

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**POLYA'NIN PROBLEM ÇÖZME ADIMLARINA GÖRE  
HAZIRLANMIŞ YAPAY ZEKA TABANLI ÖĞRETİM ORTAMININ  
ÖĞRENCİLERİN PROBLEM ÇÖZME SÜREÇLERİNE ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Ali Kürşat ERÜMİT**

**TRABZON  
Şubat, 2014**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**POLYA'NIN PROBLEM ÇÖZME ADIMLARINA GÖRE  
HAZIRLANMIŞ YAPAY ZEKA TABANLI ÖĞRETİM ORTAMININ  
ÖĞRENCİLERİN PROBLEM ÇÖZME SÜREÇLERİNE ETKİSİ**

**Ali Kürşat ERÜMİT**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktor Unvanı  
Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı  
Doç. Dr. Hasan KARAL**

**TRABZON  
Şubat, 2014**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 20 / 02 / 2014

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hasan KARAL

  
.....

Üye : Prof. Dr. Adnan BAKİ

  
.....

Üye : Prof. Dr. H. Ferhan ODABAŞI .....



Üye : Prof. Dr. Vasif V. NABİYEV

  
.....

Üye : Doç. Dr. Selahattin ARSLAN

  
.....

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Nevzat YİĞİT  
Enstitü Müdürü

## **BİLDİRİM**

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağı eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

**Ali Kürşat ERÜMİT**

**20 / 02 / 2014**

## ÖN SÖZ

Matematik öğretiminin temel konularından olan problem çözme, günümüz toplumunun sadece okulda değil günlük yaşantısında da kullanması gereken ve önemi gittikçe artan bir beceridir. Bu çalışmada; 9. sınıf matematik dersi konularından hareket problemleri konusunun öğretimine ve öğrenme çıktılarının değerlendirilmesine yönelik yapay zeka tabanlı bir sistemin Moodle açık kaynak kodlu ve web tabanlı eğitim aracına entegre edilmesi ve bu yolla öğrencilere, öğrenme ve alıştırma yapma, öğretmenlere ise web üzerinde ölçme değerlendirme imkanı veren bir uzaktan eğitim ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Doktora tez danışmanlığımı üstlenen, çalışmam boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve şekillendiren değerli hocam sayın Doç. Dr. Hasan KARAL'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam boyunca görüş ve önerileri ile tezimin zenginleşmesini sağlayan sayın hocam Prof. Dr. Adnan Baki'ye teşekkürlerimi sunarım. Tezimin oluşturulması ve gerçekleştirilmesinde büyük emekleri olan, yol gösteren değerli hocam sayın Prof. Dr. Vasif Vagıfoğlu NABİYEV'e teşekkür ederim. Ayrıca her daim görüş ve düşünceleri ile desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Ünal ÇAKIROĞLU'na, Doç. Dr. Selahattin ARSLAN'a, Yrd. Doç. Dr. Benian TEKİNDAL'a, Dr. Mustafa YADİGAROĞLU'na, yardımlarından dolayı araştırma görevlisi Ayça ÇEBİ'ye, Niyazi HACIOSMANOĞLU'na, Nazlı UYGUN'a ve uygulamalarımı yaptığım okulun matematik zümresi öğretmenlerine teşekkür ederim. Her zaman yanımda olan ve beni destekleyen başta annem, babam, kardeşlerim ve eşimin ailesi olmak üzere tüm aileme ve dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Bu zorlu süreçte gösterdiği fedakarlığı, desteği ve sevgisiyle bana güç veren eşim Semra FİŞ ERÜMİT'e ve kızım Sevgi Ceren ERÜMİT'e teşekkür ederim.

Bu tez 110K184 numaralı "Hareket Problemlerinin Çözümünde Yapay Zeka Tabanlı Uzaktan Eğitim Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi" isimli Tübitak projesi kapsamında hazırlanmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Ali Kürşat ERÜMİT  
Şubat 2014

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
TABLolar LİSTESİ .....	X
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	XII
GRAFİKLER LİSTESİ .....	XV
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1. 1. Araştırmanın Amacı .....	3
1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi .....	4
1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1. 4. Araştırmanın Varsayımları .....	6
1. 5. Tanımlar .....	7
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI .....</b>	<b>9</b>
2. 1. Problem Tanımları, Problemlerin Sınıflandırılması, Problem Çözme Süreci ve Problem Çözme İle İlgili Çalışmalar .....	9
2. 1. 1. Problem Tanımları.....	9
2. 1. 2. Problemlerin Sınıflandırılması .....	10
2. 1. 3. Problem Çözme Süreci .....	13
2. 1. 4. Problem Çözme İle İlgili Çalışmalar.....	17
2. 2. Eğitimde Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanıldığı Çalışmalar.....	22
2. 3. Eğitimde Uzman Sistem Uygulamaları.....	25
2. 3. 1. Uzman Sistemlerin Yapısı .....	25
2. 3. 2. Uzman Sistemlerde Problem Çözme Stratejileri .....	27
2. 3. 2. 1. İleri Zincirleme Yöntemi .....	27
2. 3. 2. 2. Geri/Tersine Zincirleme Yöntemi .....	28
2. 3. 3. Eğitimde Uzman Sistemlerle İlgili Çalışmalar .....	30
2. 4. Literatür Taramasının Sonucu .....	34
<b>3. YÖNTEM .....</b>	<b>38</b>

3. 1. Araştırma Modeli .....	38
3. 2. Evren ve Örneklem .....	42
3. 3. Verilerin Toplanması .....	43
3. 3. 1. Veri Toplama Araçları.....	43
3. 3. 2. Veri Toplama Araçları ile Çalışmanın Gerçeklik ve Güvenirliği.....	45
3. 3. 2. 1. Rubriğin Geliştirilmesi .....	45
3. 3. 2. 2. Hareket Problemlerinin Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Sınıflandırılması.....	46
3. 3. 2. 3. ARTIMAT'ta Kullanılacak Soruların Başlangıçtaki Zorluk Düzeylerinin Belirlenmesi.....	47
3. 3. 2. 4. Soru Puanlama Modülü İçin Kullanılan Kriterlerin, Skalaların, Kriter ve Adım Ağırlıklarının Belirlenmesi .....	47
3. 3. 3. Pilot Uygulamada Kullanılan Ölçüm Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği. 48	
3. 3. 3. 1. Mülakatlar .....	48
3. 3. 4. Asıl Uygulamada Kullanılan Ölçüm Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği.. 49	
3. 3. 4. 1. Başarı Testi.....	49
3. 3. 4. 2. Mülakat Soruları.....	49
3. 4. Hazırlanan Yapay Zeka Tabanlı Uzaktan Eğitim Sistemi (ARTIMAT) .....	50
3. 4. 1. Hareket Problemlerinin Çözümünde Yaşanan Güçlüklerin Belirlenmesi ve Problem Çözme Adımlarının İlişkilendirilmesi .....	51
3. 4. 2. Hareket Problemlerinin Karakteristiklerinin Belirlenmesi.....	53
3. 4. 3. Problemlerin Çözümüne Yönelik Graf Modelinin Oluşturulması.....	59
3. 4. 4. Sistemin Genel Yapısı .....	70
3. 4. 4. 1. Öğretmen Modülü .....	75
3. 4. 4. 2. Öğrenci Modülü .....	79
3. 4. 4. 3. Soru Puanlama Modülü .....	87
3. 4. 4. 4. Öğrenci Cevapları Puanlama Modülü.....	93
3. 4. 4. 5. İstatistik Modülü .....	93
3. 5. Verilerin Analizi .....	98
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>101</b>
4. 1. Hareket Problemlerinin Çözümünde Yaşanan Güçlüklere İlişkin Bulgular.....	101
4. 2. Pilot Uygulama Bulguları.....	103
4. 2. 1. Öğrenci Mülakatları .....	104
4. 2. 2. Öğretmen Mülakatları .....	108
4. 2. 3. Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular.....	112

4. 2. 4. Pilot Uygulama Bulgularının Değerlendirmesi.....	112
4. 3. Asıl Uygulama Bulguları.....	113
4. 3. 1. ARTIMAT'ın Problem Çözme Becerisine Katkısı .....	113
4. 3. 1. 1. ARTIMAT'ı Kullanan Öğretmenlerin Görüşleri.....	114
4. 3. 1. 2. ARTIMAT'ı Kullanan Öğrencilerin Görüşleri .....	116
4. 3. 1. 3. ARTIMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi .....	120
4. 3. 1. 3. 1. ARTIMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarını Arttırmaya Nasıl Katkı Sağladığı ile İlgili Öğretmen Görüşleri.....	123
4. 3. 2. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Analizinde ARTIMAT'ın Yeterlilikleri .....	127
4. 3. 2. 1. ARTIMAT'ın İstatistik Modülünden Elde Edilen Veriler .....	127
4. 3. 2. 2. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Analizinde ARTIMAT'ın Yeterlilikleri ile İlgili Öğretmen Görüşleri .....	136
4. 3. 3. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Geliştirilmesinde ARTIMAT'ın Etkisi.....	139
4. 3. 4. ARTIMAT'ın Genel Değerlendirmesine ve İşleyişine Yönelik Görüşler .	144
4. 3. 4. 1. Öğretmen Görüşleri .....	144
4. 3. 4. 2. Öğrenci Görüşleri.....	146
4. 3. 5. Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular.....	149
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>153</b>
<b>6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>160</b>
6. 1. Sonuçlar .....	160
6. 2. Öneriler .....	166
6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler.....	166
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler .....	166
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>167</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>180</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ .....</b>	<b>205</b>



## ÖZET

### **Polya'nın Problem Çözme Adımlarına Göre Hazırlanmış Yapay Zeka Tabanlı Öğretim Ortamının Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerine Etkisi**

Genel olarak dünya'da matematik programları, öğrencileri matematiksel düşünme gücü gelişmiş iyi birer problem çözücü olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle problem çözme becerileri matematik becerileri arasında önemli yer tutmaktadır. Çünkü matematiksel bilgiyi anlama ve bu bilgiler arasındaki ilişkiyi oluşturma, problem çözme sürecinde meydana gelmektedir. Bu sürecin etkili bir şekilde gerçekleşebilmesi, öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesine bağlıdır. Matematik öğretimi alanında Türkiye'de ve yurtdışında yapılan çalışmalarda genel olarak problem çözme becerilerinin istenen düzeyde olmadığı belirtilmekte ve problem çözme öğretiminde genellikle güçlük çekildiği ifade edilmektedir.

Hareket problemleri, farklı tipte sözel problemleri içermesi, farklı çözüm yollarının ve rutin olmayan problemlerin kullanılabilmesi sebebiyle çok önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle bu çalışmada hareket problemlerinin çözümüne yönelik yapay zeka tabanlı bir uzaktan eğitim ortamı tasarlanmış, uygulanmış ve değerlendirilmiştir. 30 ay süren çalışma kapsamında ilk olarak öğrencilerin problem çözme sürecinde yaşadıkları güçlükler belirlenerek, bu güçlüklerin giderilmesine yönelik yapay zeka tabanlı uzaktan eğitim ortamı Polya'nın problem çözme basamaklarına göre tasarlanmıştır. Uzman sistem olarak tasarlanan ortama ARTIMAT (Artificial Intelligence and Math) adı verilmiştir. ARTIMAT'ın algoritmik yapısı graf teorisi kullanılarak hazırlanmıştır. Tasarımın ardından pilot uygulama yapılarak öğrenci ve uzman görüşleri doğrultusunda ARTIMAT üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Asıl uygulamada ise yarı deneysel bir desenle, kontrol grubu öğrencileri geleneksel sınıf ortamında, deney grubu öğrencileri ise ARTIMAT üzerinde problem çözme eğitimini gerçekleştirmiştir. Veri toplama araçları olarak öntest-sontest sınavları, öğretmen ve öğrenci mülakatları ile gözlemci notları kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, ARTIMAT'ın öğrencilerin problem çözme yöntemlerini geliştirdiği, akademik başarılarını arttırdığı ve ölçme değerlendirme faaliyetlerini başarıyla gerçekleştirerek öğretmenlere önemli bir fayda sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Problem Çözme, Uzman Sistemler, Uzaktan Eğitim, Graf Teorisi, Polya, Hareket Problemleri, Yapay Zeka

## ABSTRACT

### **Artificial Intelligence-Based Learning Environments Which Preparing Polya's Problem Solving Steps Effect on Students' Problem Solving Processes**

All over the world, mathematics programs in to bring up students as good problem solvers who have a developed way of mathematical thinking power. Therefore, problem solving skills take an important place among the ones in Mathematics. Since comprehension of mathematical information and establishing an association between this information takes place in problem solving process. Realization of this process effectively depends on improving problem solving skills of the students. The studies in Turkey and in the world on mathematic teaching generally report that problem solving skills are not at the desired level and that there are difficulties in teaching of problem solving skills. Motion problems are important because they contain different types of oral problems and you can use different ways of solution and out of routine problems. Therefore, an artificial intelligence-based distance education environment for the solution of motion problems has been designed, implemented and evaluated in this study. Within the concept of this 30-months-study, first of all, difficulties of the students in the process of the problem solving have been determined, and artificial intelligence-based distance education environment has been designed for eliminating those difficulties in accordance with Polya's problem solving steps. The designed environment has been called as ARTIMAT (Artificial Intelligence and Math). ARTIMAT's algorithmic structure is designed by the use of graph theory. After the design, the necessary arrangements have been made in the accordance with the opinions of students and experts in pilot implementation.

In actual practice; problem solving education has been carried out with a quasi-experimental pattern in traditional classroom environment by control group students and on ARTIMAT by experimental group students. As data collection tools; pretest-posttest exams, student-teacher interviews and observer notes have been used. As a result of the thesis; it has been concluded that ARTIMAT developed problem solving methods of the students, increased their academic successes and provided a significant benefit to teachers by performing measurement and evaluation activities successfully.

**Keywords:** Problem Solving, Expert Systems, Distance Education, Graph Theory, Polya, Motion Problems, Artificial Intelligence

## TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Problemin Anlaşılması Basamağı Puanlama Tablosu.....	52
2.	Çözümle İlgili Stratejinin Seçilmesi Basamağı Puanlama Tablosu.....	52
3.	Stratejinin Uygulanması Basamağı Puanlama Tablosu .....	52
4.	Çözümün Değerlendirilmesi Basamağı Puanlama Tablosu .....	52
5.	Sonuçların Yazılabilmesi İçin Oluşturulan Tablo .....	53
6.	Hareket Problemlerinin Çözüm Şekilleri .....	57
7.	Kullanılan Graf Yapısına İlişkin Düğümlerin Gösterim Şekilleri ve Anlamları.....	65
8.	Kriter Ağırlıkları.....	90
9.	Adım Ağırlıkları .....	91
10.	Örnek Puanlama Tablosu.....	92
11.	Veri Toplama ve Analizi İçin Yapılan Çalışmalar .....	100
12.	Puanlama Tablosuna Göre Tüm Öğrencilerin Ortama Puanları.....	101
13.	Öğretmenlerin Sistem Hakkındaki Görüşleri .....	109
14.	Uygulamaya Katılan Öğretmenlerin Demografik Özellikleri.....	114
15.	ARTİMAT'ın Problem Çözme Becerisine Sağladığı Katkı .....	115
16.	Öğrencilerin ARTİMAT ile İlgili Görüşleri .....	117
17.	Deney ve Kontrol Grubu LGS ve Ara Sınav Puanlarının Karşılaştırılması.....	121
18.	Deney ve Kontrol Grubu Öntest Puanlarının Karşılaştırılması .....	121
19.	Deney ve Kontrol Grubu Öntest-Sontest Puanlarının Karşılaştırılması .....	122
20.	Grupların Sontest Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	122
21.	ARTİMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarını Arttırmaya Nasıl Katkı Sağladığı ile İlgili Öğretmen Görüşleri.....	123

22.	ARTIMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarını Arttırmasına Nasıl Katkı Sağladığı ile İlgili Öğrenci Görüşleri .....	126
23.	ARTIMAT'tan Örnek Olarak Alınan Öğrencinin Puan Tablosu.....	128
24.	Öğrenci Puanları Tablosunda Yer Alan Kısaltmaların Anlamları.....	130
25.	ARTIMAT'tan Örnek Olarak Alınan Öğrencinin Ortalama Puanları .....	131
26.	ARTIMAT'dan Elde Edilen Sınıf Ortalamaları.....	131
27.	Öğrenci Adım Durum Tablosu .....	134
28.	Soruya Göre Öğrenci-Sınıf Karşılaştırması .....	135
29.	Soruya Göre Öğrenci-Sınıf Karşılaştırması Kısaltmalarının Anlamları .....	136
30.	Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Analizinde ARTIMAT'ın Yeterlilikleri ile İlgili Öğretmen Görüşleri .....	137
31.	Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde ARTIMAT'ın etkisi ile ilgili öğrenci görüşleri.....	143
32.	ARTIMAT'ın Genel Değerlendirmesine ve İşleyişine Yönelik Öğretmen Görüşleri.....	144
33.	ARTIMAT'ın Genel Değerlendirmesine ve İşleyişine Yönelik Öğrenci Görüşleri .....	147
34.	Öğretmen, BDE ve ARTIMAT Karşılaştırması.....	159

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Temel Graf yapısı .....	8
2.	Problemlerin sınıflandırılması .....	11
3.	Uzman sistemin genel yapısı.....	25
4.	Örnek ileri zincirleme şeması .....	28
5.	Örnek ileri zincirleme ile mantıksal çıkarım .....	28
6.	Örnek geriye zincirleme şeması .....	29
7.	Çalışmanın gerçekleştirilme süreci.....	41
8.	Yapılan mülakatlar.....	45
9.	Tek araçlı hareket problemleri .....	54
10.	İki araçlı hareket problemlerin ağ şeması.....	55
11.	1. tür için oluşturulan graf yapısı.....	60
12.	2. tür için oluşturulan graf yapısı.....	60
13.	3. tür için oluşturulan graf yapısı.....	61
14.	İleri zincirleme ile problem çözümü graf modeli.....	62
15.	Geri zincirleme ile problem çözümü graf modeli.....	63
16.	Oluşturulan temel graf yapısı.....	65
17.	Aynı anda zıt yönlü hareket problemlerinde 2 araçlı durumlar için oluşturulan graf yapısı .....	66
18.	Eşitlik grafi .....	66
19.	Eşitlik grafinin genel graf yapısına eklenmesi .....	67
20.	Genel graf yapısına yapılan eklenti .....	68
21.	Örnek 1'in ileri zincirleme ile graf modeli.....	69
22.	Örnek 2'nin ileri zincirleme ile graf modeli .....	70
23.	Sistemin genel yapısı .....	71

24.	Sistemin ana giriş ekranı .....	71
25.	Hazırlanan Moodle sisteminin ana ekranı .....	72
26.	Kullanıcı girişinin yapıldığı ekran .....	72
27.	Kullanıcının kendine ait profil ekranı.....	73
28.	Kullanıcı giriş yapıldıktan sonra kullanılacak modül ün seçileceği ekran.....	73
29.	Konu anlatım ekranı .....	74
30.	Öğretmen modülü genel yapısı ve çözümlene modülü diyagram yapısı .....	76
31.	Öğretmen modülü pilot uygulama ekranı.....	77
32.	Öğretmen modülü asıl uygulama ekranı.....	78
33.	Öğrenci modülü genel yapısı.....	80
34.	ARTIMA ile problem çözme ve Polya adımlarının ilişkilendirilmesi.....	81
35.	Öğrenci modülü pilot uygulama ekranı .....	82
36.	Öğrenci modülü asıl uygulama problem çözme ekranı .....	83
37.	Sistemin veri giriş ekranı. ....	84
38.	Stratejinin uygulanması .....	85
39.	Alıştırma problemleri çözme ekranı .....	86
40.	Doğrudan sonucun girilebilmesi .....	87
41.	Soruların puanlanması için oluşturulan hiyerarşik yapı .....	88
42.	Problemi anlama basamağı için süre puanlama skalası .....	89
43.	Plan yapma basamağı süre kriteri puanlama skalası .....	89
44.	Planı uygulama basamağı süre kriteri puanlama skalası .....	89
45.	Kontrol etme basamağı süre kriteri puanlama skalası.....	89
46.	Kullanılan hak kriteri puanlama skalası .....	90
47.	Çözülebilme yüzdesi kriteri puanlama skalası.....	90
48.	Zorluk düzeyine göre soru seçme ekranı .....	93
49.	Soruların adım adım çözümlerinin farklı çözüm yollarına göre listelendiği ekran.....	94

50.	Soruların çözüme oranı ve çözüme sayısına göre görüntülediği ekran .....	94
51.	Öğrenci Puanları Ekranı .....	95
52.	Öğrencinin çözdüğü bütün sorular.....	95
53.	Soruların genel bilgileri .....	96
54.	Sorulara göre öğrencilerin durumları .....	96
55.	Öğrencilerin her adımdaki durumları .....	97
56.	Öğrencinin sorulardaki genel adım durumu.....	97
57.	Öğrencinin her bir sorudaki adım durumu .....	98
58.	Eğitimde teknoloji gelişimi piramit'i .....	162

## GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Ortalama adım puanları karşılaştırma grafiği .....	132
2.	Ortalama adım süreleri karşılaştırma grafiği.....	132
3.	Ortalama hata sayıları karşılaştırma grafiği.....	133



## 1. GİRİŞ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik alanlarda yaşanan hızlı değişim insan ve toplum hayatında ne zaman ne tür güçlüklerle karşılaşılacağına veya ne tür ihtiyaçların doğacağına önceden bilinmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle çağdaş eğitim, kendi kendine güçlüklerin üstesinden gelebilen insanı yetiştirmeyi hedeflemektedir. Eğitim-öğretim faaliyetleri yoluyla öğrencilerin hayatları boyunca karşılaşacakları problemlerin hepsine çözüm üretilmeyeceğine göre eğitimin hedefleri, etkili problem çözme becerilerini geliştirmeye odaklanmalıdır (Baki, 2008).

Amerika Birleşik Devletlerinde, Matematik Öğretmenleri Milli Konsey'inin (NCTM) raporunda problem çözme becerilerinin matematik öğretiminde öncelikli yer almasının gerekliliği ifade edilmiştir (NCTM, 2000). Buna paralel olarak ülkemizde de yeni lise matematik öğretim programı ile öğrencilerin;

- Problem çözme becerilerini geliştirmeleri,
- Matematiksel düşünme becerisi kazanmaları,
- Matematiğin kendine has dilini ve terminolojisini doğru ve etkili bir şekilde kullanabilmeleri,
- Matematiğe ve matematik öğrenimine değer vermelerinin sağlanması hedeflenmektedir.

Genel olarak program, öğrencileri matematiksel düşünme gücü gelişmiş iyi birer problem çözücü olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Problem çözmenin matematik dersinin genel amaçlarında önemli bir yer tutuyor olması, bu konuyu ilköğretimden başlayarak birçok kademedeki matematik öğretim programının merkezine taşımıştır. Bundan dolayı matematik eğitimcileri, öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve eğitimin öncelikli amacı olması konusunda fikir birliğindedirler (Cai, 2003; Karataş ve Güven, 2004). Problem çözme sürecinde yaşanan zihinsel süreç dikkate alındığında bu sürecin; bilgiyi anlamayı ve bu bilgiler arasındaki ilişkiyi oluşturmayı, eleştirel, yaratıcı ve yansıtıcı düşünmeyi, analiz ve sentezleme becerilerinin kullanımını içerdiği görülmektedir (Soylu ve Soylu, 2006). Bu sürecin etkili bir şekilde gerçekleşebilmesi, öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesine bağlıdır (De Corte, 2004; Karataş ve Güven 2004).

Problem çözme konusunda Polya (1957); problemin anlaşılması, çözümle ilgili stratejinin seçilmesi, stratejinin uygulanması ve çözümün değerlendirilmesi aşamalarını içeren bir çerçeveyi önererek, problem çözmenin sadece bir doğru sonuç bulma işlemi olarak algılanmakla birlikte, aslında daha geniş bir zihinsel süreci ve becerileri kapsayan

bir eylem ve sonuç bulmanın yanı sıra bir yol bulma ve güçlükten kurtulma olduğunu belirtmiştir.

Bu çerçevede yapılan birçok çalışmada öğrencilerin problem çözerken problemlerin içerdiği kavramları ve aralarındaki ilişkileri anlamada birtakım zorluklarla karşılaştıklarını belirtmektedir (Ben-Hur, 2006; Chiu ve Klassen, 2010; Vicente, Orrantia ve Verschaffel, 2007). Polya'ya göre bu zorlukların en önemli nedenlerinden birisi öğrencilerin problem çözmeyi aşamalı bir süreç olarak algılayamayışlarıdır. Bu görüş problem çözme süreçleri ve stratejileri üzerine yapılan birçok çalışma ile de desteklenmektedir (Crippen ve Earl, 2007; Hoffman ve Spatariu, 2008; Huang, Liu ve Chang, 2012; Yen ve Chen, 2008).

Bu nedenle problem ve problem çözmenin yapısı ile problem çözmeye başarının artırılması pek çok eğitimci ve psikolog tarafından üzerinde çalışılan bir konudur (Cai, 2003; Kılıç ve Samancı, 2005). Bu çalışmalarda birçok öğretim yöntemi yanında bilgisayar teknolojilerinin kullanıldığı uygulamalar da önemli bir yer tutmaktadır (Chen ve Liu, 2007; Çamlı ve Bintaş, 2009; Li ve Ma, 2010; Wopereis, Brand-Gruwe ve Vernetten, 2007).

Yeni matematik öğretim programında da bilgi ve iletişim teknolojilerinin yerinde ve etkili kullanımı önemli görülmektedir. Öğrencinin kendilerine sağlanan yazılımları aktif bir şekilde kullanarak programın benimsediği yapılandırmacı yaklaşımın doğasına uygun bir şekilde matematiksel bilgilerini yapılandırabilecekleri vurgulanmaktadır. Programda bilgi iletişim teknolojileri, arzulanan değişimi destekleyen bir araç olarak değil programın temel elemanlarından biri olarak düşünülmekte yani matematik öğretiminde, bilgisayarlar bir seçenek değil, programı tamamlayan ve başarılı bir şekilde uygulanmasını sağlayacak olan bileşenlerden biri olarak kabul edilmektedir (MEB, 2013). Bu rol gerçekleştirilirken bilgisayarların öğrenme ortamında kullanılma biçiminin oldukça önemli olduğu, bilgisayarların tepegöz, slayt, video gibi dersi anlatan bir araç olarak kullanılmasının geleneksel öğrenme ve öğretme etkinliklerini değiştirmeyeceği vurgulanmaktadır. Bu nedenle bilgisayarların yalnızca öğrencilerin hesaplama becerilerinin geliştirilmesinde kullanılmasından ziyade, öğrencilerin matematiksel konu ve kavramları anlama düzeylerini artırmak ve problem çözme becerilerini geliştirmek için bir araç olarak kullanılmasını gerektirmektedir (Dede ve Argün, 2003; Jacobse ve Harskamp, 2009; Aqda, Hamidi ve Rahimi, 2010).

Bu durum göz önünde bulundurulduğunda özellikle öğrencilerin öğrenme süreçlerini adım adım takip ederek; yönlendirme yapmak, karar almada yardımcı olmak, değerlendirme yapmak, eğitim ihtiyaçlarını belirlemek, bilgi ve beceri kazandırmak, rehberlik yapmak, öğrencilerin hatalarını tespit etmek, neden yanlış yaptığını anlatabilmek ve bireysel öğrenmeyi gerçekleştirmek amacıyla, bilgisayar destekli eğitim teknolojileri içerisinde yapay zeka teknolojilerinin kullanıldığı yazılımlar gün geçtikçe yaygınlaşmakta

ve önemi giderek artmaktadır (Chen, MdYunus, Ali ve Bakar, 2008; McLaren, Scheuer ve Miksátko, 2010; Jaques, Rubi ve Seffrin, 2012; Rowe, Shores, Mott ve Lester, 2011).

