü insanlar tarafından gerçekleştirilen pek çok faaliyet temelde algoritmik eylemler olarak kurgulanmaktadır (Altaher ve Ferchichi, 2018). Bundan dolayı algoritmalar, insanların günlük yaşamlarında gerçekleştirdikleri bütün ardışık ve sonlu işlemleri kapsamakta ve bu işlemler algoritmik düşünerek yapılmaktadır (Akçay ve Çoklar, 2016).

Algoritmik düşünme, bir problem durumuna yönelik çözümleri adımlar haline getirerek algoritma oluşturabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Wong ve Jiang, 2018). Benzer şekilde ISTE'ye (2018) göre algoritmik düşünme, algoritmaların temelini oluşturan belirli adımları ve süreçleri geliştirebilmektir. Algoritmik düşünme, algoritmaların oluşturulması ve anlaşılmasını sağlayan bir beceri setidir (Futschek, 2006). Moala (2021), algoritmik düşünmeyi bir algoritma oluşturma, algoritmayı test

etme ve elde edilen sonuçlara göre oluşturulan algoritmayı yeniden düzenleme süreci olarak ele almaktadır. Dolayısıyla bu beceri aynı zamanda algoritmaları anlama, uygulama, değerlendirme ve üretme yeteneklerini de kapsamaktadır (Brown, 2015). Bu süreçte bireyler eylemlerini yaratıcı ve mantıksal düşünme yolu ile belirli bir sıraya koymaktadır (Ross, 1998).

Christodoulou (2006) algoritmik düşünmenin, sadece algoritma oluşturma becerisinden ibaret olmadığını, bunun yanında bir problemin bir dizi adımla tanımlanarak daha derinlemesine anlaşılmasını sağladığını ifade etmektedir (Akt., Toledo ve ark., 2023). Hedeflenen sonucu elde etmek için gereken adımlar algoritmik düşünme sayesinde gerçekleştirilir (Hu, 2011; Katai, 2015). CAS (2015) da algoritmik düşünmeyi problemlerin çözümünde mantıksal akıl yürütmeyi içeren bir düşünme süreci olarak tanımlamaktadır. Wolz ve ark. (2011) için algoritmik düşünme programlamada kullanılan bir dil iken, Syslo ve Kwiatkowska'ya (2015) göre bilgisayar bilimi ve uygulamaları için kullanılan temel bir problem çözme becerisidir. Algoritmik düşünme, işlem adımlarının açıkça tanımlanmasıyla problemin çözümüne ulaşılan bir yaklaşımdır. Algoritmik düşünme sürecinde problem analiz edilip çözümler uygulanır ve bir sonraki problemde yeni bir çözüm üretilir. Bu şekilde devam eden süreçte benzer problemler için yeni çözümlerin üretilmesine gerek kalmaz ve önceki çözüm yolları kullanılır (CAS, 2015). Bu sayede bir problemin çözümünde kullanılan algoritma, benzer problemlerin çözümüne transfer edilebilir (Hromkovič ve ark., 2016).

Algoritmik düşünme hem matematik hem de günlük hayat problemlerinin çözümünü kolaylaştırmada büyük öneme sahiptir. Bu beceri karşılaşılabilecek problemlerin çözümüne en kısa yoldan ulaşmayı sağlamakta (Aytekin ve ark., 2018), aynı zamanda bir problemin çözüm sürecinde bireylerin fikir alışverişinde bulunmalarına imkân tanımaktadır (Kayama ve ark., 2014). Kocasaraç (2019), günlük hayatın bir parçası olan algoritmik düşünmenin önemini dört maddede açıklamaktadır.

- Algoritmik düşünme etkinlikleri, problem çözme yeteneklerini yapısal olarak kullanma konusunda kişiye heyecan verici fırsatlar sunar.
- Günlük hayatta karşılaştığımız onlarca probleme algoritmik düşünme sayesinde en etkili çözümleri bulabiliriz.

- Algoritmik düşünme, zamanımızı, enerjimizi ve maddi kaynaklarımızı en verimli şekilde kullanarak problemleri çözmemize olanak tanır ve çözümler geliştirmemizi sağlar.
- Algoritmik düşünme yaklaşımının geleneksel problem çözme metotlarından bir farkı, çözümün açık, net ve anlaşılabilir sonlu adımlarla ifade edilmesidir.

Alan yazında matematik eğitimcilerinin de algoritmik düşünmeyi tanımladığı görülmektedir (Lockwood ve ark., 2016; Stephens, 2018; Stephens ve Kadijevich, 2020). Matematik eğitimcileri algoritmik düşünme becerisini algoritmalar hakkında düşünmekten ziyade bir düşünme biçimi olarak ele almaktadır (Lockwood ve ark., 2016). Stephens (2018), algoritmik düşünmenin ayrıştırma, örüntü tanıma, genelleme ve soyutlamayı vurgulayan özel bir matematiksel akıl yürütme biçimi olduğunu öne sürmektedir. Stephens ve Kadijevich'a (2020) göre algoritmik düşünme cebirsel, uzamsal, geometrik ve istatistiksel olarak ortaya çıkabilen bir matematiksel akıl yürütme biçimidir. Lockwood ve arkadaşlarına (2016) göre ise mevcut araçları kullanarak karmaşık bir hedefi sıralı adımlara ayırmak için kullanılan mantıksal, organize bir düşünme biçimidir.

Algoritmik düşünme becerisinin araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlandığı görülmektedir. Bununla birlikte yapılan tanımlardan yola çıkarak, algoritmik düşünme becerisinin, matematik ve bilgisayar bilimlerinin kesiştiği bilişsel becerileri kapsayan kendine özgü bir düşünme biçimi olduğunu ve birçok yararlı öğrenme becerilerini kapsadığını (Ziatdinov ve Musa, 2013) söylemek mümkündür. Bu becerilere, akıl yürütme, eleştirel düşünme, iletişim kurabilme, programlama, matematiksel düşünme, modelleme, kendini doğru ifade edebilme örnek olarak verilebilir. Nitekim ISTE (2016) algoritmik düşünmenin eleştirel düşünme, yaratıcı ve akılcı düşünme, işbirliğine dayalı öğrenme, problem çözme ve karar verme becerilerinden bağımsız olarak ele alınamayacağını vurgulamaktadır.

2.1.3 Algoritmik Düşünme Süreci

Araştırmacılar algoritmik düşünme sürecinin problem çözme sürecine benzediğini ve bu süreçte birçok farklı becerinin kullanıldığını öne sürmektedir (Futschek ve Moschitz, 2010; Ritter ve Standl, 2023). Algoritmik düşünme sürecinde

gerekli becerileri araştırmacılar kendi yorumlarından hareketle farklı seviyelerle açıklamışlardır.

Garner (2003) algoritmik dūřünme sürecini *i) problemi analiz etme, ii) çözümler için uygun algoritma geliştirme, iii) algoritmayı uygulama ve iv) algoritmayı gözden geçirme* olarak dört aşamada ele alırken Futschek (2006) *i) problemi tanıma, ii) verileri analiz etme, iii) probleme uygun strateji geliştirme, iv) stratejiye uygun algoritma geliştirme ve v) geliştirilen algoritmanın verimliliğini artırma* olarak beř seviyede açıklamaktadır. Brown (2015) ise bu süreci *i) problemi tanıma, ii) probleme uygun algoritma geliştirme, iii) geliştirilen algoritmaları değerlendirme ve iv) yeni algoritmalar geliştirme* olarak açıklamaktadır. Diđer taraftan Syslo ve Kwiatkowska (2008) için algoritmik dūřünme sürecinin tamamlanabilmesi için bilgisayar ortamının gerektiği ifade edilmektedir. Onlara göre bu süreç, *i) problemi anlama, ii) problemin çözümlerine yönelik algoritma geliştirme ve iii) geliştirilen algoritmayı bilgisayar ortamında çalıştırma* olarak ifade edilmektedir. Zsako ve Szlavi (2012) ise diğer araştırmacılarla benzer şekilde *i) problemi anlama, ii) algoritma oluşturma ve iii) algoritma adımlarını analiz etme* aşamalarına yer vermiş ve bu aşamaların devamına *iv) algoritma yazma, v) algoritmayı kodlama, vi) algoritmayı düzenleme ve vii) daha karmaşık algoritmaları tasarlama* adımlarını da ekleyerek algoritmik dūřünme sürecini yedi aşamada ele almıştır.

Yapılan incelemeler neticesinde araştırmacıların da dile getirdiği gibi algoritmik dūřünme süreci ile problem çözümler sürecinin benzerlik gösterdiği görölmektedir. Ritter ve Standl'a (2023) göre, algoritmik dūřünme süreci *i) bir problemin tanımlanması, ii) soyutlama ve ayrıştırma, iii) algoritma tasarlama ve iv) algoritmanın test edilmesi* aşamalarından oluşmaktadır. Mingus ve Grassl (1998) ise algoritmik dūřünme sürecini Polya'nın (1945) dört aşamalı problem çözümler modeliyle (problemi anlama, çözümler için plan hazırlama, planı uygulama ve çözümler değerlendirme) karşılaştırmışlardır (Akt., Lehmann, 2023a). İki süreçte de ilk aşamada problemi tanıma (anlama) yer almaktadır. Stephens ve Kadijevich (2020), algoritmik dūřünme sürecinde bu durumu 'ayrıştırma' (karmaşık bir problemi alt bileşenlere ve görevlere ayırma) olarak ifade etmektedir. Karmaşık bir problem ayrıştırma sürecinde daha küçük parçalara bölünerek her biriyle ilgilenmek için sistematik süreçler kullanılır (Shute ve ark., 2017). Polya (1997) da bir problemi

çözebilmek için ilk olarak problemi bütün olarak ele almayı ve sonra detaylara odaklanarak problemi ayrıştırmayı önermektedir. Problem tam olarak anlaşıldıktan sonra çözüm için uygun bir plan hazırlama, algoritma oluşturma; problemin çözümünü kontrol ederek gerektiğinde stratejide değişiklik yapma ise algoritmayı düzenleme ve çözümü değerlendirme aşaması ile özdeşir (Pusmaz, 2023).

2.1.4 Algoritmik Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, algoritmik düşünme becerisine sahip bireylerin açık fikirli, sorgulama odaklı, matematikte başarılı, yaratıcı ve kendine güvenen kişiler olduğu, öne çıkan problemlere çözüm üretme, verileri modelleme ve sistematik düşünme becerisine sahip oldukları görülmektedir (Eguchi, 2016; Hromkovic ve ark., 2016; Milkova, 2012; Milkova, 2015; Paul ve Elder, 2006; Zsako ve Szlavi, 2012). Ancak algoritmik düşünmenin öğretilmesi veya gelişiminin desteklenmesi zorlu ve geniş kapsamlı tartışmaların konusudur (Hubalovsky, 2015; Katai, 2015; Toledo ve ark., 2023). Zira dünya üzerinde çok az sayıda öğrenci, zihinsel faaliyetlerini bilinçli bir şekilde yönetme ve mantıklı düşünme becerilerini de içeren çeşitli problemleri çözme sürecinde algoritmik düşünme becerisini kapsamlı bir biçimde kullanabilmektedir (Olkhova, 2022). Couderette (2016) ise algoritmik düşünmenin matematik ve bilgisayar bilimi olmak üzere iki disiplinde de yer alması nedeniyle öğretiminin oldukça zor olduğunu belirtmektedir.

Algoritmik düşünme becerisini geliştirmeye yönelik farklı yöntemler bulunmakla birlikte (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Burton, 2010; Kim ve ark., 2013; Trimmel ve ark., 2001) genellikle programla öğretimi ile geliştirme çalışmaları (Arkhipov, 2016; Cooper ve ark., 2000; Malik ve ark., 2019) yapıldığı görülmektedir. Oysaki bu becerinin herhangi bir teknolojiden, uygulamadan veya belirli bir programlama dilinden bağımsız olarak geliştirilebileceğini söylemek mümkündür (Douadi ve ark., 2012; Oliveria ve ark., 2021; Wong ve Jiang, 2018). Douadi ve ark. (2012) algoritmik düşünmenin oyunlar aracılığıyla geliştirebileceğini belirtmektedir. Oliveria ve ark. (2021), algoritmik düşünmeyi geliştirebilmek için uluslararası bilişim yarışmalarından yararlanılabileceğini dile getirmektedir. Wong ve Jiang (2018) ise yaşa uygun öğretim materyalleri ve yöntemleri ile bu becerinin geliştirilebileceğini ifade etmektedir.

Futschek (2006)'e göre, ‘Algoritmik düşünme nasıl öğretilir?’ sorusu, ‘Yaratıcılık nasıl öğretilir?’ sorusuna yanıt vermek kadar zor olabilir, ancak O’na göre, bu soruya verilebilecek en pratik cevap, mümkün olduğunca çok problem çözülmesidir. Aynı zamanda seçilen problemlerin belirli bir programlama dilinden bağımsız olarak çözülebilen, çok kolay olmayan ancak rahatlıkla anlaşılabilir bir yapıda olması gerektiğini ifade etmektedir. Diğer taraftan öğrencilerin kendi kendilerine öğrenebilmesi için uygun desteğin sağlanması da bu becerinin kazandırılmasında önemli görülmektedir (Milkova, 2015). Altukhova ve Smirnova (2016) algoritmik düşünme becerilerini geliştirme sürecinde, sınıf etkinliklerinde yaratıcı çalışmalara yer verilmesini önermektedir. Ayrıca görsel bir dil kullanılması anlaşılabilirliği artırarak algoritmik düşünme konusunda yaşanan zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olabilmektedir (Douadi ve ark., 2012; Futschek, 2006; Futschek & Moschitz, 2010, 2011). Tupouniua (2023) ise matematik eğitiminde öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirebilmek için algoritma oluşturma ve ifade etmeyi gerektiren algoritma oluşturma görevleriyle meşgul olmalarını önermektedir.

Byrka ve arkadaşlarına (2021) göre algoritmik düşünmeyi geliştirmenin en etkili yolu öğrencilerin günlük yaşam sorunları ile ilgili farklı problemleri çözmelerini amaçlayan kendi algoritmalarını geliştirmelerini sağlamaktır. Benzer şekilde Futschek ve Moschitz (2010) seçilecek problemlerin, öğrencilerin ön bilgilerine uygun olması gerektiğini ifade etmekte, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri problemlere yer verilmesinin önemini vurgulamakta ve bu problemlerin farklı birçok algoritmik çözümlere yol açacak kadar genel olması gerektiğini belirtmektedir. Aynı zamanda algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesi için araştırmacılar aşağıda yer alan sekiz öneride bulunmaktadır.

- Problemler öğrencilerin günlük hayatından seçilmeli,
- Kullanılan dil doğal olmalı,
- Öğrencilerin günlük hayatta bildiği temel eylemler kullanılmalı,
- Algoritmaları çalıştıran bir sistem olmalı,
- Sistem, öğrencilerin algoritmalar ile deney yapmasını desteklemeli,
- Sistem anında öğrenme deneyimleri vermeli,
- Sistem algoritma çeşitliliği konusunda esnek olmalı,

- Geri bildirim veren birisi olmalıdır (Futschek ve Moschitz, 2010).

Algoritmik düşünmeyi teşvik etmek için yaygın olarak kullanılan bir diğer strateji ise bilgisayar bilimi alanında, programlamayı içermeyen oyunlar, bulmacalar ve fiziksel aktiviteler gibi yöntemlerin kullanılmasıdır (Bell ve ark., 2009; Delal ve Öner, 2020; Kuo ve Hsu, 2020). Bilgisayarsız bilgisayar bilimi (Henderson, 2008) olarak ifade edilen bu yaklaşım algoritmik düşünmenin geliştirilmesi için bilgisayar kullanımına ihtiyaç duyulmadığı fikrini savunmaktadır. Aynı zamanda bilgisayarsız etkinliklerin (unplugged activities) sadece bilgisayar biliminde değil, diğer derslerdeki düşünme ve problem çözme becerilerine de katkı sağladığı ifade edilmektedir (Cozzens ve ark., 2010; Kim ve ark., 2013).

Burton (2010), Avustralya Bilişim Yarışmasını örnek göstererek öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinin bilgisayarsız ortamlarda geliştirilebileceğini ifade etmekte ve algoritmik düşünme becerisini bilgisayarsız test etmeye yönelik bir çerçeve ortaya koymaktadır. Bilgisayar kullanılmadan algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik bir başka etkinlik ise “Bebras” (ülkemizde Bilge Kunduz) olarak isimlendirilen uluslararası enformatik yarışmasıdır. Kunduz kelimesinin kökeni Litvanya dilinde Bebras’dır. Etkinlikte sembol olarak Kunduz seçilmesinin nedeni, kunduzların gerçek hayatta çok çalışkan bir hayvan olmaları ve hedefine ulaşmak için yoğun çaba göstermeleridir. Kunduz kelimesinin önüne eklenen ‘Bilge’ kelimesi kunduzların özelliklerini daha iyi ifade etmek amacıyla platformda yer alan araştırmacılar tarafından eklenmiştir (URL-2).

2.1.4.1 Avustralya Bilişim Yarışması (Australian Informatics Competition)

Avustralya Bilişim Yarışması, programlama ve algoritmik düşünme konularında potansiyele sahip öğrencileri tanımayı hedefleyen bir kâğıt-kalem etkinliğidir. Öğrenciler arasında programlamaya yönelik farkındalığı artırmak ve öğrencilerin programlamayı bir disiplin olarak keşfetmelerini teşvik etmek amacıyla uygulanmaktadır. Yarışma soruları çoktan seçmeli ve üç aşamalı görevlerden oluşmaktadır (Clark, 2006).

Burton (2010) 2005 yılından itibaren uygulanan Avustralya Bilişim Yarışması’nın özellikle algoritmik düşünmeye odaklandığını dile getirmekte ve yarışmada yer alan görevlerin bilgisayar kullanılmadan algoritmik düşünmenin test

edilmesinde etkili olduğunu belirtmektedir. Bu doğrultuda yarışmada yer alan çoktan seçmeli görevlerin teorik yapısını ortaya koyarak bu görevleri *i) algoritma, ii) izleme, iii) mantık ve iv) analiz* olmak üzere dört kategoride açıklamaktadır. Ona göre bir görev bu kategorilerden birden fazlasına uygun olabileceği gibi bazen hiçbirine uymayabilir. Her bir kategoriye ait görevlerin içeriği aşağıdaki gibidir:

Algoritmik Görevler

Bu sorularda öğrenciler bir problemin kuralına göre verilen bir algoritmayı kullanırlar veya verilen bir problemi çözmek için bir algoritma geliştirirler. Algoritmik görevlerde deneyimsiz öğrencilerin algoritmanın ne olduğunu bilmiyor olabilme ihtimalinden dolayı açıkça bir algoritma istenmez. Bunun yerine bu görevlerde öğrencilere hızlı ve doğru bir şekilde çözmeleri için bir bulmaca sunulur ancak bu bulmacayı çözmek için öğrencilerin tasarlayıp uygulamaları gereken şey, tekrarlanan sistematik bir prosedür yani bir algoritmadır (Burton, 2010).

İzleme Görevleri

Bu sorularda öğrenciler, verilen bir algoritmanın adımlarını problem durumuna göre kullanırlar veya problemde verilen bir algoritmanın sonucunu tahmin ederler. İzleme görevleri genellikle en basit görevlerdir. Öğrencilerin bir algoritmayı anlama ve izleme yeteneklerini test eden izleme görevleri, öğrencilerin kendi algoritmalarını geliştirebilmeleri için önemli bir adımdır (Burton, 2010).

Mantık Görevleri

Bu sorularda öğrenciler problem durumlarına uygun algoritmaları belirlemek ve kullanmak için muhakeme becerilerini etkin bir şekilde kullanırlar. Mantık görevleri genellikle bir algoritma gerektirmez; bunun yerine sıkı mantıksal akıl yürütme ve analizle çözülürler. Ancak, bu görevler algoritma tasarımı için oldukça önemlidir (Burton, 2010).

Analiz Görevleri

Bu sorularda öğrencilere verilen problemlerde kullanılan algoritmaların doğruluğu/etkililiği sorulur. Öğrenciler ayrıca bir algoritmanın uygun olmayan adımını veya beklenen çözüme en uygun algoritma adımlarının sırasını belirleyebilirler. Analiz görevlerinin amacı, algoritma tasarımını tamamlayan

becerileri geliştirmektir. Programcılarının kendi kodlarının doğruluğunu, verimliliğini ve sağlamliğını değerlendirebilme yetenekleri büyük önem taşımaktadır (Burton, 2010).

2.1.4.2 Bebras (Bilge Kunduz) Platformu

Okullarda bilişim konusunda uluslararası bir etkinlik yürütme fikri, Vilnius niversitesinden Valentina Dagiene tarafından 2003 yılında ortaya atılmıştır. Bu etkinlik ilk kez 2004 yılında Litvanya’da 779 öğrencinin katılımıyla geręekleřtirilmiřtir. Başladığı tarihten itibaren biręok Avrupa lkesi etkinliğe katılmıştır ve katılmaya da devam etmektedir. Avusturya, Letonya, Ukrayna, Slovakya, Belęika, Kanada, Kıbrıs, İsrail, İspanya, Fransa, Macaristan, Almanya, Türkiye, Cezayir, Bulgaristan, Çin, Mısır, Japonya, Singapur, Finlandiya etkinliğe katılan ülkeler arasında yer almaktadır (URL-2).

Uluslararası adı Bebras olan yarışma lkemizde ‘‘Bilge Kunduz’’ ismiyle uygulanmaktadır. Öğrencilerin ilgisini teknik bilgi veya kodlama deneyimi gerektirmeyen problemler aracılığıyla bilgisayar bilimi konularına çekerek algoritmik, mantıksal ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen (Dagiene ve Sentance, 2016) Bilge Kunduz etkinliği, ülkemizde 3- 4. sınıflar, 5-6. sınıflar, 7-8. sınıflar, 9-10. sınıflar ve 11-12. sınıflar olmak üzere beş farklı düzeyde uygulanmaktadır (URL-2). Bilge Kunduz etkinliğinde yer alan kısa sorular ‘Bilge Kunduz Görevleri’ olarak anılmaktadır. Bu görevler enformatik konusunda n bilgiye sahip olmayan kişiler tarafından yanıtlanabilir. Öğrencilerin görevleri ozebilmesi için üst düzey düşünme becerilerini (bilgilerini gözden geçirme, hesaplama yapabilme, neden-sonuç ilişkisi kurabilme, analitik düşünme, problem çözme vb.) kullanabilmesi beklenmektedir (Gülbahar ve ark., 2020).

Yapılan farklı çalışmaların Bebras görevlerinden, görevlerin içeriğini (Aroujo ve ark.; 2019; Budinsk ve ark., 2017; Izu ve ark., 2017; Oliveira ve ark., 2021; Vanıek ve ark.,2021) ve öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini incelemek (Lockwood ve Mooney, 2018; Nijenhuis-Voogt ve ark., 2022; Yavuz-Mumcu ve Yıldız, 2018) amacıyla yararlandıkları görülmektedir. Bu alışmalarda Bebras görevlerinin bilgi işlemsel düşünmenin beş farklı boyutunu (soyutlama, ayırıtırma, algoritmik düşünme, örüntüleri değerlendirme ve genelleme) değerlendirdiği ifade

edilmektedir (Dagiene ve Sentance, 2016). Palts ve ark. (2017) bu teorik iddiayı doğrulamak için Bebras yarışmalarından elde edilen verileri kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan veriler neticesinde Bebras görevlerinin ifade edilen beş boyuttan algoritmik düşünme ve örüntü tanımayı iyi bir şekilde ayırt edebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Vanicek ve ark. (2021) ise bu iki boyut üzerine odaklanmış ve Bebras görevlerinin algoritmik düşünmeyi dört beş kat daha fazla içerdiğini belirtmiştir. Oliveira ve ark. (2021) ise Bebras görevlerinin, algoritmik düşünmenin, programlama öğrenmeden bağımsız olarak kullanılabilir çok önemli bir bilişsel düşünme süreci olduğunu ortaya koymada etkili olduğunu ifade etmektedir. Oluk'un (2017) da dile getirdiği gibi Bebras görevlerinin algoritmik düşünme becerisini ölçmeye uygun olduğu görülmektedir. Bütün bu durumlardan yola çıkarak Bebras görevlerinden algoritmik düşünme becerisini değerlendirmek üzere yararlanılabileceğini söylemek mümkündür.

2.1.5 Matematik Eğitimi ve Algoritmik Düşünme

Son zamanlarda matematik eğitimcileri öğrencilerin matematiksel düşünme ve muhakeme becerilerinin nasıl geliştirilebileceğini ve bunu destekleyen sınıf ortamlarının özelliklerini araştırmaktadır. Diğer taraftan teknolojiye gelişmeler, matematik yapma biçimlerini değiştirmiş ve dijital araçlar derslerde yerini almaya başlamıştır. Tüm bu gelişmeler araştırmacıları algoritmik düşünme üzerine araştırmalara yönlendirmiştir (Pusmaz, 2023).

Son yıllarda, gelişmiş olan pek çok toplum, öğrencilerin algoritmik düşünme becerisi kazanmalarının büyük bir öneme sahip olduğunu fark etmiştir (Strnad, 2018). Japonya, Avustralya, Birleşik Krallık, Fransa, Macaristan, Finlandiya gibi birçok ülkede algoritmik düşünmenin okul müfredatına dahil edilmeye başlandığı görülmektedir (Bocconi ve ark., 2016; Stephens, 2018). Stephens ve Kadjevich (2020) algoritmik düşünmenin farklı ülkelerin müfredatlarındaki kullanım durumlarını inceleyerek matematik ile arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmakta ve bu beceriye matematik müfredatında daha fazla yer verilebileceğini ifade etmektedir. Bu yöndeki ilerlemelere karşılık olarak bazı ülkelerde ise okul matematik müfredatlarında değişiklikler gözlemlenmektedir (Stephens, 2018). Örneğin Avusturalya'da F-10 matematik müfredatında yapılan son güncellemelerde, sayı (3-5. sınıflar), cebir (6. sınıf) ve uzay (8-9. sınıflar) öğrenme alanlarında algoritmik düşünmeye yer verildiği

görülmektedir (Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA], 2022). Ancak algoritmik düşünmenin matematik müfredatına dâhil edilmesinin, öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini nasıl geliştirebileceği konusundaki araştırmaların eksik olduğunu söylemek mümkündür (Lehmann, 2023b). Oysaki algoritmik düşünme, ilkökul ve ortaokul yıllarında matematik öğreniminde doğal olarak ortaya çıkmalı ve geliştirilmesi desteklenmelidir (Stephens, 2018). Bu konuda Clark (2016) matematik öğretmenlerinin algoritmik düşünmeyi öğretmeleri gereken yeni bir şey olarak değil, genellikle problem çözmeye yönelik pedagojik bir yaklaşım ve pek çok disipline aktarılabilir bir beceri olarak düşünmeleri gerektiğini belirtmektedir. Bu bağlamda algoritmik düşünme becerisinin matematiksel düşünme süreçleri ve matematiksel beceriler ile yakından ilişkili olduğu görülmektedir.

2.1.5.1 Matematiksel Beceriler-Süreç Becerileri

Baykul'a göre (2009) 'Matematik nedir?' sorusunun cevabı insanların matematikle olan ilişkilerine, matematiği ne amaçla kullandıklarına, hangi matematik konularına yoğunlaştıklarına, matematikle ilgili deneyimlerine ve matematiğe duydukları ilgiye bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu doğrultuda matematiğin tanımını dört grupta toplanabilir:

1. Matematik, günlük hayatta karşılaşılan sorunların çözümünde kullanılan sayma, hesaplama, ölçme ve çizme gibi işlemleri içeren bir disiplindir.
2. Matematik, belirli sembollerin kullanıldığı bir dildir.
3. Matematik, insanların mantıklı düşüncelerine olanak sağlayan bir sistemdir.
4. Matematik, dünyayı anlamamıza ve yaşadığımız çevreyi geliştirmemize yardımcı olan bir araçtır (Baykul, 2009).

Altun (2006) matematiği önemli kılan hususları üç maddede açıklamaktadır. Ona göre ilk madde insanın yaşama arzusu ile bağlantılıdır. Çünkü insanlar yaşamayı garanti altına almak için pek çok sorunla başa çıkmak ve bu sorunları çözebilmek için icatlar yapmak zorundadır. Bu süreçler ise matematik gibi bilimler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Matematiği önemli kılan ikinci husus doğal varlıkların ve olayların kararlı davranışlar sergilemesi (gök cisimlerinin eliptik yörüngeler çizmesi, ışığın geliş açısıyla eşit bir açıda yansması vb.) ve bu kararlılığının matematik sayesinde

açıklanabilmesidir. Üçüncü ve en önemli husus ise matematiğin insanın düşünme, tartışma ve muhakeme etme yeteneklerini geliştirmesidir. Bu yetenekler, matematiğin içinde barındırdığı genelleme, soyutlama, ilişkilendirme gibi süreçlerle gelişmektedir (Baki, 2008; Minisker, 2006; Yıldırım, 1996).

“Matematik, her aşamasında daha önceki bilgilerin ve edinilmiş becerilerin kullanımını gerektiren, bilgilerin sadece üst üste yığıldığı değil aynı zamanda iç içe de geçtiği bir bilim dalıdır” (Moralı ve ark., 2006, s.150). Her bilim dalının kendine özgü yapısı, temel prensipleri ve amaçları olduğu göz önüne alındığında, derslerin öğretiminde bu unsurların dikkate alınması kaçınılmazdır (Atalay, 2023). Matematik eğitiminde, 1950'lerden 2000'lere kadar olan süreçte özellikle matematiksel kavramların öğrenilmesi ve öğretilmesi süreçlerine odaklanılmıştır. Ancak, küresel ölçekteki ekonomik, teknolojik ve eğitimsel paradigmalarda değişimiyle birlikte, 2000'li yılların başından itibaren matematik eğitiminde becerilere de vurgu yapılmaya başlanmıştır (NCTM, 2000; Ontario 2005). Bu doğrultuda akademik çalışmalarda, uluslararası matematik kuruluşlarının raporlarında matematiksel becerilere dikkat çekilmiş ve ülkelerin matematik öğretim programlarında bu becerilere yer vermeye başlanmıştır. Ülkemizde uygulanan matematik öğretim programlarında da matematiksel kavramların öğretilmesinin yanı sıra matematiği etkin bir şekilde öğrenmeyi ve kullanmayı amaçlayan temel becerilerin kazanılmasına vurgu yapılmaktadır (MEB, 2013, 2018a).

Matematik eğitiminde öğrencilere kazandırılması hedeflenen matematiksel beceriler, matematiksel yetkinlik, matematiksel süreç standartları, matematiksel süreç becerileri vb. isimlerle ifade edilmektedir (Arsac ve ark., 1991; Kaosa-ard ve ark., 2015; Karabey ve Erdoğan, 2023; MEB, 2013; NCTM, 2000). Küçük farklılıklarla birlikte benzer kavramlara vurgu yapıldığı söylenebilir. NCTM'e (2000) göre süreç standartları olarak ifade edilen ve beş başlıkta (problem çözme, muhakeme ve ispat, iletişim, ilişkilendirme ve temsil) toplanan bu beceriler, öğrencilerin edindikleri bilgileri daha iyi kavraması, ilişkilendirebilmesi ve öğrendiği bilgiler ışığında matematiksel iletişim kurabilmesi için gerekmektedir. Ortaokul matematik öğretim programında ise söz konusu beceriler matematiksel süreç becerileri olarak ifade edilmekte ve i) *muhakeme*, ii) *ilişkilendirme*, iii) *iletişim* olarak üç başlıkta toplanmaktadır (MEB, 2013).

Matematik öğreniminde süreç becerileri, öğrencilerin matematiksel görevleri etkili bir şekilde yerine getirebilmeleri için gerekli önemli yeteneklerdir (Yantoro ve ark., 2022). Bu beceriler, bir problemin anlaşılması, çözüme uygun stratejinin belirlenmesi ve uygulanması, çözümün doğruluğunun test edilmesi ve sonucun değerlendirilmesi aşamalarında ortaya çıkmaktadır (Altun, 2018). Matematikte başarılı olabilmek için, öğrencilerin sadece konuyu ezberlemek ve problemi anlamakla kalmayıp aynı zamanda öğrenmelerine yardımcı olacak matematiksel süreç becerilerine de sahip olmaları gerekmektedir. Bu beceriler, verilen kavramlar doğrultusunda öğrencilerin problemleri doğru ve mantıklı bir şekilde çözmelerine olanak sağlamaktadır (Kaosa-ard ve ark., 2015). Matematiksel süreç becerileri aynı zamanda matematiğin doğasını anlama, matematiksel bilgilerin edinilmesi ve bu bilgilerin günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılmasında etkili rol oynamaktadır (Erdoğan ve Özdemir-Erdoğan, 2013).

Matematiksel süreç becerileri, öğrencilerin matematik kavramlarını kullanma yeteneğidir (Grouws, 1999). Öğrencilerin matematik dersini anlamalarını kolaylaştırmak için süreç becerilerine ihtiyaçları vardır (Kamid ve ark., 2021). Matematiksel süreç becerileri sadece matematikte değil diğer disiplinlerde de yer almaktadır. Öğrenciler bu becerileri kullanarak öğrendikleri matematik ve diğer disiplinlerdeki bilgi ve kavramları bir araya getirerek tahminde bulunabilir, genelleme yapabilir, muhakeme edebilir ve ilişkilendirme yaparak yeni bir bilgi veya kavrama ulaşabilir (Peker, 2017). Sonuç olarak matematiksel muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerini kapsayan süreç becerilerinin çok yönlü olduğunu ve öğrencilere kazandırılmasının daha iyi öğrenmelere yol açacağını söylemek mümkündür.

2.1.5.1.1 Muhakeme Becerisi

Muhakeme, yeni bilgi edinmek için iki veya daha fazla düşünceyi birleştirerek sonuç çıkarma sürecidir (Hasanah ve ark., 2019). Muhakemenin en fazla kullanıldığı alanlardan biri matematiktir (Umay, 2003). Bir başka ifade ile muhakeme, matematiğin temelini oluşturmaktadır. Matematikte, genellemeleri kullanma, karar verme ve geliştirme süreçlerinde en yaygın olarak kullanılan beceri muhakemedir (Steen, 1999).

Matematiksel muhakeme, araştırmacılar tarafından farklı Şekillerde tanımlanmış olan matematiksel bir yetenektir (Yavuz-Mumcu, 2019). Matematiksel muhakeme, sonuçlardan, yargılardan, gerçeklerden veya önermelerden sonuç çıkarma sürecidir (Altıparmak ve Öziş, 2005). İşlemlerin gerçekleştirilmesinde, kavramların birleştirilmesinde ve problem çözmeye diğer unsurları bir arada tutan son derece önemli bir bileşendir (Kilpatrick ve ark., 2001). Reid ve Knipping'in (2010) tanımına göre matematiksel muhakeme, bir nesne veya olayın matematiksel yönlerine odaklanma, bu nesne veya olay hakkında tahminde bulunma ve sonrasında bu yönler arasındaki ilişkilere dayalı çıkarımlar yapma sürecidir. MEB (2013) tarafından muhakeme, akıl yürütme olarak ele alınmakta ve eldeki bilgilerden yola çıkarak matematiğin kendine özgü araçlarını (semboller, tanımlar, ilişkiler, vb.) ve düşünme tekniklerini (tümevarım, tümdengelim, karşılaştırma, genelleme, vb.) kullanarak yeni bilgiler elde etme süreci olarak tanımlanmaktadır. Lithner'e (2008) göre matematiksel muhakeme sonuca ulaşmak için benimsenen bir düşünme yolu iken Gürbüz ve Erdem'e (2014) göre birçok düşünme becerisinin (kritik düşünme, mantıksal düşünme, yaratıcı düşünme vb.) işe koşulduğu etkili bir karar verme sürecidir. Yapılan farklı tanımlardan yola çıkarak matematiksel muhakemenin kısaca mevcut bilgilere dayanarak karşılaştırma ve genellemeler yardımıyla mantıklı bir sonuca ulaşma süreci olduğu söylenebilir (Çoban ve Tezci, 2020).

Matematiksel muhakeme, matematiğin benzersiz özelliklerinin uygulanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Öğrenciler, matematiğin kendine özgü özelliklerini kullanabildiklerinde, genelleme yapabilir, soyut düşünme yeteneklerini uygulayabilir ve problemleri basitleştirebilirler. Bu nedenle, matematiksel muhakeme, problemleri çözmek için son derece değerlidir (Rahmawati ve ark., 2018). Mueller ve Maher (2009), matematik anlayışının muhakemeye bağlı olduğunu ve öğrencilerin matematik bilgisinin gelişimi için muhakemenin kritik bir öneme sahip olduğunu dile getirmektedir. Matematiksel muhakeme, matematiksel bir bilgi ağının hem ilerlemesini sağlar hem de yapılanmasına katkıda bulunur. Matematiği çok ilişkili fikirlerin bir ağı olarak görmek, muhakeme becerisine vurgu yapmanın bir sonucu olduğu kadar, daha derinlemesine muhakeme için de bir temel oluşturmaktadır (Umay ve Kaf, 2005). Matematiksel muhakeme aynı zamanda, sınıfta ve günlük hayatta zorlu görevlerle karşılaşıldığında öğrencilerin mantıklı bir şekilde düşünebilmelerini

sağladığı için eleştirel düşüncelerine de önemli bir katkı sağlamaktadır (Mukuka ve ark., 2023).

Matematiksel muhakeme, matematiksel tahminlerin oluşturulması, matematiksel tartışmaların geliştirilip değerlendirilmesi, matematiksel bilgilerin çeşitli biçimlerde sunulması vb. becerileri kapsamaktadır (NCTM, 1989). Matematiksel muhakeme üzerine çalışan araştırmacılar, uluslararası kuruluşlar ve müfredatlar, bu beceriyi belirli kavramlarla öne çıkarmakta ve çeşitli boyutlarla ifade etmektedir (Çiftçi, 2015; MEB, 2013; NCTM, 1989, 2000; Pilten, 2008). Bu boyutların birbirleriyle oldukça benzer ve birbirlerinin geliştirilmiş hali olduğunu söylemek mümkündür.

NCTM (1989, 2000) muhakeme becerisi ile ilgili öğrencilerin sahip olması gereken davranışları şu şekilde sıralamaktadır;

- ✓ Mantiğa uygun matematiksel tahminler oluşturma,
- ✓ Matematiksel tartışmaları geliştirme ve değerlendirme,
- ✓ Elde edilen bilgileri çeşitli yöntem ve biçimlerde sunma,
- ✓ Tümevarım ve tümdengelim etkili kullanarak akıl yürütme,
- ✓ Düşüncelerini savunurken doğru varsayımlar yapma ve bunları destekleyici açıklamalar sunma.

MEB'e (2013, s.5) göre muhakeme becerisinin göstergeleri aşağıdaki şekildedir:

- ✓ Yapılan çıkarımların doğruluğunu ve geçerliliğini savunma,
- ✓ Mantıklı genellemeler ve çıkarımlar yapma,
- ✓ Matematiksel durumları analiz ederken örüntüleri ve ilişkileri açıklama ve kullanma,
- ✓ İşlem ve ölçümlerin sonuçlarına dair tahminlerde bulunmak için yuvarlama, uygun sayıları gruplama veya kendi stratejilerini kullanma,
- ✓ Ölçme ile ilgili tahminlerde belirli bir referans noktasını göz önünde bulundurma.

TIMSS (2003) ise matematiksel muhakemenin alt boyutlarını analiz, genelleme, sentez, karar verme ve rutin olmayan problemleri çözme olarak ele almaktadır. Analiz sürecinde öğrencilerden, karşılaştıkları problemleri farklı açılardan

görebilmeleri ve verilen bilgileri kullanarak geçerli sonuçlara ulaşabilmeleri beklenir. Matematiksel durumlarda değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyebilme ve üç boyutlu cisimlerin dönüşümlerini zihinlerinde canlandırabilme durumları da öğrencilerden beklenen beceriler arasındadır. Genelleme sürecinde öğrencilerden, matematiksel düşünme ve problem çözme yoluyla elde ettikleri sonuçları diğer problemlerde de kullanabilmek için daha genel terimlerle ifade etmeleri beklenir. Sentez süreci, öğrencilerin farklı matematiksel fikirler arasında bir bağlantı kurarak sonuç oluşturmalarını ifade etmektedir. Karar verme sürecinde, öğrencilerden bir ifadenin doğruluğunu matematiksel gerekçelerle açıklamaları istenir. Ayrıca, öğrencilerin matematiksel problemleri veya gerçek yaşam problemlerini çözebilmenin yanı sıra, farklı problemlerin çözümünde uygun matematiksel süreçleri uygulayabilme yetenekleri önemli görülmektedir.

Bunun dışında Alkan ve Taşdan (2011) matematik öğretmeni adaylarının matematiksel düşünmeye ilişkin görüşlerini belirledikleri çalışmalarında matematiksel düşünme (muhakeme) süreci için *i) Olayları, olguları, problemi doğru anlama/ anlamlandırma, ii) Yol-yöntem uygulama, iii) Genelleme-soyutlama-modelleme, iv) Akıl yürütme-ilişkilendirme, v) Geliştirme, vi) Yatarıcı düşünme-farklı açılardan düşünme* olmak üzere altı aşamadan oluşan bir model ortaya koymuşlardır. Her bir aşamanın alt boyutları aşağıdaki şekildedir (s.117).

AŞAMA 1: Olayları, Olguları, Problemi Doğru Anlama/ Anlamlandırma

- i. Çevredeki nesnelere algılama
- ii. Gördüğünü duyduğunu okuduğunu doğru anlama
- iii. Kritik noktaları sezebilme
- iv. Temel yapıları kavrama/anlama
- v. Olay ve olguları araştırma
- vi. Yeni karşılaşılan durumu/olayı/olguyu/problemi tüm boyutlarıyla inceleme, keşfetme
- vii. Olayda/olguda var olanları ve olmayanları netleştirme
- viii. Anladığını kendi cümleleri ile ifade edebilme

AŞAMA 2: Yol-Yöntem Uygulama

- i. Algıladıklarımız arasındaki ilişkileri anlamlı kılma

- ii. Ön bilgilerle bağlantılar kurma
- iii. Olası hataları, eksik bağlantıları görme ve eksiklikleri giderme
- iv. Gözlem yapma
- v. Karşılaştırma
- vi. Betimleme
- vii. Strateji belirleme
- viii. Karar verme
- ix. Denemeler yapma

AŞAMA 3: Genelleme/Soyutlama/Modelleme

- i. Olası durumları tahmin etme
- ii. Sezgileri kullanma (Çözüme yönelik)
- iii. Varsayımlarda bulunma
- iv. Sınırlılıkları belirleme
- v. Düşünceleri gerekçelendirme
- vi. Var olan ile varılmak istenen arasındaki ilişkileri doğru kurma
- vii. Alt modeller oluşturma
- viii. Esas modeli oluşturma
- ix. Modelin çalıştığını, uygulanabilirliğini, kullanılabilirliğini denetleme
- x. Özele indirgeme: Modelin özel bir durum için de çalıştığını görme
- xi. Örnekleme
- xii. Sonuçlara ulaşma, ulaştığı açıklayabilme, savunma
- xiii. Düşüncelerini kesin ve açık olarak açıklama
- xiv. Doğrulama
- xv. Karşısındakini inandırma
- xvi. İspatlama

AŞAMA 4: Akıl Yürütme/İlişkilendirme

- i. Çıkarımlar elde etme
- ii. Eleştirel düşünme
- iii. Rasyonel/Mantıksal/Biçimsel ve biçimsel olmayan akıl yürütme
- iv. Aşamaların, parçaların bütün içindeki anlamlarını, katkılarını ortaya çıkarma
- v. Analiz etme

vi. İlişkilendirme

AŞAMA 5: Geliştirme

- i. Mevcut durumu değerlendirme
- ii. Olayı farklı koşullar için değerlendirme
- iii. Sorgulama
- iv. Sezgileri kullanma (Geliştirme ye yönelik)
- v. “Eğer...olsaydı” gibi sorulara cevap verme
- vi. Boyut-derece-kademe değiştirme
- vii. Yatay-dikey geçişler yapma
- viii. Merak etme
- ix. Nedenini, niçinini araştırmaya yönelme

AŞAMA 6: Yaratıcı Düşünme/Farklı Açılardan Düşünme

- i. Mevcut durumun ötesine gitme
- ii. Özgün düşünme
- iii. Bağımsız düşünme
- iv. Esnek düşünme
- v. Uzamsal hayal
- vi. Olayı farklı biçimde tanımlama
- vii. Yeni bir olay tanımlama
- viii. Kullanılabilir düşünce üretme

Matematiksel muhakeme, öğrencilerin kolayca ulaşamayacağı karmaşık bir yapıya sahiptir (Sukirwan ve ark., 2018). Rosita (2014), bu karmaşıklığın anlamlandırma, varsayımda bulunma, ikna etme, yansıtma ve genelleme olmak üzere beş matematiksel süreçle ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Muhakeme yeteneği, matematiksel okuryazarlıkla da ilişkili olan tüm aşamalarda ve farklı aktivitelerde kullanılan matematiksel becerilerin bir parçasıdır. Söz konusu beceri, öğrencilerin günlük yaşamlarında veya topluma katıldıklarında karşılaşılabilecekleri gerçek dünya sorunlarıyla başa çıkmalarına yardımcı olacak faydalar sağlamaktadır (Sari ve Mr, 2017). Dolayısıyla öğretmenlerin matematiksel muhakemenin nasıl geliştirileceğini bilmesi son derece önemlidir (Tıraşoğlu, 2013).

Alan yazında matematiksel muhakemenin gelişmesine katkıda bulunan birçok durum açıklanmaktadır. Öğrencilerin aktif olarak katılabildiği ve kendi muhakeme yaklaşımlarını geliştirebildiği öğrenci merkezli ortamlar matematiksel muhakeme yeteneklerinin geliştirilmesi için uygun zemin hazırlamaktadır (Umay, 2003). Francisco ve Maher (2005), öğrencilerin matematiksel aktiviteler esnasında karmaşık görevleri üstlenmeleri, geliştirdikleri fikirleri mantıklı bir şekilde açıklamaları ve sınıf içi çalışmalarda işbirlikçi roller edinmeleri gibi koşulların sağlanmasının matematiksel muhakemeyi desteklediğini belirtmektedir. Nitekim söz konusu ortamlar sağlandığında tüm öğrencilerin çıkarımlar yapabileceği, bu çıkarımları sorgulayabileceği ve uygun muhakemede bulunabileceği ifade edilmektedir (Yackel ve Hanna, 2003). Schliemann ve Carraher (2002) ise matematiksel muhakemenin gelişiminde sosyal etkileşimlerin, oyunların ve bireyler arasında yapılan yapıcı tartışmaların da önemli olduğunu dile getirmektedir. Yankelewitz ve ark. (2010) da öğrencilerin birbirleriyle iletişim içinde olduğu ve fikirlerini paylaştığı ortamların matematiksel muhakemenin gelişimi için ideal olduğunu vurgulamaktadır. NCTM (2000), öğrencilerin sınıf ortamında rahatça fikirlerini ifade edebilmeleri ve arkadaşlarıyla etkileşimde bulunabilmelerinin matematiksel muhakemenin yanı sıra matematiksel iletişim becerisinin gelişimini de desteklediğini ifade etmektedir.

2.1.5.1.2 İlişkilendirme Becerisi

Matematik, sadece eğitim sürecinde değil, aynı zamanda çeşitli iş durumları için de gerçek hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır. Okullarda edinilen matematiksel bilgi ve becerilerin, gerçek dünya problemlerini çözmek için mantıklı düşünme, hesaplamalar yapma, tahminlerde bulunma veya matematiksel bilgiyi kullanarak çözümler üretme gibi durumlara aktarılması son derece önemlidir (Baki ve ark., 2009). Bir başka ifade ile matematik; sadece kurallar, semboller, şekiller ve işlemlerden ibaret değildir. Aksine içinde anlam bütünlüğü olan düzen ve ilişki ağlarını barındırır. Bununla birlikte matematik farklı pozitif bilim dallarıyla ve günlük yaşamla ilişki kurarak onların daha anlamlı hale gelmesine katkıda bulunur (MEB, 2013). Dolayısıyla matematik eğitiminde kavramların veya içeriğin öğrenciler açısından daha anlamlı hale gelebilmesi için farklı bağlamlarla desteklenmesi ve ilişkilendirilmesi gerekmektedir (NRC, 2000). Bu nedenle, matematiksel ilişkilendirme, matematik öğrenimi ve öğretiminin önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte ve

öğrencilerin tüm sınıf düzeylerinde bu süreç becerisini geliştirmeleri gerekmektedir (Van De Walle ve ark., 2014).

Matematiksel ilişkilendirme, bireylerin iki veya daha fazla fikir, kavram, tanım, aksiyom, yöntem, temsil ve anlamları birbiriyle veya diğer disiplinler ve gerçek yaşamla bağdaştırarak gerçekleştirdikleri bilişsel bir süreçtir (García-García ve Dolores-Flores, 2018). Hiebert ve Carpenter (1992) matematiksel ilişkilendirmeyi örümcek ağına benzer yapılarla oluşturulmuş zihinsel bir ağın parçası olarak tanımlamaktadır. Coxford (1995) ise matematiksel ilişkilendirme kavramını, çeşitli matematik konuları arasında geliştirilecek düşünceler ve süreçler zinciri olarak ifade etmektedir. Bu beceri, matematiksel ifadelerde ve fikirlerde yer alan bağlantıları tespit edip bunları kullanma, matematiksel fikirlerin anlamlı bir bütün oluşturabilmeleri için nasıl ilişki kurmaları gerektiğini belirleme ve matematiği kendi alanı dışında da uygulayabilme yeteneği olarak değerlendirilir (NCTM, 2000). Bu bağlamda, matematiksel ilişkilendirme, matematiksel kavramlar ve işlemler, öğrenme alanları (cebir, sayılar, geometri, ölçme, olasılık ve istatistik), çeşitli temsiller (sözel, cebirsel, tablo, şekil, denklem, grafik, somut modeller vb.) ile diğer disiplinler ve günlük hayat arasında bağ kurma sürecini ve bu süreçte geliştirilen becerileri kapsayan geniş kapsamlı zihinsel süreçleri ifade etmektedir (Özgen, 2016).

Alan yazında matematiksel ilişkilendirmenin sınıflandırılmasına ve türlerine yönelik bir dizi çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Monroe ve Mikovch (1994) 'matematik içinde ilişkilendirme', 'eğitim programı boyunca ilişkilendirme' ve 'günlük yaşam bağlamında ilişkilendirme' olmak üzere üç çeşit ilişkilendirmeden bahsetmiştir. Coxford (1995) matematiksel ilişkilendirmeyi 'birleştirici temalar', 'matematiksel süreçler' ve 'matematiksel bağlayıcılar' olmak üzere üç grupta sınıflamıştır. Eli (2009) beş farklı matematiksel ilişkilendirme türü tanımlanmıştır. Ona göre matematiksel ilişkilendirme; 'işlemsel ilişkilendirme', 'karakteristik/özellik ilişkilendirme', 'cebirsel/geometrik ilişkilendirme', 'türevsel ilişkilendirme' ve son olarak 'iki ve üç boyutlu ilişkilendirme' olarak sıralanmaktadır. Lockwood (2011) üç farklı alt başlık altında ilişkilendirme türlerini sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmalar; 'ayrıntılı-ayrıntılı olmayan ilişkilendirme', 'geleneksel-geleneksel olmayan ilişkilendirme', ve son olarak belirli problemler, problem türleri ve yöntemleri baz alınarak yapılan 'kaynak türü ilişkilendirme'dir. Bingölbali ve Coşkun (2016) ise

matematiksel ilişkilendirmenin kuramsal çerçevesini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada bu beceriye yönelik dört alt başlık belirlemiştir. Bu alt başlıklar; ‘matematiği günlük hayat ile ilişkilendirme’, ‘farklı disiplinlerle (disiplinler arası) ilişkilendirme’, ‘matematiğin kendi içerisinde (alt-üst kavramlar ile) ilişkilendirilmesi’ ve ‘matematiği farklı temsil biçimleriyle ilişkilendirilme’ şeklindedir. Alan yazında matematiksel ilişkilendirme farklı kategorilere ayrılarak sınıflandırılmış olmakla birlikte temelde üç ana başlık altında incelenmektedir (Coxford, 1995; Eli, 2009; Özgen, 2016). Matematiksel ilişkilendirmeye yönelik genel olarak benimsenen sınıflandırma şu şekildedir: matematiği ‘günlük hayatla ilişkilendirme’, ‘farklı disiplinlerle ilişkilendirme’ ve ‘kendi içinde ilişkilendirme’ (Kılıç, 2020; Sari ve ark., 2020; Yorulmaz ve Çokçalışkan, 2017).

Matematiksel ilişkilendirme, matematiğin ayrı parçalar halinde değil, bütünsel bir alan olarak görünmesine olanak tanımaktadır (García-García, ve Dolores-Flores, 2018). Öğrenciler, matematik kavramlarını okul içi ve okul dışı yaşamlarıyla ilişkilendirme becerisine sahip olduklarında, matematiğin faydalarını ve kullanılabilirliğini daha iyi anlayabilirler (Baki ve ark., 2009). Ayrıca, matematik derslerindeki konuların birbirleriyle olan ilişkisini, diğer derslerle nasıl iç içe geçtiğini ve gerçek yaşamla olan bağlantısını görebildiklerinde, matematiğin sadece soyut bir bilim dalı olduğu yönündeki önyargılar da yıkılmış olur (Çoban, 2010). Diğer taraftan matematikteki ilişkilendirmenin, öğrencilerin birçok fikri hatırlama ve kullanma çabası içinde olmalarına yardımcı olacağı ve ilişkilendirme yoluyla matematik öğreniminin daha güçlü hale geleceği vurgulanmaktadır (Bosse, 2003).

Öğrencilerin sınıf ortamında sınırlı ders süreleri içerisinde matematiksel kavramların birbirleriyle ya da günlük yaşamla olan ilişkilerini kavramaları zor bir süreçtir ve bunun için zamana ihtiyaç duyulmaktadır (Ünal, 2023). Bu bağlamda öğretim programında ilişkilendirme becerisinin gelişimi için dikkate alınması gereken göstergeler şu şekilde sıralanmıştır:

- ✓ Kavramlar ve işlemler arasında ilişki kurma,
- ✓ Matematiksel kavram ve kuralları farklı temsil biçimleriyle gösterme,
- ✓ Matematiksel kavram ve kuralların farklı temsil biçimlerini birbiriyle ilişkilendirme ve birbirine dönüştürme,

- ✓ Farklı matematik kavramlarını birbiriyle ilişkilendirme,
- ✓ Matematiği diğer derslerde ve günlük yaşamda karşılaşılan konu ve durumlarla ilişkilendirme (MEB, 2013, s. 6).

NCTM'nin (2000) ilişkilendirme becerisi kapsamında öğrencilerden beklediği göstergeler ise şu şekildedir:

- ✓ Matematiksel fikirler arasındaki ilişkileri fark etme ve bunları kullanma,
- ✓ Matematiksel fikirlerin birbirleriyle olan ilişkilerini anlama ve bu ilişkiler aracılığıyla yeni fikirlerin nasıl tutarlı bir bütün haline getirilebileceğini kavrama,
- ✓ Matematiği matematik dışındaki diğer disiplinlerde belirleyebilme ve uygulayabilme.

Matematikte etkili ve kalıcı öğrenmenin sağlanmasında ilişkilendirme becerisinin rolü büyüktür (Coşkun, 2013; MEB, 2018a; NCTM, 2000). Matematiksel ilişkilendirme kavramının hem matematiğin kendi içinde hem de diğer disiplinlerle ilişkili olduğu öğrencilere benimsetilmelidir (Coştu, 2020). Öğrencilerin matematik kavramlarını günlük hayattaki uygulamalarıyla ilişkilendirebilmeleri, bu kavramların fayda ve önemini anlamalarını sağlar. Matematik öğretimi ve becerilerin kazandırılması süreç odaklı olmalı, öğretilen matematik konularının diğer derslerle ve alt öğrenme alanlarıyla ilişkileri öğrencilere açıklanmalıdır. Ayrıca, öğrencilerin bu konular üzerine araştırma yapmaları teşvik edilmeli, kavramlar ve kurallar arasında kıyaslamalar yapmaları istenmeli ve problem çözümünde soyut ve somut ifadelerle ilişkilendirme becerileri öğretilmelidir (Çalışkan, 2012).

2.1.5.1.3 İletişim Becerisi

Matematik, kavramları arasında anlamlı ilişkiler bulunan, kendine özgü sembolleri ve terminolojisi olan evrensel bir dildir. Öğrencilerin matematiğin dilini doğru ve etkili bir şekilde kullanabilmesi gerekmektedir (MEB, 2013). Matematiğin evrensel bir dil olarak kabul edilmesi, aynı zamanda matematiğin bir iletişim aracı olduğunu göstermektedir (Çoban, 2010). Bu anlamda matematik, sayılar ile gerçek yaşam arasında iletişim sağlayan bir araç olarak değerlendirilebilir (İnam, 2020).

İletişim, temelde davranışları tanımlama, duyguları ve izlenimleri açıklama yeteneğidir. Matematiksel iletişim ise matematiksel fikirleri sözlü, yazılı veya görsel

olarak ifade etme, anlama ve yorumlama, fikirleri sunmak ve matematiksel durumların modelleriyle arasındaki ilişkiyi tanımlamak için terim, notasyon ve matematiksel yapıları kullanma yeteneğidir (Rajagukguk, 2016). Bir öğrencinin matematiksel bir problemle karşılaştığında problemin varlığını algılama, şekillendirme, yorumlama, sınıflandırma ve çözüm aşamalarına ilişkin eylemlerini ve düşüncelerini sade ve anlaşılır bir şekilde ifade edebilmesi matematiksel iletişimin gereğidir (OECD, 2013). İletişim becerisi, matematiği anlamlandırma süreçlerinde öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ifade etmelerini sağlamakta ve erken yaşlardan itibaren matematiksel düşünme, muhakeme yapma ve problem çözme becerilerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Charlesworth, 2005; Griffin, 2004; Jung ve Reifel, 2011). Üst düzey matematiksel düşünme becerilerinin gelişimine katkıda bulunan matematiksel iletişim becerisi, öğrencilerin matematik okuryazarlıklarını da desteklemektedir (Colwell ve Enderson, 2016).

Brenner (1998), matematiksel iletişimin üç farklı yönü olduğunu belirtmektedir. Bunlar *i) matematikle ilgili iletişim, ii) matematikte iletişim ve iii) matematikle iletişimdir*. Matematikle ilgili iletişim, bireylerin problem çözme süreçlerini ve bu süreçlerle ilgili kendi düşüncelerini ifade etme ihtiyacını gerektirir. Sınıf içi tartışmaya yeterli önem verildiğinde öğrenciler, geleneksel sınıflarda tek başlarına çalışırken bilinçli olarak dahi düşünemeyecek olabilecekleri süreçleri ifade etme ihtiyacı duyarlar. Bu dışa vurma süreci, sınıf içi iletişimi kolaylaştırmanın yanı sıra üst düzey akıl yürütmeye de katkıda bulunabilir. Matematikte iletişim, matematiğin kendine özgü dilini ve sembollerini kullanmayı ifade eder. Bu matematiksel dil, özellikle matematik tartışılırken kullanılan özel dili, özel sözcükleri, gündelik ifadelerin özelleştirilmiş kullanımını ve matematiksel ilişkilerin açıklanmasına özgü söz dizimini kapsamaktadır. Matematikle iletişim ise öğrencilerin anlamlı problemlerle meşgul olmalarını ve bu problemlerle başa çıkmalarını sağlayan matematik kullanımlarını ifade eder. Matematiksel anlama için üç iletişim türünün de gerçekleşmesi gerekmektedir (Brenner, 1998).

Brendefur ve Frykholm (2000) farklı bir sınıflandırma yaparak matematiksel iletişimi dört genel kategoriye ayırmıştır. İlk kategori olan ‘tek yönlü iletişim’ geleneksel matematik derslerinde yaygın olarak görülen öğretmenden öğrenciye mesaj iletimini ifade etmektedir. İkinci kategori olan ‘destekleyici iletişim’ öğrenciler

arasındaki etkileşime ve öğretmen-öğrenci etkileşimine odaklanır. Düşüncelerin derinlemesine incelenmediği bu iletişim türünde genellikle yardımlaşma amaçlı konuşmalar yaygındır. ‘Yansıtıcı iletişim’ adı verilen üçüncü kategori, öğrencilerin fikirlerini, stratejilerini ve sonuçlarını arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle paylaştığı destekleyici iletişime benzemektedir. Son kategori olan ‘öğretici iletişim’ ise öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşimi aşan bir boyuta sahiptir. Öğretmen, öğrencinin derinlemesine düşünmesini teşvik eder ve matematik anlayışını ileri taşıyacak, destekleyecek ve yeni durumlara uygun hale getirecek bir rol üstlenir. Bu tür iletişimler, öğrencilerin matematiksel anlayışlarında değişiklikler yaparak onlara rehberlik etmek açısından önem taşımaktadır (Brendefur ve Frykholm, 2000).

Matematiksel iletişim becerisinin matematik öğretimindeki önemi, öğrencilere bu becerinin kazandırılması ve geliştirilmesinin gerekliliği birçok matematik eğitimcisi tarafından dile getirilmektedir. Matteson (2006), öğrencilerin matematiğin temel kavramlarını kavrayabilmeleri için matematiksel iletişime ihtiyaç duyduklarını ifade etmektedir. Monroe ve Orme (2002) öğrencilerin sınıfta edindikleri matematiksel bilgileri, kavramları ve düşünceleri gerçek yaşamlarıyla ilişkilendirme sürecinde matematiksel iletişimin büyük etkisi olduğunu belirtmektedir. Diğer yandan öğrencilerin problem çözme, muhakeme, ilişkilendirme, temsil gibi becerilere sahip olmalarında matematiksel iletişimin etkisinin oldukça önemli olduğu kabul edilmektedir (Jung ve Reifel, 2011). Öğrenciler, matematik problemlerini nasıl çözeceklerini gerekçelendirmeden de matematik hakkında iletişim kurabilirler (Hunsader ve ark., 2014). Matematiksel iletişim aynı zamanda öğretmen ve öğrencilerin birbirlerinin matematiksel düşüncelerini anlamalarına olanak tanımaktadır. Benzer şekilde öğrenciler arasındaki matematiksel iletişim de matematik öğrenimine katkıda bulunarak öğrencilerin birbirlerinden öğrenmelerine fırsat sunmaktadır (Sfard, 2001). Nitekim matematik eğitiminde iletişime yapılan vurgu, "öğrenmenin en etkili şekilde sosyal bir bağlamda gerçekleştiği konusundaki fikir birliğinden" kaynaklanmaktadır (Brenner, 1998, s. 153). Bu beceri, matematiği anlamak, keşfetmek ve araştırmak için yararlı olduğu kadar, fikir ve görüş alışverişinde bulunmak ve düşüncelerini başkalarını ikna etmek için kullanmak amacıyla da sosyal bir etkinliktir (Hidayat ve Aripin, 2023).

Öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini ölçmek için çeşitli göstergeler bulunmaktadır. Greenes ve Schulman (1996), matematiksel iletişim becerilerini üç şekilde formüle etmektedir: i) matematiksel fikirleri konuşma, yazma, gösterme ve farklı türlerde görsel olarak tanımlama yoluyla ifade etme, ii) yazılı, sözlü veya görsel olarak sunulan fikirleri anlama, yorumlama ve değerlendirme ve iii) fikirlerin ve ilişkilerin çeşitli temsillerini oluşturma, yorumlama ve bağlama (Akt., Prayitno ve ark., 2013). MEB'e (2013, s.5) göre matematiksel iletişimde dikkate alınması gereken göstergeler şu şekildedir:

- ✓ Matematiğin kendine özgü sembolleri ve terminolojisiyle bir dil olduğunun farkına varma
- ✓ Matematiğin sembollerini etkili ve doğru bir şekilde kullanma
- ✓ Matematiksel dili, matematik içinde, farklı alanlarda ve günlük yaşamda uygun ve etkili bir biçimde kullanma
- ✓ Somut modeller, şekiller, resimler, grafikler, tablolar, semboller vb. gibi çeşitli temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşünceleri ifade etme
- ✓ Matematiksel düşünceleri sözlü ve yazılı olarak ifade etme
- ✓ Günlük dil ile matematiksel dil ve semboller arasında ilişki kurma
- ✓ Matematiksel düşüncelerin doğruluğunu ve anlamını yorumlama

Matematiksel iletişim becerisinin öğrenme süreçleri açısından önemini vurgulayan NCTM'e (2000, s.60) göre de, matematiksel iletişimin göstergeleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- ✓ Matematiksel düşünmeyi iletişim yoluyla güçlendirme ve düzenleme
- ✓ Matematiksel düşüncelerini açık ve tutarlı bir şekilde başkalarına anlatabilme
- ✓ Başkalarının matematiksel düşünme ve stratejilerini analiz etme ve değerlendirebilme
- ✓ Matematik dilini kullanarak matematiksel düşüncelerini açıklayabilme

İletişim becerileri, öğrencilerin bilgisini bireysel olarak veya gruplar halinde artırmanın bir yolu olarak kabul edilebilir. Öğrencilerin matematik öğrenmeye olan motivasyonlarını ve matematikte olumlu bir tutum geliştirmelerini sağlamak için iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik çaba göstermek önemlidir. Bu sebeple,

öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini eğlenceli bir öğrenme ortamında geliştirebilmek için çaba gösterilmesi gerekmektedir (Paroqi ve ark., 2020).

Matematiksel iletişim becerisi, matematiksel fikirlerin ifade edilmesi, okunması, yazılması, tartışılması ve değerlendirilmesi gibi farklı boyutları kapsamaktadır (Kaya ve Aydın, 2016; Pape ve ark., 2003). Dolayısıyla bu becerinin gelişmesi için, matematikle ilgili yazma, okuma, konuşma ve dinleme alıştırmaları yapılmalıdır (Karlı, 2016). Öğrencilere matematikle ilgili sorular sormak ve aktif katılımlarını sağlamak için stratejiler kullanılmalı ve öğrenciler yanıtlarında matematik dilini kullanmaya sürekli teşvik edilmelidir (Cooke ve Buchholz, 2005). Öğrenciler matematiksel fikirlerini sözlü veya yazılı olarak diğer bireylere açıklayarak matematik dilini daha açık ve ikna edici bir şekilde kullanmayı öğrenirler (Olkun ve Toluk-Uçar, 2007). Matematiksel iletişim becerilerini geliştirmenin bir diğer yolu, öğrencilerin bir problemi nasıl çözdükleri, verilen kuralın anlamı, bir işlemin adımları ve mantığı hakkında açıklayıcı yazılar yazmalarındadır (Çalışkan, 2012). Shimizu ve Lambdin (1997) çözümlerinin düşünme süreci hakkında yazan öğrencilerin karmaşık düşünceleri organize edebildiklerini ve kendi fikirlerini değerlendirebildiklerini ifade etmektedir. Öğrencilerin yazılı matematiksel iletişim becerilerini değerlendirmek için nasıl çözüm ürettiklerini veya tahminlerini nasıl yaptıklarını, bu süreçte kullandıkları tüm adımları detaylı bir şekilde açıklamaları ve cevaplarıyla ilgili en az bir örnek sunmaları istenebilir (Cai ve ark., 1996).

2.2 Literatür Taraması

2.2.1 Algoritmik Düşünme Becerisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmanın bu bölümünde algoritmik düşünme üzerine yürütülen çalışmalara yer verilmektedir. Bu bölümde sırasıyla kuramsal çalışmalara, algoritmik düşünmenin öğretim programlarındaki yerine ve öğretim süreçlerine entegrasyonuna, ölçülmesi ve değerlendirilmesine, geliştirilmesine ve farklı süreç ve kavramlarla ilişkilendirilmesine yönelik olarak yürütülmüş olan çalışmalara yer verilmiştir.

Kuramsal çalışmalar olarak Lockwood ve ark. (2016), Park ve Jun (2023) ile Abramovic (2015) çalışmaları örnek gösterilebilir. Lockwood ve ark. (2016), matematikte bilgi işlemsel düşünmeyi araştırmıştır. Bu doğrultuda beş matematikçiyle hesaplamanın rolü hakkında yaptıkları görüşmeler neticesinde algoritmik düşünme kavramı ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar, bu görüşmeler doğrultusunda matematik

eğitiminde algoritmik düşünmenin tanımını ortaya koyarak bu düşünme yönteminin uygulamalarını ve fırsatlarını sunmuştur. Park ve Jun (2023), algoritmik düşünme becerisini bilgi işlemsel düşünmeden bağımsız bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda algoritmik düşünme becerisi değerlendirme standartları geliştirmişlerdir. Bu standartları geliştirirken alanyazın taraması ve daha önce yapılan çalışmaları analiz ederek algoritmik düşünmenin unsurlarını ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarmışlardır. Geliştirilen değerlendirme standartlarının geçerliliğini sağlamak için, 10 bilgisayar eğitimi uzmanı üzerinde bir Delphi anketi yapmışlardır. Abramovic (2015) ise çalışmasında, matematik eğitiminde problem kurabilmek için algoritmik düşünme ve kavramsal bilgiyi bütünleştiren bir çerçeve sunmuştur.

Algoritmik düşünme becerisini öğretim süreçleriyle ilişkili olarak ele alan çalışmalar arasında Liu, Li ve Liu (2016), Janssen (2021), Güler (2021) ve Gökada (2021) örnek gösterilebilir. Bu çalışmalardan ilkinde Liu, Li ve Liu (2016), Çin'deki ortaokul öğrencileri için uygulanan algoritmik düşünme eğitimi modelini incelemişlerdir. Araştırmacılar, Çin'deki yükseköğretim kurumlarında bilgi teknolojisi eğitimi alanında da algoritmik düşünme üzerine çalışmalar yapıldığını dile getirmektedir. Araştırmanın sonucunda, algoritma öğretiminin Çin'de hala başlangıç aşamasında olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, algoritmik düşünmenin bilimsel kavramlarını, eğitim yöntemlerini tartışarak ortaokul öğrencilerinde algoritmik düşünme becerisini geliştirmeye yönelik eğitim önerileri sunulmuştur. Janssen (2021), çalışmasında bilgi işlemsel düşünmenin matematik dersine nasıl dâhil edilebileceğine odaklanmıştır. Bu doğrultuda matematiksel bir araç olan GeoGebra'nın kullanımı etrafında şekillenen beş derslik bir kalkülüs kursunun ardından 16-17 yaşlarındaki öğrencilerin algoritmik düşünme ve genelleme becerilerini incelemiştir. Çalışmanın verileri, öğrencilerin GeoGebra kullanımını memnuniyetle karşıladıklarını, algoritmik düşünme ve genelleme becerilerinin kullanımını gerektiren görevleri çözmeye eşit olduklarını ve büyük zorluklarla karşılaşmadıklarını göstermiştir. Güler (2021) çalışmasında, üniversite düzeyinde verilen Algoritmik Düşünme adlı seçmeli dersi ele almıştır. Çalışmayı bir Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü altıncı yarıyılında öğrenim gören ve dersi seçen 28 öğretmen adayı ile gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının görüşleri ve sınav puanları doğrultusunda dersin öğretim süreci ve değerlendirilmesine yer vermiştir.

Çalışmada yer alan öğretmen adayları Algoritmik Düşünme dersinin kendilerine algoritmik düşünme ve bununla birlikte yaşamla ilgili bazı düşünme becerilerini kazandırma noktasında yararlı olduğunu belirtmiştir. Gökada (2021) çalışmasında ise ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesinde kullanıcı arayüzüne sahip olan öğrenme nesnelерinin kullanılabilirliğini ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler, problem çözme süreçlerinde zihinde canlandırma, kısa işlem basamağının belirlenmesi ve hata ayıklama gibi farklı stratejilere başvurmuşlardır. Süreç sonunda eğlendiklerini belirten öğrenciler, ilgili nesnelер ile kendi öz değerlendirmelerini yapabildiklerini belirtmişlerdir. Araştırmada yer alan öğretmenler ise kullanılan sistemin, algoritmik düşünme becerisini geliştirme konusunda yeterli bir materyal olduğunu ifade etmişlerdir.