Eğitim öğretim amaçlı en çok kullanılan Yapay Zeka teknolojileri; Uzman Sistem ve Bulanık Mantık teknolojileridir (Öncü, 2006). Eğitim öğretim faaliyetlerinde uzman sistemler, öğrenci davranışlarını veya bilgilerini geliştirmek amacıyla öğrencilerin hatalarını tespit edip onlara hatalarını düzeltmeleri için yönlendirme yaparak istendik davranışlar kazandırmayı amaçlar (Giran, 2002; Uzun, 2008). Özellikle problem çözme alanında uzman sistemlerin kullanılması üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar uzman sistemlerin, bilişsel yükü kaldırmak, adım adım çözme yoluyla problem çözümünün ezberden uzak bir şekilde anlaşılabilir olarak gerçekleşmesi ve sürecin hem öğretmen hem de öğrenci tarafından tam olarak izlenebilmesi için çok önemli bir katkı sağladığını ortaya koymaktadır (Chen ve diğ., 2008; Günel ve Aşlıyan, 2009; Jaques ve diğ. 2012; Jeremic, Jovanovic ve Gasevic, 2012).

Bu nedenle çalışmada uzman sistem yaklaşımından faydalanılmıştır. Hazırlanan uzman sistem ile gerçekleştirilmesi hedeflenen amaçlar, çalışmanın problemi ve alt problemler sonraki bölümde verilmektedir.

### 1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; 9. sınıf matematik dersi konularından hareket problemleri konusunun öğretimine ve öğrenme çıktılarının değerlendirilmesine yönelik yapay zeka tabanlı bir sistemin hazırlanması ile öğrencilere, öğrenme ve alıştırmaya yapma, öğretmenlere ise web üzerinde ölçme değerlendirme imkanı veren bir uzaktan eğitim ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesidir.

Bu çalışmada hazırlanan yapay zeka tabanlı uzaktan eğitim sistemine ARTIMAT(Artificial Intelligence and Mathematics) adı verilmiştir.

Çalışmanın amaçları doğrultusunda araştırma problemi; *“Yapay zeka tabanlı öğrenme ortamının(ARTIMAT) öğrencilerin hareket problemlerini çözme süreçlerine etkisi ne şekildedir?”* olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın problemi doğrultusunda alt problemler ise,

- ARTIMAT'ın problem çözme becerilerine katkısı nedir?
  - Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin analizinde ARTIMAT'ın yeterlilikleri nelerdir?
  - Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde ARTIMAT'ın etkisi nedir?
- şeklinde sıralanabilir.

## 1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Problem çözmenin matematik müfredatının merkezinde olması, bu konuya verilen önemin artmasına ve konuyla ilgili çalışmaların önem kazanmasına neden olmuştur. Alan yazın incelendiğinde genellikle problem çözmede süreç ve bu süreçte karşılaşılan güçlüklerle ilgili çalışmalara rastlanmaktadır (Demir ve Çetin, 2012; Tatar ve Dikici, 2008). Ancak öğrenme güçlüklerini gidermeye yönelik çalışmaların, güçlükleri belirleme çalışmalarına nazaran az olması ARTIMAT benzeri bireysel öğrenme ortamlarına olan ihtiyacı göstermektedir. Bu nedenle eğitim alanında yapılacak bu çalışma ile ulusal ve uluslararası alan yazına önemli katkılar sağlanabilir.

Problem çözme konusunda öğrencilerin çeşitli sorunlarının olduğu ilgili literatür taramasında ortaya konmakta ve problem çözme ile ilgili karşılaşılan sorunların belirli bir problem tipine özel olarak incelenmediği görülmektedir. Bu çalışmalarda problem çözme ile ilgili konular, problem türünden bağımsız olarak genel bir çerçevede değerlendirilmektedir.

Polya, Dewey ve problem çözme için adımlar tanımlayan tüm araştırmacılarda bu adımları bir problem tipine özel olarak tanımlamayı genel bir çerçevede problem tiplerinin tümünü kapsayacak ve problem çözmede problem tipine bağımlı kalmadan öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları giderebilmelerine katkı sağlayacak adımlar olarak tanımlamışlardır (Baki, 2008; Bingham, 1983; Bransford ve Stein, 1993; Goos ve diğ., 2002; McLoughlin ve Hollingworth, 2001; Polya, 1957).

Problem çözme yalnızca bir matematik konusu değil aynı zamanda bir öğretim yöntemi ve günlük hayatın içinde insanların her zaman kullanmak zorunda oldukları bir beceridir (Ilany ve Margolin, 2010; Kalyuga ve Hanham, 2011; McNeil ve diğ., 2009). Bu nedenle matematik dersi konularından biri olan problem çözmede becerinin artırılması için seçilen problem tipinden daha çok kullanılan araçlar ve yöntemler önemli görülmektedir (Yen ve Chen, 2008; Jacobse ve Harskamp, 2009). Farklı çalışmalarda değerlendirme aracı olarak farklı problem tiplerinin beraber kullanılması da öğrencilerin belirli bir problem tipinde değil, genel olarak problem çözme ile ilgili sorunlarının olduğunu göstermektedir (Baki, Karataş ve Güven, 2004; Chang ve diğ., 2006). Yapılan çalışmalarda problem çözme ile ilgili ortak sorunların başında, sözel problemleri anlamada ve matematiksel ifadelerle dönüştürmede karşılaşılan zorluklar yer almaktadır (De Corte ve Verschaffel, 1993; Gooding, 2009; Huang ve diğ., 2012; Lee, Shen ve Tsai, 2008). Bu sorunların giderilmesi için de problem tipi değil kullanılan araçlar veya yöntemler tanıtılmaktadır.

Uzman sistem yapısında tasarlanan sistemlerde ise problem tipini belirleyen ana unsur programlanabilirlik ve uyarlanabilirlik olarak görülmektedir. Çünkü bir uzman sistem

için gerekli olan en önemli unsur mantıksal çıkarım modülünün kullanacağı kavram uzayı ve kavramlar arası ilişkilerin net bir şekilde ortaya konularak sonuç çıkarım mekanizmasının sağlam ve olabildiğince eksiksiz bir şekilde çalıştırılabilmesini sağlamaktır (Allahverdi, 2002; Öz ve Baykoç, 2004; Rich, 1983). Bu nedenle seçilen problem tipi kullanılacak algoritma ile gerçekleştirilecek şekilde olmalıdır. Uzman sistem yapısındaki sistemler öğretim ortamlarında henüz yeterince yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu nedenle olabildiğince farklı konular üzerinde uygulamalarının yapılması bu sistemlerin kullanılabilirliğinin ve güvenilirliğinin anlaşılabilmesi açısından son derece önemli görülmektedir.

Bir probleme ait farklı çözüm yollarının tümünün kısa zamanda doğru bir şekilde hazırlanması ve öğrenci çözümlerinin aşama aşama bu çözümler ile karşılaştırılarak sunulması için klasik çoklu ortamlar yeterli olmayacaktır (Gozli, Pollanen ve Reynolds, 2009; Jaques ve diğ., 2012). Çünkü buradaki süreç, problemlerin çözümünün öğrencilere sunulabilmesi için bu çözümlerin hazır şekilde tutulması yerine bir çözüm metodu ile tüm problemlerin çözülebilir hale getirilmesini gerektirir. Bu da problemleri analiz edip çözebilen bir uzman sistem gerektirmektedir (Aris ve Nazeer, 2010).

Hareket problemleri, farklı tipte sözel problemleri içermesi, farklı çözüm yollarının ve rutin olmayan problemlerin kullanılabilmesi sebebiyle çok önemli bir yere sahiptir (Nabiyev, 2013). Hareket problemleri diğer problem türlerine göre öğrencilerin günlük hayatlarında daha çok karşılaşabilecekleri bir problem türüdür. Örneğin faiz hesaplaması ya da işçi havuz problemleri öğrencilerin günlük hayatta çoğu zaman hiç karşılaşmadıkları problem türleri iken hareket problemleri sabah okula yetişmeleri için gidilecek yolu, ne kadar hızda gitmeleri gerektiğini ve okula varış sürelerinin ne kadar zaman alacağını hesaplamaları için bile gereklidir.

Çalışmada genel anlamda problem çözme için Polya'nın adımlarının kullanılması ve bu yolla öğrencilerin problem çözme süreçlerinin geliştirilmesi amaçlanmış olsa da; diğer problem tiplerine göre daha kapsamlı olması, farklı tipte sözel problemler içermesi, öğrencilerin günlük hayatlarıyla daha kolay ilişkilendirilebilmesi, uzman sistem yapısında programlanabilirliği ve uyarlanabilirliği nedeniyle konu olarak hareket problemleri seçilmiştir.

Hareket problemlerinin farklı tiplerinin hepsini birden aşama aşama çözebilecek ortak bir çözüm modelinin oluşturulabilmesi ve bu modelin Polya'nın problem çözme adımları ile ilişkilendirilerek yapay zeka tekniklerine uygun şekilde programlanabilmesi önemli bir özelliktir.

Polya'nın problem çözme adımlarına göre hazırlanması planlanan ARTIMAT ile öğrencilerin verecekleri cevapların adım adım otomatik değerlendirilmesi sonucu problem

çözerken yaptıkları hataların tespiti, bu hataların öğrencilere anında bildirilmesi ve bu hatalara göre öğrencilerin ilgili düzeydeki başka bir probleme yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu şekilde öğrencilerin hem problem çözmeye karşılaştıkları sorunlarının tespit edilerek giderilebileceği hem de kendi öğrenme hızlarında zamandan ve mekandan bağımsız bireysel öğrenmelerini gerçekleştirebilecekleri düşünülmektedir.

Ayrıca öğrencilerin durumlarına ilişkin bilgiler öğretmene de raporlanacağı için öğrencilerin gelişimine ilişkin bilgilerin öğretmen tarafından takip edilebilmesine ve detaylı analizlerin yapılabilmesine de olanak sağlanabilir.

ARTIMAT'da oluşturulması planlanan alıştırma ve değerlendirme modülleri sayesinde de geleneksel eğitimde özellikle kalabalık sınıf ortamlarının getirmiş olduğu kısıtlamaları (Blatchford, Bassett ve Brown, 2011; Chingos, 2012; Cho, Glewwe ve Whitler, 2012; Thomas, 2012; Yaman, 2009) ortadan kaldırmaya yönelik önemli bir adım atılabilir. Bu açıdan bakıldığında ARTIMAT ile öğrencilerin öğrenme düzeylerinin belirlenebilmesi adına detaylı analizler yapılmasına olanak sağlanabilir.

ARTIMAT sayesinde her öğrenci için bir sanal rehber öğretmen tahsis edilerek öğrencilerin bireysel öğrenmelerinde daha gerçekçi sonuçlara ulaşılabilir. Ayrıca bu çalışma ile uzaktan eğitimin ileri uygulamaları olarak değerlendirilebilecek yapay zeka tabanlı ortamların eğitimde yaygın olarak kullanılmasına katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Bu özellikleriyle ARTIMAT; öğrenme güçlüklerini gidererek, yalnızca sonucun bulunması için kalıp formüllerin ezberlenmesi yoluyla şablona dayalı bir öğretim yerine sürecin önem kazandığı, çözümlene mantığının bilgisayar aracılığı ile öğretildiği bir öğretimin yapılabilmesi amacıyla önemlidir.

### **1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Bu çalışma 9. sınıf matematik dersi konularından hareket problemleri konusu ile sınırlıdır.
2. Çalışma Trabzon ilinde 60 öğrenci ile sınırlıdır.

### **1.4. Araştırmanın Varsayımları**

Bu araştırma kapsamında çalışma grubu öğrencilerinin bilgisayar okuryazarlığı bilgi ve becerilerine sahip oldukları kabul edilmiştir.

## 1.5. Tanımlar

*Problem:* Baki (2008) problemi; “Bireyi, karşılaştığı zaman rahatsız eden bir olay karşısında yine kendi bilgi ve deneyimi yardımıyla çözüm arama ihtiyacı hissettiği durum” olarak tanımlamıştır.

*Problem çözme:* Polya (1973) problem çözmeyi, sonuç bulmanın yanı sıra bir yol bulma, güçlükten kurtulma olarak tanımlamıştır.

*Uzaktan eğitim:* “Farklı ortamlarda bulunan öğrenci ve öğretmenlerin öğrenme-öğretme faaliyetlerini iletişim teknolojileri ve klasik posta hizmetleri ile gerçekleştirdikleri bir eğitim sistemi modelidir” (İşman, 2008).

*Öğretim Yönetim Sistemi (ÖYS):* ÖYS eğitim sürecindeki olayları otomatikleştirerek öğretmen, öğrenci ve ders materyallerini bir araya getiren yazılımlardır. Asenkron eğitimin altyapısını oluşturan ÖYS'ler ağ üzerinden eş zamanlı olmayan öğrenme materyali sunma, sunulan öğrenme materyalini değişik biçimlerde paylaşma ve tartışma, derslere kayıt olma, ödevler alma, sınavlara girme, bu ödev ve sınavlara ilişkin dönüt sağlama, öğrenme materyallerini düzenleme, öğrenci, öğretmen ve sistem kayıtlarını tutma, raporlar alma gibi işlemleri gerçekleştirerek e-öğrenme faaliyetlerini kolaylaştırmakta ve daha sistematik, planlı bir şekle koymaktadır (Özarıslan, Kubat ve Bay, 2007).

*Moodle:* Moodle, internet tabanlı ders verebilmek için oluşturulmuş php tabanlı açık kaynak kodlu öğretim yönetim sistemidir. Moodle 138 ülkede kullanılmakta olup, 77 ayrı dil desteği vermekte ve 75000 kayıtlı kullanıcısı bulunmaktadır (URL-1, 2013). Kuramsal temeli, sosyal yapılandırıcılık kuramına dayanmaktadır. Kaliteli web tabanlı ders içeriklerinin kolayca oluşturulması için hazırlanmış bir yazılım paketidir.

Açık kaynak kodlu ÖYS'ler içerisinde Moodle öğretim yönetim sisteminin seçilmesindeki en önemli unsurlar; sistemin nesneye yönelik ve modüler yapıda tasarlanmış olması, tamamen ücretsiz olması ve kullanımının diğer ÖYS'lere nazaran daha kolay olmasıdır. Ayrıca sağlamış olduğu dil destekleri içerisinde Türkçe'nin de olması tercih nedenlerinden biridir.

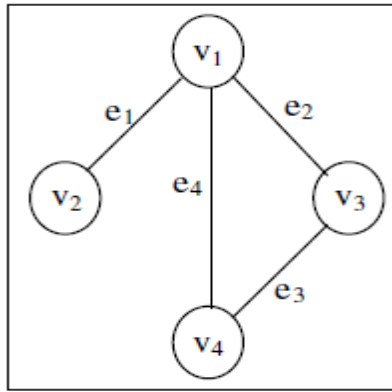
*Graf teorisi:* “Graf” kelimesi ilk kez 1822'de İngiliz matematikçi J.J. Sylvester tarafından kullanılmış, graflar kuramı üzerine ilk kitap ise 1936'da D.König tarafından yayımlanmıştır.

Graf, bir noktalar kümesi ile bu noktalar arasındaki ilişkileri ifade eden kenarlar yardımıyla tanımlanan bir yapıdır. Her kenar iki düğümü (node) birleştirmektedir. Grafın her kenarının bir başlangıcı ve bir sonu varsa, bu graf yönlü olarak tanımlanır. Aksi halde graf yönsüz olarak kabul edilir. Yönsüz graflarda kenarlar bağ olarak adlandırılır (Nabiyev, 2005).

Grafın özellikleri farklı türden problemleri niteler.

- Eğer bir grafta, iki ayrı düğüm tek bir kenarla birbirine bağlanıyorsa buna *yalın graf* denir.
- Eğer bir grafta, iki ayrı düğüm birden çok kenar ilişkisi içerirse buna *bağlantılı graf* denir.

Graf  $G=(V,E)$ , sonlu  $V$  ve  $E$  elemanları kümesidir.  $V$ 'nin elemanları köşeler (vertex) veya düğümler olarak adlandırılır.  $E$ 'nin elemanları da kenarlar (edges) olarak adlandırılır.  $E$ 'nin içindeki her kenar  $V$  içindeki iki farklı düğümü birleştirir. Bir çizgede düğümler dairelerle, kenarlar da çizgilerle gösterilir (Şekil 1) (Li, Tzeng ve Chin, 2011; Pirzada ve Dharwadker, 2007; Uğur, 2005).



$G=(V,E)$

$V=\{v1,v2,v3,v4\}$

$E=\{(v1,v2),(v1,v3),(v3,v4),(v1,v4)\}$

$e1=(v1,v2)$

$e2=(v1,v3)$

$e3=(v3,v4)$

$e4=(v1,v4)$

$E=\{e1,e2,e3,e4\}$

$G$ : Graf Kümesi

$V$ : Köşeler Kümesi

$E$ : Kenarlar Kümesi

$v$ : Köşeler

$e$ : Kenarlar

Şekil 1. Temel Graf yapısı

*Uzman sistemler:* Uzman Sistemler, belirli konuda uzman olan bir veya birçok insanın yapabildiği muhakeme ve karar verme işlemlerini modelleyen bir yazılım sistemidir. İnsan yaşamı boyunca yeni bilgiler edinmekte, zaman içinde görüşlerini derinleştirmekte, değişmekte ve olgunlaşmaktadır. Uzman sistemler de benzer şekilde bilgi tabanını genişletebilmeli ve bilgilerin eklenmesinde yeniden programların yazılması durumundan kurtulmalıdır. Bir sistemin uzman sistem olarak adlandırılabilmesi için bu sistemin kullanıcı hatalarını algılama ve yanlışlıkları bularak kullanıcıyı yönlendirme becerisinin de olması gerekmektedir (Nabiyev, 2005).



## **2. LİTERATÜR TARAMASI**

Bu bölümde çalışmanın temelini oluşturan kavramlar ile ilgili tanımlar ile ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Bu bakımdan literatür çalışması “Problem Tanımları, Problemlerin Sınıflandırılması, Problem Çözme Süreci ve Problem Çözme ile İlgili Çalışmalar”, “Eğitimde Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanıldığı Çalışmalar”, “Eğitimde Uzman Sistem Uygulamaları” başlıkları altında toplanmıştır.

### **2.1. Problem Tanımları, Problemlerin Sınıflandırılması, Problem Çözme Süreci ve Problem Çözme ile İlgili Çalışmalar**

Bu bölümde problem tanımları, problemlerin sınıflandırılması ve problem çözme süreci anlatılarak, yurtiçi ve yurtdışından farklı araştırmacıların matematiksel problem çözme ile ilgili yaptıkları çalışmalara yer verilmiştir.

#### **2.1.1. Problem Tanımları**

Literatürde problem ve problem çözmenin farklı tanımları bulunmaktadır.

Problemin tanımı konusunda çeşitli kaynaklarda değişik tanımlara rastlanmakla birlikte, en genel anlamıyla bir problem; karmaşık ya da sonucu belirsiz bir sorudur. Problem; araştırma, tartışma ya da bir düşünme meselesidir (Van De Walle, 1989).

Polya'ya (1973) göre problem; net bir sonuca ulaşmak için bilinçli olarak uygun eylemi aramak, fakat istenilen sonuca ulaşamamaktır.

Matematiksel açıdan problem, bulunması ya da gösterilmesi gereken fakat nasıl bulunacağı veya gösterileceği mevcut bilgilerle bir bakışta belli olmayan sorun olarak tanımlanmaktadır (Grouws, 1996).

John Adair (2000) problemi; “problem sizin önünüze atılmış, sizi engelleyen bir durumdur” biçiminde tanımlamaktadır.

Kneeland'a (2001) göre problem, bir şeyin olması gerektiği durum ile şu anda olan durum arasındaki fark veya olayların şu anda bulunduğu yer ile olmasının istenildiği yer arasındaki farktır.

Baki (2008) ise problemi; “Bireyi, karşılaştığı zaman rahatsız eden bir olay karşısında yine kendi bilgi ve deneyimi yardımıyla çözüm arama ihtiyacı hissettiği durum” olarak tanımlamıştır.

Problem, varlığından haberdar olunmasına rağmen, mevcut bilgi birikimi veya teknolojiler kullanılarak çözüm üretilmeyen bir durum olarak da tanımlanabilir (Çepni, Ayas, Ekiz ve Akyıldız, 2008).

Problem çözenin de çok farklı tanımları vardır. Polya(1973) problem çözmeyi, sonuç bulmanın yanı sıra bir yol bulma, güçlükten kurtulma olarak tanımlamıştır.

Swing ve Peterson(1988); matematiksel bilgiyi anlama ve bu bilgiler arasındaki ilişkinin oluşturulması problem çözme sürecinde meydana geldiğini ifade etmektedir.

Problem çözme, öğretim sürecinde öğrencilerin sorumluluklarını geliştirme, araştırmaya yöneltme, öğrenmeye ilgilerini artırma, kalıcı izli öğrenmeyi sağlama, motivasyonu artırma gibi pek çok yararı olan bir süreçtir (Fisher, 1990).

Gelbal (1991) karşılaşılan güçlüklerin ortadan kaldırılmaya ve belirsizliklerin giderilmeye çalışılmasını problem çözme olarak tanımlamıştır.

Lester'a (1994) göre matematik problemlerini çözme yeteneği, basit işlemleri hatırlama veya iyi öğrenilmiş prosedürlerin uygulamasından daha fazlasını içeren, çok uzun bir süre içerisinde yavaş bir biçimde gelişen bir süreçtir.

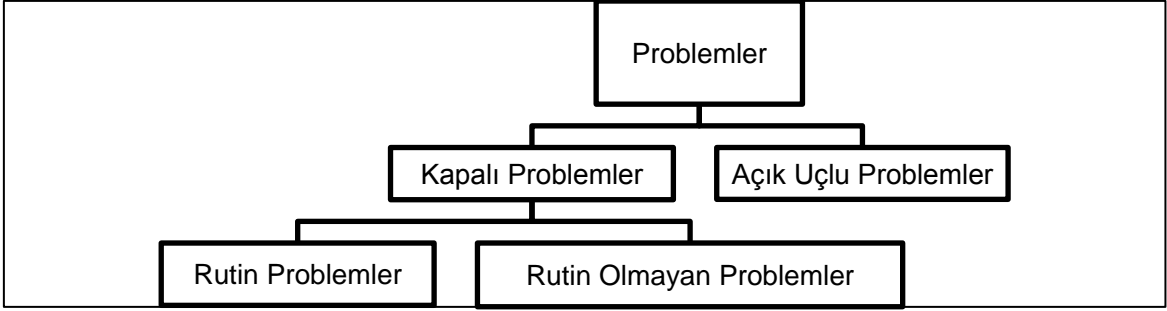
Problem çözme, sadece bir matematik probleminin sonucunu bulmak değil, yeni durumlarla karşı karşıya gelmek ve bu durumlara esnek, işe yarar ve zarif çözümler bulmak anlamına gelmektedir (Gail, 1996).

Problem çözme, kavramları ve işlemleri bir araya getirerek bunları işe koşmaktır(Bernardo, 1999).

Problem çözme, bireyin bir hedef doğrultusunda ilerlerken karşısına çıkan engeller ile belirlediği hedef arasındaki boşluğu anlaması ve çözmesi sürecidir (Morgan, 1993).

### **2.1.2. Problemlerin Sınıflandırılması**

Literatürde problemlerin sınıflandırılması konusunda farklı yaklaşımlar bulunmakla birlikte problem türlerini kapsamlı olarak içermesi bakımından Foong(1990)'un problem çözümü ve problemlerin kullanımı üzerine yaptığı çalışmasında oluşturduğu sınıflandırma tercih edilmiştir. Foong (1990) tarafından yapılan sınıflandırma Şekil 2'de sunulmaktadır.



Şekil 2. Problemlerin sınıflandırılması (Foong,1990)

Bu şemada temel yapı olarak problemlerin çoğu “kapalı” veya “açık uçlu” olarak sınıflandırılmıştır. Aşağıda alt problemleri ile birlikte kapalı problemlerden ve açık uçlu problemlerden bahsedilmiştir.

- *Kapalı problemler*

Bu problemler, doğru cevabın bazı basit yollarla belirlenebildiği ve gerekli bilgilerin problem ifadesinde verilmiş olduğu, açıkça formüle edilmiş ve görevler yönünden “iyi yapılandırılmış” (well-structured) olanlardır. Kapalı problemler, özel içerikli, rutin, çok adımlı problemleri kapsadığı gibi rutin olmayan problemleri de kapsar. Bu tür problemler “meydan okuyan problemler (challenge problems)” olarak da bilinmektedir. Öğretmenler bu tür problemleri, özel bir konudaki problemleri çözmek ve öğretimdeki asıl rolünü vurgulamak için kullanırlar. Meydan okuyan problemler öğrencilerin ileri düzeyde analitik düşünme kabiliyetlerini ortaya çıkarmak için kullanılır (Foong, 1990).

o *Rutin (dört işlem) problemler*

Bunlar matematik ders kitaplarında çokça yer alan ve dört işlem problemleri olarak bilinen problemlerdir. Yabancı literatürde word problem ya da story problem olarak adlandırılırlar (Altun, 2007). Rutin problemler bir ya da çok işlemli olabilirler. Benzer türden kurulmuş sözel problemler (word problems), tamsayılar, kesirler, oran ve yüzde gibi ilgili aritmetik konularında kullanılmaktadır (Foong, 1990).

o *Rutin olmayan problemler*

Rutin olmayan problemlerin çözümleri işlem becerilerinin ötesinde, verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme gibi becerilere sahip olmayı ve bir takım aktiviteleri arka arkaya yapmayı gerektirir (Souviney, 1989).

Akıl yürütme, ilişkilendirme, yaratıcı düşünme, yansıtıcı düşünme ve stratejik düşünme becerilerinin gelişimi açısından rutin olmayan problemlerin, rutin problemlere göre daha etkili olduğu söylenebilir (Baki ve Kartal 2004; Altun, 2007; Kaur ve Yeap, 2009; Polya,1990).

George Polya (1990), rutin problemin ne demek olduğunu ve problem çözme öğretiminde rutin olmayan problemlerin önemini şöyle ortaya koymaktadır.

"...Genelde bir problem önceden çözülmüş genel bir probleme özel veriler yerleştirilerek ya da hiç bir yenilik olmaksızın iyice bilinen bir örneği adım adım izleyerek çözülebiliyorsa, rutin bir problemdir. Böylece öğrencinin kesin reçeteyi izlemesi için yalnızca biraz dikkat ve sabır yeterli olacak, kendi yargılarını ya da yaratıcı yeteneklerini kullanma fırsatı bulamayacaktır. Matematik öğretirken rutin problemler gerekli olabilir, hatta çok sayıda rutin problem çözdürmek gerekebilir. Ancak öğrencilere başka tür problem çözdürmemek affedilemez bir hatadır. Rutin matematik işlemlerinin mekanik performansını öğretmek ve başka bir şey öğretmemek, yemek kitabının düzeyinin de altına düşer; çünkü yemek tarifleri bile düş gücü ve yargı için aşçıya bir alan bırakır, oysa rutin problemler bu alanı bırakmaz..."

*- Açık uçlu problemler*

Bu kategorideki problemlerin içinde eksik bilgi ve kabuller bulunduğundan "iyi yapılandırılmamış (ill-structured) problemler" olarak da adlandırılır. İyi yapılandırılmamış problemler tek bir cevabı olmayan, günlük yaşantıdaki problemleri kapsayan türden problemlerdir (Foong, 1990).