Algoritmik düşünme becerisinin ölçülmesine yönelik olarak yürütölmüş çalışmalara örnek olarak Burton (2010), González (2015), Yavuz-Mumcu ve Yıldız (2018), Martinez ve ark. (2022) ile gösterilebilir. Bu çalışmalardan ilkinde Burton (2010) bilgisayar olmadan algoritmik düşünmeyi test etmeye yönelik bir çerçeve ortaya koymuştur. González (2015) bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik bir test önerisinde bulunmuştur. Bu test, 12 ila 13 yaş arasındaki öğrenciler için tasarlanmış 40 görevden oluşan ve her görevde dört olası cevap seçeneğі bulunan 45 dakikalık bir testtir. Araştırmacı testin, programlama dillerinin mantıksal sözdizimini kullanarak temel bilgisayar bilimi kavramlarına dayalı problemleri formüle etme ve çözmeye becerisini test ettiğini belirtmektedir. Ancak araştırmacı testin gerçekten bir bilgi işlemsel düşünme testi mi yoksa bir algoritmik düşünme testi mi olduğu konusunda şüphelerini de dile getirmiştir. Yavuz-Mumcu ve Yıldız (2018), 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini, geliştirdikleri ‘Algoritmik Düşünme Testi’ ile teorik boyutta incelemiştir. Araştırmacılar öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini, bu becerinin alt boyutlarını göz önünde bulundurarak değerlendirmiş ve çalışmanın sonucunda öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini kullanma başarı ortalamasının % 43 olduğunu belirtmiştir. Martinez ve ark. (2022), bilgi işlemsel düşünmenin değerlendirilmesi amacıyla yetişkinlere yönelik bir test geliştirmeyi amaçlamıştır. Testin içeriğinde çoktan seçmeli ve kısa cevaplı sorular kullanmışlardır. Hazırladıkları testi 137 bilişim uzmanı ve 152 acemi olmak üzere toplam 289 katılımcıdan oluşan bir örneklem üzerinde pilot olarak uygulamışlardır. Gerekli

analizlerden sonra nihai hali verilen testin yetişkinler için algoritmik düşünme testi olduğunu ifade etmişlerdir.

Algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik olarak yürütülmüş çalışmalara örnek olarak ise Futschek (2006), Hubálovský ve ark. (2010), Tsalapatas ve ark. (2012), Jašková (2014), Milkova (2015), Csernoch ve ark. (2015), Katai (2015), Mezak ve Pepak (2018), Aydođdu (2019), Stoffová (2019), Malik ve ark. (2021), Çakıcı ve Özdemir (2022), Akhmedov (2023), Vallo ve ark. (2023) ile Vexler ve ark. (2024) gösterilebilir. Futschek (2006) çalışmasında bilgisayar biliminin anahtarı olarak gördüğü algoritmik düşünme becerisini incelemiştir. Bu süreçte sadece algoritmik düşünmeyi tanımlamakla kalmamış, aynı zamanda bu becerinin nasıl geliştirilebileceği sorusunu da ele almıştır. Çalışmanın sonucunda algoritmik düşünmenin programlama öğrenmekten bağımsız olarak geliştirilebilecek önemli bir yetenek olduğunu vurgulayarak bu becerinin öğretilmesinde öğrencilere sunulması gereken problemlerin görselleştirilmesinin, somut nesnelere kullanmanın ve özelliklerini tanımlamanın önemini dile getirmiştir. Araştırmacı benzer şekilde farklı çalışmalarında da algoritmik düşünme becerisini geliştirmeye yönelik benzer yöntemler açıklamaktadır (Futschek ve Moschitz, 2010, 2011). Hubálovský ve ark. (2010), bir fizik probleminden yola çıkarak algoritmik düşünme becerisini geliştirmeye yönelik gerçek bir durumu modellemiştir. Bu örnek aracılığıyla aynı zamanda fizik, bilgisayar bilimleri ve matematik arasındaki ilişkileri tanıtarak geleceğin öğretmenlerinin eğitiminin önemli bir parçası olarak kabul edilen disiplinler arası öğrenmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Tsalapatas ve ark. (2012), birçok ülkedeki (Yunanistan, Romanya, Çek Cumhuriyeti, İsveç) algoritmik ve bilgi işlemsel düşünme öğretiminin güçlü ve zayıf yönlerini inceleyerek ilköğretim öğrencilerinin analitik, bilgi işlemsel ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik oyun tabanlı bir görsel programlama ortamı sunmuşlardır. Önerilen öğrenme ortamı sınıf içi kullanım için geliştirilmiştir. Bu süreçte ilköğretim düzeyinde öğrenciler yer aldığı için her şey resimlerle desteklenen oyunlar ve mantık bulmacaları şeklinde sunulmuştur. Araştırmacılar bu süreçte öğrenen öğrencilerin gözlemlerine dayanarak, öğretmenlerin deneyimlerini 15 aylık bir süre boyunca rapor etmişlerdir. Önerilen öğrenme yönteminin öğrencilere algoritmik düşünmeyle tanışma fırsatı sunduğunu ve analitik, bilgi işlemsel ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini desteklediğini dile

getirmişlerdir. Jašková (2014), çalışmasında görme engelli ortaokul öğrencilerinin origami yoluyla algoritmik düşünmelerini geliştirme deneyimini aktarmaktadır. Araştırmacı, yeterli öğretim saati ayrıldığı takdirde origaminin görme engelli öğrencilerde talimat, talimat dizisi, talimatlar gibi bazı bilgisayar bilimi kavramlarını oluşturmak için uygun olduğunu ve öğrencilerin algoritmik düşünmeyi geliştirme açısından talimatların açık ve kesin olmasının yanı sıra tutarlı bir şekilde uygulanması gerektiğini anladıklarını belirtmiştir. Milkova (2015), algoritmik düşünmeyi geliştirmeyi amaçlayan bir multimedya uygulaması hazırlamıştır. Hazırlanan uygulamanın öğretmenlere konuyu daha açık ve anlaşılır bir şekilde gösterme ve görselleştirme şansı vermenin yanı sıra öğrencilerin materyal hazırlamalarına da olanak tanıyarak kendi kendilerine öğrenmeleri için uygun bir destek sağladığı ifade edilmiştir. Araştırmacı bu tarz uygulamaların öğrencilerin algoritmik düşünmelerini geliştirmede etkili olacağını ve eğitimcilere yönelik ilham verici bir materyal olarak hizmet edebileceğini belirtmektedir. Csernoch ve ark. (2015) çalışmalarında, Macaristan'da öğrencilerin geleneksel ve geleneksel olmayan programlama ortamlarındaki algoritmik düşünme becerilerine ve ortaöğretimden yükseköğretime bilişim bilgilerinin aktarımına odaklanarak bilişim birinci sınıf öğrencilerini test etmek amacıyla uygulamaya konulan proje sonuçlarından yararlanmışlardır. Proje sonuçları öğrencilerin bilişim alanındaki çalışmalarına az gelişmiş algoritmik becerilerle başladıklarını, sadece çok azının genişletilmiş özet seviyesine ulaştığını göstermektedir. Bu durumun nedenlerine odaklanan araştırmacılar öğrencilerin problem çözme süreçlerini analiz etmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin, özellikle geleneksel programlama ortamlarını bilgi işlemsel düşünme ve algoritmik düşünme becerilerini geliştirmek için uygun gördükleri ortaya çıkmıştır. Katai (2015) çalışmasında hem fen bilimleri hem de beşerî bilimler odaklı öğrencilerin, algoritmik düşünme becerilerini teşvik etmek için geliştirilmiş e-öğrenme araçlarının etkinliğini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda algoritmik düşünmenin tüm öğrenciler için önemli bir yetenek olduğunu ve dikkatle tasarlanmış e-öğrenme ortamlarının bu beceriyi teşvik edebileceğini belirtmiştir. Mezak ve Pepak (2018) çalışmalarında algoritmik düşünmeyi öğretmeye yönelik geliştirilen senaryoların öğrencilerin bu becerisini nasıl teşvik edebileceğini sunmuştur. Stoffová (2019), kendine has kuralları ve kazanma stratejisi olan bilgisayar oyunlarının algoritmik düşünme becerisinin

gelişimine etkisi olup olmadığını incelemiştir. Araştırmacı bir bilgisayar oyunu kullanıcısının oyun kurallarını bir algoritma olarak ifade edip edemeyeceği, didaktik bilgisayar oyunları oynamanın bir oyuncunun algoritmik düşünmesini geliştirip geliştiremeyeceği veya bilgisayar oyunları ve oyun oynamanın, öğrencilerin programlamayı öğrenmeleri için yeterince motive edici olup olmadığı ve böylece yaratıcı olup olmadıkları ile ilgili çeşitli sorulara odaklanmıştır. Çalışmanın sonuçları, bilgisayar oyunlarının öğrencilerin algoritmik ve stratejik düşünme becerilerinin gelişimine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Malik ve ark. (2021) çalışmalarında algoritmik düşünmeyi geliştirmek için bir web uygulamasının programlama eğitimine entegre edilmesini ve bu uygulamanın öğrencilerin öğrenme süreçlerine olan etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda web uygulamasının programlama derslerindeki başarıyı artırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Akhmedov (2023) ilköğretim öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini geliştirecek yöntemleri tartışmaktadır. Vallo ve ark. (2023), çalışmalarında geometri öğretimi bağlamında algoritmik düşünmeyi ele almıştır. Okul geometrisinde algoritmik düşünmeyi geliştirme ve geometrik görevlerin algoritmikleştirilmesi olanaklarının ayrıntılı bir analizini yapmışlardır. Araştırmacılar görselleştirmeler ve deneysel yöntemler yoluyla algoritmalştırmanın, algoritmik düşünmeyi geliştirerek, özellikle problem çözme, bilgisayar ve matematik okuryazarlığı gibi birkaç temel beceriye önemli ölçüde katkı sağladıklarını belirtmişlerdir. Vexler ve ark. (2024) ise çalışmalarında öğrencilerin algoritmik düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik yaklaşımları STEM teknolojilerini öğrenme ortamına dâhil ederek tanımlamayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda araştırmacılar tarafından 40 saatlik bir akademik kurs planlanmıştır. Kursta Scratch ortamının çizgi film, oyun, tasarım olanaklarına odaklanmışlardır. Araştırma sonucunda önerilen metodolojik yaklaşımların, disiplinler arası STEM eğitimi projeleri kapsamında öğrenme yoluyla çocukların algoritmik düşüncelerinin gelişimine katkı sağladığını ve kendi algoritmalarını formüle etmelerine ve diğerlerinin algoritmalarını anlamalarına izin verdiğini belirtmişlerdir. Bunların dışında bilgisayarsız etkinliklerin öğrencilerin algoritmik düşünme becerileri üzerindeki etkilerini görmeye yönelik olarak yürütülmüş çalışmalara örnek olarak Aydoğdu (2019) ile Çakıcı ve Özdemir (2022) gösterilebilir. Aydoğdu (2019) çalışmasında bilgisayarsız etkinlikler sürecinde öğrencilerin algoritmik düşünme

becerilerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin karşılaştıkları problemlere ait çözümleri adımlar halinde ifade etme becerisi kazandıkları, programlama ile ilgili kavramları kolaylıkla öğrendikleri, araştırma sürecinde yer alan etkinlikleri eğlenceli buldukları, buna rağmen matematiksel beceri gerektiren etkinliklerde zorlandıkları ve çabuk sıkıldıkları görülmüştür. Benzer şekilde Çakıcı ve Özdemir (2022) bilgisayarsız kodlama eğitiminin ilkökul öğrencilerinin dikkatini toplama, problem çözme ve algoritmik düşünme becerileri üzerinde anlamlı düzeyde ve pozitif yönde bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrenciler, kodlama etkinliklerinin hızlı düşünebilmelerini ve anlayabilmelerini sağladığını, doğru tahmin edebilme becerisini geliştirdiğini, farklı çözüm yolları bulabildiklerini, yön kavramını öğrendiklerini, algoritmayı kavrayabildiklerini, kodlama eğitiminin çok eğlenceli ve eğitici bulduklarını belirtmişlerdir.

Algoritmik düşünme becerisini problem çözme becerisi ile ilişkili olarak inceleyen çalışmalara örnek olarak Kiesmüller (2009), Lamagna (2014), Smetsers-Weeda ve Smetsers (2017), Gürbüz ve ark. (2017), Demir ve Cevahir (2020), Szabo (2020), Dumlu (2021), Korkmaz (2021) ile Ritter ve Standl (2023) gösterilebilir. Bu çalışmalardan Gürbüz ve ark. (2017) çalışmasında Hava Tahmini Oyunu olarak geliştirilen bilgisayar tabanlı bir oyunun çocukların problem çözme yetenekleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu oyun tasarımının amacı, çocukların basit görsel ve dilsel şablonlar kullanarak algoritmalar geliştirmelerini, kriterler oluşturmalarını ve tahminler yaparak bu kriterler arasında ilişkiler kurmalarını sağlamaktır, böylece öğrenciler bir oyun oynayarak oyun kriterleriyle ilgili tahmin modelleri oluşturur ve günlük yaşam hava olayları hakkında analitik bilgilere sahip olurlar. İlgili çalışmanın amacı bu oyunun “8-10” yaş aralığındaki çocukların muhakeme, ilişkilendirme, iletişim ve algoritmik düşünme yeteneklerini geliştirip geliştirmediği ve geliştiriyorsa, onların problem çözme becerilerini nasıl etkilediğini araştırmak olarak ifade edilmektedir. Çalışma sonuçları Hava Tahmini Oyununun çocukların problem çözme becerileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu, çalışmaya katılan öğrencilerin algoritmik düşünme ve problem çözme becerilerinde bir artış olduğunu göstermiştir. Demir ve Cevahir (2020), programlama eğitimi almış Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Bilgisayar Teknolojileri bölümü öğrencilerinin algoritmik düşünme yeterlilikleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla bir

çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda programlama öğretiminin algoritmik düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimine olumlu katkı sağladığı ve bu iki beceri arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dumlu (2021), algoritmik düşünme süreçlerinin problem çözme becerisi üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında 12. sınıf öğrencilerinin problem çözerken karşılaştıkları zorlukları, kullandıkları aşamaları, stratejileri ve yöntemleri incelemiştir. Çalışma neticesinde ortaöğretim öğrencilerinde algoritmik düşünme süreçlerinin, problemlerin aşamalandırılması, uygun strateji ve yöntemlerin bulunması, akılda kalıcılığın sağlanması ve çözme yeterliliğinin artırılması konularında olumlu etkilerinin olduğunu belirtmiştir. Korkmaz (2021) ise, okul öncesi eğitimi alan 60-66 aylık çocuklara verilen algoritmik düşünme becerisi eğitiminin problem çözme becerilerine olan etkisini incelemiştir. Deney grubundaki her çocuk için 20 etkinlik süresince Algoritmik Düşünme Becerisi Eğitimi uygulamıştır. Kontrol grubundaki 23 çocuğa ise Millî Eğitim Bakanlığı Erken Çocukluk Eğitimi Programını devam ettirmiştir. Çalışmanın sonunda verilen algoritmik düşünme becerisi eğitiminin problem çözme becerilerinin gelişimi için uygun bir uygulama modeli olduğunu belirtmiştir. Ritter ve Standl (2023) çalışmalarında blok tabanlı bir programlama dili kullanarak algoritmik problemleri ele alan bir atölye çalışması planlamışlardır. Atölye, koronavirüs karantinası sırasında bir lise 8. sınıfında çevrimiçi formatta gerçekleştirilmiş ve araştırma sonucunda öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinde anlamlı düzeyde olmasa da bir artış olduğu ifade edilmiştir. Kiesmüller (2009), Lamagna (2014), Smetsers-Weeda ve Smetsers (2017) ile Szabo (2020) araştırmalarında ise algoritmik düşünme süreçleri ile problem çözme becerilerinin desteklenmesine yönelik ortam tasarımlarının oluşturulduğu görülmektedir.

Tüm bu çalışmalardan farklı olarak Plerou ve Vlamos (2016), diskalkuli olarak ifade edilen öğrenme güçlüklerinin sebeplerine yönelik yeni bir sınıflama oluşturmayı amaçladıkları çalışmalarında diskalkuli çerçevesinde problem çözme ve algoritmik düşünme becerilerinde yaşanan güçlüklerle odaklanmışlardır. Çalışmanın sonucunda algoritmik düşünme becerisinde yaşanan güçlüklerin diskalkuliden ayrı olduğu ancak bağımsız olmadığı belirtilmiştir. Algoritmik düşünme becerisini yaş değişkeni ile birlikte inceleyen Kanaki ve Kalogiannis (2022) çalışmalarında algoritmik düşünmeyi temel bir bilgi işlemsel düşünme yetkinliği olarak ele almış ve öğrencilerin yaşlarına

göre bu becerinin nasıl geliştiğini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda yaşın algoritmik düşünme becerileri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Alanyazında yer alan çalışmalar dikkate alındığında algoritmik düşünme becerisine yönelik yapılan çalışmaların her geçen gün arttığı görülmektedir. Ancak, bu çalışmaların çoğu genellikle bu beceriyi bilgisayar ortamında geliştirmeye odaklanmıştır. Matematik eğitimi alanında algoritmik düşünme ve süreçlerine odaklanan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Bu doğrultuda bu çalışma algoritmik düşünme süreçlerinde yaşanan zorlukları matematiksel beceriler ekseninde incelemesi açısından önem arz etmektedir.

2.2.2 Matematiksel Süreç Becerileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmanın bu bölümünde matematiksel süreç becerilerini ele alan farklı çalışmalara yer verilmiştir. Farklı ülkelerin müfredatlarında ve farklı platformlarda süreç becerilerinin farklı ele alınmasına bağlı olarak, bu bölümde yer verilen çalışmalarda süreç becerileri olarak farklı beceriler ele alınmaktadır. Bu bölümde sırasıyla öğrenme ortamlarına, süreç becerileri ile ilgili ölçme-değerlendirme süreçlerine, durum tespitlerine, süreç becerilerinin gelişimine ve süreç becerilerini farklı kavram ve süreçlerle ilişkilendiren çalışmalara yer verilmiştir.

Süreç becerilerini öğrenme ortamları ile ilişkili olarak inceleyen çalışmalara örnek olarak Gün (2021) gösterilebilir. İlgili çalışmada 8. sınıf matematik ders kitabında yer alan soruların matematiksel süreç becerilerini temsil etme düzeyleri incelenmiştir. Bu süreçte araştırmacı ders kitabındaki tüm ünitelerde yer alan etkinlikleri, öğrendiklerimizi uygulayalım ve ünite değerlendirme testlerindeki maddeleri detaylı bir şekilde ele alarak, Matematiksel Süreçleri Değerlendirme ve Kodlama Çerçevesi (MSDKÇ) formuna göre analiz etmiştir. Elde edilen bulgular ders kitabında yer alan maddelerin matematiksel süreç becerilerini temsil etme dağılımlarının çeşitlilik gösterdiğini ancak matematiksel iletişim becerisinin diğer becerilere oranla daha fazla temsil edildiğini göstermiştir. Araştırmacı matematik ders kitapları hazırlanırken matematiksel süreç becerilerinin de bir kriter olarak ele alınması gerektiğini belirtmiştir.

Matematiksel süreç becerilerini değerlendirmeye yönelik olarak yürütülmüş çalışmalara örnek olarak Turner ve ark. (2015), Kaosa-ard ve ark. (2015), ile Yantoro ve ark. (2022) gösterilebilir. Turner ve ark. (2015), matematiksel süreç becerilerine yönelik bir puanlama anahtarı hazırlayarak matematik okuryazarlığı problemlerini söz konusu beceriler bağlamında değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmacılar puanlama anahtarında, PISA çerçevesinde ele alınan yedi süreç becerisi (iletişim, strateji oluşturma, matematikselleştirme, temsil, semboller, işlemler ve formal dil kullanımı, akıl yürütme ve argümantasyon) için ayrıntılı tanımlamalar yapmış ve her bir beceri için sıfır ile üç arasında değişen düzeyler belirlenmiştir. Kaosa-ard ve ark. (2015), 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel süreç becerilerinin farklılığını araştırmıştır. Bu araştırmada süreç becerileri problem çözme, akıl yürütme, iletişim ve sunum, bağlantı bilgisi ve yaratıcılık becerileri olarak kabul edilmiş ve incelenmiştir. Araştırmacılar çalışmaya katılan öğrenci grubuna matematiksel süreç becerileri testi uygulamıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrenciler yüksek matematiksel süreç becerisine sahip öğrenciler (%2,74), orta matematiksel süreç becerisine sahip öğrenciler (%40,48) ve düşük matematiksel süreç becerisine sahip öğrenciler (%56,78) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Araştırmacılar matematiksel süreç becerilerinin gelişimi için söz konusu becerileri geliştirici etkinliklerin uygulanmasını tavsiye etmiştir. Yantoro ve ark. (2022), öğrencilerin süreç becerilerini tanımlamak ve süreç becerilerindeki farklılıkları belirlemek amacıyla dört farklı okuldaki öğrencilerin becerilerini ölçmüştür. Öğrencilerin süreç becerilerini belirlemek amacıyla sınıflandırma, veri elde etme ve işleme, ölçme ve tabloları derleme olmak üzere dört gösterge kullanmışlardır. Araştırmacılar test analizi sonuçlarına göre, test edilen dört okulun olumlu test sonuçları olduğunu yani her bir okulun her bir gösterge kategorisinde iyi ila çok iyi bir kategoriye sahip olduğunu belirtmiştir.

Süreç becerileri ile ilgili olarak durum tespitlerinin yapıldığı çalışmalara örnek olarak Polat (2018), Alsina ve ark. (2021) ile Kılıçoğlu ve Özdemir-Baki (2022) gösterilebilir. Polat (2018), çalışmasında matematik öğretmenlerinin matematiksel süreç becerilerine ilişkin bilgi düzeylerini incelemiştir. Çalışmaya katılan 103 matematik öğretmenine anket uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin matematiksel süreç becerilerini az da olsa bildikleri fakat bilgi eksikliklerinin çok olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacı bu durumun önüne geçilmesi için öğretmenlere

bu konu hakkında seminerler düzenlenmesini önermiştir. Alsina ve ark. (2021), matematik öğretimini matematiksel süreçler aracılığıyla değerlendirmek için bir ölçek geliştirmiştir. Bu amaçla geliştirdikleri ölçeği 95 öğretmene uygulayarak matematiksel süreçlerin (problem çözme, akıl yürütme ve ispat, iletişim, bağlantılar ve temsil) öğretim uygulamasındaki varlığını analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar tüm maddelerin süreçlerin her birinde benzer performans gösterdiğini ve öğretmenlerin ilişkilendirme becerisi hariç orta ila yüksek puanlar aldığını göstermiştir. Kılıçoğlu ve Özdemir-Baki (2022), çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel süreç becerilerine yönelik algılarını incelemiştir. Çalışmada Türkiye’de bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 121 üçüncü sınıf öğretmen adayı kullanılmıştır. Araştırmacılar öğretmen adaylarının matematiksel beceriler konusundaki düşüncelerinin sınırlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adayları matematiksel süreç becerileri ile ilgili açıklama yapmakta zorlanmış, birkaç öğretmen adayı uygun açıklamada bulunabilmiştir. Araştırmacılar öğretmen adaylarının matematiksel beceri kavramına yönelik yanlış ve sınırlı algılarının olduğu belirterek bu konuda farkındalık oluşturmak adına öğretmen eğitimlerine ihtiyaç duyulduğunu dile getirmiştir.

Süreç becerilerinin gelişimine yönelik olarak yürütülen çalışmalara örnek olarak Peker (2017) ile Gülburnu ve Gürbüz (2022) gösterilebilir. Peker (2017) çalışmasında alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillerdeki 7. sınıf öğrencilerinin geometri problemlerini çözüm süreçlerinde matematiksel süreç becerilerinin gelişimleri incelenmiştir. Çalışmaya katılan 125 öğrenciye test ve açık uçlu problemlerden oluşan ölçek uygulamıştır. Bu testler aracılığı ile öğrencilerin alan bağımlılık /bağımsızlık düzeyi problem çözme becerileri ve muhakeme becerilerini ölçmüştür. Çalışma sonucunda matematiksel süreç becerisinin artması ile problem çözme becerisinin artması arasında anlamlı bir ilişki olduğunu, öğrencilerin alan bağımlı ve alan bağımsız olmalarının matematiksel süreç becerisi ve problem çözme üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. Gülburnu ve Gürbüz (2022) ise, öğrencilerin algıladıkları sosyomatematikselsel normların müzakere edilmesinin matematiksel süreç becerileri üzerindeki etkilerine odaklanarak alanyazına katkı sağlamayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda 7. sınıf öğrencilerine probleme dayalı matematik etkinlikleri uygulamışlardır. Sonuçlar, öğrenciler tarafından algılanan sosyomatematikselsel normların müzakere edilmesinin bazı matematiksel süreç

becerilerinin (iletişim becerileri, muhakeme becerileri, doğrulama becerileri ve yaratıcılık becerileri) gelişimine katkıda bulunurken diğerlerinin gelişimini (bağlantı becerileri) sınırladığını göstermiştir.

Süreç becerilerini farklı değişkenlerle ele alan çalışmalara örnek olarak Kamid ve ark. (2021), Çoban (2016), İnam (2020) ile Temel (2018) gösterilebilir. Kamid ve ark. (2021) çalışmalarında ilkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerin probleme dayalı öğrenme modeline verdikleri tepkiler ile öğrenci süreç becerilerinin karşılaştırılmasını belirlemeyi ve aralarındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırmacılar bu süreçte kullanılan modelin öğrenci tepkisi ve süreç becerileri açısından öğrenme süreci üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu belirtmiştir. Çoban (2016) ise, sınıf ortamında uygulanmak üzere tasarlanan popülerleşme etkinliklerini öğrencilerin matematiksel süreç becerileri ve tutumları açısından değerlendirmiştir. Çalışmayı 7. sınıf öğrencilerinden seçmeli matematik uygulamaları dersi alan 24 öğrenci ile gerçekleştirmiştir. Araştırmacı tasarladığı altı etkinliği üç ay boyunca uygulamıştır. Uygulama neticesinde öğrencilerin matematiksel süreç becerilerine yönelik olumlu deneyimler yaşadıklarını ve matematiğe yönelik duygularında ve başarı algılarında olumlu gelişmeler gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. İnam (2020), 6. sınıf geometrik cisimler ve hacim ölçme ile sınıflarda ölçme konularının argümantasyon temelli matematik öğretim yöntemi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarıları, matematiksel süreç becerilerine yönelik öz yeterlikleri, bilgi transferleri ve tartışma istekliklerine etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak matematiksel süreç becerileri öz yeterlik ölçeği, geometrik cisimler ve hacim ile sınıflarda ölçme başarı testi, geometrik cisimler ve hacim ile sınıflarda ölçme bilgi transferi testi, tartışmacı anketi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacı seçilen öğretim yönteminin akademik başarı, bilgi transferleri ve tartışma isteklerine olumlu etkisinin olduğunu ancak öğrencilerin matematiksel süreç becerilerine yönelik öz yeterlikleri açısından anlamlı bir fark oluşturmadığını tespit etmiştir. Temel (2018), çalışmada problem çözme stratejilerini matematiksel süreç becerilerine göre sınıflamıştır. Buna göre alanyazında en çok yer alan problem çözme stratejilerini matematiksel süreç becerilerini esas alarak sınıflandırmış ve problem çözme stratejileri eğitiminin sürece etkisini araştırmıştır. Ayrıca çalışmada problem çözme

stratejileri ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucunda “Bağıntı Bulma”, “Değişken Kullanma” ve “Diyagram Çizme” stratejileri hem formüle etme hem de yürütme süreçlerini, “Sistematik Liste Yapma” ve “Tablo Yapma” stratejilerinin ise sadece yürütme sürecini, “Geriye Doğru Çalışma”, “Tahmin ve Kontrol” ve “Muhakeme Etme” stratejilerinin ise hem yürütme hem de yorumlama, değerlendirme süreçlerini, “Basitleştirme” stratejisinin ise formüle etme, yürütme ve yorumlama, değerlendirme süreçlerini içerdiğini tespit etmiştir. Problem çözme stratejileri eğitiminin, öğrencilerin problem çözme stratejilerini kullanma ve matematik okuryazarlık düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca problem çözme stratejilerinin matematik okuryazarlık başarı düzeyinin anlamlı bir yordayıcısı olduğunu belirtmiştir.

Bunların dışında E. Ünal (2023), ülkemizde 2005-2023 yılları arasında matematiksel süreç becerileri olarak bilinen matematiksel muhakeme, matematiksel ilişkilendirme ve matematiksel iletişim becerileri ile ilgili yapılan lisansüstü tezleri incelemiştir. Bu süreçte tezleri matematiksel süreç becerilerine, lisansüstü düzeylerine, yıllarına, araştırma modeline, veri toplama araçlarına, veri analiz yöntemlerine ve örneklem gruplarına göre gruplamıştır. Araştırmacı çalışma kapsamında incelenen tezlerin matematiksel süreç becerilerine göre dağılımına bakıldığında matematiksel muhakeme ve matematiksel iletişim becerileri ile ilgili yazılan tezlerin matematiksel ilişkilendirme becerileri ile ilgili yazılan tezlere göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır. Aynı zamanda yüksek lisans tezlerinin doktora tezlerinden fazla olduğunu belirterek doktora tez çalışmalarında matematiksel süreç becerilerine daha fazla odaklanılabileceğini belirtmiştir.

Alan yazında yer alan çalışmalar incelendiğinde matematiksel süreç becerilerinin teknoloji destekli ortamlarda yürütülen faaliyetlerle ilişkilendiren çok fazla çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda bu araştırmanın alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.2.3 Algoritmik Düşünme ve Süreç Becerilerini İlişkilendiren Çalışmalar

Araştırmanın bu bölümünde algoritmik düşünme becerisi ve süreç becerilerini birlikte ele alan çalışmalara yer verilmektedir. Bu bölümde yer alan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu dikkat çekmektedir.

Muller ve Rubinstein (2011) çalışmalarında lisans öğrencilerinin yazılım mühendisliği çalışmalarıyla başa çıkabilmeleri için gerekli olan mantıksal ve algoritmik düşünme becerilerini geliştirmeye yardımcı olmak amacıyla tasarlanmış iki farklı ders tasarımını sunmuşlardır. Dersler, Bilgisayar Bilimlerine Giriş ve Matematik derslerinden bağımsız ancak onlara paralel olarak verilmiştir ve algoritmik düşünme, matematiksel muhakeme ve argümantasyon üzerinde durulmuştur. Derslerin sonucunda öğrenci görüşlerini alan araştırmacılar tasarlanan derslerin matematik ve programlama bilgisinin ötesinde soyut fikirlere yönelik farkındalık ve takdiri arttığını, problem çözme becerilerini geliştirdiği ve kavram ve ilkelerin daha derinlemesine anlaşıldığı sonucuna ulaşmıştır. Korkmaz (2012) çalışmasında öğrencilerin eleştirel düşünme ve mantıksal-matematiksel zekâ seviyelerinin algoritma tasarım becerileri üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören 45 lisans öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmada dört açık uçlu algoritma sorusu, algoritma beceri testi formu, eleştirel düşünme ölçeği, mantıksal-matematiksel zekâ öz algı ölçeği kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacı öğrencilerin mantıksal-matematiksel zekâ düzeylerinin algoritma tasarlama becerileri üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ferreira ve ark. (2023) çalışmalarında lise öğrencilerinin matematiksel muhakeme ve bilgi işlemsel düşünme becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmacılar lise son sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme ve bilgi işlemsel düşünme yeterliliklerini tahmin etmek için Screening Programming (yazılım ve algoritma yeteneklerini ölçmek amacıyla kullanılan araçlar) ve Bebras görevlerinden yararlanmıştır. Çalışmanın sonucunda matematiksel muhakemenin gelişiminin bilgi işlemsel düşünmenin gelişimine katkıda bulunduğu sonucuna ulaşan araştırmacılar öğrencilerin eğitimi sırasında bu becerilerin bütünlük bir şekilde ele alınmasının önemini vurgulamıştır. Benzer şekilde Lichtenstein ve MacGregor (1990) matematiksel becerilerin algoritmik düşünme sürecine katkı sağladığını ortaya koymuşlardır. Abramovich (2015) algoritmik düşünme süreçlerinin kavramsal bilgiyi desteklediğini ve problem kurma süreçlerinin teknoloji destekli ortam tasarımında kullanılabileceğini ifade etmiştir. Harangus ve Katai (2018), iletişim becerisinin algoritmik düşünme için önemini vurgulamaktadır. Stephens (2018) algoritmik düşünmeyi, ayrıştırmayı (karmaşık bir problemi bileşen alt problemlerine ve alt görevlere ayırma), desen tanımayı, genellemeyi ve soyutlamayı vurgulayan belirli bir

matematiksel akıl yürütme biçimi olarak tanımlamıştır. Aynı çalışmada algoritmik düşünmenin matematiğin öğretimi ve öğrenimine daha açık bir şekilde dahil edilmesi gerektiği ifade edilmekte, bu durumun matematiksel öğrenmeyi ne ölçüde teşvik edebileceğini incelemenin gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Knuth (1985) çalışmasında algoritmik düşünme ile matematiksel düşünme süreçlerini farklı odaklarda ilişkilendirirken, Ersozlu ve ark. (2023) çalışmalarında matematiksel becerilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirdiğini dile getirmişlerdir.

Bu bölümde yer verilen sınırlı sayıdaki çalışma, alan yazında algoritmik düşünme becerisi ve süreç becerilerini ilişkilendiren çalışmalarının yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu nedenle bu araştırmanın, sözü edilen tüm çalışmalardan farklı olarak alan yazında önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme süreçlerinde yaşadıkları zorlukları matematiksel süreç becerileri ekseninde incelemeye odaklanan bu araştırma iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada algoritmik düşünme becerisini ölçmeye yönelik bir test geliştirilmiş, ikinci aşamada ise araştırma problemleri yanıtlanmaya çalışılmıştır.

3.1 Birinci Aşama (ADBT'nin Geliştirilmesi)

Bu araştırmanın birinci aşamasında nicel yöntemler kullanılarak, algoritmik düşünme becerisini ölçmeye yönelik bir test geliştirilmiştir. Test geliştirme sürecinde Güler (2015) tarafından önerilen aşamalar kullanılmıştır. Buna göre test geliştirme aşamaları sırasıyla aşağıdaki şekildedir:

1. Testin amacının belirlenmesi
2. Testin kapsamının oluşturulması
3. Maddelerin yazılması
4. Maddelerin düzeltilmesi
5. Deneme formu ve ön uygulama
6. Madde analizi ve madde seçimi
7. Son testin oluşturulması

3.1.1 Testin Amacı

Bu araştırma kapsamında geliştirilen testin amacı öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeylerini belirlemektir. Bu nedenle test kapsamında problem türünde soru maddelerine yer verilmiştir.

3.1.2 Testin Kapsamı

İlgili testin geliştirilmesinde Burton'un (2010) ortaya koyduğu teorik yapı kullanılmıştır. Buna göre test i) algoritmik görev, ii) izleme görevleri, iii) mantık görevleri ve iv) analiz görevleri olmak üzere dört farklı boyuttan oluşmaktadır. Testte yer alan farklı boyutlara ait problemlerin belirlenmesinde 2016-2023 yılları arasındaki "Bilge Kunduz Uluslararası Enformatik ve Bilgi İşlemsel Düşünme Etkinliği" çalışmalarından yararlanılmıştır (URL-3). Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin 7 ve 8. sınıfta öğrenim görüyor olmalarından dolayı sorular Bilge Kunduz'da yer alan ilgili yıllara ait 7 ve 8. sınıf görevlerinden seçilmiştir.

ADBT için öncelikle araştırmacılar tarafından testte yer alacak problemler için bir madde havuzu oluşturulmuştur. Bu problemlerin belirlenmesinde Bilge Kunduz platformunda yer alan 7-8. sınıf görevlerinden yararlanılmış ve farklı boyutlara ait olmak üzere toplam 30 adet problem belirlenmiştir. Bu problemlerin farklı boyutlara göre dağılımını aşağıda verilmektedir.

Çizelge 3.1 ADBT’de Yer Alan Taslak Problemlerin Alt Boyutlara Göre Dağılımı

Konu Alanı	Soru Sayısı
Algoritmik Görev	8
İzleme Görevleri	8
Mantık Görevleri	7
Analiz Görevleri	7

3.1.3 Maddelerin Düzeltilmesi

Hazırlanmış olan her bir maddenin, ölçölmek istenen davranışa uygun olup olmadığı, bilimsel açıdan hatasının bulunup bulunmadığı, anlaşılır olup olmadığı, dil bilgisi hatasının bulunup bulunmadığı ve maddelerin teknik açıdan kusurlu olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu kontrollere madde redaksiyonu denir. Madde redaksiyonunda amaç maddeler üzerinde incelemeler yaparak belirtilen açılardan maddelerin nitelikli hale getirilmesini sağlamaktır (Baykul, 2015). Güler (2015), testi hazırlayan kişi dışında en az bir alan uzmanı tarafından maddelerin incelenmesi ve verilen önerilerin dikkate alınmasını tavsiye etmektedir.

Bu araştırma kapsamında hazırlanan taslak problemler için iki alan eğitimcisi ile iki Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) alan uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Bu aşamada testte yer verilen problemlerin ait olduğu alt boyutlara uygunluğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda seçilen problemlerden alt boyutlara uygun olmayan altı madde testten çıkarılmıştır. Süreç sonunda maddelerin hangi alt boyutlara ait olduğu uzman görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir.

3.1.4 Deneme Formu ve Pilot (Ön) Uygulama

Uzman görüşleri neticesinde deneme formu oluşturulan ADBT, bir devlet okulunda öğrenim gören ortaokul öğrencilerine uygulanmıştır. Bu öğrencilerin tespit edilmesinde 7 ve 8. sınıf öğrencisi olmaları dikkate alınmış ve deneme formunu oluşturan 24 problem toplam 72 öğrenci üzerinde uygulanmıştır. Ön uygulamadan önce testin amacı ve içeriğine yönelik öğrencilere bilgilendirme yapılmıştır. Ön

uygulama süresinde öğrencilere zaman konusunda çok fazla müdahale edilmemeye çalışılmış, yaklaşık 80 dakikalık bir sürede uygulama sonlandırılmıştır.

3.1.5 Madde Analizi ve Madde Seçimi

Güler'e (2015) göre, asıl testte yer alacak soruların belirlenmesi amacıyla uygulama sonuçlarından elde edilen öğrenci yanıtları üzerinde madde analizi yapılarak en güvenilir ve en uygun maddeler seçilmelidir. Deneme sonuçlarının puanlanması klasik test teorisine göre doğru cevaplar için 1, yanlış cevaplar veya boş cevaplar için 0 puan verilerek yapılmıştır. Madde analizi, testin geliştirildiği grupta maddelerin kalitesi ile ilgili bazı yorumlamalar ve kanıtların elde edildiği süreçtir. Bu süreçte maddelerin niteliği ile ilgili pek çok gösterge elde edilebilir, fakat bu göstergelerden en sık kullanılanı madde güçlük indeksi (p) ve madde ayırt edicilik indeksidir (Özçelik, 2014). Deneme formunda yer alan problemler için hesaplanan madde güçlük ve ayırt edicilik değerleri Çizelge 3.2'de yer almaktadır.

Çizelge 3.2 Deneme Formu'nda Yer Alan Problemler İçin Madde Analizi Sonuçları

Madde No	Madde Güçlük Değeri(p)	Madde ayırtedicilik değeri(p)
1	0.64	0.56
2	0.40	0.24
3	0.36	0.48
4	0.50	0.52
5	0.28	0.32
6	0.16	0.16
7	0.76	0.24
8	0.72	0.16
9	0.48	0.48
10	0.44	0.32
11	0.34	0.28
12	0.72	0.16
13	0.36	0.16
14	0.56	0.64
15	0.54	0.44
16	0.50	0.28
17	0.60	0.40
18	0.58	0.60
19	0.54	0.52
20	0.30	0.36
21	0.40	0.24
22	0.36	0.16
23	0.14	0.20
24	0.32	0.08

Ayrıca geliştirilen testin güvenilirliğine yönelik olarak yapılan KR-20 iç tutarlık katsayısı 0.722 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin 0.70'in üzerinde olması ölçeğin güvenilir olduğunu kanıtlamaktadır (Büyüköztürk, 2012). Çizelge 3.2'ye göre madde güçlük değeri 0.20'nin altında kalan ve madde ayırt edicilik değeri 0.30'un altında kalan 2, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 16, 21, 22, 23, 24 nolu toplam 12 madde testten çıkarılmıştır. Buna göre ADBT'nin nihai formunda 12 adet problem yer almıştır.

3.2 İkinci Aşama

Araştırmanın ikinci aşaması nitel desenle yürütülmüş ve durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Creswell (2007) durum çalışmasını; sınırlandırılmış bir veya birkaç durumun çoklu veri toplama araçları (gözlemler, görüşmeler, görsel-ışitseller, dokümanlar, raporlar) ile derinlemesine incelendiği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımı olarak tanımlamaktadır. Bu yöntem bir olgu ya da olayı derinlemesine incelerken 'nasıl', 'niçin' sorularını temel alan ve genellikle birden fazla veri kaynağının bulunduğu durumlarda tercih edilen bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Durum çalışmaları genel olarak bir olayı meydana getiren ayrıntıları tanımlayarak, olaya ilişkin olası açıklamaları geliştirmek ve olayı değerlendirmek amacı ile kullanılmaktadır (Gall vd., 1996: akt. Büyüköztürk vd., 2013). Durum çalışmalarından elde edilen sonuçlar, olayın ne şekilde oluştuğunu ve gelecek araştırmalarda nelere odaklanılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Davey, 1991).

Bu çalışmada öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeylerini tespit etmek ve algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda matematiksel süreç becerilerini kullanım düzeylerine karar verebilmek için 'nasıl' ve 'niçin' sorularından yararlanılmıştır. Bu süreçte öğrencilerin algoritmik düşünme testine verdikleri yazılı yanıtları içeren dokümanlardan ve kendileri ile gerçekleştirilen birebir görüşmelerden elde edilen verilere dayanarak derinlemesine ve ayrıntılı analizler gerçekleştirildiğinden dolayı durum çalışması yönteminin araştırma için uygun olduğu düşünülmüştür. Çalışma kapsamında farklı durum çalışması türlerinden bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. "Bu desende birden fazla kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek durum söz konusudur. Her bir durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır" (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.327). Araştırmada yer alan her bir katılımcı farklı bir durum olarak

kabul edilmiştir. Ele alınan her bir durum (katılımcı) kendi içinde farklılıklar barındırdığından dolayı çalışmanın çoklu durum deseninde tasarlandığı (Yin, 2003) söylenebilir.

3.2.1 Çalışma Grubu

Araştırmanın ikinci aşamasında 2022-2023 Eğitim-Öğretim yılında araştırmacının görev yaptığı ortaokulda öğrenim görmekte olan 7 ve 8. sınıf öğrencileri çalışmaya dâhil edilmiştir. Katılımcıların tespiti süreci iki aşamada gerçekleşmiştir. Öncelikle araştırmanın birinci aşamasında geliştirilen test, aynı okulun farklı şubelerinde öğrenim görmekte olan 30'u yedinci, 30'u ise sekizinci sınıfta olmak üzere toplam 60 kişiden oluşan bir öğrenci grubuna uygulanmıştır. Bu öğrencilerin tespitinde uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örneklemede araştırmacı yakın ve erişilmesi kolay bir durumu seçmektedir (Kılıç, 2013). Bu sayede araştırmaya hız ve pratiklik kazandırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Söz konusu öğrenciler araştırmacının yakın çevresinden seçildiğinden ötürü söz konusu yöntem tercih edilmiştir.

ADBT uygulanan öğrenciler arasından ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilen sekiz öğrenci, araştırmanın ikinci aşamasının çalışma grubunu oluşturmuştur. Ölçüt örnekleme yöntemi ise, yürütülecek olan araştırma için birtakım özelliklere sahip olan veya belirli ölçütleri sağlayan katılımcıların seçilmesidir (Gay ve ark., 2006). Bu örnekleme yönteminde, önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılması temel anlayıştır. Bu ölçütler araştırmacı tarafından oluşturabilir veya daha önceden belirlenen bir ölçüt listesi kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırma için kullanılan ölçütler algoritmik düşünme beceri testi performansları olarak kabul edilmiştir. Buna göre söz konusu uygulama sonucunda algoritmik düşünme becerisi 'kısmen yeterli' ve 'yetersiz' düzeyde olan ve araştırmada yer alma konusunda gönüllü olan, 7 ve 8. sınıflardan dörder öğrenci olmak üzere toplamda sekiz öğrenci çalışma grubuna dâhil edilmiştir. Öğrenciler kendi isimleri yerine Ö1(7), Ö2(7), Ö3(8), Ö4(8), Ö5(7), Ö6(7), Ö7(8) ve Ö8(8) şeklinde isimlendirilmiştir. Parantez içerisinde yer alan rakamlar öğrencilerin sınıf seviyesini göstermektedir. Buna göre ilk dört öğrenci kısmen yeterli grupta, son dört öğrenci ise yetersiz grupta yer almaktadır. 'Kısmen yeterli' grupta yer alan 7. sınıf öğrencileri Ö1(7) ve Ö2(7), 8. sınıf öğrencileri ise Ö3(8) ve Ö4(8)'dir. Benzer şekilde 'yetersiz'

grupta yer alan 7. sınıf öğrencileri Ö5(7) ve Ö6(7), 8. sınıf öğrencileri ise Ö7(8) ve Ö8(8)'dir.

3.2.2 Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın ikinci aşamasının veri toplama araçları ADBT, öğrencilerin ADBT'ye verdikleri yazılı cevaplarından oluşan dokümanlar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler (YYG)'dir.

3.2.2.1 Algoritmik Düşünme Beceri Testi (ADBT)

Bu araştırma kapsamında kullanılan ADBT, araştırmacılar tarafından birinci aşamada tarafından geliştirilmiş olup geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapıldıktan sonra çalışmada kullanılmıştır. Söz konusu test i) algoritmik görev, ii) izleme görevleri, iii) mantık görevleri ve iv) analiz görevleri olmak üzere dört farklı boyuttan ve toplamda 12 sorudan oluşmaktadır.

3.2.2.2 Öğrencilerin Yazılı Yanıtlarından Oluşan Dokümanlar

Bu araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan bir diğer veri toplama aracı öğrencilerin ADBT'ye verdikleri yazılı yanıtlardan oluşan dokümanlardır. İlgili dokümanlar, öğrencilerin algoritmik görevlere ilişkin performans ve düşüncelerini içermektedir.

3.2.2.3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Görüşme, nitel araştırmalarda sıklıkla başvurulan bir veri toplama tekniğidir. Bu yöntem, katılımcıların araştırmacıya kendini doğrudan ifade etmesine olanak sağlar. Görüşmeler sayesinde araştırmacılar, bireylerin dünyasını daha derinlemesine anlama şansına sahip olurlar. Görüşmeler sayesinde mevcut bağlam, özel durumlar, katılımcıların anlam dünyaları, duyguları, düşünceleri ve deneyimleri, katılımcıların kendi ifadeleri aracılığıyla daha derin bir şekilde anlaşılabilir (McCracken 1988, akt., Tekin ve Tekin, 2006).

Alanyazında görüşme tekniğinin 'yapılandırılmış', 'yarı yapılandırılmış' ve 'yapılandırılmamış' olmak üzere üç türü olduğu ifade edilmektedir (Minichiello ve Punch, 2005, akt. Tekin ve Tekin, 2006). Yarı yapılandırılmış görüşmelerin, belirli düzeyde standartlık ve aynı zamanda esneklik sağladığı için eğitim bilimi araştırmalarına uygun bir teknik olduğu ifade edilmektedir (Türnüklü, 2000). Bu araştırma kapsamında yarı yapılandırılmış görüşmeler, çalışma grubunda yer alan

öğrencilerin matematiksel becerini kullanım düzeylerinin belirlenmesi ve yorumlanması amacıyla kullanılmıştır. Araştırmayı yürütmekte olan öğretmen bu süreçte, algoritmik düşünme beceri düzeyi kısmen yeterli ve yetersiz grupta yer alan öğrencilerle çalışmıştır. Bu görüşmelerde süre sınırlaması yapılmamış olup görüşme verileri ses kayıt cihazı ile saklanabilir hale getirilmiştir. Her bir öğrenci ile yürütülen görüşme süreçlerinde öğrencilerin çözüm süreçlerinde zorlandıkları sorular üzerinden araştırma verileri toplanmıştır.

3.2.3 Çalışma Süreci

Bu araştırmanın ikinci aşamasında yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeylerini belirleyebilmek için öncelikle kendilerine ADBT uygulanmıştır. Öğrenciler problemleri çözdükten sonra elde edilen veriler araştırmacılar tarafından incelenerek algoritmik düşünme becerisi ‘kısmen yeterli’ ve ‘yetersiz’ grupta yer alan öğrenci grubu belirlenmiştir. Belirlenen grupta yer alan gönüllü öğrenciler arasından her sınıf seviyesinde dört öğrenci olmak üzere toplamda sekiz öğrenci seçilmiş ve bu öğrencilerin algoritmik düşünme süreçlerinde matematiksel becerilerini kullanım biçimlerini yorumlamak amacıyla kendileri ile yarı yapılandırılmış görüşme süreçleri yürütülmüştür. Görüşme süreçlerinden ve öğrencilerin yazılı yanıtlarından oluşan dokümanlar kullanılarak öğrencilerin verilen problemlerin çözüm süreçlerinde matematiksel süreç becerilerini kullanım düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2.4 Verilerin Analizi

3.2.4.1 ADBT’den Elde Edilen Verilerin Analizi

Algoritmik düşünme beceri testinden (ADBT) elde edilen verilerin analizinde her bir öğrenciye doğru yanıtlanan sorular için ‘1’, yanlış yanıtlanan sorular için ‘0’ puan verilmiş ve her bir öğrenci için ADBT puanı elde edilmiştir. Bu puanların yorumlanmasında ise grup aralık katsayısı formülü kullanılmıştır. Buna göre öncelikli olarak grupların içindeki puan aralıklarının genişliği belirlenmiş, daha sonra ise “ölçme sonuçları dizisindeki en büyük değer ile en küçük değer arasındaki farkın belirlenen grup sayısına bölünmesi ile” (Kan, 2009, 407) grup aralık katsayı değeri elde edilmiştir. Buna göre grup aralık katsayı değeri: $(12-0) / 3 = 4.00$ olarak hesaplanmıştır. ADBT puanlarının yorumlanmasında 12.00-8.01 aralığı ‘yeterli’, 8.00-4.01 aralığı ‘kısmen yeterli’ ve 4.00-0.00 aralığı ise ‘yetersiz’ olarak kodlanmıştır. Buna göre ADBT puanı 0-4 arasında olan öğrenciler yetersiz, 5-8 olanlar

kısmen yeterli, 9-12 olanlar ise yeterli olarak kodlanmıştır. ADBT ortalama puanının elde edilmesinde ise tüm öğrencilerin ADBT puanlarının aritmetik ortalama değeri hesaplanmıştır.

ADBT' nin alt boyutlarından elde edilen verilerin analizinde ise grup aralık katsayı değeri: $(3-0) / 3 = 1.00$ olarak hesaplanmıştır. ADBT alt boyutlarından elde edilen puanlarının yorumlanmasında 3.00-2.01 aralığı 'yeterli', 2.00-1.01 aralığı 'kısmen yeterli' ve 1.00-0.00 aralığı ise 'yetersiz' olarak kodlanmıştır. Buna göre ADBT alt boyut puanı '1' olan öğrenciler yetersiz, '2' olan öğrenciler kısmen yeterli, '3' olan öğrenciler ise yeterli olarak kodlanmıştır. Alt boyutların ortalama puanlarının elde edilmesinde ise tüm öğrencilerin alt boyut puanlarının aritmetik ortalama değer hesaplanmıştır.

3.2.4.2 Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırmada yer alan öğrencilerin matematiksel süreç becerilerinin değerlendirilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından oluşturulmuş olan Muhakeme, İlişkilendirme ve İletişim Becerileri genel göstergeleri kullanılmıştır.

3.2.4.2.1 Öğrencilerin Muhakeme Becerilerinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu araştırmada yer alan öğrencilerin muhakeme becerilerini kullanım düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla öğrencilerin ADBT'de yer alan soruların çözümüne yönelik muhakeme becerisini kullandıklarını gösteren genel göstergeler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bunun için öncelikle araştırmanın ikinci bölümünde yürütülen alanyazın taraması sonucunda muhakeme becerisi için farklı araştırmalarda ortaya konulmuş olan göstergeler incelenmiştir. Daha sonra çalışma grubunda yer alan her bir öğrencinin ADBT'ye verdikleri yazılı yanıtlardan oluşan dokümanlar ve görüşme süreçlerinden elde edilen veriler tümevarımcı bir yaklaşımla incelenmiş ve veri analizinde kullanılacak olan genel göstergelerin oluşturulmasında Alkan ve Taşdan (2011) ile Yavuz Mumcu (2019) çalışmalarının referans alınmasına karar verilmiştir. Bu durumun nedeni ilgili çalışmalarda yer alan göstergelerin muhakeme becerisini gözlemeye yönelik daha genel hatlara sahip olmaları olarak açıklanabilir. Genel göstergelere ulaşabilmek için öncelikle soru bazında özel göstergeler oluşturulmuş ve bu göstergeler Alkan ve Taşdan (2011) ile Yavuz Mumcu'nun (2019) çalışmalarında yer alan genel göstergelerle ilişkilendirilerek bu araştırma çerçevesinde

kullanılacak olan genel göstergelere ulaşılmıştır. İlgili göstergeler Çizelge 3.3'te verilmektedir.

Çizelge 3.3 Muhakeme Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri

Soru	Muhakeme Becerisi Genel Göstergeler <i>Soru Bazında Özel Göstergeler</i>
1	<p>M2.Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(1). Soruda verilen kod dizisini kullanarak oluşacak şekli düşünebilme veya verilen şekle uygun kod dizisini belirleyebilme</i></p> <p>M3.Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme <i>M3(1). Soruda verilen kod dizisini problem durumuyla ilişkilendirebilme (anlamlandırabilme)</i></p> <p>M4.Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(1). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i></p>
2	<p>M2.Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(2). Verilen algoritmalarından hareketle SATURN kelimesinin şifrelenmiş halini belirleyebilme</i></p> <p>M3.Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme <i>M3(2). Soruda verilen alfabetik sıra indeksi ile tablo değeri değişkenlerini problemle ilişkili olarak kullanabilme</i></p> <p>M4.Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(2). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i></p>
3	<p>M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(3). Maksimum odun sayısına ulaşmak için yol üzerindeki büyük sayıları tercih etmesi gerektiğini düşünebilme</i></p> <p>M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(3). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i></p> <p>M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme <i>M8(3). Maksimum odun sayısına ulaşmak için tüm alternatif yolları göz önüne alarak, hangi yolun tercih edilmesi gerektiğini düşünebilme</i></p>
4	<p>M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(4). Soruda verilen şekle uygun programı belirleyebilme</i></p> <p>M3.Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme <i>M3(4). Soruda verilen programlama dilini problem durumuyla ilişkilendirebilme (anlamlandırabilme)</i></p> <p>M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(4). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i></p>

Çizelge 3.3 Muhakeme Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri (devamı)

5	M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(5). Ampulün yanması için hangi düğmelere basılması gerektiğini düşünebilme</i>
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(5). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M5. Koşul içeren durumlara ilişkin muhakeme yürütebilme <i>M5(5). Ampulün yanması için gerekli olan koşulları göz önüne alarak çıkarımda bulunabilme</i>
	M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilir muhakeme stratejilerine karar verme <i>M9(5). Problemin çözümüne yönelik geliştirdiği stratejisini açıklayabilme</i>
	M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(6). Robot kolun verilen algoritmaya uygun olarak hangi taşıma bandından kaç nesne alacağını belirleyebilme</i>
6	M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme <i>M3(6). Verilen algoritma ile problem durumunu ilişkilendirebilme</i>
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(6). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme <i>M8(6). Robot kolun nesne taşıma işleminin hangi bantta biteceğini belirleyebilme</i>
	M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(7). Verilen prosedüre uygun olarak kalemlerin sıralamasını belirleyebilme</i>
7	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(7). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme <i>M5(7). Kalemlerin yerinin değişip değişmeyeceği hususunda soruda verilen koşulları uygun bir biçimde kullanabilme</i>
	M7. Verilen durumun(algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme <i>M7(7). Verilen prosedürü istenilen adım kadar uygulama sonucunda ortaya çıkacak durumu düşünebilme</i>
	M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme <i>M1(8). Çocuklar tarafından fıslıdanan sözcüklerde yapılabilecek hatalara ilişkin varsayımlarda bulunabilme</i>
8	M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(8). Başlangıçta kullanılan sözcüğün son halinde toplam 3 hata olacağını düşünebilme</i>
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(8). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M7. Verilen durumun(algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme <i>M7(8). Arkadaşların birbirine hatalı olarak söyledikleri sözcüklerin alabileceği son hali düşünebilme</i>
	M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilir muhakeme stratejilerine karar verme <i>M9(8). Problemin çözümüne yönelik geliştirdiği stratejisini açıklayabilme</i>

Çizelge 3.3 Muhakeme Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri (devamı)

9	M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme <i>M1(9). Soruda verilen dizilimin gerçekleşmesi için kunduzların geçiş ağına hangi sırada girmiş olabileceğine ilişkin varsayımda bulunabilme</i>
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(9). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme <i>M5(9). Farklı renkteki kunduzların karşılaşma durumlarına ilişkin muhakeme yürütebilme</i>
	M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme <i>M6(9). Kunduzların geçiş ağına giriş sırasına yönelik farklı koşulları göz önüne alarak değerlendirebilme</i>
10	M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme <i>M1(10). Hangi kutudan başlandığında tüm kutuların ziyaret edilebileceğine ilişkin varsayımda bulunma</i>
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(10). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme <i>M5(10). Kutularda verilen ifadelere uygun hareketlerin sonuçlarını düşünebilme</i>
	M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilir muhakeme stratejilerine karar verme <i>M9(10). Problemin çözümüne yönelik geliştirdiği stratejisini açıklayabilme</i>
11	M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma) <i>M2(11). Soruda verilen robotların sırasıyla küre, yüzük ve külah alabilmesi için takip etmeleri gereken ortak yolları belirleyebilme</i>
	M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme <i>M3(11). Soruda verilen yönergeyi problem çözümüyle ilişkili olarak kullanabilme</i>
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(11). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme <i>M3(12). Soruda verilen denizci kolyesi olma şartını problem çözümüyle ilişkili olarak kullanabilme</i>
12	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme <i>M4(12). Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme</i>
	M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme <i>M5(12). Problemden verilen denizci kolyesi olma ile ilişkili koşulları (eylemleri) göz önüne alarak muhakeme yürütebilme</i>
	M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme <i>M8(12). Seçeneklerde yer alan dizilimleri göz önüne alarak yürütülmüş olması muhtemel eylemleri ve sırasını belirleyebilme</i>

a: gösterge sıralaması, b: soru sıralaması (Ma(b):b. soruya ilişkin muhakeme becerisinin a. genel göstergesi)

Bu süreç sonunda ortaya çıkan genel göstergeler Çizelge 3.4'teki gibidir.

Çizelge 3.4 Matematiksel Muhakeme Becerisinin Algoritmik Düşünme Süreçlerine İlişkin Göstergeleri

M1.	Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme
M2.	Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)
M3.	Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme
M4.	Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme
M5.	Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme
M6.	Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme
M7.	Verilen durumun(algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme
M8.	Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme
M9.	Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme

Veri analizi süreçleri ilgili göstergeler üzerinden yürütülmüştür. Buna göre öğrenci performansı söz konusu göstergelyi tam olarak karşılyorsa yeterli, kısmen karşılyorsa kısmen yeterli, karşılamıyorsa yetersiz olarak kodlanmıştır.

3.2.4.2.2 Öğrencilerin İlişkilendirme Becerilerinden Elde Edilen Verilen Analizi

Bu araştırmada yer alan öğrencilerin ilişkilendirme becerilerini kullanım düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla öğrencilerin ADBT’de yer alan soruların çözümüne yönelik ilişkilendirme becerisini kullandıklarını gösteren genel göstergeler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bunun için öncelikle araştırmanın ikinci bölümünde yürütülen alanyazın taraması sonucunda ilişkilendirme becerisi için farklı araştırmalarda ortaya konulmuş olan göstergeler incelenmiştir. Daha sonra çalışma grubunda yer alan her bir öğrencinin ADBT’ye verdikleri yazılı yanıtlardan oluşan dokümanlar ile görüşme süreçlerinden elde edilen veriler tümevarımcı bir yaklaşımla incelenmiş ve veri analizinde kullanılacak olan genel göstergelerin oluşturulmasında MEB (2013) öğretim programında yer alan göstergelerin referans alınmasına karar verilmiştir. Bu durumun nedeni ilgili çalışmalarda yer alan göstergelerin bu araştırmada gözlenen durumlarla daha yakından ilişkili olması ile açıklanabilir. Genel göstergelere ulaşabilmek için öncelikle soru bazında özel göstergeler oluşturulmuş ve bu göstergeler MEB (2013) öğretim programında yer alan genel göstergelerle ilişkilendirilerek bu araştırma çerçevesinde kullanılacak olan genel göstergelere ulaşılmıştır. İlgili göstergeler Çizelge 3.5’te verilmektedir.

Çizelge 3.5 İlişkilendirme Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri

Soru	İlişkilendirme Becerisi Genel Göstergeler <i>Soru Bazında Özel Göstergeler</i>
1	İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme) <i>İ1(1). Verilen desen ile kod dizisini ilişkilendirme</i>
2	İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma <i>İ2(2). Satürn kelimesini alfabetik sıra indeksi ve verilen tablo ile ilişkilendirme</i>
3	İ3. Algoritmalar (yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenilen durum arasında ilişki kurma <i>İ3(3). Maksimum odun sayısı ile gidebileceği rotayı ilişkilendirme</i>
4	İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme) <i>İ1(4). Verilen nakışı makinenin programı ile ilişkilendirme</i>
5	İ3. Algoritmalar (yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenilen durum arasında ilişki kurma <i>İ3(5). Ampulün yanması durumunu verilen koşul içeren algoritma ile ilişkilendirme</i>
6	İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma <i>İ2(6). Robot kolun işleyiş algoritmasını, taşıma bandında kalacak nesne sayısıyla ilişkilendirme</i>
7	İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma <i>İ2(7). Verilen kural ile kalemlerin diziliş sırasını ilişkilendirme</i>
8	İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma <i>İ2(8). Verilen algoritmaya uygun olarak ADVENTURES kelimesinin harflerinin konumunu ilişkilendirme</i>
9	İ3. Algoritmalar (yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenilen durum arasında ilişki kurma <i>İ3(9). Verilen koşullu algoritma ile kunduzların geçiş ağına giriş ve çıkışlarını ilişkilendirme</i>
10	İ3. Algoritmalar (yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenilen durum arasında ilişki kurma <i>İ3(10). Verilen kural ile tüm kutuların ziyaret edilmesi koşulunu ilişkilendirme</i>
11	İ3. Algoritmalar (yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenilen durum arasında ilişki kurma <i>İ3(11). Verilen kural ile A, B ve C robotlarının sırasıyla küre, yüzük ve külah alması koşulunu ilişkilendirme</i>
12	İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma <i>İ2(12). Denizci kolyesi olması için gereken eylemleri kolyenin dizilimi ile ilişkilendirme</i>

a: gösterge sıralaması, b: soru sıralaması (Ma(b):b. soruya ilişkin ilişkilendirme becerisinin a. genel göstergesi)

Bu süreç sonunda ortaya çıkan genel göstergeler Çizelge 3.6'daki gibidir.

Çizelge 3.6 Matematiksel İlişkilendirme Becerisinin Algoritmik Düşünme Süreçlerine İlişkin Göstergeleri

İ1.	Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme)
İ2.	Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma
İ3.	Algoritmalar (yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenilen durum arasında ilişki kurma

Veri analizi süreçleri ilgili göstergeler üzerinden yürütülmüştür. Buna göre öğrenci performansı söz konusu göstergeyi tam olarak karşılıyorsa yeterli, kısmen karşılıyorsa kısmen yeterli, karşılamıyorsa yetersiz olarak kodlanmıştır.

3.2.4.2.3 Öğrencilerin İletişim Becerilerinden Elde Edilen Verilen Analizi

Bu araştırmada yer alan öğrencilerin iletişim becerilerini kullanım düzeylerinin tespit edilmesi amacıyla öğrencilerin ADBT’de yer alan soruların çözümüne yönelik iletişim becerisini kullandıklarını gösteren genel göstergeler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bunun için öncelikle araştırmanın ikinci bölümünde yürütülen alanyazın taraması sonucunda iletişim becerisi için farklı araştırmalarda ortaya konulmuş olan göstergeler incelenmiştir. Daha sonra çalışma grubunda yer alan her bir öğrencinin ADBT’ye verdikleri yazılı yanıtlardan oluşan dokümanlar ile görüşme süreçlerinden elde edilen veriler tümevarımcı bir yaklaşımla incelenmiş ve veri analizinde kullanılacak olan genel göstergelerin oluşturulmasında Greenes ve Schulman’ın (1996) ortaya koyduğu göstergelerin referans alınmasına karar verilmiştir. Bu durumun nedeni ilgili çalışmalarda yer alan göstergelerin bu araştırmada gözlenen durumlarla daha yakından ilişkili olması ile açıklanabilir. Genel göstergelere ulaşabilmek için öncelikle soru bazında özel göstergeler oluşturulmuş ve bu göstergeler Greenes ve Schulman’ın (1996) çalışmalarında yer alan genel göstergelerle ilişkilendirilerek bu araştırma çerçevesinde kullanılacak olan genel göstergelere ulaşılmıştır. İlgili göstergeler Çizelge 3.7’de verilmektedir.

Çizelge 3.7 İletişim Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri

Soru	İletişim Becerisi Genel Göstergeler <i>Soru Bazında Özel Göstergeler</i>
1	İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(1). Soruda verilen kod dizisini anlamlandırma</i> İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(1). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i> İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme) <i>İLT3(1). Soruda verilen şeklin oluşması için yazılması gereken kod dizisini oluşturabilme</i>
2	İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(2). Soruda verilen alfabetik sıra indeksi ve kelimelerin sayısal değerlerini kullanarak oluşturulan şifreleri anlamlandırma</i> İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(2). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i> İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme) <i>İLT3(2). Satürn kelimesini şifreleyebilme</i>

Çizelge 3.7 İletişim Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri (devamı)

3	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(3). Soruda Bilge Kunduz'un odun toplarken izleyebileceği rotaya ilişkin verilen kuralı anlayabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(3). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>
4	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(4). Soruda verilen nakış makinasının programının işleyişini anlayabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(4). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p> <p>İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme) <i>İLT3(4). Verilen nakışın oluşması için makineye girilmesi gereken programı yazabilme</i></p>
5	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(5). Soruda ampulün yanması için verilen koşullu algoritmayı anlamlandırabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(5). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>
6	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(6). Soruda verilen robot kolun çalışma prensibini anlayabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(6). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>
7	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(7). Soruda kalemlerin dizilişine ilişkin verilen verilen kural ve prosedürü anlama</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(7). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>
8	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(8). Soruda çocukların birbirine fısıldayabileceği kelimelerin harflerine ilişkin verilen kuralı anlayabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(8). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>
9	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(9). Kunduzların geçiş ağında ilerleyişine ilişkin verilen koşullu algoritmayı anlamlandırabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(9). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>
10	<p>İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(10). Kutular arasındaki hareketin kuralını anlayabilme</i></p> <p>İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(10). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i></p>

Çizelge 3.7 İletişim Becerisi Özel ve Genel Göstergeleri (devamı)

11	İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(11). Robotların hareket kuralını anlayabilme</i>
	İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(11). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i>
12	İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları/yönergeleri anlamlandırma <i>İLT1(12). Denizci kolyesi için verilen kuralı anlama</i>
	İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme <i>İLT2(12). Soruya ilişkin düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel/ yazılı olarak ifade edebilme</i>

a: gösterge sıralaması, b: soru sıralaması (Ma(b):b. soruya ilişkin iletişim becerisinin a. genel göstergesi)

Bu süreç sonunda ortaya çıkan genel göstergeler Çizelge 3.8'deki gibidir.

Çizelge 3.8 Matematiksel İletişim Becerisinin Algoritmik Düşünme Süreçlerine İlişkin Göstergeleri

İLT1.	Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma
İLT2.	Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme
İLT3.	Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)

Veri analizi süreçleri ilgili göstergeler üzerinden yürütülmüştür. Buna göre öğrenci performansı söz konusu göstergeyi tam olarak karşılıyorsa yeterli, kısmen karşılıyorsa kısmen yeterli, karşılamıyorsa yetersiz olarak kodlanmıştır.

3.3 Geçerlik ve Güvenirlilik

Bu araştırmada yer alan veri toplama araçlarından biri olan ADBT'nin geçerliğine yönelik olarak uzman görüşlerinden yararlanılması ve yapılan madde analizleri, güvenirliliğine yönelik olarak ise yürütülen ön uygulama süreci ve hesaplanan güvenirlilik katsayısı gösterilebilir. Buna göre ADBT'de yer alan ve madde güçlük değeri 0.20'nin altında, madde ayırt edicilik değeri ise 0.30'un altında kalan maddeler testten çıkarılmıştır. Testin güvenirliliğine yönelik olarak ise KR-20 iç tutarlık katsayısı hesabı yapılmış ve ilgili değer 0.722 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada oluşturulan özel ve genel göstergelerin oluşturulmasında ve öğrencilerin süreç becerilerinin yeterli, kısmen yeterli ve yetersiz olarak kodlanmasında araştırmacı ile danışman birlikte hareket etmişler ve öğrenci verilerini tümevarımcı bir yaklaşımla ele almışlardır. Veri analizi süreçlerinde fikir birliğine varıncaya dek çalışılmış, kararsız kalınan durumlarda uzman öğretim üyelerinin fikrine başvurulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Öğrencilerin Algoritmik Düşünme Beceri Düzeylerinden Elde Edilen Bulgular

Bu araştırmada yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeyinden elde edilen bulgular Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1 ADBT’ten Elde Edilen Bulgular

Sınıf Düzeyi	Y (f)	KY (f)	YSZ (f)	Toplam	Genel Performans
7	7	10	13	30	KY
8	5	17	8	30	KY
Toplam	12	27	21	60	KY

Çizelge 4.1 incelendiğinde her iki sınıf düzeyi için öğrenci puan ortalamalarının ‘kısmen yeterli’ düzeye karşılık geldiği görülmektedir. Toplam öğrenci sayıları incelendiğinde ise 60 öğrencinin 27’sinin (%45) kısmen yeterli performansa sahip olduğu gözlenmektedir. Dolayısıyla araştırmada yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme düzeylerinin genel olarak kısmen yeterli düzeyde olduğu sonucu elde edilmiştir.

4.1.1 ADBT’nin Alt Boyutlarından Elde Edilen Bulgular

Bu araştırmada ADBT’nin alt boyutlarından elde edilen bulgular Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.2 ADBT Alt Boyutlarından Elde Edilen Bulgular

Sınıf seviyesi	ADBT Alt Boyutu	Y(f)	KY (f)	YSZ (f)	Genel Performans
7	<i>Algoritmik Görev</i>	9	6	15	KY
	<i>İzleme</i>	2	10	18	KY
	<i>Mantık</i>	4	6	20	KY
	<i>Analiz</i>	5	10	15	KY
	<i>Toplam</i>	20	32	68	
8	<i>Algoritmik Görev</i>	8	11	11	KY
	<i>İzleme</i>	4	9	17	KY
	<i>Mantık</i>	4	10	16	KY
	<i>Analiz</i>	4	8	18	KY
	<i>Toplam</i>	20	38	63	

Çizelge 4.2 incelendiğinde ADBT’nin farklı boyutları için 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin genel olarak kısmen yeterli performanslar sergiledikleri görülmektedir. Frekans değerleri göz önüne alındığında, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin yeterli düzey performans toplamının (20) eşit olduğu, 7. sınıf öğrencilerinin yetersiz performans toplam frekanslarının (68) 8. sınıflara nazaran (63) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Dolayısıyla 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme alt boyutlarına ilişkin performans düzeyleri ‘kısmen yeterli’ olmakla birlikte, 7. sınıf öğrencilerinin 8. sınıflara nazaran genel olarak daha düşük performans gösterdiği yorumu yapılabilir.