Matematik dersinde karşılaşılan problemlerin büyük bir bölümü sözel formdadır. Sözel problemler öğrencilerde yeni matematiksel modellerin oluşmasında yardımcı olmakta ve öğrencilerin bu konuda deneyim kazanmalarını sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerde dil oluşumunun, akıl yürütmenin, matematiksel gelişimin ve karşılıklı etkileşimin sağlanması için uygun bir ortam hazırlamaktadır (Reusser ve Stebler, 1997). Böylece sözel problemler öğrencilerin okulda öğrendikleri formal matematiksel bilgi ve becerilerini gerçek hayat durumlarına uygulayabilmelerine de katkıda bulunmaktadır (Greer, 1997; Verschaffel, De Corte ve Viersraete, 1999).

NCTM'nin raporunda yer alan "Okul matematiğinin amacı tüm öğrencileri problem çözmeye hevesli hale getirmek olmalıdır. Problem çözme yoluyla öğrenciler matematiğin gücünü ve yararını görebilir. Problem çözme, araştırma ve uygulamanın merkezidir ve matematiksel fikirleri öğrenip uygulamada bir bağlam oluşturmak için matematik programı içine yayılmalıdır. Programı bu belgedeki standartlara dayanan öğrenciler hem bağımsız hem de ortaklaşa problem çözme deneyimleri için sık sık fırsatlardan yararlanacaklardır. Karmaşık araştırmalarla meşgul olup belki de arada sırada bir tek problem ve onun uzantıları üzerinde birkaç gün boyunca çalışacaklardır" (NCTM, 2000) bildirisinin aksine, okuldaki matematik eğitimi genellikle rutin problemlere dayanmaktadır. Bu tür problemler çoğunlukla sonuca odaklıdır. Rutin problemler öğrencilerin düşünme süreçlerini ya çok az yükseltir ya da hiç yükseltmez. Rutin sözel problemler problem durumuna bakmaksızın

doğru hesaplama kullanılarak çözülebilir (Nosegbe, 2001). Bu tarz problemlerin çözümlü için gerekli kurallar ve stratejilerde önceden öğrenciye gösterilir. Çocuklara önceden problem çözmek için kuralları ve stratejileri göstermek de onların problem çözmeye becerilerini geliştiren etkili bir yöntem değildir. Bu durumda çocuklar sadece mekanik olarak belirli bir yöntemi uygulamayı öğrenirler (Willoughby, 1990). Eğer bu problemlerin çözümleri okullarda olduğu gibi, bilgileri ezberleyerek bir sınavı tamamlamak şeklinde olsaydı; sınavlar hala toplum hayatındaki başarının bir göstergesi olurdu. Fakat okul hayatının aksine, insanlar kendi profesyonel hayatlarında çoğunlukla iyi tanımlanmamış, değişkenleri tam olarak ayrıştırılmamış, rutin olmayan sorularla karşılaşmaktadır (Jonassen, 2000). Günlük hayatta karşılaşılan her problemin çözümü için okulda öğrenilen problem çözmeye formülleri geçerli olmamaktadır. Bu nedenle öğrenciye formül ezberleterek problem çözmeyi öğretmeye çalışmak, öğrenciyi geleceğe hazırlamakta yeterli fayda sağlamayacaktır.

Bu çalışmada tercih edilen problemlerin çoğu öğrencilerin verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme becerilerini geliştirmek amacıyla rutin olmayan problemlerden seçilmiştir.

Rutin olan ve olmayan problemlerin çözümleri konusunda en çok kabul gören süreç George Polya (1957) tarafından verilen dört basamaklı süreçtir. Bu basamakların bilinmesi, problem çözmeyi sağlamaz, ancak problem çözerken bu dört basamağa uygun çalışma biçimi çözümü kolaylaştırır (Çepni ve diğ., 2008). Problem çözenin basamakları, altında farklı teorik yaklaşımları içeren bir şemsiye gibidir. O basamakların problem çözmeyi kolaylaştırdığını başlangıçta belirtmek gereklidir (Nesher, Hershkovitz ve Novotna, 2003).

### **2.1.3. Problem Çözme Süreci**

Bir öğretim yöntemi olarak problem çözenin temeli John Dewey'e kadar dayanmaktadır. Eğitimci filozof John Dewey 1925 yılında Atatürk tarafından Türkiye'ye davet edilmiş ve 1 yıl boyunca Türk eğitim sistemini inceledikten sonra çözüm önerilerinin yer aldığı bir rapor sunmuştur. Bu rapor problem çözmeye ya da yaparak yaşayarak öğrenme modeli olarak ülkemizde tanınmıştır. Dewey problem çözmeyi beş aşamalı olarak açıklamaktadır.

1. Problemi anlama
2. Geçici hipotezleri formüle etme,
3. Veri toplama, organize etme ve açıklama
4. Sonuca ulaşma
5. Sonuçları test etme.

John Dewey'e göre konu ile ilgili problemle uğraşırken aşamaları tamamlayan öğrenci analiz, sentez ve genelleme gibi yüksek bilişsel fonksiyonları kullanmış olur (Baki, 2008).

Problem çözümü konusunda en çok kabul gören süreçlerden biri ise George Polya (1957) tarafından verilen dört basamaklı süreçtir:

1. Problemin anlaşılması
2. Çözümle ilgili stratejinin belirlenmesi
3. Stratejinin uygulanması
4. Çözümün değerlendirilmesi

Bir öğrenci için problemin anlaşılması; problemde nelerin verildiği ve istendiğinin saptanmasını, eksik ya da fazla bilgi varsa bunların tayin edilmesini, problemde ne tür bilgilerin elde edileceğinin belirlenmesini ve problemi parçalara (alt problemlere) ayırma sürecini kapsar.

İkinci basamak olan strateji seçiminde ise problem anlaşıldıktan sonra sıra çözümde kullanılacak olan yöntemin seçilmesine gelir. Bu safhada öğrencinin aşağıdakilere benzer sorulara cevap vermesi beklenir:

1. Bu problemde neyin bulunması isteniyor?
2. Buna benzer, daha önce başka bir problem çözdün mü? Orada ne yaptın?
3. Bu problemi çözemiyorsan, buna benzer daha basit bir problem ifade edip çözebilir misin?
4. Bu problemin cevabını tahmin edebiliyor musun? Hangi değerler arasındadır?

Bu aşamadaki stratejilerden bazıları: sistematik liste yapma, geriye doğru çalışma, diyagram çizme, tahmin etme, bağıntı kurma, eleme, tablo yapma, eşitlik yazmadır.

Üçüncü aşamada seçilen strateji uygulanır. Problem çözülüyor ise problemin birinci veya ikinci adımında bir eksiklik olup olmadığına bakılır. Yine çözülmez ise strateji değiştirilir. Gerekli aritmetik işlemlerin yapılması da bu safhada yer alır.

Son aşamada elde edilen sonuçların doğru ve anlamlı olup olmadığına bakılır. Bunun için elde edilen sonuç tahmin edilenle karşılaştırılır veya işlemlerin sağlamaları yapılır. Sonuçların anlamlı olup olmadığı ise çıkan cevabın gerçek hayata uygunluğunun kontrol edilmesiyle anlaşılır. Benzer bir problemle karşılaşırsa onun nasıl çözüleceği tartışılır. Başka bir çözüm yolunun olup olmadığı araştırılır. Kullanılan stratejinin neden seçildiği açıklanır. Problemin çözümüne uygun bir başka strateji var ise, bu stratejilerden hangisinin daha iyi olduğu tartışılır.

Dewey ve Polya'nın tanımladığı süreçlerden başka, benzer adımları içeren farklı süreç tanımlamaları da vardır.

D’Zurilla ve Goldfried (1971) problem çözme sürecini, tanımlanabilen aşamalara ayırmışlardır. Bunlar:

- Genel yaklaşım
- Problemin tanımlanması
- Seçeneklerin yaratılması
- Karar verme
- Değerlendirme

Bingham’a (1983) göre ise, problem çözme sürecinin aşamaları şunlardır:

- Problemi tanımak ve onunla uğraşmak gereksinimini hissetmek,
- Problemi açıklamaya, niteliğini, alanını tanımaya ve onunla ilgili ikincil problemleri kavramaya çalışmak,
- Probleme ilgili bilgileri toplamak,
- Problemin özüne uygun düşecek verileri seçmek ve düzenlemek,
- Toplanmış verilerin ve problemle ilgili bilgilerin ışığı altında çeşitli olası çözüm yollarını saptamak,
- Çözüm şekillerini değerlendirmek ve duruma uygun olanlar arasından en iyisini seçmek,
- Kararlaştırılan çözüm yolunu uygulamak,
- Kullanılan problem çözme yöntemini değerlendirmek.

Bransford ve Stein(1993)’in modelinde (IDEAL) problem çözme, problemi tanımlama (**I**dentify), problemi temsil etme (**D**efine), uygun çözüm stratejilerini araştırma (**E**xplore), bu stratejileri uygulama (**A**cting), geriye bakma ve bu aktivitelerin etkilerini değerlendirme (**L**ooking back) süreçleri olarak açıklanmıştır.

Gick (1986) bu stratejileri sentezleyerek basit bir model önermiştir. Gick’in modelinde problemin temsilini oluşturma, çözümü arama, çözümü uygulama ve takip etme (monitoring) süreçleri vardır.

Stevens (1998) Problem çözme sürecinin aşamalarını aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

- Problemin anlaşılması,
- Gerekli bilgilerin toplanması,
- Problemin köküne inilmesi,
- Çözüm yollarının ortaya konulması,
- En iyi çözüm yolunun seçilmesi,
- Problemin çözülmesi.

Witt (1999) bilişsel yöntemle problem çözmeye, her yaştaki birey için somut ipuçlarının önemli olduğunu vurgulamıştır. Bunun için düşüncelerin ya da sözel ifadelerin aşağıdaki aşamalara benzer bir şekilde yazılı ifadelerle dönüştürülmesi gereklidir.

- Problemi açıklayan bir iki cümle yazma,
- İstenen sonucu olabildiğince net bir şekilde ortaya koyma,
- O anda makul gelen ya da gelmeyen her türlü çözüm yolunu yazma,
- Listelenen olasılıkları kâğıt üzerinde test etme,
- Problemin çözümüne giden adımlar tatmin edici değilse, listedeki diğer seçenekleri ve yolları deneme

Matematiksel problem çözmeye, bilişin düzenlenmesi; çalışma yolunun kapsamlı bir şekilde planlanması, belirli stratejilerin seçilmesi, ilerlemenin denetlenmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve gerektiğinde stratejilerin ve planların tekrar gözden geçirilmesi gibi birçok etkinliği içermektedir (Goos, Galbraith ve Renshaw, 2002).

Problem çözmeye başarılı olmayı sağlayan beceriler bilişsel farkındalık bilgisiyle bağlantılıdır. Bilişsel farkındalık, bir öğrencinin stratejiler ve biliş hakkındaki bilgisi, bu süreçleri (strateji ve biliş süreçlerini) gözleme ve kontrol etme yeteneğidir (McLoughlin ve Hollingworth, 2001).

Bilişsel farkındalık, öğrencilerin matematik çalışmalarını ve öğrenmelerini etkileyebilir. Öğrenciler problem çözme sırasında kullandıkları işlemleri ve basamakları nasıl düzenleyeceklerini ve gözlemleyeceklerini bilmelidirler. Akademik olarak başarılı olan öğrenciler; problemleri çözmeye etkili stratejiler ortaya koyan kendi anlayışını (self-understanding) kazanmış öğrencilerdir (Garrett, Mazzocco ve Baker, 2006).

İçinde bulunduğumuz çağa damgasını vuran problem çözme, bütün derslerin amaçları arasında yer almaktadır. 21. yüzyılın öğretim yönteminin problem çözme olduğunun bilinmesi gerekir. Bu nedenle problem ve problem çözmeye yapısı ile problem çözmeye başarının artırılması pek çok eğitimci ve psikolog tarafından üzerinde çalışılan bir konudur (Kılıç ve Samancı, 2005). Bu çalışmalarda bilgisayar teknolojilerinin desteği büyük önem arz etmektedir. Günümüzde pek çok alanda olduğu gibi eğitim alanında da bilgisayar kullanımı hızla artmaktadır. Her seviyeden okullarda bilgisayar laboratuvarları kurulmakta, projeksiyon ve akıllı tahtalarla desteklenmektedirler. Ayrıca öğrencilerin derslerine takviye olacak ve bilişsel farkındalığı arttıracak yazılımlarda eğitimde sıklıkla kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeyle birlikte insan bilgisayar etkileşimini arttırmak (Liang, Lee ve Jang, 2013; Özçelik, Karakuş, Kurşun ve Çağiltay, 2009; Torres, Penalvo ve Theron, 2013) ve insan benzeri karar verme yeteneğini bilgisayarlara kazandırmak amacıyla yapılan çalışmalarda (McLaren ve diğ., 2010; Beal,



Arroyo, Cohen ve Woolf, 2010; Jaques ve diğ., 2012; Mohamedi, Bensebaa ve Trigano, 2012) artmaktadır.

#### 2.1.4. Problem Çözme ile İlgili Çalışmalar

Dooren, Bock ve Janssens (2007) aşırı öz güvenin problem çözme becerisi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada önteste rutin olmayan problemler sordukları öğrencileri S durumu (yeniden eğitim ve eğitsel sözel problemler (rutin problemler) sorulması), D durumu (benzer (rutin olmayan) sözel problemler sorulması) ve P durumu (Performans tabanlı görev verilmesi) olmak üzere 3 ayrı gruba ayırmışlardır. Rutin olmayan sözel problemler ile yapılan son test sonucunda çoğu öğrenci S durumunda mülakatlar süresince doğrusal akıl yürütme göstermiş, D durumunda pozitif etkiler görülmüş ancak P durumunda görülen pozitif etki daha fazla olmuştur. Doğrusal akıl yürütme P durumunda neredeyse tamamen yok olmuştur. Bu sonuçtan hareketle performans tabanlı görevler verilerek yapılan problem çözme öğretimi daha başarılı olmuştur denilebilir.

Dooren, Bock, Evers ve Verschaffel (2008) problem çözümede öğrencilerin orantıyı kullanmaları üzerine yaptıkları çalışmada öğrencilerin büyük bir kısmının problem çözümlerinde orantıyı kullanma yoluna gittiklerini belirtmiştir. Orantısız ve orantısız olmayan problemlerden oluşan bir test ile 4., 5. ve 6. sınıflardan toplam 508 öğrenci ile yaptıkları çalışmada tam sayı gerektiren sorularda orantının daha çok kullanıldığı tam sayılı olmayan sorularda ise orantı kullanımının daha az olduğu anlaşılmıştır.

Öktem (2009)'in ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin gerçekçi cevap gerektiren matematiksel sözel problemleri çözme başarı düzeylerini ve bu tür problemlerin çözümünde öğrencilerin kişisel yorumlarının rolünü belirlemek amacıyla 6, 7 ve 8. sınıflarda okuyan öğrenciler arasından tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen 300 öğrenci ile yaptığı çalışmada bu problemlere ilişkin başarı yüzdelerinin düşük olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonucunda öğrencilerin okul matematiği ile gerçek hayat arasında bağ kurmada zorlandıkları saptanmıştır.

McNeil, Uttal, Jarvin ve Sternberg (2009), "Öğrencilerin gerçek dünya bilgilerinin matematiksel sözel problemleri çözme düzeyleri üzerinde nasıl bir etkisi vardır?" sorusunun cevabını araştırdıkları çalışmalarında 2 deney gerçekleştirmişlerdir. Birinci deneyde 4 ve 6. sınıfta öğrenim gören 229 öğrenciye para içeren sözel problemler çözdürülmüştür. Öğrenciler çok az problemi doğru çözmüştür. 2. durumda ise öğrenciler 3 gruba ayrılarak 1. gruba büyük miktarda paralarla, 2. gruba daha az miktarda paralarla ve 3. gruba ise hiç para verilmeyerek aynı problemleri çözmeleri istenmiştir. Bu durumda da

çok para verilen öğrencilerin problemleri çözmeye daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gooding (2009) yaptığı çalışmada ilköğretim çağındaki çocukların sözel matematik problemlerle mücadele ederken yaşadıkları zorlukları araştırmıştır. 4 yıl boyunca 5 ilköğretim öğrencisi ile özel durum çalışması gerçekleştiren araştırmacı sözel problemleri öğrencilerle tartışarak öğrencilerle mülakatlar gerçekleştirmiştir. Nitel olarak elde ettiği verileri mevcut literatürde yer alan zorluk kategorilerine dayalı tematik analiz yaklaşımını kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada öğrencilerin yaşadıkları zorluklara ve bu zorlukların üstesinden gelebilmek için yapılabilecek önerilere yer verilmektedir.

Ilany ve Margolin (2010) yaptıkları çalışmada matematiksel sözel problemlerin çözümünde, matematiksel ifadeler ile doğal dil arasında köprü kurmak için öncelikle matematiksel farkındalığın önemli olduğunu belirterek matematiksel gösterim ve dilsel durum arasındaki geçişi sağlayacak bir model oluşturmuş ve modelin işleyişi çeşitli örnek sözel problemler ile göstermişlerdir. Oluşturdukları modeli 3 öğrencinin katıldığı bir durum çalışmasıyla test etmişlerdir. Katılımcılar 6. Sınıf, 9. Sınıf ve 1 üniversite öğrencisidir. Çalışmanın sonuçlarına göre tüm öğrenciler bu modeli kullanarak kendi matematiksel anlama becerilerinde gelişme göstermiştir.

Karasel, Ayda ve Tezer (2010), Kuzey Kıbrıs'ta 9 farklı ilkokulda öğrenim görmekte olan 134 öğrenci üzerinde matematik kaygısı ve matematiksel problem çözme becerileri arasındaki ilişki üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 2 farklı veri ölçeği kullanılmıştır. İlki "matematiksel problem çözme becerisi ölçeği" ki bu ölçek 2 bölümden oluşmaktadır. İlki 9 soruluk demografik bilgi bölümü ve diğeri 28 soruluk 4 lü likert tipinde oluşturulmuş problem çözme becerilerini ölçme bölümüdür. Öğrencilerin matematik kaygılarını ölçmek içinse 45 soruluk 4 lü likert tipinde bir ölçek uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin kaygıları ve problem çözme becerileri arasında düşük bir anlamlı ilişki ortaya çıkmıştır.

Lazakidou ve Retalis(2010), gözlem, rekabet veya taklit ile kendi kendini kontrol olmak üzere 3 gelişim aşamasını içeren bir yapı ile öğrencilerin matematiksel problem çözme becerileri ve davranışlarını incelemiştir. Çalışmada öğrencilerde kategorilere ayrılarak yeni çözümler, uzman ve orta çözümler olmak üzere 3 seviyede değerlendirilmiştir.

Ulu (2011) tarafından yapılan "İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Rutin Olmayan Problemlerde Yaptıkları Hataların Belirlenmesi ve Giderilmesine Yönelik Bir Uygulama" isimli doktora tezinde İlköğretim 5. Sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problemlerde yaptıkları hataların giderilmesine yönelik bir uygulama yapılması amaçlanmıştır. İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problemlerde yaptıkları hataların kaynağını belirlemek

amacıyla klinik mülakat yönteminden, genelde ve her bir soruda yapılan hata kaynaklarının oranını (%) belirlemek amacıyla betimsel tarama modelinden ve belirlenen hata kaynaklarından hareketle geliştirilen programın etkinliğini test etmek amacıyla öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desenden faydalanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin en fazla anlama kaynaklı (%45.50) hata yaptıkları anlama kaynaklı hataların haricinde yapılan hataların sırasıyla stratejinin yürütülmesi (%5.72), okuma (%3.77), işlemlerin yapılması (%2.62) ve strateji seçiminden (%2.36) kaynaklandığı belirlenmiştir. Hata kaynakları okuduğunu anlama (%49.26) ve problem çözme strateji (%10.70, 600) olmak üzere iki kategoride birleştirilmiştir. Bu kapsamda deney grubu öğrencilerine okuduğunu anlama stratejileri (22 saat) ve problem çözme stratejileri eğitimi (18 saat) verilirken, kontrol grubu öğrencilerine uygulamadaki program dahilinde okuduğunu anlama ve problem çözme eğitimi verilmiştir. Yarı deneysel çalışma sonucunda; Strateji eğitimi alan (okuduğunu anlama stratejileri, problem çözme stratejileri) deney grubuyla, kontrol grubu arasında rutin olmayan problem çözme başarısı yönüyle deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu sonucuna varılmıştır.

Kalyuga ve Hanham (2011) de yaptığı çalışmada rutin olmayan problemlerin öğrencilerin mevcut bilgilerini yeni durumlara uygulama yeteneğini geliştirme açısından önemli olduğunu ve rehberliğin olmadığı durumlarda problem çözme sürecinin çok zor olabileceğini belirterek problem çözme becerilerinin şematik yapılarla desteklenmiş formlarla geliştirilebileceğini ortaya koymuştur. Deneysel olarak yaptığı çalışmasında teknik bir cihazın çalışmasını öğretme amacıyla hazırladığı formlarla grupları karşılaştırmış ve deney grubu lehine pozitif farklılık bulmuştur. Çalışmada bu öğretim şeklinin bilgisayar tabanlı bir öğretim ortamı tasarımı şekline dönüştürülebileceği düşüncesinde ortaya çıkmıştır.

Taşpınar (2011)'in ilköğretim 8. Sınıf öğrencilerine matematik dersinde uygulanan problem çözme stratejilerinin öğretiminin, farklı problem çözme stratejilerini bir arada kullanabilme düzeylerine etkisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada 8. Sınıf öğrencilerine 4 hafta (15 saat) problem çözme stratejileri eğitimi gerçekleştirmiştir. Bu süreçte öğrencilere problem çözme stratejileri tanıtılmış ve farklı stratejilerle çözülebilen problemler çözülmüştür. Uygulama öncesi ve sonrası araştırmacı tarafından geliştirilen araştırma problemleri ve Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği, ön test ve son test olarak öğrencilere verilmiştir. Veri toplama araçları olarak nitel ve nicel yöntemlerden yararlanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında, öğrencilerin ön testte kullandıkları problem çözme stratejileri oldukça sınırlı iken, son testte bu durum düzelmiş, öğrenciler farklı çözüm yollarını kullanabilmişlerdir.

Akgün, Işık, Tatar, İşleyen ve Soylu (2012), tarafından yapılan çalışmada, matematik serileri ile ilgili problemlerde öğrencilerin yeteneklerini ortaya çıkartmak amaçlanmıştır. Öğrencilerin verilerinin “Problem Çözme Testi (PST)” ve “Serilerin Karakter Tanıma Testi (SCT)” ile toplandığı çalışma 2009-2010 öğretim yılında ilköğretim matematik eğitimi bölümü üçüncü sınıf öğrencileri için yapılmıştır. Verilerin analizi ışığında, öğrencilerin SCT de başarılı olduğu ancak PST de sorunlarının bulunduğu anlaşılmış ve bu bulgu araştırmacılar tarafından öğrencilerin günlük hayat problemlerini serilere dönüştürme ve yorumlama sürecinde sorunlar yaşadıkları şeklinde yorumlanmıştır.

Voutsina (2012) 5 erkek ve 5 kız öğrenciden oluşan 10 kişilik çalışma grubuyla yaptığı çalışmada ilkökul matematiğinde çok adımlı problemleri çözerken öğrencilerin başarılı problem çözme yaklaşımlarındaki değişim sürecini araştırmıştır. Öğrencilerin başarılı problem çözme davranışlarındaki gelişmenin nitel olarak değerlendirildiği çalışmada öğrencilerle toplam 10 oturum gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, oluşturulan modelin uygulanması ile öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgiyi kontrol etme becerileri artırılarak nihayetinde kendi öğrenmelerini sağlamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırma ayrıca öğrencilerde teori ve uygulama arasındaki dönüşümü sağlamıştır.

Sara (2012) yaptığı çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ve ders çalışma stratejileri, problem çözme becerileri ve denetim odağı düzeyi arasındaki ilişkileri incelemiştir. 7 üniversiteden 430 kadın ve 202 erkek öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği çalışma sonucunda, öğrenme ve ders çalışma stratejileri ile problem çözme becerileri arasında iyi düzeyde anlamlı ilişki olduğu görülmüştür. Buna göre sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ve ders çalışma becerileri arttıkça problem çözme becerileri de artmaktadır.

Kubanç (2012)'in yaptığı “İlköğretim 1., 2. ve 3. Sınıf Öğrencilerinin Matematikte Dört İşlem Problemleri Konusunda Yaşadığı Zorluklar ve Çözüm Önerileri” isimli çalışmasında nitel araştırma yöntemini kullanmıştır. İki aşamada gerçekleştirilen çalışmada I. aşamaya 468, II. aşamaya ise 108 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın verileri klinik görüşmeler, görüşmeci günlüğü ve öğrencilerin çalışma yapraklarından elde edilmiş olup araştırma sonucunda ilköğretim 1., 2. ve 3. sınıfta okuyan öğrencilerin problem çözme sürecinde kullanacakları işlemleri, en çok problemde geçen anahtar sözcüklere göre belirledikleri görülmüştür. Problemde ki verilenler, istenenler, problemde kullanılan sayıların veriliş sırası öğrencilerin çözüm yolları geliştirirken dikkate aldıkları diğer öğeler olmuştur.

Öğrencilerin sebep-sonuç ilişkisi kurarak problemin mantığını anlamaya çalışmak yerine, başvurdukları bu yollar, ya işlem tercihlerini hatalı belirlemelerine ya da işlem

sırasında hata yapmalarına sebebiyet vermiştir. Bu sonuçlardan hareketle öğrencilerin hatalı cevap vermelerinin altında yatan en önemli nedenin problemin mantığını anlayamama ve bu anahtar sözcüklerle ilgili yaşadıkları kavram yanılgıları gösterilebilir.

Merriënboer (2013) problem çözme konusunda 4 Aşamalı Eğitsel Tasarım Modeli (4C/ID) ni ele almıştır. Çalışmada, çoğu eğitimcinin problem çözmenin önemli olduğunu iddia etmelerine rağmen eğitimcilerin çok farklı perspektiflere sahip olduğunu ve problem çözme eğitiminin nasıl olması gerektiği konusunda tam bir anlaşmanın olmadığını belirten Merriënboer, kendi çalışmasında problem çözme hedef, metod ve becerileri konusundaki çelişki ve farklı perspektifleri açığa kavuşturmayı amaçlamıştır. Çalışmada yazarın problem çözme ile ilgili "Hedef olarak problem çözme, iyi yapılandırılmış problem çözme ile sınırlı olmamalı, gerçek hayat problemlerini de kapsamalıdır. Bir yöntem olarak, problem çözme acemi öğrenenler için sınırlamalara sahiptir; öğrenenler için geniş destek sağlayarak onlara problem çözme becerilerini geliştirmek için yardımcı olmak büyük önem taşımaktadır. Bir beceri olarak, problem çözme, sadece uzmanlık gelişim sürecinin erken aşamalarında gelişen bir süreç olarak görülmemelidir." görüşleri verilmektedir. Bu çalışmada problem çözme nasıl daha iyi öğretilir sorusuna cevap olabilecek 4 aşamalı bir öğretim tasarım modeli bir yaklaşım olarak ele alınmıştır. Bu modelin bileşenleri;

1. Öğrenme görevleri
2. Destekleyici bilgi
3. Yöntemsel bilgi
4. Yarı görevli uygulama şeklindedir.

Güven ve Çabakçor (2013) yaptıkları çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin duygusal faktörler, akademik başarı, cinsiyet ve ailelerinin eğitim düzeylerinin kendi problem çözme başarıları üzerindeki etkisini incelenmişlerdir. Bu amaçla, problem çözme tutum ölçeği, matematik ve problem çözme inanç ölçeği, matematik kaygısı ölçeği, literatür ve uzman görüşlerine göre geliştirilmiş matematik ölçeği ve problem çözme başarı testi, 115 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Çalışmada veriler korelasyon yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve problem çözme başarısını etkileyen doğrudan ve dolaylı faktörler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, akademik başarıları ve problem çözme başarıları arasında yüksek düzeyde bir ilişki, matematiksel faktörler ve öğrencilerin problem çözme başarıları için öğrencilerin problem çözme tutumları, Problem çözme inançları, matematik kaygı ve öz-yeterlik algısı arasında orta derecede ilişki bulunmuştur. Dolaylı faktörler ve problem çözme başarıları arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Molnar, Greiff ve Csapo (2013) çalışmalarında özel alanlı problem çözme, karmaşık (genel) problem çözme ve tümevarımsal akıl yürütme olmak üzere 3 farklı akıl yürütme üzerine odaklanmıştır. 3 farklı yaş grubu arasında bu 3 akıl yürütmenin gelişim

düzeylerindeki farklılıklarını görmek ve bu 3 akıl yürütme arasındaki ilişkiyi tanımlamak için yaptıkları çalışmanın örneklemini 3. sınıftan 11. sınıfa kadar 9-17 yaş arası Macaristan'da öğrenim gören ilk ve ortaokul öğrencileri oluşturmaktadır. Her bir yaş grubunda yaklaşık 400 öğrenci ile yaptıkları çalışma sonuçlarına göre tüm yaş gruplarındaki gelişim yavaş olmakla beraber en hızlı akıl yürütme gelişiminin 7. sınıf öğrencilerinde olduğu ve zamanla tümevarımsal akıl yürütme ve karmaşık problem çözme arasındaki ilişkinin kararlı bir şekilde güçlendiği anlaşılmıştır. Ayrıca yaş grupları ilerledikçe öğrencilerin kullandıkları problem çözme stratejilerindeki benzerliklerin arttığı da görülmüştür.

## **2.2. Eğitimde Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanıldığı Çalışmalar**

Bu bölümde matematik eğitiminde bilgisayar teknolojilerinin kullanıldığı yurtiçi ve yurtdışı çalışmalara yer verilmiştir.

Chang, Sung ve Lin (2006), problem çözme öğretimi için hazırlanan yazılımların tek bir sahnede yaptıkları eğitimin öğrencilerde bilişsel yük oluşumuna sebep olduğunu ve öğrencilerin süreç içerisinde gerçekleştirdikleri aktivitelerin takibinin mümkün olmadığını bu nedenle de sağlıklı bir öğretim ve değerlendirme yapılamadığını ileri sürmektedirler. Çalışmaların da Polya'nın problem çözme aşamalarını (1-Problemin anlaşılması, 2- Plan yapma, 3- Planı uygulama ve 4- Çözümün kontrolü) temel alarak MathCAL isimli bir yazılım geliştirmişlerdir. Çalışmanın örneklemini 130, 5. sınıf öğrencisi (11 yaşında) oluşturmaktadır. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu deneysel yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubu öğrencileri 6 hafta süreyle bilgisayar ortamında geliştirilen yazılımı kullanarak problem çözerken kontrol grubu öğrencileri ise geleneksel sınıf ortamında problemleri çözmüşlerdir. Alınan sonuçlara göre, hazırlanan sistem her bir aşamada düşük problem çözme becerilerine sahip öğrencilerin başarısını geliştirmede yardımcı olmuştur.

Chen ve Liu (2007), yaptıkları çalışmada kişiselleştirilmiş bilgisayar destekli matematiksel problem çözme programının Taiwan'da 4. sınıf öğrencilerinin performansına ve tutumlarına etkilerini değerlendirmişlerdir. Nitel ve nicel verilerin elde edildiği çalışmada kişiselleştirilmiş bilgisayar destekli ortam ile kişiselleştirilmemiş ortamda öğrenim gören öğrencilerin performans ve tutumları karşılaştırılmıştır. Çalışmaya Taiwan'da 4. sınıfta öğrenim gören 165 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre kişiselleştirilmiş bilgisayar destekli matematiksel problem çözme programının öğrencilerin performanslarını ve tutumlarını geliştirdiği, kişiselleştirilmemiş ortamla karşılaştırıldığında hazırlanan programla öğrenim gören öğrencilerin başarılarının ve tutumlarının anlamı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür.

Lopez-Morteo ve Lopez (2007) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin matematik öğrenimine yönelik motivasyonlarını arttırmak için bilgisayar destekli işbirlikçi bir ortam tasarlamışlardır. IIRM adını verdikleri ortamda öğrenciler interaktif olarak eğlenceli matematik araçları aracılığı ile sunulan matematik kavramları öğrenmektedir. Çalışmada sohbet odaları ve çoklu oyunculu matematik oyunları aracılığı ile öğrencilerin etkileşim süreçlerinin desteklenmesi sağlanmıştır. Ayrıca kullanıcılara kendi kullanıcı hesaplarına ait ara yüzleri özelleştirebilmelerine imkan sağlanmaktadır. Meksika da lise öğrencilerine yönelik yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarda sistemi kullanan öğrencilerde matematiğe karşı tutumlarında pozitif yönde bir gelişme olduğu ve sistemin matematik öğrenme süreçlerini teşvik etme potansiyeline sahip olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Jacobse ve Harskamp (2009) yaptıkları çalışmada öğrencilerin üstbilgi ve problem çözme becerileri geliştirmek için sözel problemler ve üst bilişsel ipuçları içeren bir bilgisayar programı geliştirmiştir. Deney grubu 5. Sınıftan 23 öğrenci bilgisayar yazılımını kullanmış kontrol grubu (n=26) ise geleneksel ortam ile eğitim görmüştür. Sonuçta üstbilişsel ipuçları içeren programı kullanan öğrencilerin daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca üstbilişsel ipuçları kullanımının matematik performansını da etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Çamlı ve Bintaş (2009), yaptıkları çalışmada ortak katların en küçüğü (okek) ve ortak bölenlerin en büyüğü (obeb) problemlerini çözme öğretimi için geliştirdikleri yazılımın öğrencilerin akademik başarılarına etkisini son test kontrol gruplu deneysel desende bir çalışma ile araştırmışlardır. Çalışma 2008 yılının 2. döneminde 5 hafta süreyle ve 6. sınıfta öğrenim gören toplam 102 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başlangıç bilgilerini kıyaslamak amacıyla akademik düzey testi uygulanmıştır. Kontrol grubu öğrencileri geleneksel eğitim alırken deney grubu öğrencilerine araştırmacı tarafından hazırlanan eğitim yazılımı ile bilgisayar destekli öğretim yapılmıştır. Uygulama sonunda yapılan son test sonucunda deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek seviyede akademik başarı göstermişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre okek ve obeb konularının öğreniminde bilgisayar desteğinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırabileceği belirlenmiştir.

Li ve Ma (2010), mevcut literatürü sistematik bir şekilde inceleyerek, K-12 sınıflarında matematik eğitimi üzerinde bilgisayar teknolojilerinin(BT) etkisini belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında matematik öğretimi ve öğreniminde teknolojinin eğitsel kullanımı üzerine yapılan başlıca araştırmalardan elde edilen bulguları nicel olarak ele almışlardır. Bu doğrultuda toplamda 36,793 katılımcıyı içeren 46 çalışmadan çıkarılan 85 bağımsız etkinin meta-analizini yapmışlardır. Çalışma sonuçları BT'nin matematik başarılarını yükseltmede; ortaokul öğrencilerine göre ilkökul öğrencilerinde daha etkili

olduğunu, özel eğitime ihtiyacı olan öğrencilere genel eğitim öğrencilerinden daha fazla fayda sağladığını, geleneksel öğretim yaklaşımlarına göre yapılandırmacı yaklaşım ile birleştirildiğinde olumlu etkilerinin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Huang ve diğerleri (2012) çalışmalarında Tayvan'da düşük başarıdaki ilköğretim ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerine matematikte kelime tabanlı toplama ve çıkarma soruları konusunda yardımcı olmak için web sitesi şeklinde bir bilgisayar destekli matematiksel problem çözme sistemi geliştirmiştir. Polya'nın problem çözme modeline göre hazırlanan sistem, genellikle görmezden gelinen problem çözme sürecinin parçaları kullanarak öğrencilerin başarılarını geliştirmelerine rehberlik etmek üzere hazırlanmıştır. Deneysel bir desen takip edilerek yapılan uygulama sonucunda deney grubu öğrencilerinin problem çözme yeteneklerinin kontrol grubuna göre daha üstün olduğu ve öğrencilerin hazırlanan sistemi kullanmaya hevesli oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada, hazırlanan bilgisayar destekli matematiksel problem çözme sisteminin bir araç olarak öğretmenler için etkin hizmet edebileceği belirtilmektedir.

Garcia-Santillán, Flores-Zambada, Escalera-Chávez, Chong-González, Lopez-Morales (2012) öğretme öğrenme sürecinde öğrenci bilgisayar ve matematik etkileşiminin nasıl olduğu üzerine yaptıkları nicel araştırmada matematiğe güven, matematik motivasyonu, bilgisayara güven, bilgisayar motivasyonu, bilgisayar ve matematik etkileşimi ve matematiğe bağlılık hakkında daha önce yapılan çeşitli ölçek ve argümanları kullanmışlardır. Autónoma of San Luis Potosí Unidad Zona Media üniversitesinde okuyan muhasebe, yönetim ve pazarlama öğrencilerine 214 soru ile yapılan çalışma sonucunda bilgisayar kullanımı ile matematik öğrenimi arasında pozitif yönde olumlu bir ilişki olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Formanek (2013) tarafından yapılan sınıflarda matematik yazılımlarının artıları, eksileri ve uygulama için önerileri içeren çalışmasında, lisans sınıflarında Matematik öğretiminde bilgisayar yazılımı kullanımı ile ilgili literatürde yer alan araştırma sonuçları toplu olarak incelemiştir. Bundaki amaç bilgisayarın öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde sahip olabileceği çeşitli yararları ve zararları anlamaktır. Çalışmada öncelikle mühendislik ve matematik lisans öğrencileri üzerine vurgu yapılarak, lisans eğitiminde matematik yazılımı kullanımının başarılı bir şekilde uygulanması için farklı öneriler sunulmuştur.



## 2.3. Eğitimde Uzman Sistem Uygulamaları

### 2.3.1. Uzman Sistemlerin Yapısı

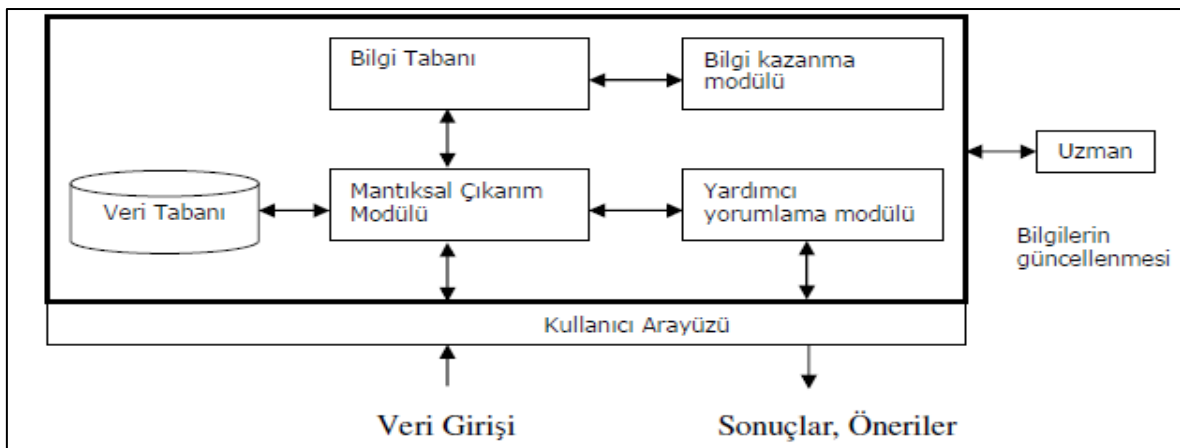
Geleneksel programlardaki algoritma ile veri tabanındaki verileri işleme yaklaşımı, yapay zeka programlama çeşitlerinden biri olan uzman sistemlerde çıkarım mekanizması ile bilgi tabanını işlemeye dönüşmüştür. Uzman sistemler gerçekten uzmanlık gerektiren karmaşık bilgileri içerirler. Bu tip bilgiler uzmanlık ve deneyime dayanan bilgilerdir. Uzman sistemler kesin olmayan ve eksik bilgileri de değerlendirebilmektedir. Uzman sistemlerde kesin ve net algoritmalar yerine deneyime dayalı çıkarım yöntemleri kullanılır. Bu yüzden uzman sistemlerin tasarımı karmaşık ve zaman alan bir işlemdir (Allahverdi, 2002).

Bir Uzman Sistemin tasarlanması için genellikle aşağıdaki fonksiyonların geliştirilmesi gerekir:

- Problem çözme fonksiyonu, belirsizlikle uğraşılması gerekli olabilen belli alan bilgilerini kullanabilmelidir.
- Kullanıcı ilişki fonksiyonu, problem çözme işlemi sırasında ve sonrasında sistemin eğilimini ve kararlarını kullanıcıya açıklayabilmelidir.

Bu iki fonksiyonun her ikisi de çok karmaşık, uygulama alanına ve pratik gereksinimlere bağlı olabilir. Tasarım ve uygulama sırasında çok değişik ve karmaşık problemler ortaya çıkabilir (Mikail, 2007).

Bir uzman sistemin genel yapısı şekil 3'deki gibidir.



Şekil 3. Uzman sistemin genel yapısı

Şekil 3'de genel yapısı verilen uzman sistemlerin içyapısı kısaca şu şekildedir.

*Bilgi tabanı:*

Bilgilerin özel bir biçimde tutulduğu, halen tutulmakta olan bilgilerden yeni bilgilerin üretilmesine imkan sağlayan birimdir ve bir uzman sistemin temel taşıdır. Bir bakıma uzmanın beyni de olarak isimlendirilebilir.

*Uzman:*

Görevi, sisteme yeni bilgiler kazandırmaktır. Bu bilgi kazandırma işlemi, genellikle sıradan bir kişinin yapamayacağı kadar karmaşıktır ve bilgi kazandıran kişinin sistem hakkında ihtisas sahibi olmasını gerektirir.

*Bilgi kazanma modülü:*

Uzman ile bilgi tabanı arasında bir arabirim oluşturur. Uzmanın verdiği bilgileri alıp bilgi tabanına uygun bir biçime sokmaktan ve bilgi tabanına yerleştirmekten sorumludur.

*Veri tabanı:*

Geleneksel ilişkisel veri tabanı biçimindedir ve bu veri tabanında temel nesnelere veya özellikler tutulur. Örneğin kişi isimleri veya şehirler ve bunlara ait nüfusların bir uzman sistemdeki yeri, veri tabanıdır. Bu bilgilerin bilgi tabanı ile de ilişkisi mevcut olmalıdır.

*Mantıksal çıkarım modülü:*

Veri tabanını da kullanarak bilgi tabanı üzerinde araştırma yapmaktan ve kendisine verilen mantıksal olarak sonuçlandırmaya muhtaç önermelerin doğruluğunu araştırmaktan sorumlu bir birimdir. Bilgi tabanında araştırma yaparken, gerçekleri ve kuralları kullanır. Örneğin, "Her insan akıllıdır", kuralı ve "Ali bir insandır" gerçeği mevcutken "Ali akıllıdır" sonucuna varılması, mantıksal sonuçlandırma mekanizmasının görevidir.

*Yardımcı yorumlama modülü:*

Mantıksal sonuçlar üretmek için mantıksal sonuçlandırma mekanizmasına yardımcı olacak işleve sahiptir.

*Kullanıcı arayüzü:*

Kullanıcının sistem ile iletişimi için bir bağdaştırıcı görevi üstlenir. Kullanıcının sorularını mantıksal sonuçlandırma mekanizmasının anlayabileceği biçime sokar. Örneğin, Türkçe bir cümle bu haliyle mantıksal sonuçlandırma mekanizması için bir anlam taşımaz. Bu cümleyi uygun bir biçime dönüştürmek kullanıcı arabiriminin görevidir. Bu işlemin gerekliliği ise doğal dil işleme gibi yapay zeka alt konularının doğmasına neden olmuştur.

Kullanıcı, uzman olmayan herhangi biridir ve sistemin içyapısı hakkında bilgisi olması gerekmez. O yalnızca sonucunu almak istediği soru veya önermeleri sisteme verir ve bunlara karşılık cevap veya cevaplar alır. Bir uzman sistemin başarısının ölçüsü; doğru

mantıksal sonuçlar verebilmesinin yanında, bu sonuçlara ulaşabilmesi için kullanıcının sistemin iç yapısı hakkında ne kadar bilgili olmasının zorunlu olduğudur. Diğer bir deyişle, kullanımda olan bir uzman sistemde kullanıcı ile sistem arasındaki fark ne kadar büyükse, bu uzman sistem bir o kadar başarılıdır (Nabiyev, 2005).

### 2.3.2. Uzman Sistemlerde Problem Çözme Stratejileri

Yukarda belirtildiği gibi uzman sistemlerin yapısı kısaca şu öğelerden oluşmaktadır; Kuralları içeren bilgi tabanı, Bilgi edinme modülü, Veri tabanı, Çıkarım modülü, Yardımcı modül, Kullanıcı arabirimi, Kullanıcı ve Uzman. Uzman sistemlerde kurallar, gerçek anlamından daha farklı biçimde ifade edilmektedir. Bu kurallar genellikle "IF...THEN..." biçimindedir. Kurallara dayalı uzman sistemlerde araştırma alanı ile ilgili bilgiler, gerçeklerle karşılaştırılarak sonuçlar üretilmektedir. Kuralın IF kısmına gerçekler kısmında rastlanırsa THEN kısmı üretilir. Burada olgular temelinde sonuçlar üretilmesi, *ileri zincirleme (forward chaining)* olarak gerçekleştirilmektedir. Mantıksal çıkarımlar ters yönde de gidebilir. Bu durumda *geriye zincirlemeden (backward chaining)* söz edilir (Nabiyev, 2005).

#### 2.3.2.1. İleri Zincirleme Yöntemi

Tümevarım yaklaşımının uygulanmasıdır. İleri zincirleme yönteminde işlem, verilerden sonuca doğrudur. Bu yaklaşımda, sistemde toplanan mevcut verileri değerlendirerek, sistemi istenen sonuçlara ulaştıracak kurallar araştırılır. Böylece eldeki veriler yorumlanarak, amaca ulaştıran araçlar bulunur (Beaudry, Kabanza ve Michaud, 2010). Yani başlangıç verilerinden If-then kuralları kullanılarak problem çözümüne gidilir.

İleri zincirleme yönteminin çalışma şekli aşağıdaki gibi maddeleştirilebilir:

1. Sistem bir veya daha fazla durum bilgisiyle çalıştırılır.
2. Her durum için sistem, bilgi tabanında bu durumu şart kısmında bulduran tüm kuralları arar.
3. Her bir kural, şart kısmının doğru çıkması durumunda yeni durumlar oluşturur.
4. Bu yeni durumlar mevcut durumlara eklenir.
5. Eklenen her yeni durum için süreç yeniden başlar. Yani 2. maddeye dönlür.
6. Eğer hiç yeni durum oluşmuyorsa oturum sona erer (Coles, Fox, Long ve Smith, 2008).

### 2.3.2.2. Geri/Tersine Zincirleme Yöntemi

Tümdengelim yaklaşımının uygulanmasıdır. Diğer bir deyişle sonuçtan başlayarak geriye doğru gidilir ve sonuca götürecektir düğümlerin sonuçlarının bulunmasına yöneliktir (goal-driven). Sonuç bellidir sebep bulunmaya çalışılır (Doukidis ve Paul, 1985; Hotomaroğlu, 2002). İşlem, verilen sonuç bulununcaya veya uygulanacak kural kalmayınca kadar devam eder. Geriye zincirlemede, taramaya hedeften (goal) başlanır ve bu hedefi gerçekleştirmek için gerekli olan hükümler, bilgi tabanındaki hedefle ilgili kurallara ait ikinci tarafların (THEN kısımlarının) sağlanması suretiyle elde edilmeye çalışılır. Hedefi sağlamak üzere, kuraldan elde edilen hüküm bilgi tabanında bulunmuyorsa, bu hüküm bir alt hedef olarak kabul edilip sağlanmaya çalışılır. Böylece bilgi tabanında var olan bir ifade elde edilinceye kadar birçok alt hedef (subgoal) zincirleme oluşturulur. Sonra tek tek bütün alt hedefler ve sonunda ana hedef gerçekleşir (Kumar, 2008).

Aşağıda ileri ve geri zincirleme yöntemine ilişkin örnek bir uygulama verilmektedir.

*Örnek: A, B, C, E, G, H gibi gerçeklerin veri tabanında yer aldığını ve aşağıdaki şekilde 3 kuralımızın bilgi tabanında var olduğunu düşünelim:*

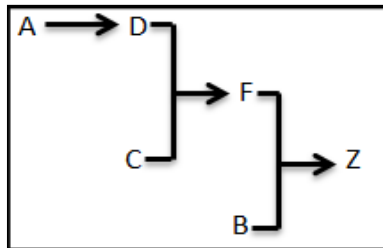
**Eğer F ve B ise, BURADAN Z**

**Eğer C ve D ise, BURADAN F**

**Eğer A ise, BURADAN D**

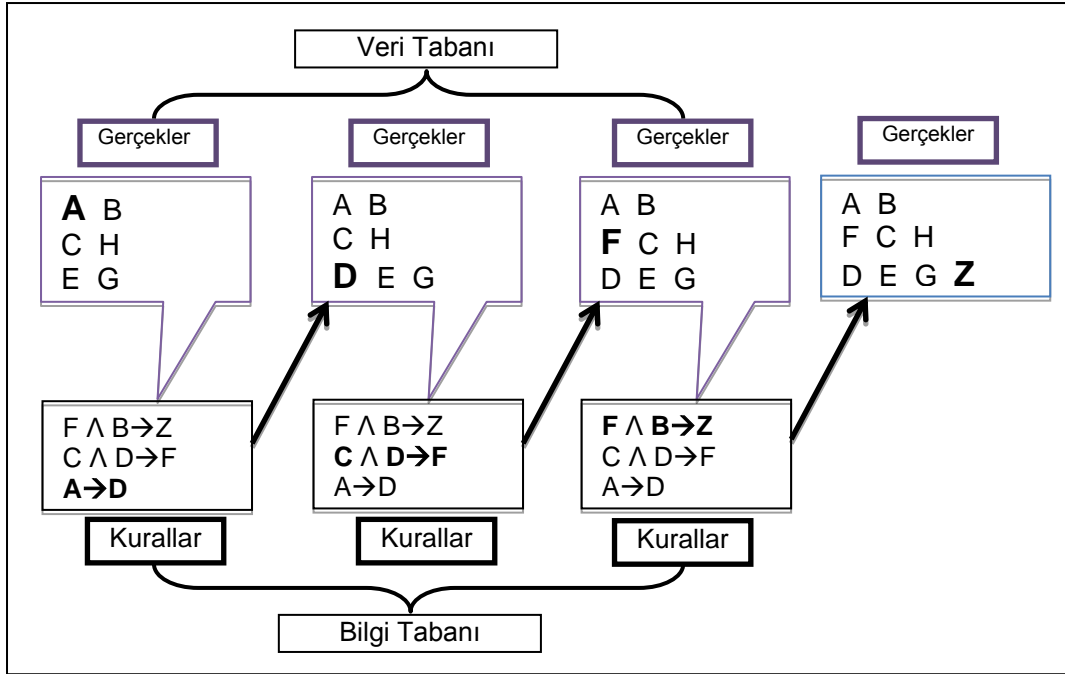
*Bir kural kullanıldıktan sonra, yani geçerlilik kazandıktan sonra tekrar ona bakılmadığını varsayalım.*

Verilmiş kurallar içerisinde ilk olarak veri tabanında A gerçeği bulunduğundan  $A \rightarrow D$  kuralı geçerlilik kazanmaktadır. Bu kuralın çalışması sonucunda D gerçeği, veri kümesine eklenecektir. Şimdi 2. kural, C ve D veri tabanında bulunduğundan geçerlik kazanacaktır.  $C \wedge D \rightarrow F$  sonucunda üretilen F değeri 3. kuralın geçerliği için olanak tanıyacaktır. Sonuçta kurallar bittiğinden mantıksal çıkarım sonuçlanacaktır. Sistemin durması için ise herhangi bir koşul verilebilir. Bu yöntem *ileri zincirleme* olarak ele alınmakta ve şematik olarak şekil 4'de gösterilmektedir (Akerkar, 2005).



Şekil 4. Örnek ileri zincirleme şeması

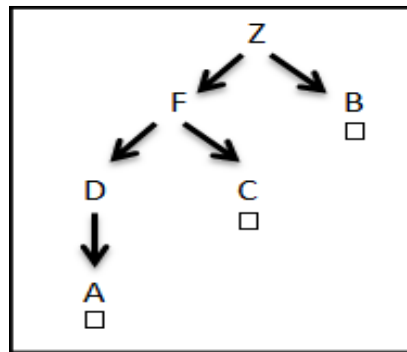
Şekil 4'de şematik olarak gösterilen ileri zincirlemenin, veri tabanı ve bilgi tabanını kullanarak çıkarım yapılmasını sağlayan mantıksal çıkarım modülüne ait gösterim şekil 5'de yer almaktadır.



Şekil 5. Örnek ileri zincirleme ile mantıksal çıkarım

Şekil 5'deki gösterimde mantıksal çıkarım modülü ileri zincirleme yöntemiyle, veri tabanındaki gerçekleri bilgi tabanındaki kurallar üzerinde karşılaştırarak kendisine verilen önermelerin doğruluğunu araştırır ve uygun çıkarımlar ile tüm önermeler bitene kadar sonuca ulaşmaya çalışır.

Aynı kurallar ve gerçekler ile sonuca ulaşmak için geriye zincirleme yönteminde kullanılabilir. Şekil 6'da aynı örneğin geriye zincirleme ile şematik gösterimi verilmektedir.



Şekil 6. Örnek geriye zincirleme şeması

Şekil 6'da gösterilen geriye doğru zincirlemede ise sistem neyin mantıksal olarak çıkarım yapılmasının istendiğini bilmektedir. Burada sistem sonuca göre, kuralın ispatlanması gereken şart kısımlarını doğrulamaya çalışır. Aynı örnek üzerinde düşünecek olursak; Z'nin olması için F ve B gerçeklerinin tabanda bulunması gerekmektedir şeklindeki yorumlar getirilerek şart kısımlarına uygun gerçekler bulunur ve sonuçlandırma tamamlanır. Şematik olarak geriye doğru zincirleme şekil 6'da gösterilmiştir.