Bununla birlikte 7. sınıf öğrencilerinin ‘algoritmik görev’, ‘izleme’ ve ‘mantık’ alt boyutlarında yetersiz performans sayılarının 8. sınıflara nazaran daha yüksek, ‘izleme’ alt boyutunda ise ‘yeterli’ performans sayılarının 8. sınıflardan daha düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla algoritmik görev, mantık ve izleme boyutlarında 8. sınıf öğrencilerinin 7. sınıflardan daha iyi performans gösterdiği yorumu yapılabilir. Analiz boyutu incelendiğinde ise 7. sınıf öğrencilerinin yetersiz performanslarının 8. sınıflardan daha az olduğundan hareketle 7. sınıf öğrencilerinin 8. sınıflara nazaran daha iyi performans gösterdikleri söylenebilir.

4.2 Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Bu araştırmada yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda süreç becerilerini hangi düzeyde kullandıklarının belirlenmesi amacıyla kendileri ile yürütülen görüşme süreçlerinden elde edilen bulgular aşağıda verilmektedir.

4.2.1 Algoritmik Düşünme Becerisi ‘Kısmen Yeterli’ Düzeyde Olan Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

4.2.1.1 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘kısmen yeterli’ olan Ö1(7) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan altısını doğru biçimde yanıtlayamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.3, 4.4 ve 4.5’te verilmektedir.

Çizelge 4.3 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular					
	1	4	5	6	10	12
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	—	—	—	YSZ	—
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	KY	KY	YSZ	KY	—	—
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	KY	KY	—	Y	—	YSZ
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	KY	KY	YSZ	Y	YSZ	YSZ
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	—	YSZ	—	Y	YSZ

Çizelge 4.3 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular
(devamı)

M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	—	—	YSZ	—	YSZ
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilir muhakeme stratejilerine karar verme	—	—	YSZ	—	YSZ	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.3 incelendiğinde Ö1(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 22 göstergenin üçünde yeterli (%14), yedisinde kısmen yeterli (%32), 12'sinde ise yetersiz (%54) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö1(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.4 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular					
	1	4	5	6	10	12
İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme)	KY	KY	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma	—	—	—	KY	—	YSZ
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	—	—	YSZ	—	YSZ	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz

Çizelge 4.4 incelendiğinde Ö1(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam altı göstergenin üçünde kısmen yeterli (%50), üçünde ise yetersiz (%50) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö1(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak kısmen yeterli/yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.5 Ö1(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular					
	1	4	5	6	10	12
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	KY	KY	YSZ	Y	Y	YSZ
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	Y	KY	YSZ	Y	YSZ	YSZ
İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	KY	KY	—	—	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz


Çizelge 4.5 incelendiğinde ise Ö1(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 14 göstergenin dördünde yeterli (%28), beşinde kısmen yeterli (%36), beşinde ise yetersiz (%36) performans sergilediği görülmektedir.

Dolayısıyla Ö1(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak kısmen yeterli/yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.


Ö1(7) kodlu öğrenci ile ADBT’de yer alan 10. soru (Şekil 4.1) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Tahtadan yapılmış 8 kutu var. Kutuların pozisyonları 1’den 8’e kadar etiketlenmiştir. Her bir kutuya, üç tip hareket kuralından biri yerleştirilmiştir. Her kural türüne bir örnek aşağıda verilmiştir:

1. Sola Hareket
Örneğin, 2SOL, kutuyu iki kere sola hareket ettirmek anlamına gelir.



2. Sağa Hareket
Örneğin, 3SAĞ, kutuyu 3 kere sağa hareket ettirmek anlamına gelir.



3. Hareket etmeyin
Kural "0" yazıyorsa, bu kutudan hiç hareket etmeyin anlamına gelir.

Soru
Bu kartı inceleyin:

1SAĞ	3SAĞ	2SOL	0	3SAĞ	1SAĞ	3SOL	2SOL
1	2	3	4	5	6	7	8

Hangi kutudan başlanırsa kurallara uyarak tüm kutular ziyaret edilebilir?

A) 2
B) 3
C) 5
D) Her kutuyu ziyaret etmek olası değildir.

Şekil 4.1 ADBT-10. Soru

Araştırmacı: Sorudan ne anladığınızı açıklar mısınız?

Ö1(7): Burada şey demek istiyor sıfıra gelene kadar kaç tane kutucuğun üzerinden geçmiştir diye soruyor.

Araştırmacı: Nasıl çözdüğünüzü açıklar mısınız?

Ö1(7): Ben çözerken iki taraftan da başladım, en fazla hangisiyse onu seçtim. Soldan başladığımızı 1 numaralı kutuda 1 sağ diyor o zaman 2 numaraya geçmiş oluyor. O kutuda 3 sağ diyor ve 5 numaralı kutuya geçmiş oluyor. Sonra 3 sağ 8 numaralı kutuya gelmiş oluyor. 8 numaralı kutuda 2 sol diyor ve 6 numaralı kutuya geliyor. 6 numaralı kutuda 1 sağ dediği için 7 numaralı kutuya geliyor. Onda da 3 sol diyor ve 4 numaralı kutuya yani sıfıra ulaşıyor.

Araştırmacı: Yani 1 numaralı kutudan başladın, sıfıra gelene kadar 5 tane kutudan geçtiğini söyledin. Ama toplam 7 kutudan geçtin.

Ö1(7): Başlangıç ve bitiş kutularını saymıyoruz.

Araştırmacı: Soruyu çözerken zorlandığınız noktalar oldu mu?

Ö1(7): Mesela hangi taraftan başlayacağım, içteki kutulardan başlayabiliyor muyum diye merak ettim.

Ö1(7) kodlu öğrencinin verdiği yanıtlara bakıldığında *kutular arasındaki hareketin kuralını anlayabildiği (İLT1), kutularda verilen ifadelere uygun hareketlerin sonuçlarını düşünebildiği(M5)* görülmektedir. Bununla birlikte problemi doğru anlayamadığı için *soruya ilişkin düşüncelerini ifade edebilme (İLT2)* konusunda sıkıntı yaşadığı *verilen kural ile tüm kutuların ziyaret edilebilmesi koşulunu ilişkilendiremediği(İ10)*, dolayısıyla *problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendiremediği(M4)* ve *çözümüne yönelik geliştirdiği stratejisini açıklamakta (M10)* yetersiz olduğu görülmektedir.

4.2.1.2 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘kısmen yeterli’ olan Ö2(7) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan beşini doğru biçimde yanıtlanamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.6, 4.7 ve 4.8’de verilmektedir.

Çizelge 4.6 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	1	5	6	9	12
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	—	—	YSZ	—
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	KY	YSZ	KY	—	—
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	KY	—	Y	—	YSZ
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	KY	YSZ	Y	YSZ	YSZ
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	YSZ	—	Y	YSZ
M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme	—	—	—	YSZ	—
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	—	YSZ	—	YSZ
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme	—	YSZ	—	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz

Çizelge 4.6 incelendiğinde ise Ö2(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 19 göstergenin üçünde yeterli (%16), dördünde kısmen yeterli (%21), 12’sinde ise yetersiz (%63) performans sergilediği

görülmektedir. Dolayısıyla Ö2(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.7 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	1	5	6	9	12
İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme)	KY	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma	—	—	KY	—	YSZ
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	—	YSZ	—	YSZ	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz

Çizelge 4.7 incelendiğinde Ö2(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam beş göstergenin ikisinde kısmen yeterli (%40), üçünde ise yetersiz (%60) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö2(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.8 Ö2(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	1	5	6	9	12
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	KY	YSZ	Y	Y	YSZ
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	Y	YSZ	Y	KY	KY
İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	KY	—	—	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.8 incelendiğinde ise Ö2(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 11 göstergenin dördünde yeterli (%36), dördünde kısmen yeterli (%36), üçünde ise yetersiz (%28) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö2(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak yeterli/ kısmen yeterli düzeyde kullandığı söylenebilir.

Ö2(7) kodlu öğrenci ile ADBT’de yer alan 5. soru (Şekil 4.2) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Kunduz Seda ve arkadaşları bir deney yapıyorlar. Deneyde Seda ve arkadaşları, 8 düğmeyi kontrol ederek kabloya bir sinyal gönderecektir. Bu kablolar bazı üçgen veya kare kutulardan geçerek bir ampulün yanmasını sağlar.



Gelen her iki kablo da sinyal gönderirse, üçgen kutu bir sinyal gönderir.
Gelen kablolardan yalnızca biri bir sinyal gönderirse, kare kutu bir sinyal gönderir.

Soru

Seda ve arkadaşları sonunda ampulü yakmak için hangi düğmelere basmalıdır?

- A) 1-2-4-5-6
- B) 1-2-3-4-5
- C) 1-3-4-5-6
- D) 1-3-5-7-8

Şekil 4.2 ADBT-5. Soru

Araştırmacı: Beşinci sorudan ne anladığını açıklar mısın?

Ö2(7): Kablo sinyal gönderirse üçgen kutu bir sinyal gönderir. Aslında sinyali nasıl göndereceğimizi hiç anlamadım, üçgen bir sinyal gönderirse kare kutu bir sinyal gönderiyor. Yani sinyalleri göndermesini mi biz tercih edeceğiz?

Araştırmacı: Soruda ne diyor?

Ö2(7): Bu soru benim kafamı çok karıştırmıştı aslında. Gelen iki kablo da sinyal gönderiyorsa üçgen bu tür bir sinyal gönderir yani iki tane kablo bir sinyal gönderirse üçgen kutuda bir sinyal gönderiyor ama eğer bir tanesi sinyal gönderirse kare kutu sinyal gönderiyor diyor. Yani sinyalleri göndermesini biz mi tercih edeceğiz? Ben 1, 3, 5, 7 ve 8 yapmışım.

Araştırmacı: Neden öyle düşündün?

Ö2(7): Sonunda üçgene ulaşıyor o yüzden bizim üçgene ulaşmamız gerekiyor bunun için de iki kablonun sinyal göndermesi gerekiyor. İlk başta 1 ve 3 numaralı düğmeleri seçtim. 1 numara üçgene 3 numara kareye gidiyor. Yani üçgene gitmesi için iki tane kablo sinyal göndermiş. Kareye gitmesi için de bir sinyal gerekiyor. Sanırım yanlış düşünmüşüm. Çünkü üçgene sinyal gitmesi için 1 ve 2 numaranın sinyal göndermesi gerekiyor.

Araştırmacı: Tekrar çözebilir misin?

Ö2(7): Aslında nasıl sinyal göndereceğimizi tam olarak anlamadım.

Ö2(7) kodlu öğrencinin 5. soruya verdiği yanıtlara bakıldığında problemi anlamadığı, soruya ait tüm göstergelerde yetersiz kaldığı görülmektedir.

4.2.1.3 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘kısmen yeterli’ olan Ö3(8) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan beşini doğru biçimde yanıtlayamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11’de verilmektedir.

Çizelge 4.9 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	6	8	9	10	11
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	YSZ	KY	KY	—
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	KY	Y	—	—	YSZ
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	Y	—	—	—	Y
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	Y	YSZ	KY	KY	Y
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	—	Y	Y	—
M6. Verilen durumu farklı koşullar için Değerlendirebilme	—	—	YSZ	—	—
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	YSZ	—	—	—	—
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme	—	YSZ	—	Y	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.9 incelendiğinde ise Ö3(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 19 göstergenin sekizinde yeterli (%42), beşinde kısmen yeterli (%26), altısında ise yetersiz (%32) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö3(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yeterli düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.10 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	6	8	9	10	11
İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme)	—	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma	KY	YSZ	—	—	—
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	—	—	KY	Y	Y

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.10 incelendiğinde Ö3(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam beş göstergenin ikisinde yeterli (%40), ikisinde

kısmen yeterli (%40), birinde ise yetersiz (%20) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö3(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yeterli/kısmen yeterli düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.11 Ö3(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	6	8	9	10	11
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	Y	KY	Y	Y	Y
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	Y	KY	Y	Y	Y

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.11 incelendiğinde ise Ö3(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 10 göstergenin sekizinde yeterli (%80), ikisinde ise kısmen yeterli (%20) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö3(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak yeterli düzeyde kullandığı söylenebilir.

Ö3(8) kodlu öğrenci ile 8. soru (Şekil 4.3) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Beş arkadaş sırayla oturur: Ayşegül, Beren, Ceyda, Deniz ve sonra Egemen. Ayşegül, Beren'e on harfli bir sözcüğün yazımını fısıldar (örn. E-L-E-K-T-R-O-N-I-K). Beren daha sonra sözcüğün yazımını Ceyda'ya fısıldar, ancak bir hatayla. Hata, bir harfin yeni bir harfle değiştirilmesi (örn. E-L-E-K-S-R-O-N-I-K) veya bir harfin silinmesi (örn. E-L-E-K-T-O-N-I-K) olabilir. Ceyda da, Deniz'e bir hata yaparak yazımı fısıldar. Ve böyle devam eder.



Her fısıltıda tam olarak bir hata vardır; daha fazla, daha az değil aynı harf veya konum birden fazla hataya karşabilir.

Soru

Ayşegül tarafından Beren'e fısıldanan yazım A-D-V-E-N-T-U-R-E-S ise, aşağıdaki yazımlardan hangileri Egemen'e fısıldanabilir?

1. A-D-E-N-U-R
2. A-D-D-E-N-T-U-R-E-S
3. A-D-V-E-N-T-U-R-E
4. A-V-E-N-G-E-R-S
5. D-E-N-T-U-R-E

- A) 1-3-5
B) 2-3-4
C) 2-3-5
D) 3-4-5

Şekil 4.3 ADBT-8. soru

Araştırmacı: Sorudan ne anladığını açıklar mısın?

Ö3(8): Bu soruda kulaktan kulağına oynama var, Ayşe bir kelime türeterek Beren'e söylüyor. Söylerken bir harf değişiyor ya da siliniyor. Böyle böyle devam ediyor. Bu şekilde Egemen'e fısıldanacak kelime isteniyor. Böyle bir harf değişecek şekilde.

Araştırmacı: Kural bir harfin değişmesi mi?

Ö3(8): Yok. Daha fazla, daha az ya da aynı harf veya konum şeklinde ama sadece bir hata var evet bir hata var. Ya daha fazla harf ekleyebilir, ya da aynı harf ama konumu değişebilir diyor ya bir harfin yerini değiştireceğim ya da bir harf silip bir harf ekleyeceğim.

Araştırmacı: Ne o hatalar?

Ö3(8): Beren kelimesinden örnek verebilirim. Mesela Beren'in N harfini silebilirim ya da sonuna e harfi ekleyebilirim ya da B harfini sona ekleyebilirim yani yerini değiştirebilirim.

Araştırmacı: Sen nasıl çözdün soruyu?

Ö3(8): Önce en fazla ne kadar değişeceğine baktım. Ayşe Beren'e söylüyor zaten burada değişmeyecek. Ondan sonra Beren'den Ceyda'ya bir kere, Ceyda'dan Deniz'e, Deniz'den Egemen'e. Yani toplam 3 hata olacak şekilde seçeneklere baktım.

Araştırmacı: Seçenekleri nasıl eleedin?

Ö3(8): Kaç kere değiştiklerine baktım. En fazla ne kadar değişiklik var. Mesela birinci seçenekte 4 harf silinmiş. İkinci seçenekte ama bir harf ekleniyor ya da bir harf siliniyor (öğrenci bir müddet düşünür). İkiyi de elemişim pardon. Üçüncüyü elememişim.

Araştırmacı: 3,4 ve 5 numaralı kelimeleri seçmişsin. Onlar neden olabilir?

Ö3(8): Dördü örnek verebilirim. D harfi silinmiş, bir harf eklenmiş, diğer harf silinmiş ve yer değiştirme olmuş (öğrenci bir müddet düşünür). Dört hata oldu yine nerde yanlış yaptım.

Ö3(8) kodlu öğrencinin verdiği yanıtlara bakıldığında öğrencinin soruda verilen algoritmayı kuralı(algoritmayı) kısmen anlayabildiği dolayısıyla soruya ilişkin düşüncelerini ifade etme konusunda kısmen yeterli olduğu görülmektedir. Öğrencinin

iletişim becerisine ait göstergelerde (İLT1, İLT2) kısmen yeterli performans gösterdiği söylenebilir. Diğer taraftan öğrenci verilen algoritmayı tam olarak anlayamadığı için *algoritmaya uygun olarak ADVENTURES kelimesinin harflerinin konumunu ilişkilendirme(İ2)* konusunda sıkıntı yaşadığı dolayısıyla *çocuklar tarafından fısıldanan sözcüklerde yapılabilecek hatalara ilişkin varsayımlarda bulunabilme(M1)*, *arkadaşların birbirine hatalı olarak söyledikleri sözcüklerin alabileceği son hali düşünebilme(M7)* göstergelerinde yetersiz performans gösterdiği görülmektedir.

4.2.1.4 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘kısmen yeterli’ olan Ö4(8) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan beşini doğru biçimde yanıtlayamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.12, 4.13 ve 4.14’te verilmektedir.

Çizelge 4.12 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	5	6	7	10	11
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda Bulunabilme	—	—	—	YSZ	—
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	YSZ	YSZ	Y	—	YSZ
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	—	YSZ	—	—	KY
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	YSZ	YSZ	KY	YSZ	KY
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme Yürütebilme	YSZ	—	Y	YSZ	—
M6. Verilen durumu farklı koşullar için Değerlendirebilme	—	—	—	—	—
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	—	YSZ	—	—
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme	—	YSZ	—	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.12 incelendiğinde Ö4(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 17 göstergenin ikisinde yeterli (%12), üçünde kısmen yeterli (%18), 12’sinde ise yetersiz (%70) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö4(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.13 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	5	6	7	10	11
İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme (gösterme)	—	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar (yönergeler) ve işlemler (süreçler) arasında ilişki kurma	—	YSZ	Y	—	—
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	YSZ	—	—	YSZ	YSZ

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.13 incelendiğinde Ö4(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam beş göstergenin birinde yeterli (%20), dördünde ise yetersiz (%80) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö4(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.14 Ö4(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular				
	5	6	7	10	11
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	YSZ	YSZ	Y	YSZ	Y
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	YSZ	YSZ	KY	YSZ	KY

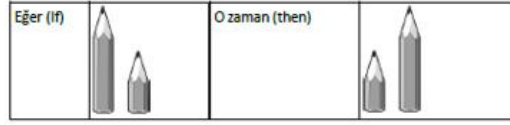
Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.14 incelendiğinde ise Ö4(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 10 göstergenin ikisinde yeterli (%20), ikisinde kısmen yeterli (%20), altısında ise yetersiz (%60) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö4(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Ö4(8) kodlu öğrenci ile 7. soru (Şekil 4.4) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Tülay'ın masasındaki bir çizgide dokuz kalem var. Yanyana duran iki komşu kalemin uzunluğunu karşılaştırarak onlarla oynuyor. Kuralı uygulayarak kalemlerin sırasını değiştirir:

Kural: İki komşu kalemden sol kalem daha uzunsa, iki komşu kalemi yer değiştirir, aksi takdirde orijinal sırada bırakır.



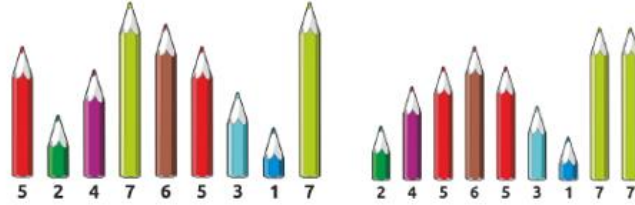
Soldan sağa giderek, çizginin sonuna kadar, çizgideki her bir komşu kalem çiftine kuralı uygular. Kuralı sekiz kez uyguladığını unutmayın. Buna prosedür diyoruz.

Aşağıdaki şekil ilk kalem çizgisini göstermektedir. Her sayı, yukarıdaki kalemin uzunluğunu gösterir.



Soldaki resim, prosedürü bir kez uyguladıktan sonra kalemlerin masada nasıl durduğunu gösterir.

Sağdaki resim, işlemi ikinci kez uyguladıktan sonra kalemlerin sırasını göstermektedir.



Soru

Prosedürü dört kez uyguladıktan sonra kalemlerin sırası aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 2 4 5 3 1 5 6 7 7
- B) 2 4 6 3 1 5 5 7 7
- C) 2 4 5 1 3 5 6 7 7
- D) 2 4 3 5 1 5 6 7 7

Şekil 4.4 ADBT-7. Soru

Araştırmacı: Sorudan ne anladığını, kendi cümleleriyle ifade edebilir misin?

Ö4(8): Ben bu soruyu çözemedim. Örüntü oluşturmaya çalıştım, sayıları topladım. Bir kural verilmiş kural gayet basit gibi görünüyor ama yine de kafa karıştırıcı bir tarafı var.

Araştırmacı: Kural neymiş?

Ö4(8): İki komşu kalemden sol kalem daha uzunsa iki komşu kalemi yer değiştir diyor. Yani aşağıdaki görsele bakarak çözecektim. Aşağıda iki örüntü verilmiş ama hangisine göre yapacaktık anlamadım. İkinci örüntüye göre herhalde.

Araştırmacı: Kuralı uygulayabilir misin?

Ö4(8): Sağdan devam edeyim. Yeşil kaleme iki vermiş, pembe kaleme de dört yazmış. İki başta kalacak çünkü pembe kaleme göre daha kısa orijinal halinde bırakırım. 2-4 ile başlayan tüm şıklar olabilir şu an. Sonra dört ve beşi karşılaştırıyorum. Dört yine

kısa 4-5 halinde kalacak. B ve D şıkkı gider o zaman. Sonra beş ve altıyı karşılaştıracağım ama hala bir yerde hata yapıyorum. Çünkü şıklarda yok.

Ö4(8) kodlu öğrencinin verdiği yanıtlara bakıldığında *soruda kalemlerin dizilişine ilişkin verilen verilen kural ve prosedürü anladığı (İLT1), kural ile kalemlerin sırasını ilişkilendirebildiği(İ2), verilen prosedüre uygun olarak kalemlerin sıralamasını belirleyebildiği(M2), kalemlerin yerinin değişip değişmeyeceği hususunda soruda verilen koşulları uygun bir biçimde kullanabildiği(M5)* görülmektedir. Bununla birlikte *verilen prosedürü istenilen adım kadar uygulama sonucunda ortaya çıkacak durumu düşünebilme(M8)* göstergesinde sıkıntı yaşadığı dolayısıyla *problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini gerekçelendirebilme(M4)* noktasında kısmen yeterli performans gösterdiği söylenebilir.

4.2.2 Algoritmik Düşünme Becerisi ‘Yetersiz’ Düzeyde Olan Öğrencilerin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

4.2.2.1 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘yetersiz’ olan Ö5(7) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan sekizini doğru biçimde yanıtlayamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.15, 4.16 ve 4.17’de verilmektedir.

Çizelge 4.15 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular							
	1	2	3	4	6	7	10	12
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	—	—	—	—	—	YSZ	—
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	KY	KY	KY	YSZ	YSZ	Y	—	—
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	KY	KY	—	YSZ	YSZ	—	—	YSZ
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	KY	KY	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	—	—	—	—	Y	KY	YSZ
M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme	—	—	—	—	—	—	—	—
M7. Verilen durumun (algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme	—	—	—	—	—	YSZ	—	—
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	—	YSZ	—	YSZ	—	—	YSZ

Çizelge 4.15 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular
(devamı)

M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilirlik muhakeme stratejilerine karar verme	—	—	—	—	—	—	YSZ	—
---	---	---	---	---	---	---	-----	---

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.15 incelendiğinde Ö5(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 28 göstergenin ikisinde yeterli (%7), sekizinde kısmen yeterli (%29), 18'inde ise yetersiz (%64) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö5(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.16 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular							
	1	2	3	4	6	7	10	12
İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme(gösterme)	—	—	—	YSZ	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar(yönergeler) ve işlemler(süreçler) arasında ilişki kurma	—	KY	—	—	YSZ	Y	—	YSZ
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	KY	—	YSZ	—	—	—	YSZ	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.16 incelendiğinde Ö5(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam 8 göstergenin birinde yeterli (%12), ikisinde kısmen yeterli (%25), beşinde ise yetersiz (%63) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö5(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.17 Ö5(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular							
	1	2	3	4	6	7	10	12
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	KY	KY	YSZ	YSZ	KY	Y	KY	YSZ
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	KY	KY	KY	YSZ	YSZ	KY	KY	YSZ
İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	KY	KY	—	YSZ	—	—	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.17 incelendiğinde ise Ö5(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 19 göstergenin birinde yeterli (%5), 11'inde

kısmen yeterli (%58), yedisinde ise yetersiz (%37) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö5(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak kısmen yeterli düzeyde kullandığı söylenebilir.

Ö5(7) kodlu öğrenci ile 2. soru (Şekil 4.5) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Marslılar şifreleme için bir algoritma geliştirdiler. Şifreli bir kelimenin iki kısmı vardır: ilk kısım şifrelenecek kelimenin sayısal değerinden, ikinci kısım ise kelimedeki her harfin alfabetik sıralamasından oluşur. Tüm şifreleme işlemleri için aşağıdaki tabloyu kullanırlar:

A	B	M	N	O	R	S	T	U
1	2	4	10	50	180	300	650	960

Örneğin "MARS" kelimesi aşağıdaki gibi şifrelenmiştir. Kelimenin sayısal değeri tablodaki harflerin karşılık gelen değerleri toplanarak ($4+1+180+300=485$) oluşturulur.

"MARS" kelimesinde, tüm harfleri alfabetik olarak sıralarsak A-M-R-S olur. Yani alfabetik sıra indeksi A=1, M=2, R=3, S=4'tür.

Bu nedenle, "MARS" kelimesinin şifrelemesi 485:2134'tür.

Soru

SATURN kelimesi aynı algoritma kullanılarak şifrelenmiş olsaydı, aşağıdakilerden hangisi doğru şifreleme olurdu?

- A) 1440;415632
- B) 1440;718964
- C) 2101;415632
- D) 2101;718964

Şekil 4.5 ADBT-2. Soru

Araştırmacı: Sorudan ne anladığınızı açıklar mısınız?

Ö5(7): Şimdi bunu nasıl anlatabilirim (öğrenci bir müddet düşünür). Yani burada harflerle sayılar eşleştirilmiş. Bu harflere gelen sayıların karşılığı neydi diye sormuş yani bunların toplamı ve kaçınıcı sırada oldukları. Mars kelimesi neymiş. M=4 A=1 R=180 S=300 toplamı 485 olmuş. Bizden Satürn'ü istiyor.

Araştırmacı: Çözüm yolunu açıklar mısınız?

Ö5(7): İlk önce ben bu harfleri sıraladım. Sonra bu harflere karşılık gelen sayıları topladım. 2101 oldu.

Araştırmacı: Şifrenin ikinci kısmını nasıl oluşturdu?

Ö5(7): Burada S harfi 7 ye geliyor, A harfi 1'e geliyor.

Araştırmacı: Harflerin tablodaki sırasını mı yazdın?

Ö5(7): Evet tabloda kaçınıcı sıradaysa harfler onları yazdım.

Ö5(7) kodlu öğrencinin verdiği yanıtlara bakıldığında *Satürn kelimesini alfabetik sıra indeksi ve verilen tablo ile ilişkilendirmeyi (İ2)* tam anlamıyla yapamadığı görülmektedir. Dolayısıyla öğrencinin ilgili soruya ait tüm göstergelerde kısmen yeterli performans gösterdiği söylenebilir.

4.2.2.2 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘yetersiz’ olan Ö6(7) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan 10’unu doğru biçimde yanıtlayamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.18, 4.19 ve 4.20’de verilmektedir.

Çizelge 4.18 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular										
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	12	
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	—	—	—	—	—	YSZ	YSZ	KY	—	
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	KY	YSZ	KY	YSZ	KY	Y	Y	—	—	—	
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	KY	—	KY	—	Y	—	—	—	—	YSZ	
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	KY	YSZ	KY	YSZ	KY	KY	YSZ	YSZ	KY	YSZ	
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	—	—	YSZ	—	KY	—	YSZ	Y	YSZ	
M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
M7. Verilen durumun (algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme	—	—	—	—	—	KY	YSZ	—	—	—	
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	YSZ	—	—	YSZ	—	—	—	—	YSZ	
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme	—	—	—	YSZ	—	—	YSZ	—	KY	—	

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.18 incelendiğinde Ö6(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 37 göstergenin dördünde yeterli (%11), 14’ünde kısmen yeterli (%38), 19’unda ise yetersiz (%51) performans sergilediği

görülmektedir. Dolayısıyla Ö6(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.19 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular									
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	12
İ1. Algoritma içeren durumlara farklı biçimlerde temsil etme(gösterme)	KY	—	Y	—	—	—	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar(yönergeler) ve işlemler(süreçler) arasında ilişkin kurma	—	—	—	—	KY	Y	YSZ	—	—	YSZ
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişkin kurma	—	YSZ	—	YSZ	—	—	—	YSZ	KY	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.19 incelendiğinde Ö6(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam 10 göstergenin ikisinde yeterli (%20), üçünde kısmen yeterli (%30), beşinde ise yetersiz (%50) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö6(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.20 Ö6(7) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular									
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	12
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	KY	YSZ	Y	YSZ	Y	Y	Y	YSZ	Y	YSZ
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	KY	YSZ	Y	YSZ	Y	Y	Y	YSZ	Y	YSZ
İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	KY	—	KY	—	—	—	—	—	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.20 incelendiğinde ise Ö6(7) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 22 göstergenin 10'unda yeterli (%46), dördünde kısmen yeterli (%18), sekizinde ise yetersiz (%36) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö6(7) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak yeterli düzeyde kullandığı söylenebilir.

Ö6(7) kodlu öğrenci ile 8. soru (Şekil 4.3) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Araştırmacı: Sorudan ne anladığını açıklar mısın?

Ö6(7): Beş arkadaş kulaktan kulağa oynuyormuş. Herkes bir hata yaparak arkadaşına kelimeyi söylüyor. Hata ya bir harfin silinmesi ya da bir harf yerine başka bir harf yazılması olacaktı.

Araştırmacı: Nasıl çözdün?

Ö6(7): Sırasıyla neydi. Ayşegül, Beren, Ceyda, Deniz ve Egemen. Egemen son kişi demek ki ona gelene kadar toplam 3 hata yapılması gerekiyor. Burada da seçenekler var 3 hata olan seçenekleri bulmak gerekiyor.

Araştırmacı: Seçenekleri nasıl eleddin? Mesela 1 numara neden olamaz?

Ö6(7): 3 tane şey farklı olmalı dedik. Yer de değiştirebilir harfler dedik ya da farklı bir harf gelebilir dedik. Mesela 4 numarada D harfi gitmiş, sonra T gitmiş ve U gitmiş. Bizim istediğimiz bu aslında tam 3 hata var. 2 numaraya bakalım bir harf eklenmiş, sadece bir harf eklenmiş evet dolayısıyla bu olamaz. 2 numara kesin olamaz, 4 numaradan da emindim şıkları eleyince D şıkkı oluyordu, diğerlerini incelemedim o yüzden.

Ö6(7) kodlu öğrencinin verdiği yanıtlara bakıldığında öğrencinin soruda verilen algoritmayı(kuralı) anlayabildiği ve soruya ilişkin düşüncelerini ifade edebildiği görülmektedir. Dolayısıyla öğrencinin ait iletişim becerisine ait göstergelerde (İLT1, İLT2) yeterli performans sergilediği söylenebilir. Diğer taraftan öğrencinin verilen algoritmayı anlayabildiği halde *algoritmaya uygun olarak ADVENTURES kelimesinin harflerinin konumunu ilişkilendirme(İ2)* konusunda sıkıntı yaşadığı, *çocuklar tarafından fısıldanan sözcüklerde yapılabilecek hatalara ilişkin varsayımlarda bulunabilme(M1)*, *arkadaşların birbirine hatalı olarak söyledikleri sözcüklerin alabileceği son hali düşünebilme(M7)* göstergelerinde yetersiz performans gösterdiği görülmektedir.

4.2.2.3 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi ‘yetersiz’ olan Ö7(8) kodlu öğrenci ADBT’de yer alan 12 sorudan dokuzunu doğru biçimde yanıtlanamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.21, 4.22 ve 4.23’te verilmektedir.

Çizelge 4.21 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	—	—	—	YSZ	YSZ	YSZ	—	—	
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	YSZ	KY	YSZ	YSZ	KY	—	—	YSZ	—	
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	YSZ	—	YSZ	—	—	—	—	YSZ	YSZ	
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	YSZ	KY	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	
M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	KY	—	YSZ	—	YSZ	YSZ	—	YSZ	
M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme	—	—	—	—	—	YSZ	—	—	—	
M7. Verilen durumun(algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme	—	—	—	YSZ	YSZ	—	—	—	—	
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	—	YSZ	—	—	—	—	—	YSZ	
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilir muhakeme stratejilerine karar verme	—	KY	—	—	YSZ	—	YSZ	—	—	

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz

Çizelge 4.21 incelendiğinde Ö7(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 35 göstergenin beşinde kısmen yeterli (%14), 30'unda ise yetersiz (%86) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö7(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.22 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
İ1. Algoritma içeren durumlara farklı biçimlerde temsil etme(gösterme)	YSZ	—	—	—	—	—	—	—	—	
İ2. Algoritmalar(yönergeler) ve işlemler(süreçler) arasında ilişki kurma	—	—	YSZ	—	YSZ	—	—	—	YSZ	
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişkin kurma	—	KY	—	YSZ	—	YSZ	YSZ	YSZ	—	

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz

Çizelge 4.22 incelendiğinde Ö7(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam 9 göstergenin birinde kısmen yeterli (%11),

sekizinde ise yetersiz (%89) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö7(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.23 Ö7(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	YSZ	KY	KY	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	
İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	YSZ	KY	KY	YSZ	YSZ	YSZ	KY	KY	YSZ	
İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	YSZ	—	—	—	—	—	—	—	—	

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

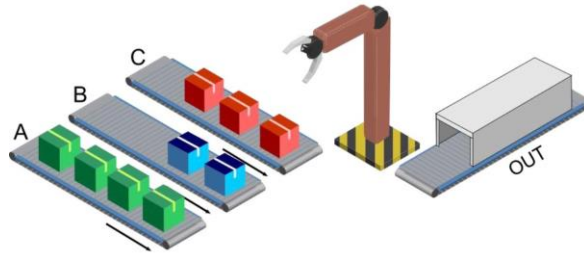
Çizelge 4.23 incelendiğinde ise Ö7(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 19 göstergenin altısında kısmen yeterli (%32), 13'ünde ise yetersiz (%68) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö7(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak yetersiz kullandığı söylenebilir.

Ö7(8) kodlu öğrenci ile 6. soru (Şekil 4.6) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Bir robot kolu, nesneleri işleme taşıma bandına (OUT) taşımak için üç taşıma bandından (A, B ve C) nesneler alır. Robot kolu şu şekilde çalışır:

- önce A'dan bir nesne alır ve onu OUT'a taşır,
- sonra B'ye hareket eder, B'den bir nesne alır ve OUT'a taşır,
- son olarak, A ile tekrar başlamadan önce C ile aynı adımları gerçekleştirir (adım 1).

Taşıma bandına koyulacak bir nesne olmadığında robot kol bir nesne gelene kadar bekler, çünkü işlem ünitesinin ilerlemek için her bantta bir nesneye ihtiyacı vardır.