### 2.3.3. Eğitimde Uzman Sistemlerle İlgili Çalışmalar

Öncü (2006)'nın yaptığı "Uzman Sistem Yaklaşımı İle Web Tabanlı Öğretim Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi" isimli doktora tezinde kural tabanlı uzman sistem yaklaşımı ile öğretim değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistem için model ve program tasarlanmıştır. Oluşturulan program, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik –Bilgisayar Eğitimi Bölümü 8.yarıyıl dersi olan "Bilgisayar Sistemleri" dersinin laboratuvar çalışmasında son sınıf öğrencilerine uygulanarak olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Geliştirilen sistemde yapılan başlıca işlemler şunlardır; Öğrencilerin konu ve ders öğrenme seviyeleri belirlenerek öğrenciye ve öğretmene bu seviyeler ilgili raporlar oluşturulmuştur. Aynı şekilde konu ve ders ile ilgili sınıfın öğrenme seviyesi de öğretmene sunulmak için hesaplanmıştır.

Israel ve Aiken (2007) tarafından yapılan çalışmada Akıllı İşbirlikçi Destek Sistemi (ICSS) geliştirilmiştir. Sistem web tabanlı bir arayüzde çalışan, dinamik, işbirlikçi süreci düzenleyen, analiz eden ve destekleyen bir yapıdadır. Bilgisayar destekli işbirlikli çalışma, akıllı öğretim sistemi ve işbirlikçi öğrenme'nin temelleri üzerine kurulmuş olan sistem, işbirlikçi gruplarda birlikte çalışan öğrencilere yardım için grup lideri oluşturulması üzerine odaklanmıştır. Öncelikle sistemin veri tabanındaki cümleler ve kullanıcının girdiği cümlelerin karşılaştırılması sonucu çakışan cümlelerden diyaloglar oluşturulmaktadır. Sistem üzerinde öğrencilerin tartışması; veri tabanları, öğrenci ve grup modelleri ve serbest cümle girişinden elde edilen anahtar kelimeler ile menüden seçilen cümlelerin incelenmesi yoluyla sağlanmaktadır. Bu tartışma diyaloglarının kullanımını ve incelenmesini ise akıllı bir ajan gerçekleştirmektedir. Öğrenci diyaloglar ile sistemde bulunan diyalogların karşılaştırılarak değerlendirilmesi ise java üzerinde bir uygulama ile sağlanır. Javadaki uygulama, grup lideri modülünün akıllı ajan ile etkileşmesini sağlar. Bu etkileşim Java Virtual Machine tarafından sağlanan çapraz platform ortamında uzaktan erişen gruplardaki öğrencilere rehberlik şeklinde sağlanır.

Kaya ve Korkmaz (2007) zeki öğretim sistemi olarak tasarlanan ExcelTUTOR alıştırma yazılımının öğrencilerin başarılarına etkisini belirlemek üzere yaptıkları

çalışmada öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen kullanmışlardır. Araştırmanın çalışma grubunu Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Sosyal Bilgiler Öğretmenliği Anabilim Dalı 2004-2005 güz dönemi 7. yarıyılıda Seçmeli II (Sosyal Bilimlerde Bilgisayar Kullanımı) dersi alan deney ve kontrol grubunda 20'şer olmak üzere toplam 40 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak; Microsoft Excel programında hücre adresi, operatörler, formül ve fonksiyon kullanımı konularındaki başarıyı ölçmek için araştırmacılar tarafından geliştirilen iki test kullanılmıştır. Testlerden biri öntest diğeri ise sontest uygulaması için geliştirilmiş 25'er çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Hipotezlerin test edilmesinde tek yönlü varyans analizi ve kovaryans analizi kullanılmıştır. Analizler 0.05 manidarlık düzeyinden yapılmıştır. Sonuç olarak zeki öğretim sistemi olarak tasarlanan ExcelTUTOR alıştırma yazılımı kullanılarak öğretim yapılan öğrencilerin sontest puanlarının, ExcelTUTOR alıştırma yazılımı kullanılmadan öğrenim gören öğrencilerin sontest puanlarından daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Erkoç (2008)'un yaptığı "Yapay Zeka Perspektifinde Eğitime Yönelik Uzman Sistem Modellemesi" isimli yüksek lisans tezinde yapay zeka perspektifinde, gerek BÖTE bölümlerinde yetiştirilen öğretim teknolojileri uzmanlarının kazanımlarını test edebilecekleri, gerekse web-tabanlı öğretim materyal ve metodolojilerinin (LMS, LCMS vb.) değerlendirilmesi konusunda uzman bilgisi sunabilecek bir uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem web-tabanlı öğretim ortamlarının arayüz tasarımı açısından değerlendirmesini gerçekleştirmektedir. Sistem web ortamında çalışmakta ve birden çok kullanıcının aynı anda kullanımına olanak sunmaktadır. Sistem Windows tabanlı bir sunucu üzerinde çevrimiçi olarak test edilmiş ve kararlı olarak çalıştığı gözlemlenmiştir.

Chen ve diğerleri (2008) Zeki Öğretim Sistemlerinin kullanımının matematik öğrenimini teşvik üzerindeki faydalarını incelemişlerdir. Çalışmalarında zeki öğretim sistemlerinin öğrenciler için faydalı olabilecek dönütler üretmek gibi yönlerinin bulunduğunu bu özellikleri sayesinde de konunun iyi bir şekilde öğrenilebilmesine ve yüksek düzeyde beceri gelişiminin sağlanmasına yardımcı oldukları, ayrıca anında dönüt sağlanmasının öğrencilerin motivasyonunu da önemli ölçüde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Bahçeci ve Gürol (2010) yaptıkları çalışmada bir öğrencinin ders hakkındaki durumunu akıllı öğretim sistemleri ile tespit eden bir sistem tasarlamışlardır. Hazırlanan sistemin uzman bilgi modülü, alan bilgisi ve kural tabanı olarak iki bileşen halinde tasarlanmıştır. Alan bilgisi bileşeni, öğretim konularını kapsayan bir ders olarak, kural tabanı ise konulara ait alıştırılarda öğrenci hatalarını bulmak ve isteğe bağlı ipuçları, açıklama ve kişiselleştirilmiş dönütler sunmak üzere oluşturulmuş bir kurallar listesidir. Bu

sistemin amacı öğrencinin bilgisini, alan bilgisi ile eş duruma getirmektir. Akıllı sistemin bu ölçme modülü sayesinde öğrencinin ders hakkındaki durum bilgisi insana ihtiyaç duymadan belirlenmektedir.

McLaren ve diğerleri (2010), yaptıkları çalışmada yapay zeka tekniklerinin kullanıldığı bir e-tartışma ve işbirlikçi öğrenme ortamı oluşturmuşlardır. Oluşturulan işbirlikçi öğretimi destekleyen e-öğrenme ortamında öğrenciler anlık olarak birbirleri ile tartışabilmekte ve yapılan tartışma verileri yapay zeka teknikleri ile işlenebilmektedir. Öğretmenin yönetici olduğu bu ortam, metinsel ve anlık verilerin yapay zeka teknikleri ile otomatik olarak analiz edilebilmesine imkan tanınması bakımından eğitimde yapay zeka tekniklerinin kullanımını desteklemektedir.

Beal ve diğerleri (2010) tarafından Los Angeles California da bir yaz okulunda 6.sınıf öğrencilerinden oluşan 4-6 kişilik küçük gruplarla her biri 2 saatlik 4 oturumda gerçekleştirdikleri deneysel çalışmada deney grubu AnimalWatch adı verilen program ile ve kontrol grubu geleneksel sınıf ortamında matematik dersinde kesirler konusunu işlemişlerdir. Çalışma sonunda yazılımı kullanan gruptaki öntest ve sontest sonuçları karşılaştırıldığında diğer gruba göre daha fazla gelişme olduğu ve özellikle zayıf matematik becerilere sahip öğrencilerde daha fazla bir gelişme görüldüğü anlaşılmıştır.

Hwang, Chen, Pei-Shan Tsai ve Chin-Chung Tsai (2011) yaptıkları çalışmada öğretim sürecinde internet kullanımının faydalarına vurgu yaparak bu ortamlarda strateji kullanımının zorluğundan bahsettikleri çalışmalarında, strateji kullanımındaki en önemli zorluklardan birinin çevrimiçi problem çözmek sistemlerinde öğrencilere tavsiyelerde bulunabilir bir rehberin olmaması olduğunu belirtmiştir. Çalışmalarında yeni bir yaklaşımla çevrimiçi problem çözme sistemlerinde öğretmen davranışlarını analiz ederek uzman sistemin bilgi tabanını oluşturmuşlardır. Sonuç olarak oluşturdukları uzman sistem, web-tabanlı problem çözme yeteneğini geliştirmek için öğrencilere yardımcı olacak için bir eğitmen olarak çalışmıştır. Sistemin uygulanabilirliğini değerlendirmek için 2 uzmandan yararlanılmıştır. Uzmanların onayından sonra yapılan çalışma sonucunda sistemin öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirerek öğrencilere doğru ve yapıcı öneriler verebildiğini göstermişlerdir.

Jaques ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada PATsolver adındaki akıllı öğrenme aracı tanıtılmıştır. Kural tabanlı bir uzman sistem ve bir editörün birleşimi olan PATsolver matematiksel eşitliklerin adım adım nasıl çözüldüğünü göstermektedir. Editör öğrencilerin herhangi bir birinci veya ikinci dereceden eşitlik probleminin çözümünü görebilmelerine imkan sağlar. Uzman sistem eşitliği adım adım çözer ve editör ara yüzünde öğrenci için her bir adım gösterilir. Cebir öğreniminde öğrencilere yardımcı olmak için tasarlanan PATsolver aracını değerlendirmek için 6. sınıfta öğrenim gören 18 öğrenci



ile 2 deneysel ortam tamamlanmıştır. Her bir deneyde, öğrenciler 2 farklı öğrenme stratejisi ile PATsolver'ı kullanmış, birinci deneyde öğrenciler PATSolver ı kullanırken öğretmenler tarafından aracılık edilmiş ve 2. deneyde ise öğrenciler serbest ve bireysel olarak PATsolver ile etkileşimde bulunmuştur. Çalışmanın ana hedefi farklı öğrenme stratejilerinde PATsolver kullanımının öğrencilerin performansları üzerindeki etkisini kontrol etmektir. Sonuçta öğretmenin yardımı ve kullanılan öğrenme stratejisine bağlı olarak öğrencilerin performansı üzerinde PATsolver ın etkili olduğu görülmüştür.

Mohamedi ve diğerleri (2012) tarafından madde tepki kuramı ve metrikler konusu üzerinde uyarlanabilir bir zeki öğretim sistemi geliştirilmiştir. Karma bir model izlenerek yapılan çalışmada hem deneysel bir desen ile deney ve kontrol gruplarının akademik başarıları karşılaştırılmış hem de öğrenci görüşleri alınarak sistemin kendisi değerlendirilmiştir. Geliştirilen bu sistem Annaba Üniversitesi'nde farklı bölümlerde okuyan 40 öğrencinin kullanımı için adapte edilmiştir. Oluşturulan sistem konu anlatım, aktivite ve yardım modülü olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. 3 ay süren çalışma sonucunda deney grubu ile kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür. Öğrencilerin sistem hakkındaki görüşleri ise 3 temel tema üzerinde odaklanılarak toplanmıştır. Bu temalar; 1- Sistemin ana kullanılabilir özellikleri ve arayüzü hakkındaki genel görüşler, 2- Sistemdeki seçenekler ve arayüzün kalitesi, 3- Ders içeriğinin kalitesi.

Öğrencilerin büyük çoğunluğu hazırlanan sistemi takdir ederek başarılı bulmuşlardır. Sistemin kullanıcı dostu olduğu ve kavramların iyi bir şekilde organize edildiği ayrıca aktivite klavuzunun içeriğinin öğrenciler için açık ve anlaşılır olduğu görüşü kabul edilmiştir.

Çalışmada sistemle ilgili eleştiriler ise; grafiksel araçların eksik olması, öğrencilerin bilgilerinin değerlendirilmesi için kullanılan araçların eksik olduğu, öğrencilerin öğrenme stillerine bakılmadan aynı faaliyetlerin kullanılması ve öğretmenle iletişim aracının eksik olması şeklinde belirtilmiştir.

Arnau, Arevalillo-Herráez, Puig ve Gonzalez-Calero (2013) yaptıkları çalışmada, interaktif öğrenme ortamlarının tasarımında sözel problem çözme üzerine odaklanarak sistem tasarımında dikkat edilmesi gereken noktaları; yeterli çözüm yollarını sunmalı, kaliteli geri bildirim ve süreci takip etme imkanı sağlamalı şeklinde belirtmişlerdir. Çalışmada yapılan zeki öğretim sistemi çözüm süresince hem kullanıcının adımlarını takip eden hem de gerekli yönlendirmeyi sağlayan bir yapıda hazırlanmış ve çözüm için kullanılabilecek tüm yollara izin vermektedir.

Program özellikleri;

- Problem çözmenin hem aritmetik hem de cebirsel yolunu sağlar
- Cebirsel bir yolla problem çözüldüğünde bir veya daha fazla eşitlik için tekrar çözebilmeye izin verir
- Öğrenciler tarafından girilen denklemin geçerliliği belirlenir
- Yeniden programlanmaya ihtiyaç duymaksızın yeni problemlerin çözümü eklenebilir.

Bu çalışmada sistemin tasarımında ortaya çıkan tasarım prensiplerini aşağıdaki verilerle ortaya koymaktadır.

- Cebirsel yolla problem çözümünü takip etmesi gereken öğrencilerin adımlarının yansımaları ve
- Hem problemin yapısı hem de çözüm sürecinin güncel durumu sunmak için gözlem notları

Çalışmada özellikle, hipergraflar hem aritmetik hem de cebirsel durumda izleme desteği için yeteri kadar tanıtılmış ve hazırlanan sistemin geniş çaplı deneysel bir değerlendirmesi verilmiştir.

## 2.4. Literatür Taramasının Sonucu

Problem çözme ile ilgili hem yurtiçi hem de yurtdışında yapılan çalışmalar incelendiğinde, öncelikle problem çözme becerisinin matematik başarısı üzerinde de önemli etkisi olduğu ve problem çözme becerisi yüksek olan öğrencilerin matematik başarısının da yüksek olduğu görülmektedir (Güven ve Çabakçor, 2013; Merriënboer, 2013; Özsoy, 2005; Uysal, 2007; Voutsina, 2012). Genel olarak öğrencilerin problem çözme ile ilgili karşılaştıkları zorlukların tespitine yönelik çalışmaların ağırlıkta olduğu buna nazaran problemlerin giderilmesine yönelik çalışmaların az olduğu görülmektedir. Problemlerin giderilmesi ile ilgili çalışmalarda ise okullarda problem çözmede strateji eğitimi verilmesi dışında farklı bir öneri görülmemektedir (Altun ve Sezgin-Memnun, 2008; Molnar ve diğ., 2013; Merriënboer, 2013; Şara, 2012).

Yapılan çalışmalarda öğrencilerin gerçek hayat problemleri ile okul matematiğini ilişkilendiremedikleri belirtilerek, bunun nedeni olarak okul matematiğinde rutin problemlerle öğretim yapılması neticesinde öğrencilerin ezbere yönelmeleri gösterilmektedir. Bunun sonucunda da öğrenciler problem çözme sırasında problem üzerinde düşünüp mantığını anlamaya çalışmak yerine, problemde verilen sayıları verildikleri sırada toplama ve çıkarma işlemlerinde kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmaktadırlar. Bu durum öğrencilerin işlemsel problemlerde sorun yaşamamalarına

rağmen kavramsal bilgilerin kullanılması gerektiği problemlerde sorunlar yaşamalarından da anlaşılmaktadır. Ayrıca rutin problemler öğrencilerde farklı akıl yürütme yaklaşımlarının gelişmesini de engellemektedir. Buna karşılık çalışmalarda görülmektedir ki rutin olmayan problemler hem öğrencilerin gerçek hayat problemlerini çözmelerini kolaylaştırmakta hem de farklı akıl yürütme yaklaşımlarının gelişimini desteklemektedir. Bu nedenle çalışmalarda rutin olmayan problemlerin matematik eğitiminde daha çok kullanılması gerektiğine vurgu yapılmaktadır.

Çalışmalarda görülen bir başka önemli nokta Polya'nın 4 aşamalı problem çözme sürecinin sıklıkla kullanılmış olmasıdır. Literatürde kabul gören ve uygulanan en önemli modellerden biri olan Polya'nın 4 aşamalı problem çözme süreci, incelenen çalışmalarda; problem çözme becerisi kazandırma, öğrencilerin problem çözme ile ilgili sorunlarını tespit etme, hangi adımda sorun yaşadıklarını anlama ya da öğrencilerin sürecin adımlarında gösterdikleri davranışları anlamaya yönelik olarak kullanılmıştır. Buna karşılık Polya'nın 4 aşamalı sürecinin öğrencilerin problem çözmede karşılaştıkları sorunları gidermeye yönelik olarak kullanıldığı çalışmalar az sayıdadır.

Problem çözme de süreci inceleyen çalışmalarda nitel araştırma deseni tercih edilerek veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. Bu yöntem süreçte karşılaşılan sorunları ve öğrencilerin problem çözme becerilerini derinlemesine inceleyebilmek için önerilmektedir.

Bilgisayar destekli matematik öğretimi(BDMÖ) ile ilgili yapılan yurtiçi ve yurtdışı çalışmalarda temel olarak BDMÖ'nün akademik başarı, tutum ve hatırlamaya olan etkisine bakılmış ve incelenen çalışmaların çoğunda BDMÖ'nün akademik başarıya etkisi deney grubu lehine olumlu bulunmuştur. BDMÖ'nün öğrencilerin matematiğe ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarında meydana getirdiği değişimin incelendiği çalışmaların çoğunda ise BDMÖ ile öğrenim gören öğrencilerin matematik ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarının geleneksel sınıf ortamında öğrenim gören öğrencilere göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ayrıca özellikle yurtdışı çalışmalarda problem çözmede farklı faktörlerin etkileri de incelenmiştir. Bu çalışmalarda üst biliş ve öz yeterlilik etkisi incelenen ve geliştirilmesi gereken etkenler olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışmaların sonuçları yorumlandığında bu etkenlerin geliştirilmesi için bilgisayar teknolojilerinin kullanımı sonucu problem çözme becerisi ve öz yeterlilikte gelişmeler meydana geldiği görülmektedir.

Yurtdışı çalışmalarda dikkati çeken bir başka önemli nokta ise doğrudan problem çözmede BDMÖ'nün etkilerine bakmak yerine BDMÖ kullanımı ile öğrencilerin problem çözme sürecinde gerçekleştirdikleri akıl yürütme faaliyetlerinin ve çıkarımlarının anlaşılmasına yönelik çalışmaların yapılmış olmasıdır. Üstbilişin problem çözme sürecinde

önemine vurgu yapılan çalışmalarda üstbiliş gelişirse problem çözmede gelişir denilmektedir. Bunun için de problem çözmede sürecin incelenmesi gerektiği belirtilmektedir. Süreç ile ilgili yapılan çalışmalarda ise tercih edilen yöntem Polya'nın 4 aşamalı problem çözme modelidir. Problem çözme sürecini anlamlandırabilmek ve süreç içerisinde gerçekleştirilen faaliyetleri bir düzen içerisinde birbirinden ayırt ederek öğrencilerin problem çözme sürecinin neresinde sorunlarının olduğunu anlayabilmek için, literatürde sıklıkla tercih edilen modellerden biri olan Polya'nın 4 aşamalı modeli aynı zamanda öğrencilerde bilişsel yük oluşturulmadan problem çözme eğitimi verilebilmesini de sağlamaktadır. Bu amaçla geliştirilen bilgisayar yazılımlarının etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda da, bilişsel yükün kaldırılması için tüm adımların tek bir sahnede verilmesi yerine her bir adımın ayrı sahnelerde verilmesinin öğrencilerdeki bilişsel yükün hafifletilmesini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Uzaktan eğitim ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak; Uzaktan eğitimde kullanılan ÖYS'lerin çeşitli açılarda değerlendirilmeleri, uzaktan eğitime katılan katılımcıların (öğretmen, öğrenci) akademik başarılarındaki değişim, uzaktan eğitime yönelik tutumları ve hatırd tutma düzeyleri incelenmiştir. Eğitimin yaygınlaştırılabilmesi ve bilgisayarların kullanılması ile fırsat eşitsizliklerinin giderilebilmesi, öğretim-öğrenim sürecinde etkileşimin arttırılabilmesi, kaynakların verimli kullanılabilmesi, arz talep dengesinin sağlanabilmesi, eğitimin işlevsel kılınabilmesi, eğitimdeki niteliğin arttırılabilmesi ve eğitimde belirli bir standardın sağlanabilmesi bakımından günümüzde uzaktan eğitimin önemi daha da iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Sadece derslerin yapılması değil özel gereksinimlere odaklı olarak bireysel eğitimin gerçekleştirilmesi ve değerlendirme imkanı sağlaması da web tabanlı uzaktan eğitimin önemli özelliklerindendir. Web tabanlı uzaktan eğitimin en önemli kazanımlarından biri de öğrencilerin zaman ve mekan kaygısı olmadan öğrenme ortamına kolaylıkla ulaşabilmesini ve bireysel öğrenmeyi sağlayan bir yöntem olmasıdır.

Uzaktan eğitim ile ilgili yapılan nitel çalışmalarda; öğrencilerin Web tabanlı ortamda öğrenmeyi zevkli ve kolay buldukları görülmüştür. Uzaktan eğitimin öğrencilerin matematik kaygılarına, tutumlarına ve başarılarına etkisinin incelendiği çalışmalarda da genel olarak her üç unsura da etkisinin olumlu olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerde bilişsel yük oluşumunun problem çözme sürecinde olumsuz bir etkiye sebep olduğu da çalışmada belirtilerek oluşturulan modelin bilişsel yüke olan etkisine bakılmıştır. Web tabanlı işbirlikçi öğrenme ortamı oluşturularak etkinliği incelenmiş ve ortamın geleneksel ortama göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca karma ortamlardaki başarı sadece öğretmen ya da sadece teknolojinin olduğu ortamlara göre daha başarılı bulunmuştur. Web ortamında yapılan problem çözme aktiviteleri teknolojik yaratıcılık ve farklı akıl yürütme davranışlarını

geliştirmektedir. Deneysel bir desenle gerçekleştirilen akademik başarı ve akılda tutma düzeylerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda da uzaktan eğitim ortamları lehine bir başarı olduğu incelenen çalışmaların sonuçlarında görülmektedir.

Uzman sistemlerin eğitimde kullanılması ile ilgili yapılan çalışmalarda; değerlendirme sistemleri, tekrar ve alıştırma sistemleri, sınav sistemleri, öğretim ajanları ve seviyelendirme sistemlerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur. Hazırlanan bu sistemlerin öğrencilerin; akademik başarılarına, öğrenme seviyelerine ve derslere karşı tutumlarına etkisi yönünde incelendiği görülmektedir. Ayrıca arayüz tasarımını değerlendirme ve soruların zorluk derecelerini belirlemek amacıyla da çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda genel olarak akademik başarıyı arttırdığı, öğrencilerde derslere karşı olumlu tutumlar geliştirdiği görülmektedir. Çalışmalarda uzman sistemlerin öğrenciler için faydalı olabilecek geri bildirimler üretmek gibi yönlerinin bulunduğu bu özellikleri sayesinde de konunun iyi bir şekilde öğrenilebilmesine ve yüksek düzeyde beceri gelişiminin sağlanmasına yardımcı oldukları, ayrıca anında geri bildirim sağlanmasının öğrencilerin motivasyonunu da önemli ölçüde etkilediği sonuçlarına da ulaşılmıştır.

### 3. YÖNTEM

Bu bölümde; Çalışmada kullanılan araştırma yöntemine, çalışmanın yürütüldüğü evren ve örnekleme, ARTIMAT'ın modüllerinin oluşturulması için yapılan çalışmalara ve modüllerin tanıtımına, veri toplama araçlarının geliştirilme süreci ile geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanmasında yapılan uygulamalara, verilerin toplanması ve analizine yönelik bilgilere yer verilmektedir.

#### 3.1. Araştırma Modeli

Çalışmada öncelikle pilot ve asıl uygulamaların yapılması için Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli yasal izinler alınmıştır (Ek-7).

Uygulama sırasında ortaya çıkabilecek sorunların tespiti ve sistemin çalışmasını test etmek için ARTIMAT'ın Trabzon' da bir Anadolu Lisesi'nin iki farklı 10. sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 59 öğrenci ile 2 hafta süresince (haftada 2 ders saati) pilot uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonunda nitel veriler elde edilmiş ve bu veriler ARTIMAT'ın son haline getirilmesi için kullanılmıştır.

Asıl uygulama Trabzon ilinde bir Anadolu Lisesinin iki farklı 9. sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 60 öğrenci ile 4 hafta süresince (haftada 2 ders saati) gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulamadan sonra, uygulamaya katılan 9. sınıf öğrencileri ile yapılan başarı testi ve mülakatlar ile sistemi uygulayan ve değerlendiren öğretmenlerle yapılan mülakatlar, araştırmacının gözlemleri doğrultusunda analiz edilerek, hem sürecin değerlendirilmesi yapılmış hem de öğrencilerin problem çözme süreçlerinin analizi ve geliştirilmesine ARTIMAT'ın etkileri ortaya konulmuştur.

Belirtilen bu özellikleri ile araştırmanın yöntemi nitel ve nicel araştırma tekniklerinin eş baskınlıkta olduğu karma yöntemdir. Çünkü karma yöntem araştırmaları, araştırmacının bir çalışma veya birbirini izleyen çalışmalar içerisinde nitel ve nicel yöntem, yaklaşım ve kavramları birleştirmesi olarak tanımlanır (Baki ve Gökçek, 2012; Creswell, 2003; Tashakkori ve Teddlie, 1998; Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Karma yöntemle araştırma yapmak ise çeşitli yöntemler kullanarak olayları bir çerçevede sunma, analiz etme ve bir araya getirmektir. Johnson ve Turner (2003) karma araştırmanın temel ilkesini, "araştırmacı farklı strateji, yöntem ve yaklaşımları kullanarak çoklu veriler toplamalı" diye ifade etmektedir. Öte yandan, Creswell (2003) karma yaklaşımın temel önermesini "nicel ve nitel yaklaşımları birlikte kullanmak, her iki yaklaşımı tek başına kullanmaya oranla araştırma problemlerini daha iyi anlamamızı sağlar." şeklinde vermektedir (Baki ve Gökçek, 2012).

Karma yöntemin amacı pek çok durumda bir fikri doğrulamak ya da desteklemek değil, kişinin olayla ilgili anlayışını genişletmektir (Onwuegbuzie ve Leech, 2004). Karma yöntem; kapsamlı, çoğulcu, tamamlayıcı ve araştırmacıya yöntem seçimi ve araştırma hakkında tasarlama yapması için seçmeci bir yaklaşım önerir. Pek çok araştırma sorusu veya soruları karma yöntemin sunduğu çözüm yolları ile tamamen cevaplandırılabilir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Bu konuda Davies (2000) tek bir çalışma içerisinde nitel ve nicel yöntemleri birleştirmenin daha bütüncül bir anlayış sağlayarak, daha iyi bilgilendirilmiş eğitim politikaları oluşturarak, araştırılan olayın çeşitli yönlerini açıklamaya yardımcı olduğunu söylemektedir (Baki ve Gökçek, 2012).

Karma yaklaşım ile araştırma yapma gerekçesi Giannakaki (2005) tarafından şu şekilde açıklanmaktadır:

**Üçgenleme:** Bir durumu incelemek için nitel ve nicel verilerin aynı anda birbirinden bağımsız olarak kullanılmasıdır. Bu şekilde, var olan problem durumu farklı boyutlardan ele alınmaktadır. Aynı zamanda farklı kaynaklardan elde edilen verilerin birbirlerini ne ölçüde destekledikleri de araştırılmaktadır.

**Tamamlayıcılık:** Burada bir yöntemden elde edilen bulgular, diğer yöntem kullanılarak açıklanır. Nicel ve nitel veriler, durumun farklı yönlerden ölçülerek ayrıntılı hale getirilmesinde kullanılır. Burada üçgenlemede olduğu gibi bir durumun incelenmesinde farklı yöntemleri kullanmanın bulguların tutarlılığını sağlaması amacı yoktur.

**Gelişim:** İki yöntemin sıralı bir zaman içerisinde yapıldığı ve nitel verilerin çalışmanın nicel boyutunun gelişimine yardımcı olması amacıyla kullanılmasını ifade etmektedir.

**Başlangıç:** Araştırma problemini yeni bir şekle getirmek adına nitel ve nicel yaklaşımlardan elde edilen sonuçların birbirinden farklılık gösterdiği noktaları belirlemek için kullanılmaktadır. Bu durum, araştırma problemini yeniden şekillendirmede rol oynayan çelişkinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olur ve yeni araştırma problemlerinin oluşturulmasına zemin hazırlar.

**Genişleme:** Araştırmanın farklı bileşenleri için farklı yöntemler kullanılarak, çalışmanın sınırlarının genişletilmesidir.

Araştırmanın nicel ve nitel boyutunda çoklu veri toplama araçlarından faydalanılmış ve verilerin güvenilirliği arttırılmaya çalışılmıştır.

Yapılan çalışmada, nitel veriler, nicel verilerden elde edilen sonuçları desteklemek ve bulguların tutarlılığını arttırmak için kullanıldığı için bu çalışma, karma yöntem araştırma tasarımları bakımından eşzamanlı üçgenleme şeklindedir (Creswell, 2003).

Eşzamanlı üçgenleme ile yapılan tasarımlarda nicel ve nitel veriler aynı zamanda toplanıp analiz edilir. Öncelik her iki veri türü için eşittir. Veri analizi genellikle ayrı ayrı

yapılır ve verilerin yorumlanması esnasında birleştirme gerçekleşir. Birleştirme, verilerin üçgenlemesi yani birbirine ne derece yakın olduğunun tartışılmasıdır. Bu tasarım araştırma bulgularını doğrulamak, güçlendirmek ve çapraz geçerliliğine bakmaya çalışıldığında faydalıdır (Baki ve Gökçek, 2012).

Problem çözme üzerine yapılan benzer çalışmaların da karma yöntemle gerçekleştirilmiş olması yapılan çalışmada seçilen yöntemi destekler niteliktedir. Chen ve Liu (2007) çalışmalarında geliştirdikleri kişiselleştirilmiş bilgisayar destekli matematiksel problem çözme programının 4. sınıf öğrencilerinin performansına ve tutumlarına etkilerini değerlendirmişlerdir. Nitel ve nicel verilerin elde edildiği çalışmada kişiselleştirilmiş bilgisayar destekli ortam ile kişiselleştirilmemiş ortamda öğrenim gören öğrencilerin performans ve tutumları karşılaştırılmıştır. Huang ve diğerleri (2012)'de düşük başarıdaki ilköğretim ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerine matematikte kelime tabanlı toplama ve çıkarma soruları konusunda yardımcı olmak için web sitesi şeklinde bir bilgisayar destekli matematiksel problem çözme sistemi geliştirmiştir. Polya'nın problem çözme modeline göre hazırlanan sistemin öğrencilerin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisinin karma yöntemi ile araştırıldığı çalışmada nitel ve nicel veriler elde edilmiştir. Mohamedi ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada ise madde tepki kuramı ve metrikler konusu üzerinde uyarlanabilir bir zeki öğretim sistemi geliştirilmiştir. Karma bir model izlenerek yapılan çalışmada hem deneysel bir desen ile deney ve kontrol gruplarının akademik başarıları karşılaştırılmış hem de öğrenci görüşleri alınarak sistemin kendisi değerlendirilmiştir. Problem çözme üzerine Chang, Sun ve Lin (2006)'da ve Jaques ve diğerleri (2012)'de yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin problem çözmede akademik başarılarının ve oluşturulan sistemin değerlendirilmesi amacıyla hem nitel hem de nicel veri toplama araçlarından faydalanmış ve karma araştırma yöntemini kullanmışlardır.

Karma yöntemin kullanımı için Giannakaki (2005) tarafından belirtilen gerekçeler ve literatürde yapılan çalışmalar (Chang, Sun ve Lin, 2006; Chen ve Liu, 2007; Huang ve diğ., 2012; Jaques ve diğ., 2012; Mohamedi ve diğ., 2012) bu çalışma içinde karma yöntemin uygun olduğunu göstermektedir.

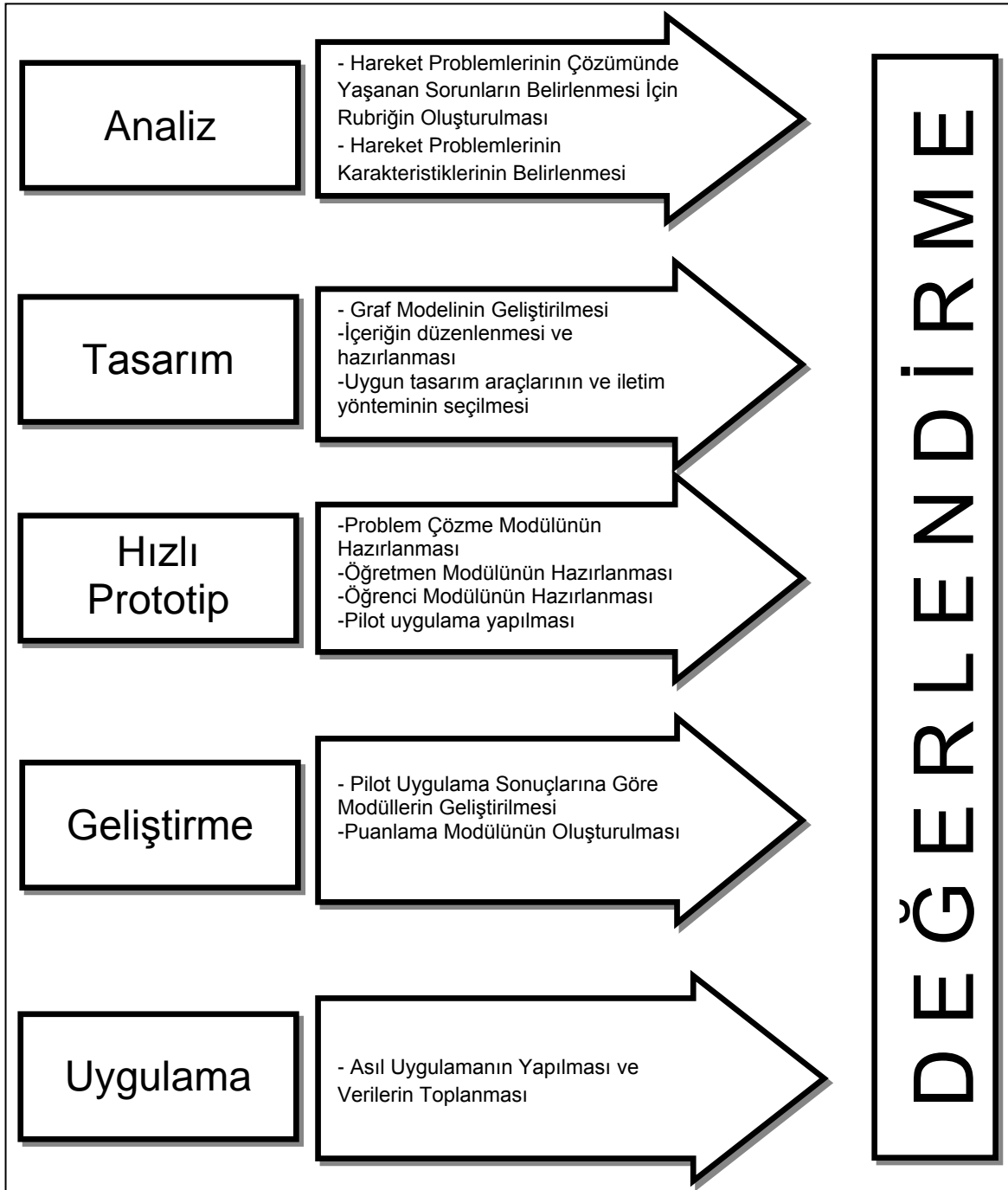
Çalışmanın nitel verilerinin elde edilmesinde yazılı ve sözlü mülakatlardan faydalanılmıştır. Yapılan pilot uygulama sonucu öğrencilerin ARTIMAT'ı değerlendirmeleri için yazılı mülakatlar yapılmıştır. Öğretmenlerin ARTIMAT'ı değerlendirmeleri içinse sözlü ve yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır.

Çalışmada nicel verilerin elde edilmesinde öntest son test kontrol gruplu deneysel bir desen takip edilmiştir. Deneysel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü ortamda rastgele örneklem seçimi ve grupların



oluşturulması mümkün olmadığı durumlarda grupları rastgele atama dışında bir yöntemle belirlemeye olanak verdiği için bu yöntem kullanılmıştır (Er Nas, Çoruhlu ve Çepni, 2010).

ARTIMAT'ın hazırlanması ve çalışma süresince yapılanlar şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7. Çalışmanın gerçekleştirilme süreci

Şekil 7 çalışmanın baştan sona hangi aşamalardan geçtiğini ve yapılanları özetlemektedir. Şekil 7’de görüldüğü gibi öncelikle ARTIMAT’ın öğrencilerin hangi tip sorunlarına çözüm üretmek için oluşturulacağını belirlenebilmesi üzerinde çalışılmıştır. Öğrencilerin sorunları belirlendikten sonra ARTIMAT’ın programlanabilmesi için gerekli olan, hareket problemlerinin karakteristikleri belirlenmiştir. Çünkü hareket problemlerinin çözümü için ortak bir algoritmanın oluşturulabilmesi için hareket problemlerinin tüm tiplerinin ve çözüm yollarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu karakteristiklerin programlanabilmesi için graf modelinin kullanılabilmesine karar verildikten sonra hareket problemlerinin tüm türleri için geçerli olabilecek temel bir graf modeli oluşturulması üzerinde çalışılmıştır. Model ve algoritma oluşturulduktan sonra programlanması ve pilot uygulaması yapılan ARTIMAT’ın eksikleri belirlenerek giderilmiş ve asıl uygulama yapılarak veriler toplanmıştır. Evren ve örneklem bölümünde tüm bu işlemlerin farklı basamaklarında gerçekleştirilen uygulamalarda yer alan örneklem verilmektedir. Daha sonrada kullanılan veri toplama araçları ve yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları açıklanmıştır.

### 3.2. Evren ve Örneklem

Çalışma evrenini, Türkiye’deki tüm 9. Sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

- Çalışmanın analiz aşamasında, hareket problemlerinin çözümünde yaşanan sorunların belirlenmesi amacıyla bir rubrik oluşturulmuş ve oluşturulan rubrik Trabzon’daki bir Anadolu Lisesi’nin 9. sınıfında öğrenim görmekte olan 99 öğrencinin açık uçlu hareket problemlerine verdikleri cevapların değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

- ARTIMAT’da kullanılacak problemler belirlendikten sonra bu problemlerin ARTIMAT’ın zorluk derecelerine göre ayrılmış soru havuzlarından hangilerinde yer alacaklarının belirlenebilmesi amacıyla problemler matematik öğretmen adayı 60 kişiye çözdürülerek problemlerin 1-5 skalasında zorluklarının belirlenmesi istenmiştir.

- ARTIMAT’ın puanlama yapabilmesi için gerekli olan “süre”, “hata sayısı” ve “çözülebilme yüzdesi” skalalarının aralıklarının ve bu aralıklara göre verilecek puanların belirlenebilmesi için yapılan uygulama Trabzon’da bir Anadolu Lisesi’nin 9.sınıfında öğrenim görmekte olan 30 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

- “Süre”, “hata sayısı” ve “çözülebilme yüzdesi” için oluşturulan skalalardan elde edilen puanların her kritere ait kriter ve adım puanları ile çarpılmaları gerekmektedir. Bu kriter ve adım puanlarının belirlenebilmesi için ise Trabzon’da görevli 25 matematik öğretmenin görüşleri alınmıştır.

- Pilot uygulamada çalışmanın örneklemini Trabzon ilindeki bir Anadolu Lisesinin 2 farklı 10. sınıfıdır. Asıl uygulamada ise örneklem Trabzon ilindeki bir Anadolu Lisesinin 2

farklı 9. sınıftır. Bu okulda hem pilot hem de asıl uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama 59 ve asıl uygulama ise 60 öğrenci ile yürütülmüştür. Pilot uygulamada deney ve kontrol grubu oluşturulmadan 59 öğrencinin tamamı ile ARTIMAT üzerinde çalışılmıştır. Asıl uygulamada ise 30 deney + 30 kontrol grubu öğrencisi olacak şekilde çalışma yürütülmüştür. Pilot ve asıl uygulamanın yapıldığı grupların öğretim süreçleri aynı öğretmen tarafından gerçekleştirilmiştir.

Pilot uygulamada 59 kişilik grubun tamamının bireysel olarak ARTIMAT'ı kullanması sağlanmış ve daha sonra da ARTIMAT'ı görsellik, kullanışlılık ve problemi çözme sürecine katkı açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Bunun içinde 5 uzman tarafından hazırlanan açık uçlu mülakat soruları(Ek-3) tüm öğrencilere yazılı olarak uygulanmıştır.

- Asıl uygulamada ise deney grubu bireysel olarak ARTIMAT sistemini kullanırken kontrol grubu öğrencileri geleneksel sınıf ortamında dersi kendi ders öğretmenleri ile işlemişlerdir. Uygulamadan sonra deney grubu öğrencilerinin tamamına açık uçlu mülakat soruları(Ek-4) yazılı olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin Polya'nın problem çözme adımlarını kağıt üzerinde ne şekilde uyguladıklarını belirlemek için ise öğrenci kağıtları incelenmiş ve yapılacak yarı yapılandırılmış mülakatlar için araştırmacı tarafından deney grubundan 8 öğrenci seçilmiştir. Bu seçim, öğrencilerin son testleri incelendikten sonra doğru sayılarına göre iyi (2 öğrenci), orta (4 öğrenci) ve düşük (2 öğrenci) seviyeli sayılabilecek öğrencilerden olacak şekilde yapılmıştır. Seçilen bu öğrencilerden 3 ü erkek, 5 i kız öğrencidir.

### **3.3. Verilerin Toplanması**

Bu çalışmada veri toplama araçları olarak geliştirilen rubrik, yapay zeka tabanlı eğitim yazılımı, başarı testi ve mülakat metotları kullanılmıştır. Bu bölümde veri toplama araçlarından, bu araçların oluşturulmasında yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmalarından ve oluşturulması süreçlerinden bahsedilmektedir.

#### **3.3.1. Veri Toplama Araçları**

##### *Dereceli Puanlama Anahtarı (Rubrik)*

Hareket problemlerinin çözümü sırasında yaşanan güçlüklerin belirlenebilmesi amacıyla George Polya'nın problem çözme adımlarıyla ilişkilendirilmiş bir analitik rubrik hazırlanmıştır. Rubrikler öğrenciden beklenen performansın tanımlarını farklı parçalara bölünmesiyle oluşturulan ölçeklerdir (Sezer, 2006). Rubrikler çok farklı formlarda ve seviyelerde oluşturulabilir. Rubrikler kriterlerden oluşmuştur ve bu kriterler performans, davranış veya bir niteliğin ölçülmesinde kullanılırlar (Campbell, 2005).

Rubrikler hazırlanış amaçlarına göre Analitik ve Holistik olmak üzere 2'ye ayrılmaktadırlar. Süreç değerlendirmede analitik rubrik, sonuç değerlendirmesinde ise holistik rubrik tercih edilmektedir (Meier, Rich, Cady, 2006). Bu çalışmada sürecin değerlendirilmesi istendiğinden ve öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerinin tespit edilmesi amaçlandığından analitik rubrik kullanılmıştır.

### *Başarı Testi*

Dersin içeriğinde geçen hareket problemleri ile ilgili olarak hazırlanan test, deney ve kontrol grupları arasındaki farklılıkları ortaya koymak için kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan başarı testi EK-5'de verilmiştir. Test daha önceki dönemlerde öğrenci seçme ve yerleştirme sınavlarında kullanılan sorulardan oluşmaktadır. Bu test uzman görüşleri alınarak ve öğretim programındaki kazanımlar doğrultusunda oluşturulmuştur.

### *Gözlem*

Çalışmada; araştırmacının kimliğinin, araştırma konusu ve sürecinin açıkça belli olması nedeniyle katılımcı olmayan gözlem yapılmıştır. Gözlem sırasında araştırmacı tarafından notlar alınmış ve süreç analizinde bu notlardan yararlanılmıştır.

Deney grubunda yapılan gözlem sırasında uygulamaya katılan öğrencilerin ARTIMAT ile ilgili düşüncelerinin daha iyi anlaşılabilmesi için bireysel olarak her birinin davranışları gözlenmiştir. Her bir öğrenci, uygulama sırasında kendisine hissettirmemeye özen gösterilerek belirli bir mesafeden izlenmiştir. Böylelikle öğrencinin ARTIMAT'ı kullanırken zorluk çekip çekmediği, problem çözümlerini yapıp yapamadıkları, uygulamadan hoşlanıp hoşlanmadıkları gösterdikleri tepkilerden anlaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca zaman zaman öğrencilere sorular sorularak ARTIMAT hakkındaki görüşleri alınmıştır.

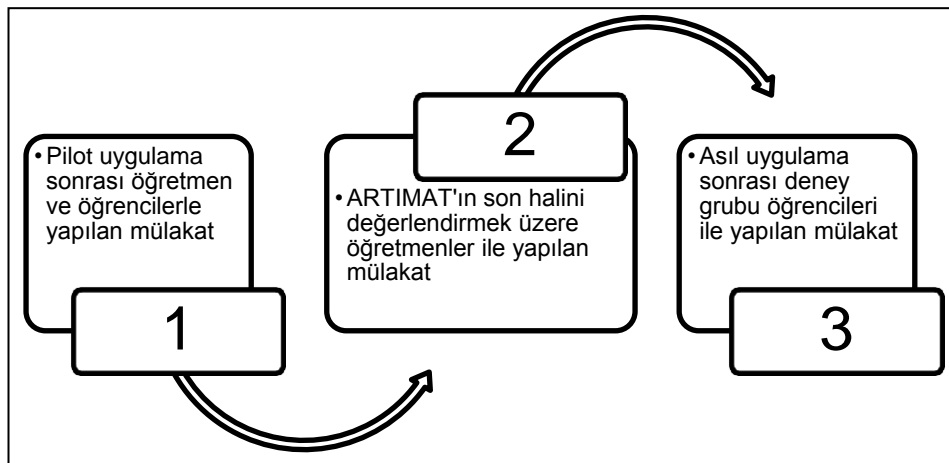
Kontrol grubunda öğrenciler dersi kendi ders öğretmenleri ile geleneksel sınıf ortamında işlerken araştırmacı tarafından izlenmiştir. Araştırmacı derse ya da öğrencilere herhangi bir müdahalede bulunmadan sadece öğretmen ve öğrenci davranışlarını gözlemleyip not almıştır. Araştırmacı ders sırasında öğretmenin yaptığı bazı davranışların nedenlerini anlamak için dersten sonra öğretmen ile mülakat yaparak ders sırasında gerçekleştirdiği aktivitelerin nedenlerini öğrenmiştir.

### *Mülakatlar*

Bu çalışmada pilot uygulamadan sonra 4 öğretmen ile yarı yapılandırılmış mülakat, 59 öğrenciyle de yapılandırılmış mülakat yapılarak, sistemin öğrencilerin problem çözme

sürecine katkısı, kullanışlılığı ve tasarımına yönelik bilgiler alınmıştır (Ek-3). Böylece asıl uygulama için düzeltmeler yapılmıştır.

Asıl uygulama yapıldıktan sonra deney grubu öğrencilerinin tamamıyla (30 öğrenci) yapılandırılmış mülakat gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sistemi kullanan 5 matematik öğretmeni ve deney grubu öğrencilerinden seçilen 8 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmış ve sistem değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen mülakatlar şekil 8'de özetlenmektedir.



Şekil 8. Yapılan mülakatlar

Şekil 8'de özetlendiği gibi, pilot uygulamadan sonra öğretmen ve öğrenci ile mülakat yapılarak, sistemin öğrencilerin problem çözme sürecine katkısı, kullanışlılığı ve tasarımına yönelik bilgiler alınmıştır (Ek-3). Böylece asıl uygulama için düzeltmeler yapılmıştır. Asıl uygulamadan hemen önce öğretmenler ile tekrar mülakat yapılarak (Ek-4) sistemin son hali değerlendirilmiş ve öğretmenlerin onayı alınarak asıl uygulamaya geçilmiştir. Asıl uygulama yapıldıktan sonra da deney grubu öğrencileriyle mülakatlar yapılmış ve sistem değerlendirilmiştir. Öğrencilerin mülakat soruları Ek-4 de verilmektedir.

### 3.3.2. Veri Toplama Araçları İle Çalışmanın Gerçeklik ve Güvenirliği

Çalışmanın geçerliğini ve güvenilirliğini sağlamak için çalışmada kullanılan veri toplama araçlarında yapılan uygulamalar aşağıda verilmektedir.

#### 3.3.2.1. Rubriğin Geliştirilmesi

Problem çözümlerini değerlendirme rubriğinin basamaklarının ve bu basamakların puanlarının oluşturulması için öncelikle uygulama yapılan grubun problemlere verdikleri cevaplar analiz edilerek yaptıkları işlemler gruplanmıştır. Daha sonrada bu

gruplandırmalar temalara dönüştürülerek oluşan başlıklar ve puan karşılıkları uzmanların değerlendirmeleri ile birlikte bir rubrik haline getirilmiştir.

Problem çözümlerini değerlendirme rubriğinin basamaklarının puanlandırılması için kullanılan puanlama tabloları 11 uzman görüşünden (4 matematik öğretmeni, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi) faydalanılarak oluşturulmuştur.

Öğrencilerin cevapladıkları açık uçlu problemler önceki yıllarda ÖYS, ÖSS sınavlarında sorulan sorulardan seçilmiş ve daha sonra 7 uzmanın (4 matematik öğretmeni, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi) görüşleri alınarak uygulamada kullanılmıştır.

Bu rubrik yardımıyla hareket problemlerinin farklı soru tiplerini kapsayan işlemsel ve kavramsal boyutta sözel bir formda sorulan 12 probleme öğrencilerin verdikleri cevapların puanlaması yapılmıştır. Ayrıca öğrenciler sınıf ortamında problemleri çözerken gözlemlenmiş ve analizler yapılırken gözlem notlarından da faydalanılmıştır.

### **3.3.2.2. Hareket Problemlerinin Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Sınıflandırılması**

Hareket problemlerinin karakteristiklerinin belirlenmesi için öncelikle 9. sınıf Matematik Ders Kitabı, ardından günümüze kadar Yüksek Öğretime Giriş sınav sorularından hareket problemleri ile ilgili çıkmış sorular ve farklı yardımcı kaynaklardaki hareket problemleri derlenmiştir. Derlenen 476 hareket problemi üzerinde yapılan çalışmalarla karakteristikler belirlenmiş ve sorular sınıflandırılmıştır. Yapılan sınıflandırma 7 uzman (1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi) tarafından gözden geçirilerek son şekli verilmiştir.

### **3.3.2.3. ARTIMAT'ta Kullanılacak Soruların Başlangıçtaki Zorluk Düzeylerinin Belirlenmesi**

Çalışmada kullanılacak olan sorular matematik öğretmeni adayı 60 kişiye çözdürülerek problemlerin 1-5 skalasında(1-Çok Kolay, 2-Kolay, 3-Orta, 4-Zor, 5-Çok Zor) zorluklarının belirlenmesi istenmiştir. Öğretmen adaylarından alınan veriler ile soruların zorluk dereceleri belirlenmiştir. Ek 1'deki tabloda çözdürülen sorular ve her bir soru için belirlenen zorluk dereceleri verilmektedir.

Zorluk düzeyleri skalasının (1-Çok Kolay, 2-Kolay, 3-Orta, 4-Zor, 5-Çok Zor) belirlenmesinde 7 uzmanın (1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi) görüşlerinden faydalanılmıştır.

### **3.3.2.4. Soru Puanlama Modülü İçin Kullanılan Kriterlerin, Skalaların, Kriter ve Adım Ağırlıklarının Belirlenmesi**

Puanlama için kullanılan kriterler, hazırlanan sistemin tuttuğu verilerden soru puanlarının hesaplanabilmesi için 6 uzman (1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi) tarafından belirlenmiştir.

Skalaların oluşturulabilmesi amacıyla ARTIMAT, Trabzon'da bulunan bir Anadolu lisesinin 10. sınıfında öğrenim görmekte olan 30 kişilik bir sınıfta uygulanarak öğrencilerin soruları çözmek için her adımda harcadıkları zamanlar, kullandıkları hak sayısı ve çözülebilme yüzdeleri kaydedilmiş ve bu veriler ışığında sistem optimize edilmiştir.

Bu skalalar kullanılarak öğrencilerin problem çözmenin her adımındaki kriter puanları oluşturulmaktadır. Her adım için, oluşturulan kriter puanları kriter ağırlıkları ile çarpılmakta ve çarpımların toplanması ile de adım puanları hesaplanmaktadır. Hesaplanan adım puanları uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan adım katsayıları ile çarpılarak çarpımların toplanması yoluyla sorunun nihai puanına ulaşılmaktadır. Trabzon ilinde görev yapmakta olan 25 matematik öğretmenin görüşleri ile oluşturulan kriter ağırlıklarına ve adım ağırlıklarına ilişkin veriler EK 2 'de verilmektedir.

### 3.3.3. Pilot Uygulamada Kullanılan Ölçüm Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği

Pilot uygulamada 59 öğrenci ve 4 öğretmenin tamamının bireysel olarak ARTIMAT'ı kullanması sağlanmış ve daha sonra da ARTIMAT'ı görsellik, kullanılabilirlik ve problemi çözme sürecine katkı açısından değerlendirmeleri istenmiştir.

#### 3.3.3.1. Mülakatlar

Öğretmen ve öğrenci mülakat soruları hazırlanırken sorular araştırmacı tarafından belirlendikten sonra 6 uzman (2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi) tarafından incelenerek son şekli verilmiştir (Ek-3).

#### *Öğretmen mülakatları*

Öğretmenler ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş daha sonra bu kayıtlar araştırmacı tarafından dinlenerek transkript edilmiştir. Elde edilen veriler araştırmacı tarafından içerik analizi yapılmıştır. Elde edilen ham veriler tekrar tekrar okunmuş ve katılımcının belirtmek istediği görüşlerin ana temasını belirlemeye yönelik ifadeler kullanılarak kodlamalar yapılmıştır. Kodlamalardan yapılan çıkarımlar sonucu katılımcıların belirtmek istediği görüş birkaç kelimeyle özetlenecek şekilde indirgenmiş ve temalar oluşturulmuştur. Mülakat verileri 3 farklı araştırmacı tarafından da kodlanarak kontrol edilmiştir. Oluşturulan temalar tablolaştırılmış ve bulunan temalar tabloların altında yorumlanarak bu veriler doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

#### *Öğrenci Mülakatları*

Öğrenci mülakatları yapılırken açık uçlu mülakat soruları yazılı olarak uygulanmıştır. Metin haline getirilen konuşmalar incelenerek betimsel analiz yapılmıştır. Betimsel analizde daha önceden belirlenen temalar çerçevesinde veriler toplanmış ve bu veriler tablolaştırılarak sunulmuştur. Elde edilen veriler doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Temaların altında toplanan veriler 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi tarafından kontrol edilmiştir.