Soru

Yukarıdaki görselde gösterilen durumda, taşıma bantlarına (A, B ve C) yeni nesnelerin gelmeyeceği biliniyorsa, robot kol tarafından kaç nesne hareket ettirilecektir?

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8

Şekil 4.6 ADBT-6. Soru

Araştırmacı: Sorudan ne anladığını açıklar mısın?

Ö7(8): Burada A, B, C kutuları var. bu kutuları OUT makinesine koyuyor. İlk başta A'yı koyuyormuş, onun peşine B. Ondan sonra A ile tekrar başlamadan önce ile C ile aynı adımı gerçekleştirir. Yani burayı çok anlamadım. Buna göre kaç nesne hareket ettirebilecek diyor. Burada zaten dört tane A kutusu var. B'den iki tane var C'den de 3 tane var. Bu sıraya göre kaç tane hareket ettirebilir diye anladım.

Araştırmacı: Çözüm için nasıl bir yol izledin?

Ö7(8): İlk başta A'dan başlıyor dediği için A'dan bir nesne alınıyor. Sonra B'den bir nesne alıyor. Soruda A ile tekrar başlamadan önce C'den bir nesne alınır diyor o yüzden tekrar A'dan bir nesne alınır. Sonra C den bir nesne alınır. Sonra başa döner ve A'dan bir nesne alınır. Yani A-B-A-C-A sırasıyla toplam 5 nesne alınıyor.

Araştırmacı: Neden 5. nesneden sonra devam etmedin?

Ö7(8): Orda bırakmışım. Ondan sonra neden bıraktığımı ben de anlamadım pek.

Ö7(8) kodlu öğrencinin 6. soruya verdiği yanıtlara bakıldığında, soruya ait iletişim becerisine ait göstergelerde kısmen yeterli, ilişkilendirme ve muhakeme becerisine ait göstergelerde ise yetersiz performans sergilediği görülmektedir.

4.2.2.4 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik düşünme beceri düzeyi 'yetersiz' olan Ö8(8) kodlu öğrenci ADBT'de yer alan 12 sorudan sekizini doğru biçimde yanıtlayamamıştır. Buna göre öğrencinin ilgili sorulardaki muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerine yönelik performansları sırasıyla çizelge 4.24, 4.25 ve 4.26'da verilmektedir.

Çizelge 4.24 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular							
	4	6	7	8	9	10	11	12
M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	—	—	—	YSZ	YSZ	KY	—	—
M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden sonuç ilişkisi kurma)	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	—	—	YSZ	—
M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	YSZ	YSZ	—	—	—	—	YSZ	YSZ
M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	KY	YSZ	YSZ

Çizelge 4.24 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin Muhakeme Becerisinden Elde Edilen Bulgular (devamı)

M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	—	—	YSZ	—	YSZ	Y	—	YSZ
M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme	—	—	—	—	YSZ	—	—	—
M7. Verilen durumun (algoritmanın) bir adım ilerisini Düşünebilme	—	—	YSZ	YSZ	—	—	—	—
M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	—	YSZ	—	—	—	—	—	YSZ
M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılabilir muhakeme stratejilerine karar verme	—	—	—	YSZ	—	KY	—	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.24 incelendiğinde Ö8(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki muhakeme becerisine ait toplam 31 göstergenin birinde yeterli (%3), üçünde kısmen yeterli (%10), 27'sinde ise yetersiz (%87) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö8(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde muhakeme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.25 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin İlişkilendirme Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular							
	4	6	7	8	9	10	11	12
İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme(gösterme)	YSZ	—	—	—	—	—	—	—
İ2. Algoritmalar(yönergeler) ve işlemler(süreçler) arasında ilişki kurma	—	YSZ	YSZ	YSZ	—	—	—	YSZ
İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	—	—	—	—	YSZ	KY	YSZ	—

Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: yetersiz

Çizelge 4.25 incelendiğinde Ö8(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki ilişkilendirme becerisine ait toplam 8 göstergenin birinde kısmen yeterli (%13), yedisinde ise yetersiz (%87) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö8(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde ilişkilendirme becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Çizelge 4.26 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular

	Yapılamayan Sorular							
	4	6	7	8	9	10	11	12
İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	Y	YSZ	YSZ

Çizelge 4.26 Ö8(8) Kodlu Öğrencinin İletişim Becerisinden Elde Edilen Bulgular (devamı)

İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	YSZ	Y	YSZ	YSZ
İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	YSZ	—	—	—	—	—	—	—

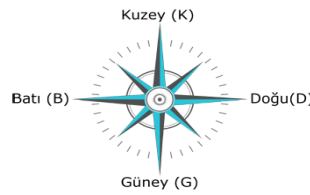
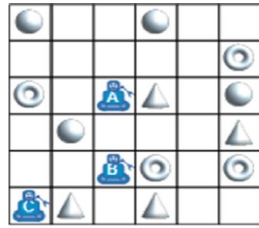
Y: Yeterli, KY: Kısmen yeterli, YSZ: Yetersiz

Çizelge 4.26 incelendiğinde ise Ö8(8) kodlu öğrencinin yapamadığı sorulardaki iletişim becerisine ait toplam 17 göstergenin ikisinde yeterli (%12), 15’inde ise yetersiz (%88) performans sergilediği görülmektedir. Dolayısıyla Ö8(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme süreçlerinde iletişim becerisini genel olarak yetersiz düzeyde kullandığı söylenebilir.

Ö8(8) kodlu öğrenci ile 11. soru (Şekil 4.7) üzerinden yürütülen görüşme süreci aşağıda verilmektedir.

Bir depoda, A, B ve C robotları takım halinde çalışmaktadır. Bu robotlar depoda aynı yöne aynı anda hareket etmektedirler. Verilen yönleri takip eden robotlar depodaki cisimleri toplamaktadır.

Örneğin, verilen yönler K, K, G, G, D şeklinde olduğunda A robotu bir külah, B robotu yüzük ve C robotu da külah almaktadır.



Soru

A, B ve C robotlarının sırasıyla küre, yüzük ve külah alabilmesi için hangi yönlerin takip edilmesi gerekmektedir?

- A) K, D, D, D
- B) K, D, D, G, D
- C) K, K, G, D, K
- D) K, D, D, G, B

Şekil 4.7 ADBT-11. soru

Araştırmacı: Sorudan ne anladığınızı açıklar mısınız?

Ö8(8): Ben bu soruda nereden başlayacağımızı anlamadım.

Araştırmacı: Nasıl yani?

Ö8(8): Robotlar hangi kareden hareket etmeye başlayacak belli değil.

Araştırmacı: Soruda ne anlatıyor?

Ö8(8): Yönleri takip ederek yüzük, külah, külah alacağız galiba.

Araştırmacı: Örneği inceledin mi?

Ö8(8): Burada kuzey, kuzey diyor ama nerden başlayacağız ki o kısmı anlayamadım.

Ö8(8) kodlu öğrencinin 11. soruya verdiği yanıtlara bakıldığında, soruya ait bütün göstergelerde yetersiz performans sergilediği görülmektedir.

4.3 Süreç Becerilerinden Elde Edilen Genel Bulgular

Bu araştırmada yer alan sekiz öğrencinin süreç becerilerine yönelik elde edilen genel bulgular Çizelge 4.27’de verilmektedir.

Çizelge 4.27 Süreç Becerilerinden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik Düşünme Beceri Düzeyi	Öğrenciler	Muhakeme Performansı	İlişkilendirme Performansı	İletişim Performansı
KY	Ö1(7)	YSZ	KY/YSZ	KY/YSZ
	Ö2(7)	YSZ	YSZ	Y/KY
	Ö3(8)	Y	Y/KY	Y
	Ö4(8)	YSZ	YSZ	YSZ
YSZ	Ö5(7)	YSZ	YSZ	KY
	Ö6(7)	YSZ	YSZ	Y
	Ö7(8)	YSZ	YSZ	YSZ
	Ö8(8)	YSZ	YSZ	YSZ

Çizelge 4.27 incelendiğinde öğrencilerin muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerini kullanım düzeylerinin genel olarak yetersiz düzeyde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte iletişim süreçlerinde gösterdikleri performansın diğer becerilere nazaran daha iyi olduğu söylenebilir.

Bu araştırma kapsamında yer alan öğrencilerin süreç becerilerine ilişkin göstergeler göz önüne alındığında yetersiz performans gösterdikleri durumlar ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Süreç Becerilerine İlişkin Göstergelerden Elde Edilen Bulgular

Algoritmik Düşünme Beceri Düzeyi	Öğrenciler	Muhakeme Becerisi YSZ Performanslar	İlişkilendirme becerisi YSZ Performanslar	İletişim becerisi YSZ Performanslar
KY	Ö1(7)	M1, M4, M5, M8, M9	İ3	İLT2
	Ö2(7)	M1, M4, M5, M6, M8, M9	İ3	-
	Ö3(8)	M6, M8	-	-
	Ö4(8)	M1, M2, M4, M5, M8, M9	İ3	İLT1, İLT2
YSZ	Ö5(7)	M1, M3, M4, M7, M8, M9	İ1, İ3	-
	Ö6(7)	M1, M5, M8, M9	İ2, İ3	-
	Ö7(8)	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9	İ1, İ2, İ3	İLT1, İLT3
	Ö8(8)	M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8	İ1, İ2, İ3	İLT1, İLT2, İLT3

Çizelge 4.28 incelendiğinde muhakeme becerisine ilişkin yetersiz performansa sahip göstergelerin sırasıyla M8 (8), M1 (7), M4-M5-M9 (6), M2-M3-M6-M7 (3) şeklinde olduğu görülmektedir. Buna göre öğrenciler en fazla M8 kodlu göstergede, daha sonra M1 kodlu göstergede, daha sonra M4, M5, M9 nolu göstergelerde, son olarak ise M2, M3, M6, M7 nolu göstergelerde yetersiz performans göstermişlerdir. Aynı çizelgeye göre ilişkilendirme becerisine ilişkin yetersiz performansa sahip göstergelerin sırasıyla İ3 (7) ve İ1-İ2 (3) olduğu görülmektedir. Buna göre öğrenciler en fazla İ3 kodlu göstergede, daha sonra ise İ1, İ2 nolu göstergelerde yetersiz performans göstermişlerdir. İletişim becerisine ilişkin yetersiz performansa sahip göstergeler ise sırasıyla İLT1-İLT2 (3) ve İLT3 (2) şeklindedir. Buna göre öğrenciler en fazla İLT1-İLT2 kodlu göstergelerde, daha sonra ise İLT3 nolu göstergede yetersiz performans göstermişlerdir. İlgili durumun daha iyi analiz edilebilmesi amacıyla Çizelge 4.29 incelenebilir.

Çizelge 4.29 Yetersiz Performansa Sahip Göstergelerden Edilen Bulgular

Süreç becerileri	Göstergeler	F
Muhakeme	M8. Verilen problem durumunu tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz edebilme	8
	M1. Olası durumlara ilişkin varsayımlarda bulunabilme	7
	M4. Problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme	6
	M5. Koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme	
	M9. Verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme	
	M2. Verilen bilgilerden hareketle çıkarımlarda bulunabilme (neden-sonuç ilişkisi kurma)	3
	M3. Verilen problem durumunda yer alan algoritma veya yönergeleri problemle ilişkilendirebilme	
M6. Verilen durumu farklı koşullar için değerlendirebilme		
İlişkilendirme	M7. Verilen durumun (algoritmanın) bir adım ilerisini düşünebilme	7
	İ3. Algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma	
	İ1. Algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme(gösterme)	
İletişim	İ2. Algoritmalar(yönergeler) ve işlemler(süreçler) arasında ilişki kurma	3
	İLT1. Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma	
	İLT2. Düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme	
	İLT3. Soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme)	2

Çizelge 4.29 incelendiğinde öğrencilerin muhakeme süreçlerinde en çok i) verilen durumları tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz etme süreçlerinde, daha sonra ise sırasıyla ii) olası durumlara ilişkin varsayımda bulunabilme, iii) problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme-

koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme- verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme süreçlerinde güçlük çektikleri söylenebilir. İlişkilendirme becerisi göz önüne alındığında güçlük çekilen durumların sırasıyla i) algoritmalar(yönergeler) ve problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma, ii) algoritma içeren durumları farklı biçimlerde temsil etme(gösterme)-algoritmalar(yönergeler) ve işlemler(süreçler) arasında ilişki kurma şeklinde olduğu görülmektedir. Son olarak öğrencilerin iletişim süreçlerinde en çok i) Soruda yazılı veya görsel olarak sunulan algoritmaları anlamlandırma-düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilme ve ii) soruda verilen matematiksel fikirleri farklı türlerde ifade edebilme (kodlayabilme) süreçlerinde güçlük çektikleri görülmüştür.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1 Öğrencilerin Algoritmik Düşünme Becerilerinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın birinci alt problemi olan ‘7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerileri hangi düzeydedir?’ sorusunun yanıtlanması için, çalışma kapsamında yer alan öğrencilere, araştırma kapsamında geliştirilmiş olan ADBT uygulanmış ve öğrencilerin testten aldıkları puanlar belirlenen düzeylere göre yorumlanmıştır. Bu aşamada yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeylerinin her iki sınıf seviyesi için de ‘kısmen yeterli’ düzeyde olduğu görülmüştür. Bu verilere dayanarak araştırmada yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinin genel olarak ‘kısmen yeterli’ düzeyde olduğu söylenebilir. Ancak 7 ve 8. sınıf öğrencileri karşılaştırıldığında 7. sınıf öğrencilerinin 8. sınıf öğrencilerine göre daha düşük performans sergilediği görülmüştür. ADBT’nin alt boyutları incelendiğinde ise benzer şekilde her iki sınıf seviyesinde öğrencilerin her bir boyut için performanslarının genel olarak ‘kısmen yeterli’ düzeyde olduğu görülmüştür. Öğrencilerin mevcut duruma uygun algoritmaları belirlemek, algoritmaların sonucunu tahmin etmek, ya da algoritmaların etkililiğini belirlemekten ziyade verilen bir algoritmayı kullanma konusunda daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme alt boyutlarına ilişkin performans düzeyleri ‘kısmen yeterli’ olmakla birlikte, 7. sınıf öğrencilerinin 8. sınıflara nazaran genel olarak daha düşük performans sergilediği söylenebilir. Elde edilen bu sonuç Kanaki ve Kalogiannis’in (2022) çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. İlgili çalışmada algoritmik düşünme becerisi ile yaş arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilmiş ve bu becerinin yaşla birlikte gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Durak ve Sarıtepeci (2018), beşinci sınıftan on ikinci sınıfa kadar 156 öğrencinin algoritmik düşünme gibi temel bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimini etkileyen belirli parametreleri incelemiş ve sınıf seviyesi yükseldikçe öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin de yükseldiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte araştırmacıların algoritmik düşünme eğitime erken yaşta başlanmasının önemi üzerinde durduğu görülmüştür. (Figueiredo ve ark., 2021; Jančec & Vujičić, 2021; Lee ve ark., 2022; Voronina ve ark., 2016). ALGO-LITTLE, algoritmik düşünme becerilerini okul öncesi eğitime entegre ederek, gelecekteki kod

okuryazarlarını erken yaşlardan itibaren hazırlamayı amaçlayan AB destekli bir projedir. Jančec ve Vujičić (2021) çalışmalarında projenin başlatılma bağlamı ve nedenleri, planlanan entelektüel sonuçlar, proje etkinlikleri ve beklenen etkileri açıklamaktadır. Figueiredo ve ark. (2021) çalışmasında Portekiz'deki erken çocukluk eğitiminde algoritmik düşünme ile ilgili girişimleri ve projeleri analiz ederek ALGO-LITTLE yaklaşımının öğretmen eğitiminde nasıl geliştirilebileceğine dair destekleri ve fırsatları belirlemeyi amaçlamaktadır. Voronina ve ark. (2016), 6-7 yaşındaki okul öncesi çocuklarda algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesinin, bir sonraki eğitim aşamasına başarılı bir geçiş için gerekli bir ön koşul olduğunu belirtmektedir. Lee ve ark. (2022) ise erken çocukluk döneminde algoritmik düşünme eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine ve mantıksal düşünme için bir temel oluşturulmasına yardımcı olduğunu belirtmektedir.

Alan yazında ortaokul öğrencilerinin algoritmik düşünme düzeylerini inceleyen çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Yavuz-Mumcu ve Yıldız (2018) geliştirdikleri algoritmik düşünme testini kullanmış ve 5 ve 6. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerilerini etkili bir şekilde kullanamadıklarını belirtmişlerdir. Csernoch ve ark. (2015) çalışmasında Macaristan'da algoritmik düşünme becerilerini test etmek amacıyla geliştirilen kâğıt tabanlı bir projeden yararlanmış ve öğrencilerin az gelişmiş algoritmik becerilerle ortaöğretimden yükseköğrenime başladıklarını belirtmiştir. Benzer şekilde Havelkova (2017), aynı projeden yararlanarak Çek Cumhuriyetinde araştırmasını gerçekleştirmiş ve ortaokul mezunlarının algoritmik düşünme düzeylerinin yetersiz olduğunu ifade etmiştir. Yapılan sınırlı sayıda çalışmada öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeylerinin araştırmacılar tarafından geliştirilen ölçme araçlarıyla test edildiği ve öğrencilerin bu becerilerinin kısmen yeterli ve yetersiz düzeyde olduğu görülmektedir. Bu çalışma sonucunda ise çalışma grubunda yer alan öğrencilerin algoritmik düşünme beceri düzeylerinin 'kısmen yeterli' düzeyde olduğunun tespit edilmesine bağlı olarak, çalışmanın alan yazında yer alan sonuçlarla paralellik gösterdiği söylenebilir.

Öğrencilerin algoritmik düşünme becerisini kazanamamış olmalarının nedenleri arasında, erken yaşlarda algoritmik düşünme eğitimine başlanmaması, eğitim programlarında bu becerinin tam anlamıyla yer almaması, algoritmik düşünmeye yönelik yeterli kaynak, materyal ve etkinliklerin bulunmaması,

öğretmenlerin algoritmik düşünme becerisini kazandırma konusunda yeterince donanımlı ve deneyimli olmaması gibi durumlar gösterilebilir. Tüm bu eksikliklerin, öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirmelerini ve bu beceriyi etkili bir şekilde kullanmalarını zorlaştırdığı söylenebilir. Algoritmik düşünmenin günümüz bilgi toplumunda önemli bir problem çözme becerisi olduğu düşünüldüğünde, bu beceriye sahip olmayan bireylerin gerek günlük yaşamlarında gerek iş hayatında çeşitli zorluklarla karşılaşabileceklerini söylemek mümkündür. Bu sebeple öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini geliştirebilmek için çeşitli yöntemlere ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Öncelikle eğitim programlarının algoritmik düşünme becerisini kazandıracak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda bütün disiplinlerde önemli bir yeri olan bu becerinin tüm eğitim seviyelerinde müfredatlara etkili bir şekilde dâhil edilebilmesi için net bir çerçevenin oluşturulması ve güçlü pedagojik yaklaşımların geliştirilmesi önerilmektedir. Benzer şekilde öğretmenlerin de algoritmik düşünme konusunda daha donanımlı hale getirilmeleri için mesleki gelişim programları aracılığıyla eğitilerek bu beceriyi kazanmaları ve öğrencilere etkili bir şekilde aktarabilmelerinin sağlanması yoluna gidilebilir. Diğer taraftan öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini ne ölçüde kazanabildiklerini belirlemek için geçerli ve güvenilir ölçme araçlarının geliştirilmesi oldukça önemli görülmektedir. Bu becerinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilecek farklı yaş gruplarına yönelik test ve ölçme araçlarının, bireylerin bu beceriyi kazanma ve geliştirme süreçlerine katkı sağlayacağı söylenebilir.

5.2 Öğrencilerin Algoritmik Düşünme Süreçlerinde Matematiksel Süreç Becerilerini Kullanım Düzeylerinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ikinci, üçüncü ve dördüncü alt problemleri kapsamında ele alınmış olan 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme süreçlerinde zorluk yaşadıkları durumlarda muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerini hangi düzeylerde kullandıkları sorularının yanıtlanması için, çalışma kapsamında yer alan öğrencilerle, araştırma kapsamında geliştirilmiş olan ADBT üzerinden yarı yapılandırılmış görüşme süreçleri yürütülmüş ve araştırmacılar tarafından oluşturulmuş olan Muhakeme, İlişkilendirme ve İletişim Becerileri genel göstergeleri

üzerinden öğrenci performansları değerlendirilmiştir. Buna göre öğrencilerin muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim becerilerini kullanım düzeylerinin genel olarak yetersiz düzeyde olduğu, bununla birlikte iletişim süreçlerinde gösterdikleri performansın diğer becerilere nazaran daha iyi olduğu görülmüştür.

Muhakeme becerisi ele alındığında, sadece bir öğrencinin yeterli performans sergilediği ve bu öğrencinin sekizinci sınıfta olup, algoritmik düşünme düzeyi kısmen yeterli olan grupta yer aldığı görülmektedir. Kalan öğrencilerin tamamı muhakeme becerisini kullanım durumu bakımından yetersiz performans sergilemiştir. Alan yazın incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin matematiksel muhakeme düzeylerini inceleyen çalışmalara rastlanmaktadır. Bu araştırmalardan Yöndemli ve Taş (2018), 8. sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada öğrencilerin %95'inin matematiksel muhakeme beceri düzeylerinin orta ve daha alt düzeyde olduğunu, Erdem (2016) çalışmasında 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemelerinin orta düzeyde olduğunu belirtmiştir. Bal-İncebacak ve Ersoy (2016), 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemelerini incelediği çalışmasında iki rutin olmayan problem kullanmış ve öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerini net bir şekilde kullanamadıklarını belirtmiştir. Benzer şekilde 7. sınıf öğrencileri ile çalışan Erdem ve Gürbüz (2015), öğrencilerin matematiksel muhakemelerinin orta ve düşük düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak Kara-Çalışkan (2019) matematik başarıları yüksek düzeyde olan 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan matematik problemleri çözerken sergiledikleri matematiksel muhakeme becerilerini incelemiştir. Çalışmada öğrencilerin genelinde rutin problemlerde daha başarılı olduğu, rutin olmayan problemlerde aynı başarıyı yakalayamadıkları sonucuna ulaşmıştır. Umay ve Kaf (2005), öğrencilerin çok fazla değişik problemle karşılaşmadıkları için farklı problemlerde karşılaştıklarında tedirgin olduklarını ve muhakeme becerilerini geliştirme konusunda yetersiz kaldıklarını ifade etmektedir. Bu çalışmada yapılan görüşmeler sırasında bazı öğrencilerin boş bıraktıkları sorular olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin algoritmik düşünme problemleri ile daha önce karşılaşmamış olmaları ve bu tür problemlere aşina olmamaları dolayısıyla muhakeme yürütme konusunda sıkıntı yaşadıkları yorumu yapılabilir.

Çalışmada yer alan öğrencilerin muhakeme süreçlerinde en çok i) *verilen durumları tüm bileşenleri göz önüne alarak analiz etme* ii) *olası durumlara ilişkin*

varsayımda bulunabilme, iii) problemin çözümüne ilişkin düşüncelerini mantıklı ve tutarlı bir şekilde gerekçelendirebilme- koşul içeren durumlara uygun muhakeme yürütebilme- verilen problemin çözümüne yönelik olarak kullanılacak muhakeme stratejilerine karar verme süreçlerinde güçlük çektikleri görülmüştür. Öğrencilerin muhakeme süreçlerinde yaşadıkları zorlukları ele alan çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlarla karşılaşıldığı görülmektedir. Kaya (2022), çalışmasında 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme düzeylerini, matematiksel muhakemenin alt boyutlarını ölçmek amacıyla geliştirilen bir test aracılığıyla belirlemiştir. Öğrencilerin çözüm yolunun ve sonucun doğruluğuna karar verme konusunda ortalama bir başarıya sahipken, çözüm için mantıklı yollar geliştirmede başarılı olamadıkları tespit edilmiştir. Dumlu (2021) çalışmasında 12. sınıf öğrencilerin problem çözerken kullandıkları strateji ve yöntemleri belirlemek için iki gruba ayırdığı grubun birine genel başarı testi, diğerine algoritmik düşünme testi uygulamıştır. Her iki grupta da öğrencilerin soruları çözerken kendi strateji ve yöntemlerini oluşturmak için çaba sarf etmedikleri, var olan bilgilerinin doğrultusunda ilerleyerek düşünme süreçlerinin dışına çıkmadıkları görülmüştür. Bal-İncebacak ve Ersoy (2018) çalışmasında, öğrencilerin daha fazla muhakeme gerektiren problemleri çözerken, net bir karar alma ve seçtikleri stratejileri açıklama aşamalarında pek başarılı olamadıklarını ortaya koymuştur. Güler- Baran (2023), 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemelerini analiz, genelleme ve gerekçelendirme süreçleriyle incelemiştir. Araştırmanın önemli sonuçlarından biri analiz sürecinde öğrencilerin muhakeme düzeylerinin, diğer süreçlerdeki muhakeme düzeylerini belirleyici bir rol oynadığıdır. Dolayısıyla öğrencilerin genel olarak birden çok değişken içeren problem durumlarını analiz etme ve çözüm yoluna karar verme noktasında güçlük çektikleri söylenebilir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar öğrencilerin muhakeme süreçlerinde farklı noktalarda güçlük çekebileceklerini söylemektedirler. Säfström ve ark. (2024), ilkökul ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel bir problem çözme sırasında karşılaştıkları muhakeme güçlüklerine yönelik bir çerçeve ortaya koymuştur. Araştırmacılara göre öğrencilerin karşılaştıkları güçlükler problem çözme sürecinin farklı noktalarında ortaya çıkabilmektedir. Öğrenciler problemi anlamakta sıkıntı yaşayabilirler, kendi stratejilerini belirlemede sıkıntı yaşayabilirler, alışkın olmadıkları veya zor problem karşısında rastgele yöntemler deneyebilirler.

İlişkilendirme becerisi göz önüne alındığında bir öğrencinin yeterli ve kısmen yeterli performanslarının eşit olduğu görülmektedir. Bununla birlikte dört öğrencinin ilişkilendirme becerisine ait göstergelerde hiç yeterli performans sergileyemediği görülmüştür. Dolayısıyla çalışma grubunda yer alan öğrencilerin en fazla ilişkilendirme becerisinde sıkıntı yaşadığı söylenebilir. Alan yazında ortaokul öğrencilerinin ilişkilendirme becerisinin incelendiği sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Agustini ve ark., (2017), dört açık uçlu soru ile 6. sınıf öğrencilerinin geometri kapsamında matematiksel ilişkilendirme beceri düzeylerini inceledikleri çalışmada öğrencilerin ilişkilendirme beceri düzeylerinin düşük olduğu sonucuna varmıştır. Yıldırım-Akar (2020) ise 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel ilişkilendirme becerilerini incelediği çalışmasında öğrencilerin matematiksel ilişkilendirme becerilerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yeşildere ve Türnüklü (2007), ilişkilendirme gibi birtakım matematiksel becerilere yeterli ölçüde sahip olmayan öğrencilerin problem çözmelerine engel olacağını ifade etmektedir. Benzer şekilde bu çalışmada da öğrencilerin ilişkilendirme becerilerindeki yetersizliklerin, algoritmik düşünme süreçlerini olumsuz etkilediği söylenebilir. Öğrencilerin ilişkilendirme göstergelerinden en çok *algoritmalar(yönergeler)* ve *problemin çözümüne yönelik olarak istenen durum arasında ilişki kurma* sürecinde güçlük yaşadığı görülmüştür. Alan yazında araştırmacılar matematiksel ilişkilendirmeyi kavramlar arası ilişkilendirme, kavramın farklı gösterimleri arasında ilişkilendirme, gerçek hayatla ilişkilendirme ve farklı disiplinlerle ilişkilendirme gibi çeşitli boyutlarda ele almaktadır (Kılıç, 2020; Sari ve ark., 2020; Yorulmaz ve Çokçalışkan, 2017). Çalışma kapsamında ele alınan ilişkilendirme göstergeleri algoritmik düşünme sürecine odaklanmakla birlikte gerçek hayatla ilişkilendirme boyutu ile bağlantı kurulabilir. Zira öğrenciler gerçek yaşam durumlarında var olan algoritma veya yönergeleri problemlerin çözümü ile ilişkilendirememişlerdir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin gerçek yaşamla ilişki kurmada sıkıntı yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Agustini ve ark., 2017, Altay ve ark., 2017; Yıldırım Akar, 2020). Diğer taraftan matematiksel muhakemenin ilişkilendirmeyi de kapsadığı (Alkan ve Taşdan, 2011) göz önüne alındığında, öğrencilerin muhakemedeki yetersizliklerinin ilişkilendirmeye de yansdığı yorumu yapılabilir.

İletişim becerisi göz önüne alındığında ise iki öğrencinin yeterli, bir öğrencinin kısmen yeterli performans sergilediği, bir öğrencinin ise yeterli ve kısmen yeterli performans yüzdelerinin eşit olduğu görülmektedir. Yapılan görüşmeler sırasında bazı öğrencilerin problemi anlamadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Benzer bir durum Zeybek ve Açıl'ın (2018) çalışmasında da tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada öğrencilerin matematiksel ifadeleri anlamakta zorlandıkları ve matematiksel dili kullanmaktan kaçındıkları görülmüştür. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin problemi tam olarak anlayamadıklarını ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde öğrencilerin ilişkilendirme süreçlerinde de bu durumun bir yansıması olarak gerçek yaşamla ilişki kurmada sıkıntı yaşadıkları söylenebilir. Çünkü gerçek yaşamda var olan algoritmaları tam olarak anlayamayan öğrencilerin, bu bilgileri problemin çözümünde etkili bir şekilde kullanamadıkları gözlenmiştir. Zeybek ve Açıl (2018), 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerini tanım yapabilme, kavram kullanabilme ve matematiksel dil kullanabilme yetenekleri bağlamında incelemiş ve öğrencilerin tanım yapma becerisinin diğer iki beceriye göre daha zayıf olduğu, ancak kavram kullanma becerisinin diğer iki beceriye göre daha iyi düzeyde olduğu sonucuna varmıştır. Bu çalışma kapsamında da öğrencilerin iletişim becerilerine ait göstergelerdeki performanslarına bakıldığında soruda sunulan algoritmaları anlamlandırma konusunda düşüncelerini ve matematiksel fikirlerini sözel ve yazılı olarak ifade edebilmeden daha iyi performanslar gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmada yer alan öğrenciler süreç becerilerini genel olarak yetersiz düzeyde kullanmış olsalar da, muhakeme ve ilişkilendirme becerilerine nazaran iletişim becerilerini daha iyi düzeyde kullanabildikleri söylenebilir. Öğrencilerin iletişim becerilerini diğerlerine nazaran daha iyi düzeyde kullanabilmeleri, iletişim becerisinin göstergeleri ile ilişkili olarak yorumlanabilir. İletişim göstergeleri ele alındığında ilgili görevlerde öğrencilerin problemde yer alan algoritmaları anlamlandırma, anlama ve probleme dair düşüncelerini ifade edebilme durumlarına odaklanılmıştır. Bu noktada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, öğrencilerin algoritmaları anlama becerilerinin, problemi çözmek için yeterli olmadığıdır. Öğrencilerin algoritmaları kavrasalar dahi, bu bilginin problemin çözümünde nasıl kullanılacağına karar veremiyor olmaları ilişkilendirmede sıkıntı yaşamalarından kaynaklanmaktadır. Bu sıkıntının temel sebebinin de öğrencilerin muhakeme

becerilerini etkili bir şekilde kullanamamalarından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim matematiksel muhakemenin öğrencilerinin diğer tüm matematiksel becerilerini kullanmasını sağlayan kritik bir beceri olduğu ifade edilmektedir (New Jersey Mathematics Coalition and the New Jersey Department of Education [NJMCF], 1996).

İncelenen ulusal ve uluslararası çalışma sonuçlarına göre 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel süreç becerilerinin genel olarak düşük (yetersiz) düzeyde olduğu ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla örtüştüğü söylenebilir. Matematiksel süreç becerilerinin, problemleri yaratıcı ve eleştirel bir şekilde tanımlayıp çözme yeteneği sağladığı (Kaosa-ard ve ark., 2015) ve günlük hayat problemlerinin üstesinden gelmede önemli bir rol aldığı (Erdoğan ve Özdemir-Erdoğan, 2013) düşünüldüğünde, bu becerilerdeki eksikliklerin algoritmik düşünme becerisini de olumsuz etkileyeceği söylenebilir. Alan yazında bu durumu destekleyen çalışmalar yer almaktadır. Lichtenstein ve MacGregor (1990) düşük matematiksel becerilere sahip öğrencilerin algoritmik düşünmede zorluk yaşadıklarını belirtmektedir. Benzer şekilde Ersozlu ve ark. (2023) matematiksel becerilerdeki eksikliğin algoritmik düşünme becerilerinin geliştirilmesini zorlaştırdığını ifade etmektedir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar da öğrencilerin algoritmik düşünme süreçlerinde yaşadıkları zorluklarda matematiksel muhakeme, iletişim ve ilişkilendirme becerilerindeki eksikliklerin etkili olduğunu göstermektedir.

Matematiksel süreç becerilerinin algoritmik düşünme sürecindeki önemi dikkate alındığında, bu becerilerin algoritmik düşünmeyi destekleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Yapılan alan yazın araştırmalarında matematiksel süreç becerileri, bir problemin doğru ve mantıklı bir şekilde çözülebilmesi için gerekli olan stratejilerin belirlenmesi ve çözümün test edilmesi aşamalarında önemli rol oynayan yetenekler olarak ele alınmaktadır. Algoritmik düşünme becerisi ise benzer şekilde bir problemin çözümü için gerekli olan iş ve adımları belirleyebilme yeteneği olarak ifade edilmektedir. Dolayısıyla problemleri analiz etme, çözüm stratejileri geliştirme ve bu stratejileri uygulamayı içeren matematiksel süreç becerilerinin, algoritmik düşünme süreçleri için de önemli bileşenlere sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle bireylerin problemleri doğru ve etkili bir şekilde çözebilmesi için hem matematiksel süreç

becerilerini hem de algoritmik düşünme becerisini etkili biçimde kullanmaya ihtiyaçları olduğu söylenebilir.

Bu bağlamda alan yazında bazı araştırmacıların algoritmik düşünme için gerekli becerilere dikkat çektiği görülmektedir (Bryka ve ark., 2021; Futschek, 2006; Lehmann, 2023a; Sadykova ve Il'bahtin, 2019; Stephens, 2018). Algoritmik düşünme, bilişsel süreçleri kapsayan bir mantıksal muhakeme olarak ifade edilmektedir (Stephens, 2018). Araştırmacılara göre matematiksel muhakeme ve algoritmik düşünme, birbirini tamamlayan iki önemli beceri olarak değerlendirilmektedir (Ferraria ve ark., 2023; Muller ve Rubinstein, 2011). Ayrıca matematiksel muhakemenin algoritmik düşünme becerisini geliştirdiği de ifade edilmektedir (Korkmaz, 2012; Gries ve ark., 2001; Simon, 1983). Diğer taraftan algoritmik düşünme becerisinin gelişiminde yüksek düzeyde okuma anlama becerilerinin önemli olduğu vurgulanmaktadır (Harangus ve Katai, 2018). Araştırmacılar, bireylerin algoritmik düşünme sürecinde çözüm aşamalarını başkalarına açıklamalarının önemli olduğunu ve işbirlikçi öğrenme ortamlarının bu beceriyi geliştirmede kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir (Wing, 2006; Whitney-Smith, 2023). Öte yandan Hromkovič ve ark., (2016) ilişkilendirmeyi algoritmik düşünmenin ana bileşenleri olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde Lehmann (2023a) algoritmik düşünme sürecinde ilişkilendirme ve muhakemenin önemli bilişsel süreçler olduğu vurgulanmıştır. İncelenen çalışma sonuçlarından yola çıkarak matematiksel süreç becerilerinin algoritmik düşünme süreçlerinde oldukça önemli olduğunu dolayısıyla bu becerilerdeki eksikliklerin algoritmik düşünme sürecini olumsuz etkileyeceğini söylemek mümkündür.