### 3.3.4. Asıl Uygulamada Kullanılan Ölçüm Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği

#### 3.3.4.1. Başarı Testi

Başarı testi daha önceki dönemlerde öğrenci seçme ve yerleştirme sınavında kullanılan sorulardan ve ders kitaplarından oluşmaktadır. Bu test 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesinin görüşleri alınarak ve 9. sınıf matematik dersi öğretim programındaki kazanımlar doğrultusunda oluşturulmuştur.

#### 3.3.4.2. Mülakat Soruları

Öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen mülakat soruları hazırlanırken sorular araştırmacı tarafından belirlendikten sonra 6 uzman (2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi) tarafından incelenerek son şekli verilmiştir (Ek-4).

#### *Öğretmen Mülakatları*

Sistemi kullanan beş matematik öğretmeni ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş daha sonra bu kayıtlar araştırmacı tarafından tekrar tekrar dinlenerek transkript edilmiştir. Metin haline getirilen konuşmalar incelenerek betimsel analiz yapılmıştır. Betimsel analizde daha önceden belirlenen temalar çerçevesinde veriler toplanmış ve bu veriler tablolaştırılarak sunulmuştur. Elde edilen veriler doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Temaların altında toplanan veriler 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi tarafından kontrol edilmiştir.

#### *Öğrenci Mülakatları*

Uygulamadan sonra deney grubu öğrencilerinin tamamına (30 öğrenci) açık uçlu mülakat soruları (Ek-4) yazılı olarak uygulanarak ARTIMAT'ın problem çözme becerilerine

sağladığı katkıyı ve ARTIMAT ile Polya'nın problem çözme adımlarını gerçekleştirmenin problem çözme alışkanlıklarına etkisini değerlendirmeleri istenmiştir.

Asıl uygulama sonrası yapılan mülakatlardan elde edilen veriler araştırmacı tarafından betimsel analiz yapılarak transkript edilmiştir. Elde edilen ham veriler tekrar tekrar okunmuş ve katılımcıların belirtmek istediği görüşlerin ana temasını belirlemeye yönelik ifadeler kullanılarak bu ifadelerin frekansları oluşturulmuştur. Mülakat verileri 3 farklı araştırmacı tarafından okunarak öğrencilerin belirttikleri ortak ifadeler kontrol edilmiştir. Öğrencilerin ortak ifadeleri ve bu ifadelerin frekansları tablolaştırılmıştır. Tabloların altında araştırmacının gözlemlerinden ve elde edilen verilerden yararlanılarak ifadeler yorumlanmış ve doğrudan alıntılarla desteklenmeye çalışılmıştır.

Öğrencilerin Polya'nın problem çözme adımlarını kağıt üzerinde ne şekilde uyguladıklarını belirlemek için de öğrenci kağıtları incelenmiş ve yapılacak yarı yapılandırılmış sözlü mülakatlar için araştırmacı tarafından deney grubundan 8 öğrenci seçilmiştir. Bu seçim, öğrencilerin son testleri incelendikten sonra doğru sayılarına göre iyi (2 öğrenci), orta (4 öğrenci) ve düşük (2 öğrenci) seviyeli sayılabilecek öğrencilerden olacak şekilde yapılmıştır.

Yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş daha sonra bu kayıtlar araştırmacı tarafından dinlenerek transkript edilmiştir. Metin haline getirilen konuşmalar incelenerek betimsel analiz yapılmıştır. Betimsel analizde daha önceden belirlenen temalar çerçevesinde veriler toplanmış ve bu veriler tablolaştırılarak sunulmuştur. Elde edilen veriler doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Temaların altında toplanan veriler 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Programı doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü öğretim üyesi ve 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi tarafından kontrol edilmiştir.

### **3.4. Hazırlanan Yapay Zeka Tabanlı Uzaktan Eğitim Sistemi (ARTIMAT)**

ARTIMAT hazırlanmadan önce yapılan literatür araştırması sonucu öğrencilerin problem çözme konusunda çeşitli sorunlarının olduğu anlaşılmıştır. ARTIMAT'ın nasıl bir yapıda hazırlanması gerektiği ve öğrencilerin yaşadıkları sorunların çözümü için nasıl bir yaklaşımın uygun olacağını anlaşılabilmesi, ARTIMAT'ın başarıya ulaşabilmesi için önemli görülmüştür. Bu nedenle problem çözme ile ilgili yaşanan sorunlar konusunda literatürde yer alan bilgiler yeterli görülmemekle ayrı bir çalışma ile yaşanan sorunlar Polya'nın problem çözme adımları ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan bu çalışma ARTIMAT'ın

hazırlanması sırasında izlenecek yolun belirlenebilmesine sağladığı fayda bakımından büyük önem taşımaktadır.

Daha sonra sistemde yer alacak problemler ele alınarak incelenmiş ve ortak bir algoritma oluşturabilmek amacıyla problemlerin karakteristikleri belirlenmiştir. Belirlenen karakteristikler oluşturulan problem çözme modülünün nasıl programlanması gerektiğinin anlaşılabilmesini sağlamıştır.

Yapılan bu analiz çalışmaları neticesinde elde edilen veriler ışığında programlama için en uygun olabilecek yol üzerinde çalışılmış ve matematiksel bir model olması, geliştirilebilir, adapte edilebilir, esnek bir yapıya sahip olması ve ayrıca yapay zeka algoritmalarının kullanılabilmesine imkan tanınması nedeniyle graf modeli tercih edilmiştir (Pirzada ve Dharwadker, 2007). Literatürde graf teorisi üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan modeller ARTIMAT için doğrudan kullanılabilir olmadığı için farklı bir model geliştirilmiş ve çeşitli modüller ile farklı yapılarıdaki hareket problemlerini çözebilir hale getirilmiştir. Elde edilen model tek başına seçilen hareket problemlerinin tümünü çözebilecek hale getirilene dek üzerinde çalışmalar yapılmış ve programlanabilir hale getirilmiştir.

Graf modelinin oluşumu tamamlandıktan sonra programlama aşamasına geçilmiş ve yapay zeka algoritmaları olan ileri ve geri zincirleme yöntemlerinin hazırlanan graf modeli üzerinde uygulanması ile ARTIMAT'ın problem çözme modülü hazır hale getirilmiştir.

ARTIMAT "Öğretmen Modülü", "Öğrenci Modülü", "Soru Puanlama Modülü", "Öğrenci Cevaplarını Puanlama Modülü" ve "İstatistik modülü" olmak üzere toplam 5 modülden oluşmaktadır. Devam eden bölümlerde ARTIMAT'ın oluşturulması için yapılan işlemler ve oluşturulan modüller detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

#### **3.4.1. Hareket Problemlerinin Çözümünde Yaşanan Güçlüklerin Belirlenmesi ve Problem Çözme Adımlarının İlişkilendirilmesi**

Hareket problemlerinin çözümü sırasında yaşanan güçlüklerin belirlenebilmesi amacıyla George Polya'nın problem çözme adımlarıyla ilişkilendirilmiş bir rubrik hazırlanmıştır. Problem çözümlerini değerlendirme rubriğinin basamaklarının ve bu basamakların puanlandırılmasının oluşturulması için öncelikle uygulama yapılan grubun problemlere verdikleri cevaplar analiz edilerek yaptıkları işlemler gruplanmıştır. Daha sonrada bu gruplandırmalar temalara dönüştürülerek oluşan başlıklar ve puan karşılıkları uzmanların değerlendirmeleri ile birlikte bir rubrik haline getirilmiştir.

Tablo 1. Problemin Anlaşılması Basamağı Puanlama Tablosu

1.Adım: Problemin Anlaşılması	
PUAN	DEĞERLENDİRME
0	Soru hakkında hiçbir şey yapamama
1	Verilenleri ve/veya istenenleri eksik ya da hatalı gösterme
2	Verilenleri ve istenenleri doğru ifade edip hatalı strateji seçme ya da strateji seçememe
3	Stratejiyi de doğru belirleyip sonuca ulaşmamak
4	Sonuca doğru bir şekilde ulaşmak

Tablo 1 ile öğrencilerin problemi anlama basamağında yaptıkları işlemlerin nicel olarak değerlendirilebilmesi yapılmaktadır.

Tablo 2. Çözümle İlgili Stratejinin Seçilmesi Basamağı Puanlama Tablosu

2.Adım: Çözümle İlgili Stratejinin Seçilmesi	
PUAN	DEĞERLENDİRME
0	Hatalı strateji seçimi
1	Kısmen doğru strateji seçimi (başlangıç adımı doğru ancak devamı hatalı)
2	Doğru strateji seçimi

Tablo 2 ile öğrencilerin strateji seçimi basamağında yaptıkları işlemlerin nicel olarak değerlendirilebilmesi yapılmaktadır.

Tablo 3. Stratejinin uygulanması basamağı puanlama tablosu

3.Adım: Stratejinin Uygulanması	
PUAN	DEĞERLENDİRME
0	Hatalı uygulama
1	Kısmen doğru uygulama
2	Doğru uygulama

Tablo 3 ile öğrencilerin stratejinin uygulanması basamağında yaptıkları işlemlerin nicel olarak değerlendirilebilmesi yapılmaktadır.

Tablo 4. Çözümün değerlendirilmesi basamağı puanlama tablosu

4.Adım: Çözümün Değerlendirilmesi	
PUAN	DEĞERLENDİRME
0	Çözümün Değerlendirilmesi Yapılmamış
1	Farklı bir strateji denenmiş ya da sonucun sağlanması yapılmış ancak doğru sonuca ulaşamamış
2	Strateji değiştirilerek ya da sonucun sağlanması yapılarak doğru sonuca ulaşılmış

Tablo 4 ile öğrencilerin problemi anlama basamağında yaptıkları işlemlerin nicel olarak değerlendirilebilmesi yapılmaktadır.

Hazırlanan rubrik Trabzon ilinde yer alan bir Anadolu Lisesinin 9. sınıfında öğrenim gören 99 öğrenci ile uygulanmıştır. Sorulan sorular ek 10'da, sonuçların yazılabilmesi için oluşturulan yapı tablo 5'de verilmektedir.

Tablo 5. Sonuçların yazılabilmesi için oluşturulan tablo

Öğrenci Sıra No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	n
Problemin Anlaşılması											
Çözümle İlgili Stratejinin Seçimi											
Stratejinin Uygulanması											
Çözümün Değerlendirilmesi											

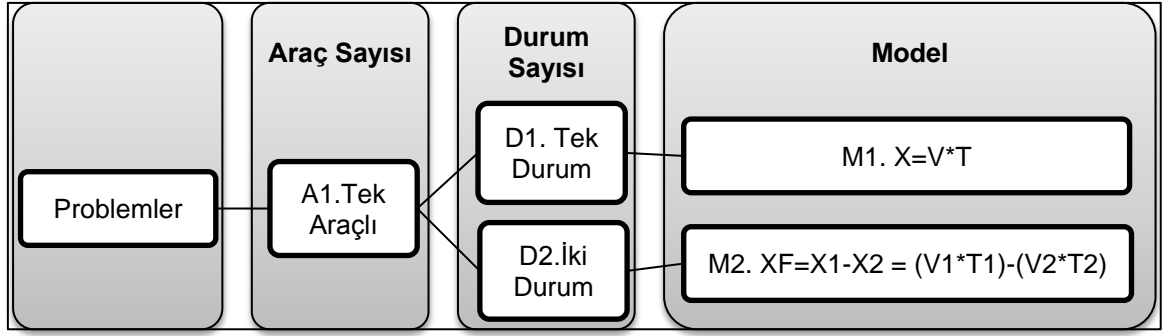
Problem çözme basamaklarında yapılan işlemlerin puanlanabilmesi amacıyla oluşturulan tablolardan elde edilen veriler tablo 5'de tüm öğrenciler için birleştirilmektedir. Tablo 5'in satırlarını Polya'nın problem çözme adımları sütunlarını ise uygulamaya katılan öğrencilere verilen sıra numaraları oluşturmaktadır. Her bir hücrede öğrencinin ilgili adımdan puanlama tablolarına göre aldıkları puanlar yazılmaktadır. Sonuçta oluşan tablo ile öğrencilerin ortalamaları hesaplanabilmekte, hangi adımda daha yüksek ya da daha düşük puanlara sahip oldukları görülebilmektedir. Değerlendirmeden elde edilen veriler bulgular bölümünde verilmektedir.

### 3.4.2. Hareket Problemlerinin Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Hareket problemleri sınıflandırılırken bu problemlerin hareketli sayısı (tek araçlı, iki araçlı. vb.), hareketlilerin yönleri (aynı yönlü, zıt yönlü) ve hareket zamanı (aynı anda, farklı anda vb.) özelliklerine göre çeşitlendiği görülmüştür. Bu parametreler arasında en temel parametrenin araç sayısı olduğu belirlenmiştir. Nitekim araç sayısı ilgili sorunun çözüm yolunu doğrudan etkilemekte, araç sayısının bir veya iki olmasına göre farklı durumlar oluşabilmektedir.

#### *1. Tek Araçlı Hareket Problemleri*

Tek aracın olduğu hareket problemlerinde iki farklı durumla karşılaşılmaktadır. Bunlar şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Tek araçlı hareket problemleri

Şekil 9'da yer alan kısaltmaların anlamları şöyledir: A: Araç sayısı, D: Durum sayısı, M: Araç ve durum sayısına göre oluşan model, X: Yol, V: Hız, T: Süre, XF: Araçların gittikleri yollar arasındaki fark.

Tek Durum: Bir aracın belli bir zamanda belli bir yolu alması durumudur.

Örnek: Bir araç saatte 60 km hızla 5 saatte kaç km yol alır?

Çözüm: A1→D1→M1 yolu izlenerek bulunabilir.

M1 adımında problem  $X=V*T$  şeklinde modellenerek çözüm bulunabilir.

İki Durum: Bir aracın belli bir zamanda belli bir yolu gitmesi durumunun iki kez tekrarlanmasıdır.

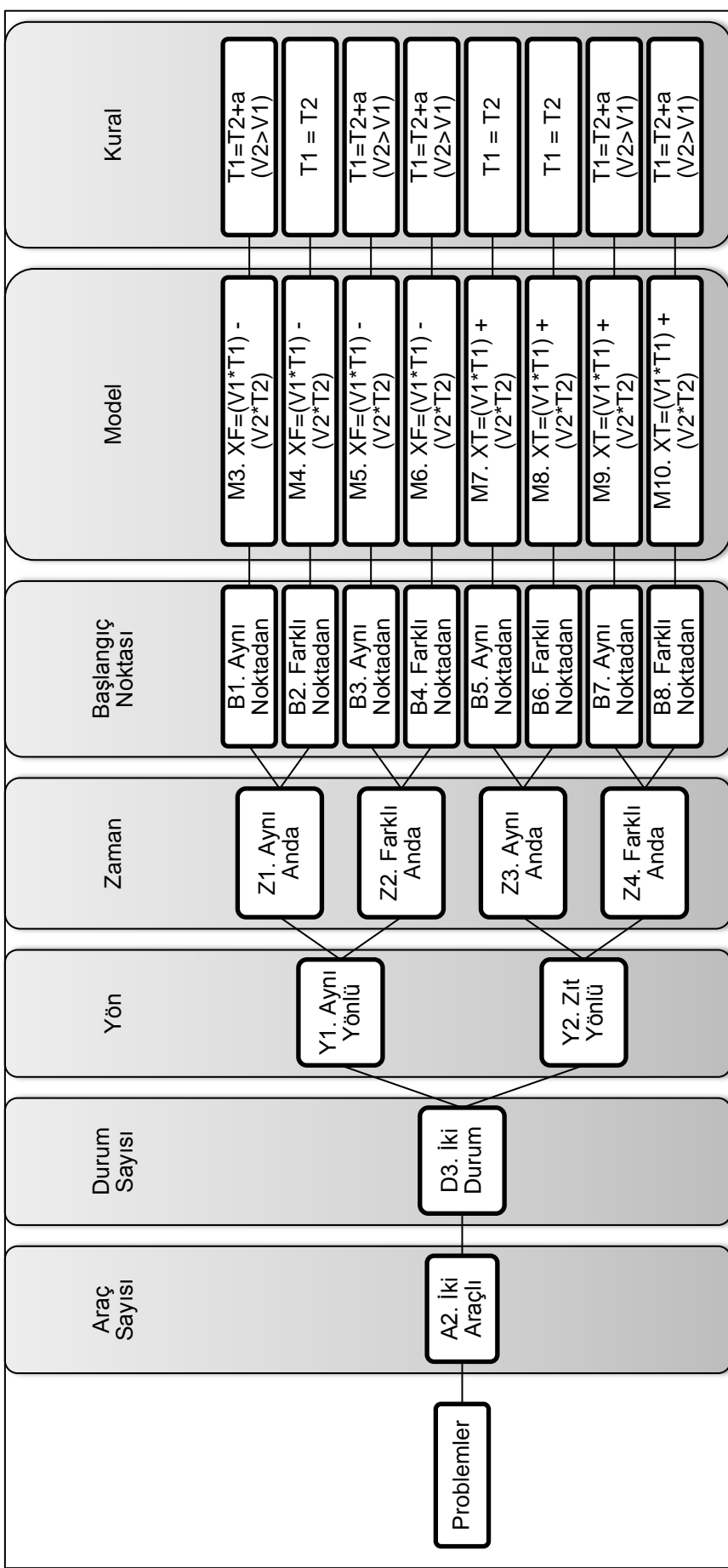
Örnek: Bir araç 50 km hızla 3 saatte gittiği bir yolu 5 saatte geri dönüyor. Buna göre araç aynı yolu kaç km hızla dönmüştür?

Çözüm: A1→D2→M2 yolu izlenerek bulunabilir.

M2 adımında problem  $XF=X1-X2 = (V1*T1)-(V2*T2)$  şeklinde modellenerek çözüm bulunabilir.

## II. İki Araçlı Hareket Problemleri

İki aracın olduğu hareket problemlerinin çözümünde, hareketli sayısından dolayı en az iki durum vardır. Bu iki durum; yön, zaman ve başlangıç noktası parametreleriyle birlikte dallanarak 8 modele dönüşmektedir. Ancak oluşan bu modeller incelendiğinde temelde iki modelin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu modellerde yön parametresi çözüm için seçilecek modeli; zaman parametresi, problemin çözümlenmesinde kullanılacak modelin kural tabanını belirlemektedir. Başlangıç noktası parametresi ise araçların birbirini yakalaması ile ilgili sorularda araçlar arasındaki mesafeyi belirten Xara değişkeninin model içerisinde yer alıp almayacağına belirlenmesini sağlamaktadır. Hareket problemlerine parametreler çerçevesinde bakıldığında şekil 10'da belirtildiği gibi bir ağ şeması oluşmaktadır.



Şekil 10. İki araçlı hareket problemlerin ağ şeması

Şekil 10'da yer alan kısaltmaların anlamları şöyledir: A: Araç sayısı, Y: Araların birbirine göre yönleri, Z: Araçların birbirine göre yola çıkma zamanları, B: Araçların birbirine göre başlangıç noktaları, M: Araç ve durum sayısına göre oluşan model, X: Yol, V: Hız, T: Süre, XF: Araçların gittikleri yollar arasındaki fark, XT: Araçların gittikleri yolların toplamı, a: İşleme katılan sabit değer.

Şekil 10. gösterildiği gibi İki araçlı örnek bir soru için izlenecek yol aşağıda sunulmuştur:

*Örnek: A ve B kentleri arasındaki uzaklık 40 km , A dan hızı saatte 5 km olan bir yaya, B den hızı 15 km olan bir bisikletli aynı anda, birbirlerine doğru yola çıkıyor. Yaya kaç km yol yürüdüğünde bisikletli ile karşılaşır?*

Çözüm: A2→D3→Y2→Z3→B6→M8 yolu izlenerek bulunabilir.

M8 adımında problem  $XT = (V1 \cdot T1) + (V2 \cdot T2)$  şeklinde modellenerek çözüm bulunabilir.

Yukarıdaki yapılar incelendiğinde parametrelerle hareket problemleri farklı şekillerde sunulsa da hareket problemlerini çözümlerken kullanılan fonksiyonlar temelde 3 yapıdadır. Bu fonksiyonlar;

Hareket problemlerinin temel çözüm şekli olan tek araçlı ve tek durumlu yapılar için  $X = V \cdot T$

İki araçlı ve aynı yönlü sorular ve tek araçlı iki durumlu yapılar için  $XF = (V1 \cdot T1) - (V2 \cdot T2)$

İki araçlı ve farklı yönlü sorular için  $XT = (V1 \cdot T1) + (V2 \cdot T2)$  şeklinde ifade edilebilir.

Hareket problemlerinin çözüm şekillerinden yola çıkarak bu tür problemleri 3 türe ayırmak mümkündür. Her bir türün içerisinde parametreleri kullanarak alt soru türleri oluşturulabilir. Tablo 6'da hareket problemlerinin türleri ve her bir türe ilişkin örnek sorular verilmiştir.



Tablo 6. Hareket Problemlerinin Çözüm Şekilleri

Tür	Analiz Edilen Soru Sayısı	Çözüm Şekli	Model	Araç Sayısı	Durum Sayısı	Yön	Zaman	Baş Nok	Örnek Soru
<b>1. Tür</b>	<b>86</b>	$X=V*T$	A1→D1→M1	1	1	-	-	-	Bir araç saatte 60 km hızla 5 saatte kaç km yol alır?
			A2→D3→Y2→Z3→B5 →M7	2		F	A	A	Hızları farkı 8 km/saat olan iki bisikletli, aynı noktadan, aynı anda, zıt yönde hareket ediyorlar. Hareketlerinden 1 saat sonra aralarındaki uzaklık 40 km olduğuna göre, daha yavaş giden bisikletlinin hız kaç km/saat'tir?
			A2→D3→Y2→Z3→B6 →M8	2		F	A	F	A ve B kentleri arasındaki uzaklık 40 km , A dan hızı saatte 5 km olan bir yaya, B den hızı 15 km olan bir bisikletli aynı anda, birbirlerine doğru yola çıkıyor. Yaya kaç km yol yürüdüğünde bisikletli ile karşılaşır?
<b>2. Tür</b>	<b>180</b>	$XT=(V1*T1) + (V2*T2)$	A2→D3→Y2→Z4→B7 →M9	2	2	F	F	A	Bir araç A kentinden 60 km/sa hızla hareket ediyor. 2 saat sonra A kentinden başka bir araç 70 km/sa hızla zıt yönde hareket ederse 5 saat sonra aralarındaki mesafe kaç km olur?
			A2→D3→Y2→Z4→B8 →M10	2		F	F	F	A ve B kentleri arasındaki uzaklık 600 km'dir. A kentinden bir araç 50 km/sa hızla hareket ediyor.2 saat sonra B kentinden başka bir araç 75 km/sa hızla, birbirlerine doğru yola çıkıyor. İki araç kaç saat sonra karşılaşır?

Tablo 6'nın devamı

					A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?
	A2→D3→Y1→Z1→B1 →M3	2	A	A	A
	A2→D3→Y1→Z1→B2 →M4	2	A	A	F
	A2→D3→Y1→Z2→B3 →M5	2	A	F	A
<b>3.</b>		2			
<b>Tür</b>	$XF = (V1 \cdot T1) - (V2 \cdot T2)$				
	A2→D3→Y1→Z2→B4 →M6	2	A	F	F
	A1→D2→M2	1	-	-	-

A: Aynı

F: Farklı

Tablo 6, şekil 9 ve 10'daki modellere göre oluşturulmuştur. Tablo 6'da araç sayısı, durum sayısı, araçların birbirlerine göre yönleri, araçların birbirlerine göre harekete başlama zamanları ve araçların harekete başlama yerleri gösterilerek, bu değişkenlere göre birer örnek problem verilmiştir. Hareket problemlerinde yer alan tüm değişkenler belirlendikten sonra bu değişkenlerden problemin türüne etki edebilecek olanların alabilecekleri tüm değerlere göre problem tipleri oluşturulmuştur. Tablo 6'da belirlenen bu karakteristiklere göre oluşturulabilecek soru tiplerini göstermektedir.

Hareket problemlerinin karakteristikleri belirlendikten sonra her bir problem türünün çözümünü dikkate alan ortak bir çözüm modeli üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, çözüm için gereken adım ve parametreleri kontrol altında tutarak bir ağ yapısı şeklinde ifade edebilen, graf yapısı kullanılmıştır.

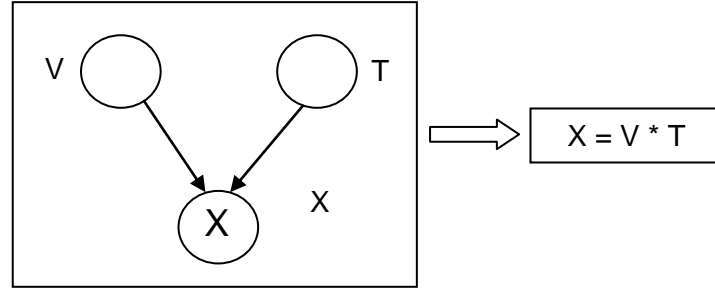
### 3.4.3. Problemlerin Çözümüne Yönelik Graf Modelinin Oluşturulması

Bu bölümde, literatürdeki graf modelleri incelenerek farklı tiplerdeki hareket problemlerinin çözümlerini gerçekleştirebilecek ortak bir model oluşturulmaya çalışılmıştır. Hazırlanan graf modeli ile; araç sayısı, durum sayısı, yön, zaman ve hareketlilerin başlangıç noktası gibi parametreleri veya bu parametrelerin çeşitli kombinasyonlarını içeren problemlere çözüm üretebilmek amaçlanmıştır. Bu parametreler dikkate alınarak graf yapısına yönelik aşağıda belirtilen temel prensipler oluşturulmuştur. Bu prensipler çalışmanın başlangıcında, yapılacak çizimlerde bir standart olabilmesi amacıyla uzmanların (2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi(BÖTE) doktora öğrencisi, 1 İlköğretim Matematik Bölümü doktora öğrencisi, 1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Bölümü öğretim üyesi, 2 BÖTE bölümü öğretim üyesi) görüşleri ile belirlenmiş ve zaman içerisinde çeşitli değişiklikler ile geliştirilmiştir.

- Graf üzerinde hareket edilirken hareketin yönü belirtilmeli
- Problemde yer alan araçların yönü(aynı yön, zıt yön, dairesel) kenarlar üzerinde belirtilebilir. Örneğin aynı yönlü hareketse bağlantı kenarı üstüne +, zıt yönlüyse – konulabilir.
- Değişken (X,V,T) düğümlerinden birine sabit bir değer ile işlem yapılması gerekiyorsa onu gösterecek bir düğüm oluşturulmalı
- Temel düğümler X,V,T olsa da her düğümde çözülecek alt sorular olabilir. Örneğin X(yolu gösteren) olan düğümler için olası bazı alt sorular; Ortalama yol, araçlar arasında kalan yol ya da araçların gittikleri toplam yol şeklinde olabilir.

- Alt soruları, ayrıca düğümle ilgili verilmesi gereken bilgileri ve yapılması gereken işlemleri içeren slotlar (framenodes) oluşturulmalı. Bu slotlar her değişken için (X, V, T) ve hatta gerekiyorsa her düğüm için ayrı ayrı oluşturulmalı

Hareket problemlerinin karakteristiklerine ve bulunması gereken temel özelliklere göre oluşturulan ilk graf modelleri şekil 11'de sunulmaktadır.