Diğer taraftan araştırmacıların algoritmik düşünmenin gelişiminde en fazla matematiksel muhakeme üzerinde durduğu görülmüştür. Algoritmik düşünme sürecinde problemlere sistematik ve mantıklı adımlar izleyerek çözüm üretmek gerekmektedir. Bu durumun karmaşık problemleri daha küçük parçalara ayırarak bu parçalar üzerinde çalışarak çözüme ulaşmayı gerektirdiği söylenebilir. Muhakemenin de bilgileri analiz ederek mantıklı sonuçlara ulaşmayı sağladığı düşünüldüğünde araştırmacıların matematiksel muhakemenin algoritmik düşünme sürecindeki önemine vurgu yapmaları anlaşılabilir bir durumdur. Çalışmada yer alan öğrenci grubunun sorun yaşadığı alt boyutlara bakıldığında tüm öğrencilerin en fazla 'mantık'

görevlerinde zorlandığı tespit edilmiştir. Mantık görevlerinin sıkı matematiksel muhakeme ve analiz gerektirdiği (Burton, 2010) göz önüne alındığında bu sonuç da matematiksel muhakemenin algoritmik düşünmede kilit bir öneme sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Çalışma grubunda muhakeme becerisini yeterli düzeyde kullanan Ö3(8) kodlu öğrencinin algoritmik düşünme düzeyi kısmen yeterlidir. Bu sonuç da bu durumu desteklemektedir. Buna ek olarak matematiksel süreç becerilerinin birbirini tamamlayan beceriler olduğu düşünüldüğünde matematiksel iletişim ve ilişkilendirmenin de algoritmik düşünme sürecinde önemli rol oynadığı söylenebilir.

Yapılan bu çalışmada öğrencilerin algoritmik düşünme süreçlerinde zorlandıkları durumlarda matematiksel süreç becerilerini genel olarak yetersiz düzeyde kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla öncelikle öğrencilerin süreç becerilerinin geliştirilmesi için çeşitli yöntemlere ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Bu doğrultuda öğrenci merkezli öğrenme yöntemleri, teknoloji destekli, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştiren etkinlikler ve işbirlikli öğrenme ortamlarından yararlanılabilir. Öğrencileri düşünmeye sevk edecek ortam ve durumların oluşturulması, farklı etkinliklerle meşgul olmaları özellikle muhakeme becerilerinin gelişimine katkı sağlayabilir. Öğrencilere ‘neden, niçin?’ benzeri sorular sorularak kendi düşüncelerini ifade etmeleri istenebilir. Öğrencilerin matematiksel düşüncelerini sözlü ya da yazılı ifade edebilmesi, matematiksel iletişimin güçlendirilmesinde etkili olabilir. İşbirlikli öğrenme ortamları ile grup çalışması gerektiren aktiviteler de öğrencilerin birbirlerinden öğrenmelerine fırsat tanıyarak iletişim becerisinin yanı sıra muhakeme becerilerini de geliştirebilir (Rashid ve ark., 2016). Öğrencilerin matematiği diğer derslerle ve günlük yaşamla ilişkilendirebilmeleri, ayrıca matematik konuları arasında bağlantılar kurabilmeleri için derslerde, gerçek hayat problemlerine yer verilebilir. Önerilen bu ve benzeri stratejilerin, öğrencilerin sadece matematiksel süreç becerilerinin yanı sıra, algoritmik düşünme becerilerinin gelişimine de katkı sağlayacağı söylenebilir.

Algoritmik düşünme becerisine ilginin her geçen gün artış gösterdiği görülse de alan yazında algoritmik düşünme becerisinin değerlendirildiği ve bu beceriye yönelik yaşanan zorlukların ele alındığı yeni ve farklı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Bu araştırma algoritmik düşünme süreçlerinde yaşanan zorlukların, matematiksel süreç becerileri çerçevesinde değerlendirilmesini içermektedir. Bu

durum bu araştırma için bir sınırlılık olarak kabul edilebilir. Konu ile ilgili olarak öğrencilerin matematiksel süreç becerileri ve algoritmik düşünme düzeylerinin neden düşük olduğunu ortaya çıkarmaya yönelik olarak yürütülecek farklı çalışmalarda daha derinlemesine analizler yürütülebilir. Bu süreç bireysel görüşmelerin yanı sıra grup mülakatları, gözlem ve günlük analizleri gibi yöntemlerle desteklenebilir. Bununla birlikte matematiksel süreç becerilerinin gelişimini etkileyen faktörleri ortaya çıkarmaya yönelik araştırmalar yürütülebilir. Bu çalışma 7 ve 8. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Diğer sınıf seviyelerinde de benzer çalışmalar yürütülebilir. Bu sayede, farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin algoritmik düşünme becerileri ve bu becerilerin gelişimini etkileyen faktörleri ortaya çıkarmaya yönelik araştırmalar yürütülebilir. Bu çalışma 7 ve 8. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Diğer sınıf seviyelerinde de benzer çalışmalar yürütülebilir. Bu sayede, farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin algoritmik düşünme becerileri ve bu becerilerin gelişimini etkileyen faktörler hakkında daha kapsamlı bilgiler elde edilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abramovich, S. (2015). Mathematical problem posing as a link between algorithmic thinking and conceptual knowledge. *The Teaching of Mathematics*, 18(2), 45–60.
- Agustini, R. Y., Suryadi, D., & Jupri, A. (2017). Construction of open-ended problems for assessing elementary student mathematical connection ability on plane geometry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012148). IOP Publishing.
- Akçay, A. & Çoklar, A. (2016). Bilişsel becerilerin gelişimine yönelik bir öneri: programlama eğitimi: Eğitim teknolojileri okumaları 2016, Editörler: Odabaşı, H. F., Akkoyunlu, B., İşman, A., TOJET, Ankara, 121-140.
- Akhmedov, B. A. (2023). Methods to increase algorithmic thinking in primary education. *Uzbek Scholar Journal*, 12, 22-26.
- Alkan, H., & Taşdan, B. T. (2011). Farklı sınıf düzeylerindeki matematik öğretmen adaylarının gözünden matematiksel düşünme. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 107-137.
- Alsancak-Sırakaya, D. (2020). Investigation of computational thinking in the context of ICT and mobile technologies. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(4), 50-59.
- Alsina, A., Maurandi, A., Ferre, E., & Coronata, C. (2021). Validating an instrument to evaluate the teaching of mathematics through processes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 559-577.
- Altaher, M., & Ferchichi, A. (2018). AlgoThink: An Algorithmic Computational Thinking Approach. JCCO Joint International Conference on ICT in Education and Training, International Conference on Computing in Arabic, and International Conference on Geocomputing (JCCO: TICET-ICCA-GECO), 30 May, Hammamet, Tunisia.
- Altay, M. K., Yalvaç, B., & Yeltekin, E. (2017). 8th Grade Student's Skill of Connecting Mathematics to Real Life. *Journal of Education and Training Studies*, 5(10), 158-166.
- Altıparmak, K., & Öziş, T. (2005). Matematiksel ispat ve matematiksel muhakemenin gelişimi üzerine bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 6(1), 25-37.
- Altukhova, S. O., & Smirnova, I. (2016). Development of algorithmic thinking of university students in the process of professional and teacher training. *Scientific Notes of Orel State University*, (2), 200-202.
- Altun, M. (2006). Matematik öğretiminde gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 223-238.
- Altun, M. (2018). Ortaokullarda matematik öğretimi (13. baskı). Aktüel Yayınları.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. OECD Education Working Papers, 41, OECD Publishing.

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. OECD Publishing.
- Arabacıoğlu, T. (2006). İnternet destekli programlama mantığı öğretimi, Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., Guerrero, D. D. S., & Melo, M. R. A. (2019, February). How many abilities can we measure in computational thinking? A study on Bebras challenge. Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education (pp. 545-551).
- Arkhipov, O. G. (2016). State and prospects of basic computer training in engineering education. *Open Education*, (6), 27-33.
- Arsac, G., Germain, G., & Mante, M. (1991). Problème ouvert et situation-problème [Open problem and problem situation]. IREM de Lyon.
- Atalay, Y. (2023). 21. yüzyıl becerilerinin ortaokul matematik dersi sınıf içi uygulamalarına yansımaları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Atay, H. (2023). Matematik eğitiminde öğrencilerde matematiksel iletişim becerilerindeki farkındalığı oluşturunmanın önemi. *Pearson Journal*, 8(24), 164-176.
- Atmatzidou, S. & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority [ACARA]. (2022). Australian Curriculum: Mathematics v.9. <https://v9.australiancurriculum.edu.au>.
- Aydoğdu, E. (2019). Bilgisayarsız etkinlikler sürecinde öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı, Trabzon.
- Aytekin, A., Sönmez Çakır, F., Yücel, Y. B., & Kulaözü, İ. (2018). Algoritmaların hayatımızdaki yeri ve önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırma Dergisi*, 5(7), 151-162.
- Bacelo, A., & Gómez-Chacón, I. M. (2023). Characterising algorithmic thinking: A university study of unplugged activities. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101284.
- Baki, A. (2008) Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi. Harf Eğitim Yayıncılığı, Ankara.
- Baki, A., & Bell, A. (1997). Ortaöğretim matematik öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Ankara.
- Baki, A., Çatlıoğlu, H., Coştu, S., & Birgin, O. (2009). Conceptions of high school students about mathematical connections to the real-life. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1402-1407.

- Bal İncebacak, B., & Ersoy, E. (2016). 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerinin TIMSS'e göre analizi. *Journal of International Social Research*, 9(46), 474-481.
- Bal İncebacak, B., & Ersoy, E. (2018). Ortaokul öğrencilerinin PISA soruları karşısında muhakeme etme becerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 269-292.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Baykul, Y. (2009). İlköğretimde matematik öğretimi, Pegem Akademi, Ankara.
- Baykul, Y. (2015). Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması (3. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Bell, T., Alexander, J., Freeman, J., & Grimley, M. (2009). Computer science unplugged: school students doing real computing without computers. *New Zealand Journal of Applied Computing and Information Technology*, 13(1), 20-29.
- Benzer, A. İ., & Erümit, A. K. (2019). Algoritmik düşünme üzerine çalışmaların incelenmesi. 7th International Conference on Instructional Technology and Teacher Education (ITTES 2019), 30-1 Kasım, Antalya.
- Bingölbali, E. & Coşkun, M. (2016). İlişkilendirme becerisinin matematik öğretiminde kullanımının geliştirilmesi için kavramsal çerçeve önerisi. *Eğitim ve Bilim*, 41(183), 233-249.
- Biró, P., Csernoch, M., Abari, K., & Máth, J. (2015). Testing algorithmic and application skills. *Turk. Online J. Educ. Technol. Spec.*, 536-543.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. ve Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education-Implications for policy and practice (No. JRC104188). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampilis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V., & Stupurienė, G. (2021). State of play and practices from computing education reviewing computational thinking in compulsory education. <https://jointresearch-centre.ec.europa.eu/>
- Bossé, M. J. (2003). The Beauty of "and" and "or": Connections within mathematics for students with learning. *Mathematics & Computer Education*, 37(1).
- Brendefur, J., & Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: Two preservice teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 125– 153.
- Brenner, M. E. (1998). Development of mathematical communication in problem solving groups by language minority students. *Bilingual Research Journal*, 22(2-4),149-174.

- Brizendine, L., D. (1999). The effects of teaching in a professional development school and the national council of teachers of mathematics professional standards. Doktora Tezi, West Virginia University.
- Brown, W. (2015). Introduction to algorithmic thinking. <https://raptor.martincarlisle.com/Introduction%20to%20Algorithmic%20Thinking.doc>-(Erişim tarihi: 13.06.2023).
- Budinská, L., Mayerová, K., & Veselovská, M. (2017). Bebras task analysis in category little beavers in Slovakia: Informatics in Schools: Focus on Learning Programming: 10th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2017, Helsinki, Finland, November 13-15, 2017, Proceedings 10 (pp. 91-101). Springer International Publishing.
- Bundy, A. (2007). Computational Thinking is Pervasive. *Journal of Scientific and Practical Computing*, 1(2), 67-69.
- Burton, B. A. (2010). Encouraging algorithmic thinking without a computer. *Olympiads in Informatics*, 4, 3-14.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2013). Bilimsel araştırma yöntemleri. Pegem Akademi, Ankara.
- Byrka, M. F., Sushchenko, A. V, Svatiev, A. V, Mazin, V. M., & Veritov, O. I. (2021). A new dimension of learning in higher education: Algorithmic thinking. *Propósitos y Representaciones*, 9(2), 990.
- Cai, J., Jakabcsin, M. S., & Lane, S. (1996). Assessing students' mathematical communication. *School Science and Mathematics*, 96(5), 238-246.
- Çakıcı, Y. (2022). Bilgisayarsız kodlama eğitiminin ilkokul öğrencilerinin dikkatini toplama, problem çözme ve algoritmik düşünme becerileri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı, Mersin.
- Çakıcı, Y., & Özdemir, S. M. (2022). Bilgisayarsız kodlama eğitiminin ilkokul öğrencilerinin dikkatini toplama, problem çözme ve algoritmik düşünme becerileri üzerine etkisi. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 5(3), 235-254.
- Çalışkan, Ç. (2012). 8.sınıf öğrencilerinin matematik başarılarıyla ispat yapabilme seviyelerinin ilişkilendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Bursa.
- Cápay, M., & Magdin, M. (2013). Alternative methods of teaching algorithms. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 83, 431-436.
- Chaparro, L. C. D. (2020). Algorithmic thinking. Doktora tezi, University of Bremen, Mathematics and Computer Science, Germany.
- Charlesworth, B. (2005). Prekindergarten mathematics: Connecting with national standards. *Early Childhood Education Journal*, 32(4), 229-236.

- Choi, J., Lee, Y., & Lee, E. (2017). Puzzle-based algorithm learning for cultivating computational thinking. *Wireless Personal Communications*, 93, 131-145.
- Çiftçi, Z. (2015). Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Erzurum.
- Çimentepe, E. (2019). STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans tezi, Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Niğde.
- Clark, D. (2006). The 2005 Australian Informatics Competition. *The Australian Mathematics Teacher*, 62(1), 30–35.
- Clark, D. (2016). Computational and algorithmic thinking, 2011–2015. Canberra, Australia: Australian Mathematics Trust.
- Çoban, F. N. (2016). Matematiğin popülerleştirilmesine yönelik tasarlanan etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin matematik süreç becerileri ve tutumları açısından değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Çoban, H. (2010). Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme becerileri ile bilişötesi öğrenme stratejilerini kullanma düzeyleri arasındaki ilişki. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Çoban, H., & Tezci, E. (2020). Matematiksel muhakeme becerileri değerlendirme ölçeğinin geliştirilmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(24), 2805-2837.
- Colwell, J., & Enderson, M.C. (2016). “When I hear literacy”: Using pre-service teachers’ perceptions of mathematical literacy to inform program changes in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 53, 63-74.
- Computing At School. [CAS] (2015). *Computational thinking: A guide for teachers*. <https://www.computingatschool.org.uk/media/kscbloob/computationalthinking.pdf>
- Cooke, B. D., & Buchholz, D. (2005). Mathematical communication in the classroom: A teacher makes a difference. *Early Childhood Education Journal*, 32(6), 365-369.
- Cooper, S., Dann, W., & Pausch, R. (2000). Developing algorithmic thinking with Alice. Proceedings of ISECON 2000, 9–12 November, USA.
- Coşkun, M. (2013). Matematik derslerinde ilişkilendirmeye ne ölçüde yer verilmektedir? Sınıf içi uygulamalardan örnekler. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Coştu, S. (2020). Matematik derslerinde ilişkilendirmenin önemi hakkında 6. sınıf öğrencileri ne söylüyor, ne düşünüyor?. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 1(2), 40-63.

- Couderette, M. (2016). Enseignement de l'algorithmique en classe de seconde: Une introduction curriculaire problématique. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 21, 267–296.
- Coxford, A. F. (1995). The case for connections: Connecting mathematics across the curriculum, Editors: House, P. A, Coxford, A. F., Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 3-12.
- Cozzens, M., Kehle, P., & Garfunkel, S. (2010). The value of computational thinking across grade levels (VCTAL). Rutgers University, New Brunswick.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. SAGE Publications, USA.
- Csernoch, M., & Biró, P. (2015). The power in digital literacy and algorithmic skill. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 550-559.
- Csernoch, M., Biró, P., Máth, J., & Abari, K. (2015). Testing algorithmic skills in traditional and non-traditional programming environments. *Informatics in Education*, 14(2), 175-197.
- Curtis, J. (2004). A comparative analysis of walled lake consolidated schools' mathematics assessment program and the state of Michigan's educational assessment program, Yüksek Lisans Tezi, Wayne State University.
- Dagienė, V., & Sentance, S. (2016). It's computational thinking! Bebras tasks in the curriculum. *Informatics in Schools: Improvement of Informatics Knowledge and Perception: 9th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2016, Münster, Germany, October 13-15, 28-39*. Springer International Publishing.
- Davey, L. (1991). The application of case study evaluations. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 2(9).
- Delal, H., & Öner, D. (2020). Ortaokul öğrencilerinin bilişimsel düşünme becerilerini, kablosuz bilgisayar etkinlikleri kullanarak geliştirmek. *Eğitimde Bilişim*, 19(1), 1-13.
- Demir, Ü., & Cevahir, H. (2020). Algoritmik düşünme yeterliliği ile problem çözme becerisi arasındaki ilişkinin incelenmesi: Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(4), 1610-1619.
- Denning, P. J., & Freeman, P. A. (2009). The profession of IT Computing's paradigm. *Communications of the ACM*, 52(12), 28-30.
- Dicerbo, K. (2014). Assessment and teaching of 21st century skills. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 21(4), 502-505.
- Doğan, A. (2020). Algorithmic thinking in primary education. *International Journal of Progressive Education*, 16(4), 286-301.
- Doleck, T., Bazalais, P., Lemay, D. J., Saxena, A., & Basnet, R. B. (2017). Algorithmic thinking, cooperativity, creativity, critical thinking, and problem solving: Exploring the relationship between computational thinking skills and academic performance. *Journal of Computers in Education*, 4(4), 355-369.

- Doruk, B. K. (2011). Matematikçi günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara.
- Douadi, B., Tahar, B., & Hamid, S. (2012). Smart edutainment game for algorithmic thinking. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 454-458.
- Dumlu, B. Ö. (2021). Ortaöğretim öğrencilerinin algoritmik düşünme araçlarından akış şemalarıyla problem çözme aşamalarına yönelik algıları. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Durak, H. Y., & Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers & Education*, 116, 191-202.
- Eguchi, A. (2016). Computational thinking with educational robotics. In G. Chamblee & L. Langub (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 79-84).
- Eli, J. A. (2009). An exploratory mixed methods study of prospective middle grades teachers' mathematical connections while completing investigative tasks in geometry. Ph.D. Thesis, University of Kentucky, Lexington, ABD.
- Erdem, E. (2015). Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının matematiksel muhakemeye ve tutuma etkisi. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Erzurum.
- Erdem, E. (2016). Matematiksel muhakeme ile okuduğunu anlama arasındaki ilişki: 8. sınıf örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1), 393-414.
- Erdem, E., & Gürbüz, R. (2015). An analysis of seventh-grade students' mathematical reasoning. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 44(1), 123-142.
- Erdoğan, A., & Özdemir-Erdoğan, E. (2013). Didaktik durumlar teorisi ışığında ilköğretim öğrencilerine matematiksel süreçlerin yaşatılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 17-34.
- Ersozlu, Z., Swartz, M., & Skourdoumbis, A. (2023). Developing computational thinking through mathematics: An evaluative scientific mapping. *Education Sciences*, 13(4), 422.
- Erümit, A. K., Benzer, A. İ., Aksoy, D. A., & Şahin, G. (2017). Algoritmik düşünme için programlama öğretimi adımları: eğitim teknolojileri okumaları 2017, Editörler: Odabaşı, H. F., Akkoyunlu, B., İşman, A., TOJET, Ankara, 1-15.
- Ferreira, T. D., dos Santos, J. S., de Araújo Medeiros, R., Andrade, W. L., Brunet, J., & Melo, M. R. A. (2023). Exploring the Relationship of Mathematical Reasoning and Computational Thinking. In *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola* (pp. 583-591). SBC.
- Figueiredo, M., Amante, S., Gomes, H. M. D. S. V., Gomes, M. A., Rego, B., Alves, V., & Duarte, R. P. (2021). Algorithmic thinking in early childhood education: Opportunities and supports in the Portuguese context. In *EDULEARN21 Proceedings* (pp. 9339-9348). IATED.

- Francisco, J. M. & Maher, C. A. (2005). Conditions for promoting reasoning in problem solving: Insights from a longitudinal study. *Journal of Mathematical Behavior*, 24, 361–372.
- Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: The key for understanding computer science: Informatics Education – The Bridge between Using and Understanding Computers, Ed.: Mittermeir R. T., Berlin, 159-168.
- Futschek, G., & Moschitz, J. (2010). Developing algorithmic thinking by inventing and playing algorithms. Constructionism 2010 The 12th EuroLogo Conference, 16-20 August, Paris, France.
- Futschek, G., & Moschitz, J. (2011). Learning algorithmic thinking with tangible objects eases transition to computer programming. In Informatics in Schools. Contributing to 21st Century Education: 5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives, ISSEP 2011, (pp. 155-164). Springer Berlin Heidelberg.
- Gal-Ezer, J., & Lichtenstein, O. (1997). A mathematical-algorithmic approach to sets: A case study. *Mathematics and Computer Education*, 31, 33-42.
- García-García, J., & Dolores-Flores, C. (2018). Intra-mathematical connections made by high school students in performing Calculus tasks. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(2), 227-252.
- Garner, S. (2003). Learning resources and tools to aid novices learn programming. Informing Science & Information Technology Education Joint Conference (INSITE) (pp. 213-222).
- Gay, L. R., Mills G. E. & Airasian, P. (2006). Educational research: Competencies for analysis and applications (8th ed.), Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Gökada, A. (2021). Algoritmik düşünme becerilerinin kazandırılmasına yönelik dokunabilir kullanıcı arayüzü geliştirilmesi. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Gökoğlu, S. (2017). Programlama eğitiminde algoritma algısı: Bir metafor analizi. *Cumhuriyet International Journal of Education-CIJE*, 6 (1), 1-14.
- Gonzalez, M. R. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. Proceedings of EDULEARN15 Conference (pp. 2436-2444). Barcelona, Spain.
- Greenes; C., & Schulman, L. (1996): Communication processes in mathematical explorations and investigations: 1996 NCTM Yearbook: Communication in mathematics, K–12. Editor: Elliot, P., National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA.
- Gries, D., Marion, B., Henderson, P., & Schwartz, D. (2001). How mathematical thinking enhances computer science problem solving. *ACM SIGCSE Bulletin*, 33(1), 390-391.

- Griffin, S. (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 173-180.
- Grouws, D.A. (1999). Handbook of research on mathematics teaching and learning. *Shanghai Education Press*, 356 - 382.
- Gülbahar, Y., Kalelioğlu, F., Doğan, D., & Karataş, E. (2020). Bilge kunduz: enformatik ve bilgi işlemsel düşünmeyi kavram temelli öğrenme yaklaşımı. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 53(1), 241-272.
- Gülburnu, M., & Gürbüz, R. (2022). Investigation of effects of negotiations of sociomathematical norms on mathematical process skills. *The Journal of Educational Research*, 115(2), 161-172.
- Güler Baran, H. (2023). Ortaokul öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme süreçlerinin incelenmesi, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen bilimleri Eğitimi Anabilim dalı, Ankara.
- Güler, Ç. (2021). Algorithmic thinking skills without computers for prospective computer science teachers. *Journal of Theoretical Educational Science*, 14(4), 570-585.
- Güler, N. (2015). Eğitimde ölçme ve değerlendirme (7. baskı). Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Gün, S. (2021). 8. Sınıf matematik ders kitabı sorularının matematiksel süreç becerilerine göre incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen ve Matematik Alanlar Anabilim Dalı, Siirt.
- Gürbüz R. & Erdem E. (2014). Matematiksel ve olasılıksal muhakeme arasındaki ilişkinin incelenmesi 7. sınıf örneği. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(16). 205-230.
- Gürbüz, H., Evlioğlu, B., Erol, Ç. S., Gülseçen, H., & Gülseçen, S. (2017). What's the weather like today?: A computer game to develop algorithmic thinking and problem solving skills of primary school pupils. *Education and Information Technologies*, 22, 1133-1147.
- Harangus, K., & Kátai, Z. (2018). Algorithmic thinking vs. text comprehension. *Procedia Manufacturing*, 22, 1031-1037.
- Hasanah, S. I., Tafrilyanto, C. F., & Aini, Y. (2019). Mathematical Reasoning: The characteristics of students' mathematical abilities in problem solving. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1188, No. 1, p. 012057). IOP Publishing.
- Havelková, H. (2017). Algorithmic and application computer skills of secondary school graduates. *Journal of Technology and Information Education*, 9(1), 109.
- Henderson, P. (2008). Computer science unplugged. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 23(3), 168-168.
- Hidayat, W., & Aripin, U. (2023). How to develop an e-LKPD with a scientific approach to achieving students' mathematical communication abilities? *Journal of Mathematics Education* 12(1), 85-100.

- Hiebert, J., & Carpenter, T., (1992). Learning and teaching with understanding: Handbook of research on mathematics teaching and learning, Editor: Grouws, D., Macmillan, New York, 65–97.
- Hromkovič, J., Kohn, T., Komm, D., & Serafini, G. (2016). Examples of algorithmic thinking in programming education. *Olympiads in Informatics*, 10(1-2), 111-124.
- Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers & Education*, 121, 73-88.
- Hu, C. (2011). Computational thinking: What it might mean and what we might do about it. In Proceedings of the 16th annual joint conference on innovation and technology in computer science education (pp. 223-227). ACM.
- Hubalovsky, S. (2015). Processing of experimental data as educational method of development of algorithmic thinking. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 1876-1880.
- Hubálovský, Š., Milková, E., & Pražák, P. (2010). Modeling of a real situation as a method of the algorithmic thinking development and recursively given sequences. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 7(8), 1090-1100.
- Hunsader, P. D., Thompson, D. R., Zorin, B., Mohn, A. L., Zakrzewski, J., Karadeniz, I., Fisher E. C., & MacDonald, G. (2014). Assessments accompanying published textbooks: the extent to which mathematical processes are evident. *ZDM*, 46(5), 797-813.
- İnam, A. (2020). Argümantasyon temelli matematik öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, tartışma istekliliği, bilgi transferi ve matematiksel süreç becerilerine yönelik öz yeterliğine etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.
- İnam, A. (2020). Argümantasyon temelli matematik öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, tartışma istekliliği, bilgi transferi ve matematiksel süreç becerilerine yönelik öz yeterliğine etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- International Society for Technology in Education [ISTE]. (2015). CT Leadership toolkit. https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf?
- ISTE. (2016). ISTE standards for students. <https://tcall.tamu.edu/docs/ISTE-StandardsForStudents-2016.pdf> (Erişim tarihi: 18.12.2023).
- ISTE. (2018). ISTE standards for students. <http://www.iste.org/standards/for-students> (Erişim tarihi: 18.12.2023).
- Izu, C., Mirolo, C., Settle, A., Mannila, L., & Stupuriene, G. (2017). Exploring Bebras tasks content and performance: A multinational study. *Informatics in Education*, 16(1), 39-59.

- Janssen, B. (2021). Incorporating computational thinking in calculus lessons: A characterisation of algorithmic thinking and generalisation skills, Ph.D. Thesis, Radboud University, Nijmegen, Holland.
- Jančec, L., & Vujičić, L. (2021). Project “Algorithmic Thinking Skills through Play-Based Learning for Future's Code Literates”. In 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO) (pp. 641-644). IEEE.
- Jašková, L. (2014). Can we use origami folding as an effective instrument for developing algorithmic thinking of blind pupils? *Journal of Technology and Information Education*, 6(2), 31-39.
- Jung, H. Y., & Reifel, S. (2011). Promoting children’s communication: A kindergarten teacher’s conception and practice of mathematics instruction. *Journal of Research in Childhood Education*, 25 (2), 194-210.
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583-596.
- Kamid, K., Sabil, H., Syafmen, W., & Triani, E. (2021). A study of problem based learning and mathematics process skills in elementary school. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 5(2), 359-368.
- Kan, A., (2009). Ölçme sonuçları üzerinde istatistiksel işlemler: Eğitimde ölçme ve değerlendirme, Editör: Atılgan, H., Anı Yayıncılık, Ankara, 397–456.
- Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2022). Assessing algorithmic thinking skills in relation to age in early childhood STEM education. *Education Sciences*, 12(6), 380.
- Kaosa-ard, C., Erawan, W., Damrongpanit, S., & Suksawang, P. (2015). How to classify the diversity of seventh grade students' mathematical process skills: An application of latent profile analysis. *Educational Research and Reviews*, 10(11), 1560.
- Kara Çalışkan, A. L. (2019). 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, İstanbul.
- Karabey, B., & Erdoğan, A. (2023). K12 beceriler çerçevesi türkiye bütüncül modeli matematik alan becerilerinin tanımlanması ve süreçlerinin modellenmesi. *Millî Eğitim Dergisi*, 52.
- Karlı, N. (2016). Buluş yoluyla öğrenme yaklaşımını esas alan matematik öğretiminin 8. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme ve ilişkilendirme becerilerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara.
- Kátai, Z. (2015). The challenge of promoting algorithmic thinking of both sciences- and humanities-oriented learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(4), 287-299.
- Kaya, C. (2022). Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerileri ile matematiksel muhakemeye yönelik öz yeterlik algıları arasındaki ilişkinin

incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Zonguldak.

- Kaya, D., & Aydın, H. (2016). Elementary mathematics teachers' perceptions and lived experiences on mathematical communication. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(6), 1619-1629.
- Kayama, M., Satoh, M., Kobayashi, K., Kunimune, H., Hashimoto, M., & Otani, M. (2014). Algorithmic thinking learning support system based on student - problem score table analysis. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 3(2), 134-140.
- Kert, S. B., Yeni, S., & Şahiner, A. (2017). Komputasyonel düşünme ile ilişkilendirilen alt becerilerin incelenmesi. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu, 24-26 Mayıs, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Kiesmüller, U. (2009). Diagnosing learners' problem-solving strategies using learning environments with algorithmic problems in secondary education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 9(3), 1-26.
- Kılıç, S. (2013). Örneklemeye Yöntemleri. *Journal of Mood Disorders*, 3(1), 44-46.
- Kılıç, Z. (2020). Farklı disiplinlerle ilişkilendirme bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin geliştirilmesi ve uygulanması: ortaokul öğrencileri örnekleme. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Kılıçoğlu, E., & Özdemir Baki, G. (2022). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel süreç becerilerinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 99-120.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. National Academy Press, Washington, DC.
- Kim, B., Kim, T. & Kim, J. (2013). Paper-and-pencil programming strategy toward computational thinking for non-majors: Design your solution. *Journal of Educational Computing Research*, 49(4), 437-459.
- Kiss, G., & Arki, Z. (2017). The influence of game-based programming education on algorithmic thinking. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 613-617.
- Knuth, D. E. (1985). Algorithmic thinking and mathematical thinking. *The American Mathematical Monthly*, 92(3), 170-181.
- Kocasaraç, H. (2019). Algoritmik düşünme eğitimi. <https://etwinningonline.eba.gov.tr/wp-content/uploads/2019/12/Algoritmik-D%C3%BC%C5%9F%C3%BCnme.pdf> (Erişim tarihi: 05.01.2023)
- Kong, S. C. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377-394.
- Korkmaz, D. (2021). Okul öncesi eğitimi alan 60-66 aylık çocuklara verilen algoritmik düşünme becerisi eğitiminin problem çözme becerilerine etkisi, Yüksek Lisans

Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı, İstanbul.

- Korkmaz, Ö. (2012). The impact of critical thinking and logico-mathematical intelligence on algorithmic design skills. *Journal of Educational Computing Research*, 46(2), 173-193.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R. & Özden, Y. (2015). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (BDBD) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 143- 162.
- Kuo, W. C., & Hsu, T. C. (2020). Learning computational thinking without a computer: How computational participation happens in a computational thinking board game. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 67-83.
- Kyllonen, P. C. (2012). Measurement of 21st century skills within the common core state standards. Invitational Research Symposium on Technology Enhanced Assessments, 7-8 May.
- Lafuente Martínez, M., Lévêque, O., Benítez, I., Hardebolle, C., & Zufferey, J. D. (2022). Assessing computational thinking: Development and validation of the algorithmic thinking test for adults. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1436-1463.
- Lafuente-Martínez, M., Lévêque, O., Benítez, I., Hardebolle, C., & Zufferey, J. D. (2022). Assessing computational thinking: Development and validation of the Algorithmic Thinking Test for adults. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1436-1463.
- Lamagna, E. A. (2014). A freshman seminar on problem solving and algorithmic thinking. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 29(6), 29-38.
- Larraz, V., & Esteve, F. (2015). Evaluating digital competence in simulation environments: Teaching and learning in digital worlds: Strategies and issues in higher education, Ed.: Gisbert, M., Bullen, M., Tarragona, 99-105.
- Lehmann, T. H. (2023a). Using algorithmic thinking to design algorithms: The case of critical path analysis. *The Journal of Mathematical Behavior*, 71, 101079.
- Lehmann, T. H. (2023b). How current perspectives on algorithmic thinking can be applied to students' engagement in algorithmatizing tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 1-35.
- Lee, J., Joswick, C., Pole, K., & Jocius, R. (2022). Algorithm design for young children. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 23(2), 198-202.
- Li, J., Lin, Y., Sun, M., & Shadiev, R. (2023). Socially shared regulation of learning in game-based collaborative learning environments promotes algorithmic thinking, learning participation and positive learning attitudes. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1715-1726.
- Lichtenstein, S., & MacGregor, D. (1990). Arithmetic skills in using algorithms. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA226272.pdf>
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 255-276.

- Liu, H., Li, W., & Liu, C. (2016). Training model of algorithmic thinking for middle school students in China. *International Journal of Research in Computer Applications & Information Technology*, 4 (1), 26-31.
- Lockwood, E. (2011). Students' connections among counting problems: an exploration using actor-oriented transfer. *Educational Studies in Mathematics*, 78(3), 307-322.
- Lockwood, E., DeJarnette, A. F., Asay, A., & Thomas, M. (2016). Algorithmic thinking: an initial characterization of computational thinking in mathematics. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 3-6 November, The University of Arizona, Tucson.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2018). Developing a computational thinking test using Bebras problems. Proceedings of TACKLE: the 1st Systems of Assessments for Computational Thinking Learning.
- Malik, S. I., Shakir, M., Eldow, A., & Ashfaque, M. W. (2019). Promoting algorithmic thinking in an introductory programming course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(1).
- Malik, S. I., Tawafak, R. M., & Alfarsi, G. (2021). A model for enhancing algorithmic thinking in programming education using PAAM. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(9), 37-50.
- Mandaci-Şahin, S. (2007). 8. sınıf öğrencilerinin matematik gücünün belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Trabzon.
- Martínez, M., Lévêque, O., Benítez, I., Hardebolle, C., & Zufferey, J. D. (2022). Assessing computational thinking: Development and validation of the Algorithmic Thinking Test for adults. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1436-1463.
- Matteson, M. M. (2006). Mathematical literacy and standardized mathematical assessments. *Reading Psychology*, 27(2-3), 205-233. <https://doi.org/10.1080/02702710600642491>
- McCrone, S. S., & Dossey, J. A. (2007). Mathematical literacy - It's become fundamental. *Principal Leadership*, 7(5), 32-37.
- McCrone, S. S., & Dossey, J. A. (2007). Mathematical literacy-It's become fundamental. *Principal Leadership*, 7(5), 32-37.
- Mezak, J., & Papak, P. P. (2018). Learning scenarios and encouraging algorithmic thinking. 2018 41st international convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO) (pp. 760-765), IEEE.
- Milkova, E. (2012). Development of algorithmic thinking and imagination: Base of programming skills. Proceedings of the 16th WSEAS International Conference on Computers.
- Milkova, E. (2015). Multimedia application for educational purposes: Development of algorithmic thinking. *Applied Computing and Informatics*, 11(1), 76-88.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005). İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı. <https://ttkb.meb.gov.tr> (Erişim tarihi: 18.01.2018).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2007). İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu. <https://ttkb.meb.gov.tr> (Erişim tarihi: 10.08.2022).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2009). İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu. <https://ttkb.meb.gov.tr> (Erişim tarihi: 05.11.2017).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018a). Matematik dersi öğretim programları (İlkokul ve ortaokul 1., 2., 3., 4.,5.,6., 7. ve 8. sınıflar). Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018b). Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi öğretim programı (5. ve 6. sınıflar), Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2024). Matematik dersi öğretim programı (5,6,7,8. sınıflara geçenler). Temel Eğitim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Mingus, T. Y., & Grassl, R. M. (1998). Algorithmic and recursive thinking: Current beliefs and their implications for the future: The teaching and learning of algorithms in school mathematics: 1998 yearbook, Editörler: Morrow, L. J., & Kenney, M. J., 32–43. National Council of Teachers of Mathematics.
- Minisker, M. (2006). Matematiğin doğası, yapısı ve işlevi: Matematik Öğretimi, Editör: Gür, H., Lisans Yayıncılık, İstanbul, 11-17.
- Moala, J. G. (2021). Creating algorithms by accounting for features of the solution: the case of pursuing maximum happiness. *Mathematics Education Research Journal*, 33(2), 263-284.
- Monroe, E. E. & Mikovch, A.K. (1994). Making mathematical connection across the curriculum: activities to help teachers begin. *School Science and Mathematics*, 94(7), 371-376.
- Monroe, P. & Orme, M. (2002). Developing mathematical vocabulary. *Preventing School Failure*, 46, 139-142.
- Moralı, S., Uğurel, İ., Türnüklü, E., & Yeşildere, S. (2006). Matematik öğretmen adaylarının ispat yapmaya yönelik görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 147-160.
- Mueller, M., & Maher, C. (2009). Learning to reason in an informal math after-school program. *Mathematics Education Research Journal*, 21(3), 7-35.
- Mukuka, A., Balimuttajjo, S., & Mutarutinya, V. (2023). Teacher efforts towards the development of students' mathematical reasoning skills. *Heliyon*, 9(4).
- Muller, O., & Rubinstein, A. (2011). Work in progress—Courses dedicated to the development of logical and algorithmic thinking. *Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. F3G-1). IEEE.
- Nasar, A. A. (2012). A pre-programming approach to algorithmic thinking in high school mathematics, Ph.D. Thesis, Columbia University, The Graduate School of Arts and Sciences, New York/ABD.

- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1970). A history of mathematics education in the United States and Canada. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1991). Professional standards for teaching mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council [NRC](2000). How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded Edition. The National Academies Press, Washington, DC.
- National Research Council [NRC]. (2011). Assessing 21st century skills: Summary of a workshop. National Academies Press.
- Nijenhuis-Voogt, J., Bayram-Jacobs, D., Meijer, P. C., & Barendsen, E. (2022). Recognizing algorithmic concepts in new contexts: An analysis of students' reasoning. *Informatics in Education*, 21(3), 541-568.
- New Jersey Mathematics Coalition and the New Jersey Department of Education (1996). New Jersey Mathematics Curriculum Framework: The first four standards, standard 4- reasoning, K-12 overview. State of New Jersey Department of Education.
- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102, 9-28.
- Nunes, F., Herpich, F., Amaral, É., Voss, G., Zunguze, M., Medina, R., & Tarouco, L. (2017). A dynamic approach for teaching algorithms: Integrating immersive environments and virtual learning environments. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(5), 732-751.
- OECD. (2013). PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. OECD Publishing, Paris.
- Ojose, B. (2011). Mathematics literacy: Are we able to put the mathematics we learn into everyday use? *Journal of Mathematics Education*, 4(1), 89-100.
- Olgun, K. B. (2017). Programlamanın ortaokul öğrencilerinin düşünme stilleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Oliveira, A. L. S., Andrade, W. L., Guerrero, D. D. S., & Melo, M. R. A. (2021, October). How do Bebras tasks explore algorithmic thinking skill in a computational thinking contest?. 2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-7). IEEE.

- Olkhova, N. V. (2022). Development of algorithmic thinking in primary school students when studying computer science. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Pedagogy and Psychology"*, 8(2), 25-32.
- Olkun, S., & Toluk Uçar, Z. (2007). İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi. Maya Akademi, Ankara.
- Oluk, A. (2017). Öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinin mantıksal matematiksel zekâ ve matematik akademik başarıları açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Amasya.
- Ontario Ministry of Education. (2005). The Ontario curriculum grades 1-8: mathematics, 2005 (revised). <https://www.edu.gov.on.ca/eng/document/curricul/elementary/math1-8e.pdf>.
- Oomori, Y., Tsukamoto, H., Nagumo, H., Takemura, Y., Iida, K., Monden, A., & Matsumoto, K. I. (2019). Algorithmic expressions for assessing algorithmic thinking ability of elementary school children. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-8). IEEE.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD] (2019). PISA 2018 Assessment and analytical framework. OECD Publishing, Paris.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD]. (2003). The PISA 2003 assesment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. OECD Publishing, Paris.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD]. (2023). PISA 2022 assessment and analytical framework. Paris: OECD Publishing.
- Özçelik, D. (2014). Öğrenme öğretim ve değerlendirme ile ilgili bir sınıflama. Pegem Akademi, Ankara.
- Özgen, K. (2016). Matematiksel ilişkilendirme üzerine kuramsal bir çalışma. International Conference on Research in Education & Science, 19-22 Mayıs, Bodrum.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 517-528.
- Pakman, N. (2018). 8-10 yaş grubu öğrencilerine uygulanan temel düzey kodlama, robotik, 3D tasarım ve oyun tasarımı eğitiminin problem çözme ve yansıtıcı düşünme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palts, T., & Pedaste, M. (2017). Tasks for assessing skills of computational thinking. Proceedings of the 2017 ACM conference on innovation and technology in computer science education (pp. 367-367).
- Pape, S. J., Bell, C. V., & Yetkin, I. E. (2003). Developing mathematical thinking and self-regulated learning: A teaching experiment in a seventh-grade mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 53, 179-202.

- Park, H., & Jun, W. (2023). A study of development of algorithm thinking evaluation standards. *International Journal of Applied Engineering and Technology*, 5(2), 53-58.
- Parker, R (1993). *Mathematical power: Lessons from a classroom*, NH: Heinemann, Portsmouth.
- Paroqi, L. L., Mursalin, M., & Marhami, M. (2020). The implementation of realistic mathematics education approach to improve students' mathematical communication ability in statistics course. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 2(10), 879-889.
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *The thinker's guide to the art of Socratic questioning*. Dillon Beach, CA:Foundation for Critical Thinking.
- Peker, E. (2017). Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillerdeki 7.sınıf öğrencilerinin geometri problemi çözme ve matematiksel süreç gelişimlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.
- Pilten, P. (2008). Üstbiliş öğretiminin ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara.
- Plerou, A., & Vlamos, P. (2016). Algorithmic thinking and mathematical learning difficulties classification. *Am. J. Appl. Psychol*, 5(5), 22.
- Polat, S. (2018). Matematik öğretmenlerinin matematiksel süreç becerilerine ilişkin bilgi düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gaziantep.
- Polya, G. (1997). *Nasıl Çözmeli* (Çev. F. Halatçı). İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Prayitno, S., Suwarsono, & Tatag. (2013). Komunikasi matematis siswa smp dalam menyelesaikan soal matematika berjenjang ditinjau dari perbedaan gender. seminar nasional matematika dan pendidikan matematika [Junior high school students' mathematical communication in solving graded mathematics problems reviewed from gender differences. national seminar on mathematics and mathematics education]. <http://eprints.uny.ac.id/10796/1/P%20-%20%2073.pdf>
- Pusmaz, A. (2023). Algoritmik düşünme: Matematik ve fen bilimleri eğitiminde yeni yaklaşımlar-2023, Editörler: Gökhan, A., Erdoğan, F., Efe Akademi Yayınları, 59-76.
- Putri, M. R. (2022). Profil kemampuan berpikir komputasional (computational thinking) siswa SMP negeri se-kota semarang tahun. Doctora Tezi, Universitas PGRI Semarang.
- Rahmawati, R., Mardiana, M., & Triyanto, T. (2018). Analysis of students' mathematical reasoning ability in solving mathematics problem. *International Conference on Teacher Training and Education 2018 (ICTTE 2018)* (pp. 311-314). Atlantis Press.

- Rajagukguk, W. (2016). Incorporating learning motivation and self-concept in mathematical communicative ability. *International Education Studies*, 9(4), 155-164.
- Reid, D. A., & Knipping, C. (2010). Proof in mathematics education: Research, learning and teaching: Proof in Mathematics Education. Brill.
- Ritter, F., & Standl, B. (2023). Promoting student competencies in informatics education by combining semantic waves and algorithmic thinking. *Informatics in Education*, 22(1), 141-160.
- Rosita, C. D. (2014). Kemampuan penalaran dan komunikasi matematis: Apa, mengapa, dan bagaimana ditingkatkan pada mahasiswa [Mathematical reasoning and communication abilities: What, why, and how to improve in college students]. *Euclid*, 1(1), 33-46.
- Ross, K. A. (1998). Doing and proving: The place of algorithms and proofs in school mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 105 (3), 252-255.
- Sadykova, O. V., & Il'bahtin, G. G. (2019). The definition of algorithmic thinking. International Session on Factors of Regional Extensive Development (FRED 2019), 27-1 June, Irkutsk State Transport University, Russia.
- Säfström, A. I., Lithner, J., Palm, T., Palmberg, B., Sidenvall, J., Andersson, C., Boström, E. & Granberg, C. (2024). Developing a diagnostic framework for primary and secondary students' reasoning difficulties during mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 115(2), 125-149.
- Sari, D. N. O., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2020). Analysis of the ability of mathematical connections of middle school students in the field of algebra. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1469, No. 1, p. 012159). IOP Publishing.
- Sari, D.P., & Mr. M. (2017). Developing instrument to measure mathematical reasoning ability. [Proceedings of the 2016 International Conference on Mathematics and Science Education](#), 30 April, Bandung, Indonesia.
- Sayın, Z., & Seferoğlu, S.S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. Akademik Bilişim Konferansı, 30-5 Şubat, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (2002). The evolution of mathematical reasoning: everyday versus idealized understandings. *Developmental Review*, 22(2), 242-266.
- Schwank, I. (1993). On the analysis of cognitive structures in algorithmic thinking. *Journal of Mathematical Behavior*, 12, 209-231.
- Simon, H. A. (1983). Search and reasoning in problem solving. *Artificial Intelligence*, 21, 7-29.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). Computational thinking: the developing definition. University of Southampton, <https://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/356481>- (Erişim tarihi: 02.11.2023).

- Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. *Educational Studies in Mathematics*, 46(1-3), 13-57.
- Shimizu, Y., & Lambdin, D. V. (1997). Assessing students' performance on an extended problem-solving task: A Story from a Japanese classroom. *The Mathematics Teacher*, 90(8), 658–664.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Smetsers-Weeda, R., & Smetsers, S. (2017). Problem solving and algorithmic development with flowcharts. *ACM International Conference Proceeding Series*, 25–34.
- Solitto, U., Pasini, M., De Gradi, D., & Brondino, M. (2017). A preliminary investigation on computational abilities in secondary school. In *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming: 10th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2017, Helsinki, Finland, November 13-15, 2017, Proceedings 10* (pp. 169-179). Springer International Publishing.
- Soyuçok, M., & Batur, Z. (2018). Türkçe öğretim kazanımlarının Türkiye yeterlilikler çerçevesi açısından incelenmesi. *Gelecek Vizyonlar Dergisi*, 4(3), 1-12.
- Stacey, K. (2006). What is mathematical thinking and why is it important? APEC-TSUKUBA International Conference 2007, Collaborative studies on innovations for teaching and learning mathematics in different cultures (II)-Lesson study focusing on mathematical thinking, Tokyo & Sapporo, Japan. <https://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/>
- Steen, L. A. (1999). Twenty question about mathematical reasoning: Developing mathematical reasoning in grades K-12. 1999 yearbook, Editörler: Stiff, L. V., Curcio, F. R., Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 270-285.
- Stephens, M. (2018). Embedding algorithmic thinking more clearly in the mathematics curriculum. ICME 24 School Mathematics Curriculum Reforms: Challenges, Changes and Opportunities, November 26–30, Tsukuba, Japan.
- Stephens, M., & Kadjevich, D. M. (2020). Computational/algorithmic thinking. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 117-123.
- Stoffová, V. (2019). Computer games as a tool for the development of algorithmic thinking. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 53.
- Strnad, B. (2018). Introduction to the world of algorithmic thinking. *Journal of Electrical Engineering*, 6, 57-60.
- Sukirwan, Darhim, & Herman, T. (2018). Analysis of students' mathematical reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing.
- Sysło, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2008). The challenging face of informatics education in Poland. In *International conference on Informatics in Secondary Schools-evolution and Perspectives* (pp. 1-18). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Syslo, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2015). Introducing a new computer science curriculum for all school levels in Poland. *International conference on informatics in Schools: Situation, evolution, and perspectives* (pp. 141-154). Springer, Cham.
- Szabó, Z. (2020). Problem solving and interrelation of concepts in teaching algorithmic thinking and programming. *Proceedings of the 11th International Conference on Applied Informatics Eger*, 29–31 January, Hungary.
- Tekin, H. H., & Tekin, H. (2006). Nitel araştırma yönteminin bir veri toplama tekniği olarak derinlemesine görüşme. *İstanbul University Journal of Sociology*, 3(13), 101-116.
- Temel, H. (2018). Problem çözme stratejilerinin matematiksel süreç becerilerine göre sınıflandırılması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Bursa.
- Tıraşoğlu, N. B., (2013). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme bağlamında matematik zihin alışkanlıklarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara.
- Toledo, J. A. J., Collazos, C. A., Ortega, M., & Ramos, D. X. (2023). Algorithmic thinking and extension of its definition for trainee software developers: a systematic literature mapping. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 18(4), 331-343.
- Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS] (2003). Findings from IEA's TIMSS 2003 at the fourth and eighth grades. Martin, M. O., Mullis, I. V.S., Gonzales, E. J., & Chrostowski, S.J. (Eds.), TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College.
- Trimmel, M., Strässler, F., & Knerer, K. (2001). Brain DC potential changes of computerized tasks and paper/pencil tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 40(3), 187-194.
- Tsalapatas, H., Heidmann, O., & Houstis, E. (2012). Game-based programming towards developing algorithmic thinking skills in primary education. *Scientific Bulletin of the "Petru Maior" University of Tîrgu Mureş*, 9(1), 56-63.
- Tsukamoto, H., Oomori, Y., Nagumo, H., Takemura, Y., Monden, A., & Matsumoto, K. I. (2017, October). Evaluating algorithmic thinking ability of primary schoolchildren who learn computer programming. In *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.
- Tsukamoto, H., Oomori, Y., Nagumo, H., Takemura, Y., Monden, A., & Matsumoto, K. I. (2017). Evaluating algorithmic thinking ability of primary schoolchildren who learn computer programming. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.
- Tupouniua, J. G. (2023). What challenges emerge when students engage with algorithmatizing tasks? *Journal of Pedagogical Research*, 7(2), 93-107.
- Turner, R., Blum, W., & Niss, M. (2015). Using competencies to explain mathematical item demand: A work in progress: Assessing mathematical literacy: The PISA

- experience, Editors: Stacey, K., & Turner, R., Springer, New York, NY, 85-115.
- Türnüklü, A. (2000). Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilir nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 24(24), 543-559.
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24).
- Umay, A., & Kaf, Y. (2005). Matematikte kusurlu akıl yürütme üzerine bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 188-195.
- Ünal, E. (2023). Matematiksel süreç becerileri ile ilgili tezlerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Ünal, H.K., (2023). Ortaokul matematik ders kitaplarının ilişkilendirme becerisi açısından incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Denizli.
- URL-1. Mathematical Framework for the 1996, 2000, and 2003 Assessments. <https://nces.ed.gov/nationsreportcard/mathematics/previousframework.aspx>
- URL-2. <https://www.bebras-tr.com/>
- URL-3. <https://www.bebras-tr.com/kopyas%C4%B1-2014-18-arsiv>.
- Üzümcü, Ö., & Bay, E. (2018). Eğitimde yeni 21. yüzyıl becerisi: Bilgi işlemsel düşünme. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 1-16.
- Vallo, D., Rumanová, L., & Bočková, V. (2023). Elements of algorithmic thinking in the teaching of school geometry through the application of geometric problems. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(14), 229-243.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2014). İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Vaniček, J., Šimandl, V., & Klofáč, P. (2021). A comparison of abstraction and algorithmic tasks used in Bebras challenge. *Informatics in Education*, 20(4), 717.
- Vexler, V., Azhymanbetova, G., Saipbekova, A., Maximov, V., Gorbunova, T., Alutina, E., & Bazhenov, R. (2024). STEM-education used as a foundation for learner's algorithmic thinking development. AIP Conference Proceedings (Vol. 2969, No. 1). AIP Publishing.
- Voronina, L. V., Sergeeva, N. N., & Utyumova, E. A. (2016). Development of algorithm skills in preschool children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 233, 155-159.
- Wang, X., & 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, 20-22 August, Chongqing, China.

- Whitney-Smith, R. M. (2023). The emergence of computational thinking in national mathematics curricula: An Australian Example. *Journal of Pedagogical Research*, 7(2), 41-55.
- Wilson, C., & Guzdial, M. (2010). How to make progress in computing education. *Communications of the ACM*, 53(5), 35-37.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wolz, U., Stone, M., Pearson, K., Pulimood, S., & Switzer, M. (2011). Computational thinking and expository writing in the middle school. *Journal ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 11(2), 1-9.
- Wong, G. K., & Jiang, S. (2018). Computational thinking education for children: Algorithmic thinking and debugging. IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, 4-7 December, Wollongong, NSW, Australia.
- Yackel, E., & Hanna, G. (2003). Reasoning and proof: A research companion to principles and standards for school mathematics, Eds., Kilpatrick, J., Martin, G., & Schifter, D., National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA, 227-236.
- Yankelewitz, D., Mueller, M., & Maher, C. (2010). A task that elicits reasoning: A dual analysis. *The Journal of Mathematical Behavior*, 29(1), 76-85.
- Yantoro, Y., Syahrial, S., Perdana, R., & Citra, Y. D. (2022). Process skills in mathematics learning. *Journal of Education Research and Evaluation*, 6(2), 297-306.
- Yavuz Mumcu, H. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik inançlarının incelenmesi: bir ölçek geliştirme ve uygulama çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1239-1280.
- Yavuz Mumcu, H., & Yıldız, S. (2018). The investigation of algorithmic thinking skills of 5th and 6th graders at a theoretical dimension. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(1), 41-48.
- Yenilmez, K., & Ata, A. (2013). Matematik okuryazarlığı dersinin öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterliliğine etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(2), 1803-1816.
- Yeşildere, S. & Türnüklü, E. B. (2007). Öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme süreçlerinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(1), 181-213.

- Yıldırım Akar, Z. (2020). Oran orantı konusunda yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel ilişkilendirme becerileri. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 7(4), 271-288.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (9. Baskı). SeçkinYayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, C. (1996) Matematiksel düşünme. Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Yıldız, M., Çiftçi, E., & Karal, H. (2017). Bilişimsel düşünme ve programlama: Eğitim teknolojileri okumaları 2017, Editörler: Odabaşı, H. F., Akkoyunlu, B., İşman, A., TOJET, Ankara, 75-86.
- Yin, R. K. (2003). Case study research; designs and method. Sage Publications, Inc, Thousand Oaks, CA.
- Yorulmaz, A., & Çokçalışkan, H. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel ilişkilendirmeye yönelik görüşleri. *International Primary Education Research Journal*, 1(1), 8-16.
- Taş, İ. D., & Yöndemli, E. N. (2018). Zekâ oyunlarının ortaokul düzeyindeki öğrencilerde matematiksel muhakeme yeteneğine olan etkisi. *Turkish Journal of Primary Education*, 3(2), 46-62.
- Zengin, E. (2022). Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin algoritmik düşünme becerisinin değerlendirilmesine yönelik geleneksel oyunlara dayalı test geliştirme. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Anabilim Dalı, Trabzon.
- Zeybek, Z., & Açıl, E. (2018). Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel ifade becerilerinin incelenmesinde yazma aktiviteleri: öğrenci günlükleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(3), 476-512.
- Ziatdinov, R., & Musa, S. (2013). Rapid mental computation system as a tool for algorithmic thinking of elementary school students development. *European Research*, 25(7), 1105-1110.
- Zsakó, L., & Szlávi, P. (2012). ICT Competences: Algorithmic thinking. *Acta Didactica Napocensia*, 5(2), 49-58.

EKLER

Ek 1: Giresun İl Milli Eğitim İzin Evrakları



T.C.
GİRESUN VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-29409993-605.01-74038524
Konu : Araştırma İzni
(Eda KORKMAZ BAL)

10.04.2023

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Ordu Üniversitesi Rektörlüğünün 04.04.2023 tarih ve 73700143DYS kayıtlı yazısı
: b) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 nolu Genelgesi.

Ordu Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans Öğrencisi Esra KORKMAZ BAL'ın "7. Ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Algoritmik Düşünme Süreçlerinde Yaşadıkları Zorlukların Matematiksel Süreç Becerileri Ekseninde İncelenmesi: Bir Durum Çalışması" adlı çalışmasına veri sağlamak amacıyla, Giresun İli, Tirebolu ilçesi, Tirebolu İmam Hatip Ortaokulunda öğrenim gören 7. ve 8. sınıf öğrencileri ile anket çalışması yapma izin talebine ilişkin ilgi (a) yazı ve ekleri Müdürlüğümüz Araştırma Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Söz konusu çalışmanın 05.04.2023-17.05.2023 tarihleri arasında, ekleri müdürlüğümüzce mühürlenmiş ve paraflanmış veri toplama araçlarını kullanarak Tirebolu İmam Hatip Ortaokulu Müdürlüğü sorumluluğunda/gözetiminde eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmadan yapılması, çalışmalara katılımın gönüllülük esasına dayalı olarak sağlanması ve çalışmanın sonuç raporunun Müdürlüğümüz AR-GE Birimine iletilmesi koşulları ile gerçekleştirilmesinde herhangi bir sakıncanın olmadığı Müdürlüğümüzce uygun değerlendirilmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Önder KILIÇ
Müdür a.
Şube Müdürü

OLUR
Ertuğrul TOSUNOĞLU
Vali a.
İl Milli Eğitim Müdürü

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres :

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No :

Bilgi için:

E-Posta:

Unvan : Öğretmen

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

İnternet Adresi: Faks:

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 4551-b975-335c-8b51-0fd4 kodu ile teyit edilebilir.

EK 2: Bilge Kunduz Soruları Kullanım İzni

"Bilge Kunduz" sorularını kullanma izin talebi

Gelen Kutusu x



esra korkmaz <[redacted]>

5 Oca 2023 Per 16:22



Alıcı: bilgekunduz

İyi günler Yasemin ve Filiz hocalarım,

Ben Esra KORKMAZ BAL, Ordu Üniversitesi Matematik Eğitimi alanında yüksek lisans yapmakta olup tez dönemimdeyim. Tez çalışmamda kullanacağım ölçeği hazırlarken Bilge Kunduz sorularından yararlanmak istiyorum. Ölçeğimi hazırlayabilmek için gerekli izni vermenizi temenni ediyorum.
Saygılarımla.



Bilge Kunduz <[redacted]>

6 Oca 2023 Cum 09:32



Alıcı: ben

Kullanabilirsiniz tabii ki, çalışmanızda başarılar dileriz.

5 Oca 2023 Per 16:23 tarihinde esra korkmaz <[redacted]> şunu yazdı:



EK 3 : Algoritmik Düşünme Beceri Testi (ADBT)

ALGORİTMİK DÜŞÜNME TESTİ

1.

Bilge Kunduz bir bilgisayar programı yazmıştır. Bu program kare ve üçgenlerden oluşan geometrik şekilleri verilen yönergelere göre sıralamaktadır. Programda şekillerden desen oluşturmak için aşağıdaki yönergeler kullanılmaktadır.

bK: büyük kare
kK: küçük kare
bÜ: büyük üçgen
kÜ: küçük üçgen

Bir yönergeyi tekrar etmek için T [Y] kullanılmaktadır. Buna göre T bir işlemin tekrar sayısını Y ise tekrar edilecek yönergeyi belirtmektedir.

Örneğin; kK 2 [bU kÜ] bK yazıldığında aşağıdaki şekil oluşmaktadır.



Soru
Aşağıdaki şeklin oluşturulması için yazılması gereken yönerge nedir?



- A) kK 2 [kU kK bU] kU bK
B) kK 3 [kU kK bU] bK
C) kK 3 [kU kK bU] kU bK
D) bK 2 [kU kK bU] kU bK

2.

Marslılar şifreleme için bir algoritma geliştirdiler. Şifreli bir kelimenin iki kısmı vardır: ilk kısım şifrelenmiş kelimenin sayısal değerinden, ikinci kısım ise kelimedeki her harfin alfabetik sıralamasından oluşur. Tüm şifreleme işlemleri için aşağıdaki tabloyu kullanınız.

A	B	M	N	O	R	S	T	U
1	2	4	10	50	180	300	650	960

Örneğin "MARS" kelimesi aşağıdaki gibi şifrelenmiştir. Kelimenin sayısal değeri tablodaki harflerin karşılık gelen değerleri toplanarak ($4+1+180+300=485$) oluşturulur.

"MARS" kelimesinde, tüm harfleri alfabetik olarak sıralarsak A-M-R-S olur. Yani alfabetik sıra indeksi A=1, M=2, R=3, S=4'tür.

Bu nedenle, "MARS" kelimesinin şifrelemesi 485;2134'tür.

Soru

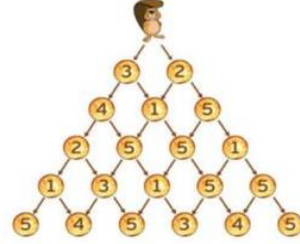
SATURN kelimesi aynı algoritma kullanılarak şifrelenmiş olsaydı, aşağıdakilerden hangisi doğru şifreleme olurdu?

- A) 1440;415632
B) 1440;718964
C) 2101;415632
D) 2101;718964

3.

Bilge Kunduz bir dağ evinde yaşamaktadır. Dağdan inerken ısınmak için farklı yerlerden odun toplamaktadır. Odun topladığı yerlerde farklı sayıda odun bulunmaktadır. Bilge Kunduz, odun toplarken sadece yönünü değiştirebilmektedir.

Bilge Kunduz'un odun topladığı yerlerdeki odun sayıları aşağıdaki resimde verilmiştir.



Soru

Buna göre Bilge Kunduz'un en çok toplayabileceği odun sayısı kaçtır?

- A) 15
B) 18
C) 19
D) 21

4.

Luna'nın evinde programlanabilir bir nakış makinesi var. Makine, + veya X şeklindeki dikizleri işleyebilir ve kumaşı 1 ilmek boyutunda hareket ettirebilir. Bu dikizlerin ikisini de aynı yere (herhangi bir sırayla) dikebiliriz, bir tane * elde edebiliriz. Makinenin programı,

+ , x ve → karakterlerinin bir dizisidir. + şekli + dikmek, x şekli X dikmek ve → kumaşı bir dikiz boyutunda hareket ettirmek anlamına gelir. Pedal basılı tutulurken makine girilen programı tekrarlar. Örneğin, makinede +→x→x→ programına girersek, aşağıdakileri işleyecektir: +*X+*X*+*X*+*X*+*X*+*X*+*.

Soru

Luna aşağıdaki nakış dikebilmek için makineye hangi programı girmiştir?
X*X*X*X*X*X*X*X*X*X*X*X*X*X*X*X

- A) x→x→x*→x→x*→x→x*→x→x*→
B) x→x→x*→x→x*→x→x*→x→x*→
C) x→x→x*→x→x*→x→x*→x→x*→
D) +x→+x→x*→x*→x*→x*→

5.

Kurulum Bites ve arkasından bir deney yapılıyor. Deneyde Bites ve arkasından 8 diğneyi kontrol ederek kutuya bir sinyal gönderilebilir. Bu kutular her üçgen veya kare kutuların geçerek bir ampulün yanmasını sağlar.



Deney her üç kutuda da sinyal gönderir. Üçgen kutu bir sinyal gönderir. Gelen kutulardan yalnızca iki bir sinyal gönderir. Kare kutu bir sinyal gönderir.

Buna göre Bites ve arkasından ampulün yanması için hangi diğneyleri basarsınız?

- A) 1-2-4-5-6
- B) 1-2-3-4-5
- C) 1-3-4-5-6
- D) 1-3-6-7-8

6.

Bir robot kutu, nesneleri sipariş sayma bandına (OUT) yapmak için üç sayma bandından (A, B ve C) nesneleri alır. Robot kutu şu şekilde çalışır:

- İlk önce bir nesne alır ve onu OUT'a koyar.
- sonra B'ye hareket eder, B'den bir nesne alır ve OUT'a koyar.
- son olarak, A'ye hareket eder ve A'den bir nesne alır ve OUT'a koyar.

Sayma bandına koyulacak bir nesne olmadığında robot kutu bir nesne girerse keder beklemez, çünkü sipariş bandından hareket için her saatte bir nesneye ihtiyaç vardır.



Buna göre kutudaki nesnelere gönderilen durumda, sayma bandlarına (A, B ve C) yeni nesnelere göndermeyeceği sürece, robot kutu her saatte bir nesne hareket ettirecektir?

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8

7.

Fotoğrafın mesafesinde bir çizgiye dik bir kutu var. Kutunun önünde bir nesne kutunun altına yerleştirilmiştir. Kutunun altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.

Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.



Her bir nesne için çizgiye dik bir kutu var. Kutunun önünde bir nesne kutunun altına yerleştirilmiştir. Kutunun altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.



Buna göre, nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.



Buna göre, nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.

- A) 2 4 6 8 1 5 7 7
- B) 2 4 6 8 1 5 7 7
- C) 2 4 6 8 1 5 7 7
- D) 2 4 6 8 1 5 7 7

8.

Beş arkadaşın isimleri Ayşegül, Beren, Can, Deniz ve Ayhan. Ayşegül, Beren ve Can bir kutu taşıyor. Ayşegül, Beren ve Can bir kutu taşıyor. Ayşegül, Beren ve Can bir kutu taşıyor.



Her arkadaşın bir kutu taşıyor. Kutunun altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.

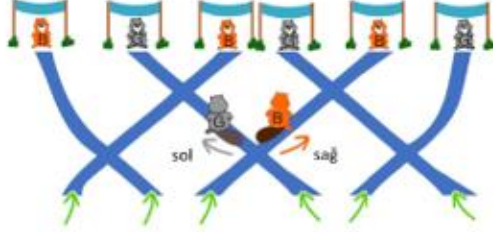
Buna göre, nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz. Fotoğrafın altına yerleştirilen nesnenin uzunluğunu ölçüyoruz.

- 1. A 2 2 6 1 5 8
- 2. A 2 2 6 1 5 8 7 7
- 3. A 2 2 6 1 5 8 7 7
- 4. A 2 2 6 1 5 8 7 7
- 5. A 2 2 6 1 5 8 7 7

- A) 1 5 5
- B) 2 5 4
- C) 2 8 5
- D) 2 4 4

9.

Kunduzların giriş çıktığı bir geçiş ağı vardır. Bu ağın, altı girişi ve altı çıkışı vardır. Her girişten yalnızca bir kunduz girebilir. G ve B olmak üzere iki tür kunduz vardır. İki kunduz bir kavrakta karşılaşırsa ve renkleri farklı ise, Kunduz G sola giderken, Kunduz B sağa gider. Altı kunduz aynı anda geçiş ağına girer.



Soru

Kunduzlar ağıdan B G B G B G olarak çıkıyorsa, hangi sırada girmişlerdir?

- A) B B G B G G ya da B B B G G G
- B) B G G B G B ya da B B B G G G
- C) B B G B G G ya da B B G B G G
- D) B G G B G B ya da B G B G G B

10.

Tahtadan yapılmış 8 kutu var. Kutuların pozisyonları 1'den 8'ine kadar etiketlenmiştir. Her bir kutuya, üç tip hareket kuralından biri yerleştirilmiştir. Her kural türüne bir örnek aşağıda verilmiştir:

1. Sola Hareket

Örneğin, 2SOL, kutuyu iki kere sola hareket ettirmek anlamına gelir.



2. Sağa Hareket

Örneğin, 3SAĞ, kutuyu 3 kere sağa hareket ettirmek anlamına gelir.



3. Hareket etmeyin

Kural "0" yazıyorsa, bu kutudan hiç hareket etmeyin anlamına gelir.

Soru

Bu karta inceleyin:

1SAĞ	3SAĞ	2SOL	0	1SAĞ	1SAĞ	3SOL	2SOL
1	2	3	4	5	6	7	8

Hangi kutudan başlanırsa kutulara uyarak 10m kutular ziyaret edilebilir?

- A) 2
- B) 3
- C) 5
- D) Her kutuyu ziyaret etmek elası değildir.

11.

Bir depoda, A, B ve C robotları takım halinde çalışmaktadır. Bu robotlar depoda aynı yöne aynı anda hareket etmektedirler. Verilen yönleri takip eden robotlar depodaki cisimleri toplamaktadır.

Örneğin, verilen yönler K, K, G, G, D şeklinde olduğunda A robotu bir külah, B robotu yüzük ve C robotu da külah almaktadır.



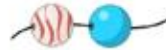
Soru

A, B ve C robotlarının sırasıyla küre, yüzük ve külah alabilmesi için hangi yönlerin takip edilmesi gerekmektedir?

- A) K, D, D, D
- B) K, D, D, G, D
- C) K, K, G, D, K
- D) K, D, D, G, B

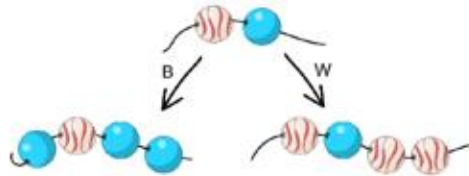
12.

Denizci kolyeleri dalgalı beyaz boncuklar ve düz mavi boncuklar kullanılarak yapılır. Her denizci kolyesi, bir ipe bir dalgalı boncuk ve bir mavi boncuk gösterilen sıraya yerleştirilerek yapılır:



Denizci kolyeleri aşağıdaki işlemlere uygun olarak yapılmalıdır.

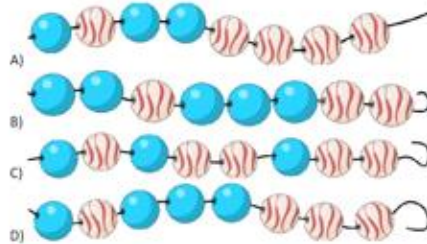
- dizinin her iki ucuna da mavi bir boncuk eklenmesi (eylem B)
- veya dizinin en sağ ucuna iki dalgalı boncuk ekleme (eylem W)



Bu işlemler, daha da uzun kolyeler oluşturmak için birden çok kez yapılabilir.

Soru

Aşağıdaki kolyelerden hangisi denizci kolyesi değildir?



EK 4: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1. Bu sorudan ne anladın açıklar mısın?
2. Soruyu kendi cümlelerinle ifade edebilir misin?
3. Çözüm yolunu açıklar mısın?
4. Sorunun çözümünde zorlandığın noktalar olduysa bunlar nelerdir?
5. Çözüm sürecinde zorlandığın noktaların nedenlerini ifade eder misin?
6. Soruyla ilgili genel düşüncelerin nelerdir?

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	ESRA KORKMAZ BAL
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Dokuz Eylül Üniversitesi
Fakülte	Buca Eğitim Fakültesi
Bölümü	İlköğretim Matematik Öğretmenliği
Mezuniyet Yılı	01.07.2014
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Bilim Dalı	Matematik Eğitimi
Mezuniyet Tarihi	10.09.2024
Doktora	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	
Bilim Dalı	
Mezuniyet Tarihi	
Yayınlar	