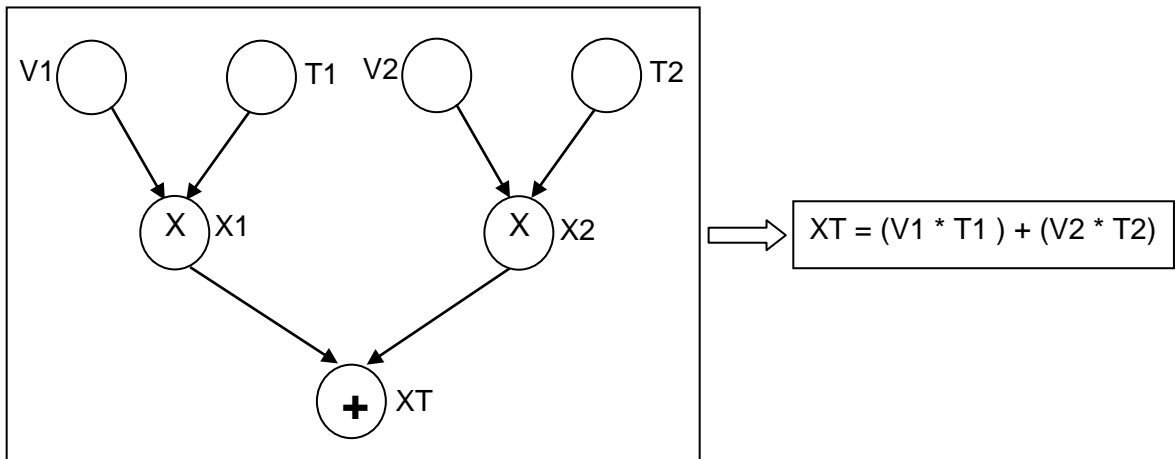


Şekil 11. 1. tür için oluşturulan graf yapısı

Şekil 11'de oluşturulan graf yapısında kullanılan değişkenlerin anlamları: V: Hız, T: Zaman, X: Yol şeklindedir.

Şekil 11'de gösterildiği şekilde 1. tür hareket problemlerinin çözümü için oluşturulan graf yapısında alınan yol; hız ve zaman parametrelerini belirten düğümlerin ok yönleriyle işlem düğümüne yönlendirilmesi şeklinde ifade edilmektedir, işlem düğümündeki operatör sonucun bulunmasını sağlamaktadır.

1. tür için oluşturulan graf yapısı tek araçlı hareket problemlerini kapsamaktadır. Bu yapı 2. araç içinde çoğaltılarak 2. tür hareket problemleri için bir graf yapısı oluşturulmuştur. Oluşturulan graf yapısı şekil 12'de gösterilmektedir.

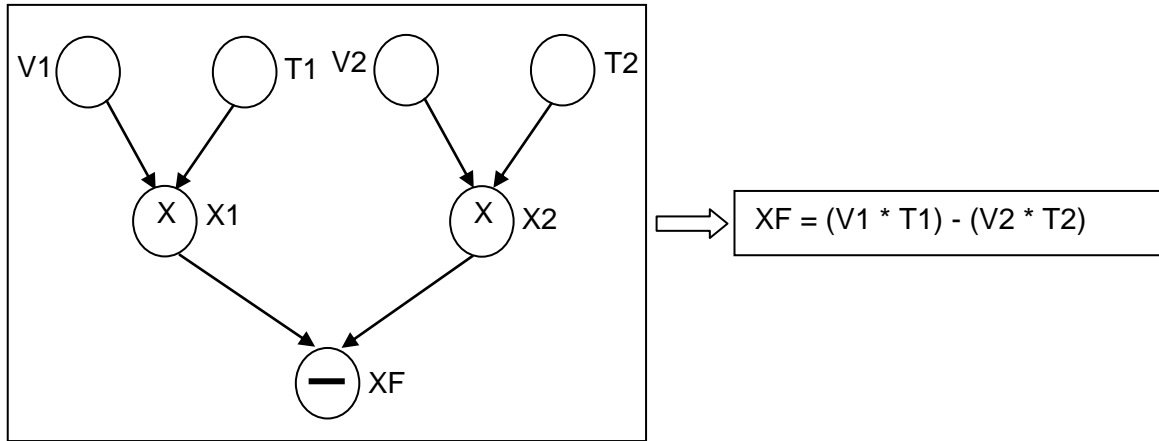


Şekil 12. 2. tür için oluşturulan graf yapısı

Şekil 12 ve şekil 13'de oluşturulan graf yapılarında kullanılan değişkenlerin anlamları:  $V_i$ :  $i$ . aracın hızı,  $T_i$ :  $i$ . aracın gittiği süre,  $X_i$ :  $i$ . aracın gittiği yol,  $XT$ : Araçların gittikleri yolların toplamı,  $XF$ : Araçların gittikleri yolların farkı şeklindedir. ( $i=\{1,2\}$ )

Şekil 12'de gösterildiği gibi 2. türdeki sorularda alınan toplam yol değerinin bulunması için ok yönleri ile önce 1. araç için hız ve zaman değerleri işlem düğümünde belirtilen işleme tabi tutularak 1. aracın gittiği yol değeri, daha sonra aynı işlem 2. araç için yapılarak 2. aracın gittiği yol değeri bulunmaktadır. Son olarak araçların gittikleri yol değerleri yine ok yönleriyle belirtilen işlem düğümündeki işleme tabi tutularak sonuç bulunmaktadır.

Şekil 12'de gösterilen graf yapısında araçların gittikleri yolların toplamını bulmaya yönelik bir yapı vardır. Araçların gittikleri yollar arasındaki farkı bulmak için ise şekil 13'de gösterilen graf yapısı oluşturulmuştur.



Şekil 13. 3. tür için oluşturulan graf yapısı

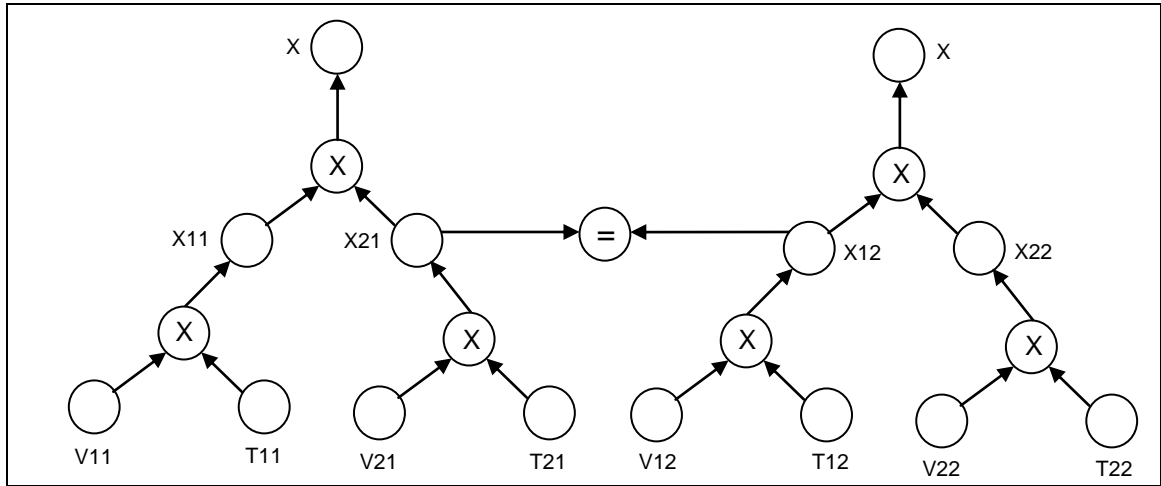
Şekil 13'de gösterildiği gibi 3. türdeki sorularda araçların gittikleri yolların farkı değerinin bulunması için ok yönleri ile önce 1. araç için hız ve zaman değerleri işlem düğümünde belirtilen işleme tabi tutularak 1. aracın gittiği yol değeri, daha sonra aynı işlem 2. araç için yapılarak 2. aracın gittiği yol değeri bulunmaktadır. Son olarak araçların gittikleri yol değerleri yine ok yönleriyle belirtilen işlem düğümündeki işleme tabi tutularak sonuç bulunmaktadır.

Her ne kadar belirli oranda ilgili soruları ifade etmede oluşturulan graf modeli başarılı olsa da bazı sınırlılıklarda söz konusu olmuştur. Bu sınırlılıklar aynı soru tiplerinde dahi tam olarak ortak bir çizim yapılamaması, her soru tipi için ayrı bir modelin oluşturulmasının gerekmesi, grafın okunuşunun soruları tam olarak yansıtamaması (modelin yazıya dökülememesi), kullanımının esnek olmaması, tüm soru tiplerine uyarlanamaması ve farklı soru tiplerindeki olası eklentiler için kısıtlılıkları olması gibi durumlar olarak

sıralanabilir. Bu nedenle oluşturulan graf çizimlerini bir modelde birleştirecek üst bir yapıya ihtiyacı doğurmuştur.

İlk modeldeki sınırlılıkları gidermek için, yapay zeka uygulamalarında önemli yer alan İleri zincirleme (forwardchaining) ve Geri zincirleme (backwardchaining) yöntemlerini kullanabilecek bir yapı ile tek bir modele ulaşılmaya çalışılmıştır. İleri zincirleme, verilerden sonuca doğru tüme varım yaklaşımının uygulanması iken, geri zincirleme doğrudan sonuca yönelik olarak tümünden gelim yaklaşımının uygulanmasıdır. Aşağıda örnek bir problemin çözümü için oluşacak ileri ve geri zincirleme graf modelleri gösterilmektedir.

*Örnek: Hızları farkı 30 km/s olan iki araç A ve B noktalarından birbirlerine doğru hareket ediyorlar. Hareketlerinden 6 saat sonra C noktasında karşılaşıyorlar. Hızlı olan araç karşılaşmalarından 4 saat sonra B noktasına ulaştığına göre A B noktaları arası mesafe ne kadardır?*

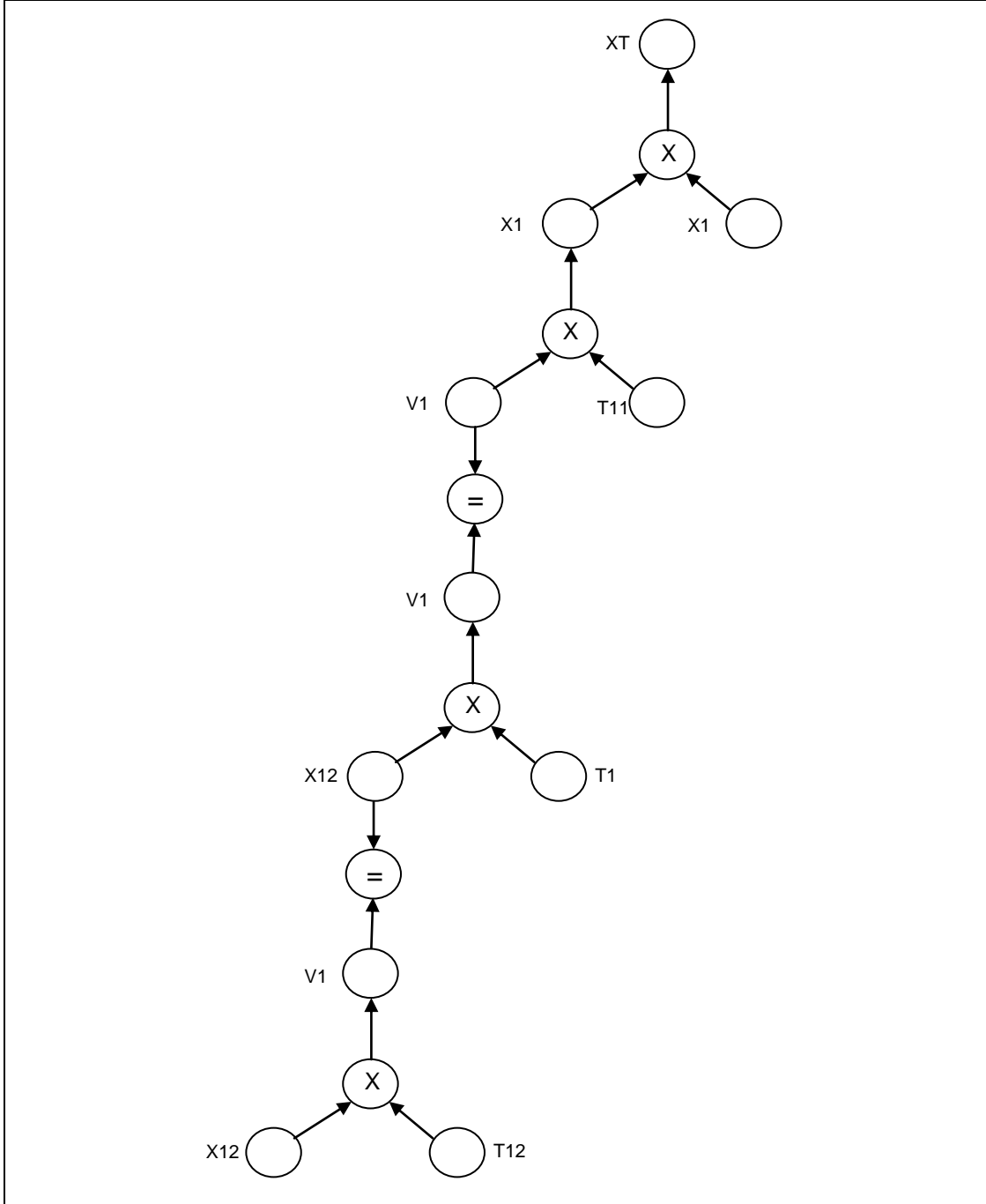


Şekil 14. İleri zincirleme ile problem çözümü graf modeli

Şekil 14 ve şekil 15'de  $V_{ij}$ :  $i$ . aracın  $j$ . durumdaki hızı,  $T_{ij}$ :  $i$ . aracın  $j$ . durumda gittiği süre,  $X_{ij}$ :  $i$ . aracın  $j$ . durumda gittiği yol,  $X$ :Yol, şeklindedir. ( $i=\{1,2\},j=\{1,2\}$ )

Şekil 14'de gösterilen yapıda öncelikle örnek problemdeki değişkenlere(V, T, X) ait veriler ilgili düğümlere yazılır. Yöntem, boş düğümleri belirledikten sonra eldeki verilerle bu düğümlerin değerlerini bulmaya çalışır. Eldeki verilerle ve yeni bulduğu düğüm değerleriyle nihai sonuca ulaşmaya çalışan sistem eğer tüm ağacı ilk taramasında sonuca ulaşamazsa, yeni elde ettiği düğüm değerleriyle birlikte(gerçekler), kuralları yeniden tarayarak sonuca ulaşmaya çalışır. Her defasında nihai sonuca ulaşmaya çalışan yöntem var olan tüm düğümler için bu işlemleri tekrar eder. Böylelikle olası farklı çözümlerin de bulunabilmesine olanak tanır. Aynı problemin çözümü için tercih edilebilecek bir diğer

yöntem geri zincirlemedir ve örnek problemin çözümünü geriye zincirleme ile gösteren graf modeli şekil 15'de gösterilmektedir.



Şekil 15. Geri zincirleme ile problem çözümü graf modeli

Şekil 15'de graf modeli ile gösterilen geri zincirleme yöntemi, bulunması istenen nihai sonuç düğümünden başlayarak sadece sonucun bulunması için gerekli alt düğümleri takip ettiğinden dolayı sonucunun bulunması gereksiz boş düğümlere hiç uğramayacaktır.

Bunun sonucunda daha hızlı işleyecek ve doğrudan sonuca ulaşılabilecektir. Ancak bu durum bilgisayar açısından hızlı bir çözüm sağlarsa da, olası farklı çözümlerin göz ardı edilmesine sebep olacak ve hatta doğrudan çözümünün bulunamayacağı sorularda sistemin sonsuz bir döngüye girmesine sebep olacaktır.











İleri zincirleme yöntemi ise en alt düğümlerin boş olanlarını belirleyip sırayla bu boş düğümlerden tekrar tekrar başlayarak nihai sonuca ulaşmaya çalışacaktır. Bunun sonucunda sistemi her boş alt düğüm için tekrar çalıştırmış olacak, bu da sistemin bilgisayar açısından daha yavaş işletilmesine sebep olacaktır. Ancak dezavantaj gibi görülen bu durum aslında sistemin daha kararlı ve olası tüm farklı çözümleri bulmasını sağlayarak, ilk etapta görülemeyen farklı çözümlerinde bulunabilmesine olanak tanıyacaktır.

Oluşturulan geliştirilmiş modelde problem çözümünde ileri ve geri zincirleme ayrı ayrı kullanılabilir olmakla beraber, farklı özelliklerinin çözüme sağlayacağı katkıdan dolayı her ikisinin beraber kullanıldığı bir algoritma ile olası farklı çözüm yollarına da ulaşılabilir.

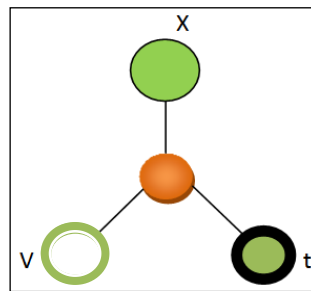
Sonuç modelde, geliştirilmiş model kullanılarak seçilen problemler üzerinde yapılan denemelerden sonra hareket problemlerinin hemen hemen tüm çeşitlerini kapsayabilecek bir üç düğümlü graf ve bunun birleştirilmiş uyarlamaları oluşturulmuştur. Modelde farklı değişkenlere ait düğümlerin aldıkları değerlere göre farklı gösterilmesi ve böylelikle problemin graf üzerinden okunabilmesine de özellikle büyük önem verilmiş bu nedenle de temel graf yapısı oluşturulduktan sonra gösterimlere ait bir tablo hazırlanmıştır. Genel graf özelliklerine bağlı kalınarak, oluşturulan yapıya ilişkin düğümlerin gösterim şekilleri ve anlamları tablo 7’de, oluşturulan temel graf yapısı ise şekil 16’da verilmektedir.



Tablo 7. Kullanılan Graf Yapısına İlişkin Düğümlerin Gösterim Şekilleri ve Anlamları

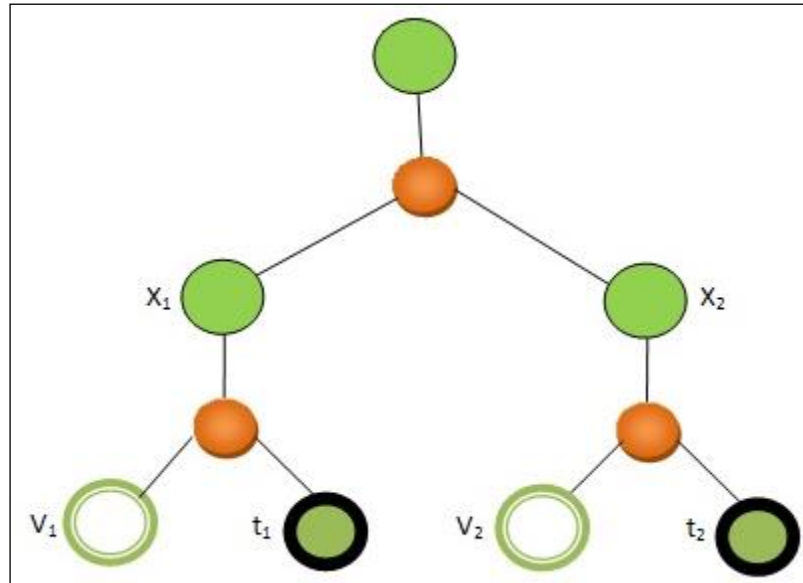
X Düğümü	Biliniyorsa ;		şeklinde ve YEŞİL renkte
	Bilinmiyorsa ;		şeklinde ve KIRMIZI renkte
	Parametrikse ;		şeklinde ve SARI renkte
V Düğümü	Biliniyorsa ;		şeklinde ve YEŞİL renkte
	Bilinmiyorsa ;		şeklinde ve KIRMIZI renkte
	Parametrikse ;		şeklinde ve SARI renkte
T Düğümü	Biliniyorsa ;		şeklinde ve YEŞİL renkte
	Bilinmiyorsa ;		şeklinde ve KIRMIZI renkte
	Parametrikse ;		şeklinde ve SARI renkte
İşlem Düğümü		Diğer düğüm'lerden daha küçük ve turuncu renktedir (Alabileceği değerler: +, -, *, / veya = 'dir)	

Tablo 7'de düğümlerin her birinin, değerlerinin bilinip bilinmemesine ve parametrik olup olmamalarına göre farklı şekilleri ve renkleri gösterilmektedir. Böylelikle graf gösterimlerinde değişkenlerin durumları ve yapılması gereken işlemler daha iyi anlaşılabilir. Tablo 7'deki gösterimler kullanılarak oluşturulan temel graf yapısı şekil 16'da verilmiştir.



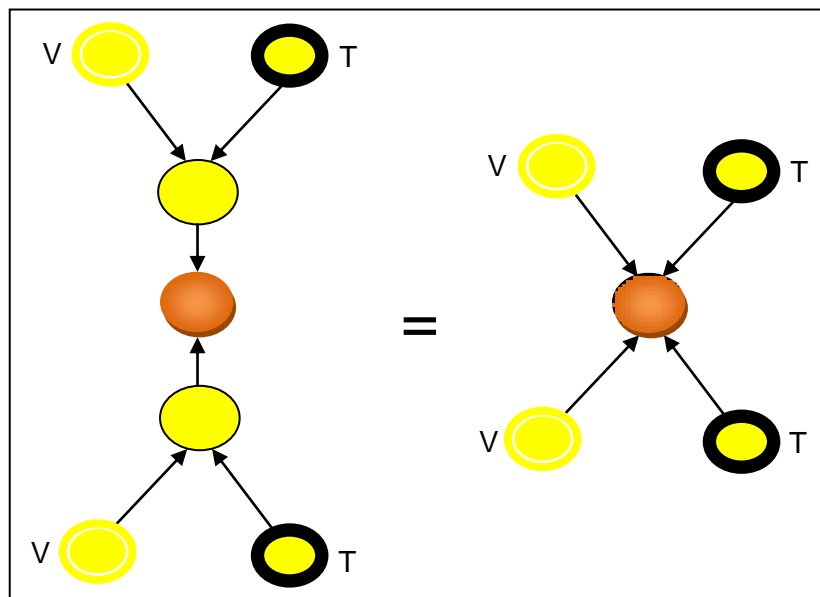
Şekil 16. Oluşturulan temel graf yapısı

Temel graf yapısından hareketle aynı anda zıt yönlü hareket problemlerinde 2 araçlı durumlar için oluşan graf yapısı şekil 17'de verilmiştir.



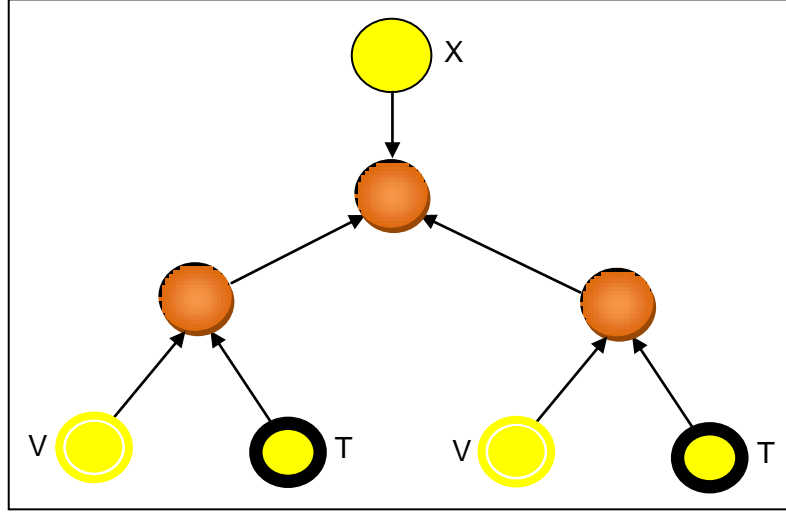
Şekil 17. Aynı anda zıt yönlü hareket problemlerinde 2 araçlı durumlar için oluşturulan graf yapısı

Oluşturulan model hareket problemlerinin farklı tiplerinde denenmiş ve şekil 18'deki gibi bazı uyarlamalara ihtiyaç duyulmuştur. Yapılan bu uyarlamalar temel graf modelini değiştirmemiş ancak eklentiler yapılmasını gerekli kılmıştır. Özellikle, verilen değişken değerlerinin harflerle sembolize edilerek doğrudan sayısal olmadığı ya da araçların birbirlerine göre değerlendirildiği parametrik yapıdaki sorularda temel graf yapısına bazı eklentiler yapılmıştır. Şekil 18'de parametrik sorularda parametrenin bulunabilmesi için gerekli olan eklentilerden birisi olan eşitlik grafi görülmektedir.



Şekil 18. Eşitlik grafi

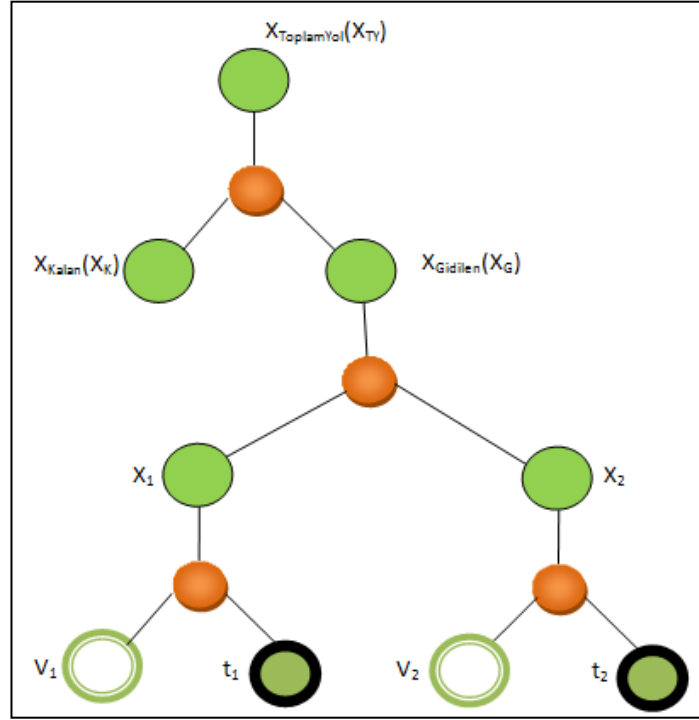
Şekil 18'de gösterilen eşitlik grafinin genel graf yapısına eklenmesi sonucu oluşan yapı şekil 19'da gösterilmektedir.



Şekil 19. Eşitlik grafinin genel graf yapısına eklenmesi

Şekil 19'da gösterilen yapıda parametrik olarak alt düğümlerden gelen değerler sonucu Örneğin  $X_1$  ve  $X_2$  nin bulunması gerektiğinde  $V_1 * T_1$  ve  $V_2 * T_2$  parametrik ifadeleri direk  $X_T$ 'ye eşitlenir, aradan  $X_1$  ve  $X_2$  çıkartılır. *Buna kısaca yutma kuralı adı verilebilir.* Alttan gelen işlem operatörleri  $X_1$  ve  $X_2$  yi atlayarak  $X_T$ 'ye giden işlem düğümüne bağlanır. Yutma kuralı, eşitlik grafinin genel graf yapısına eklenmesi ile oluşan yapıda kullanılır.

Şekil 19'da gösterilen eşitlik grafindan başka araçların arasında kalan yolun sorulduğu, farklı noktalardan zıt yönlü hareket türü problemlerde de şekil 20'de gösterildiği gibi  $XG$ (Araçların gittikleri toplam yol) ve  $XK$ (Araçlar arasında kalan yol) eklentileri yapılmıştır.

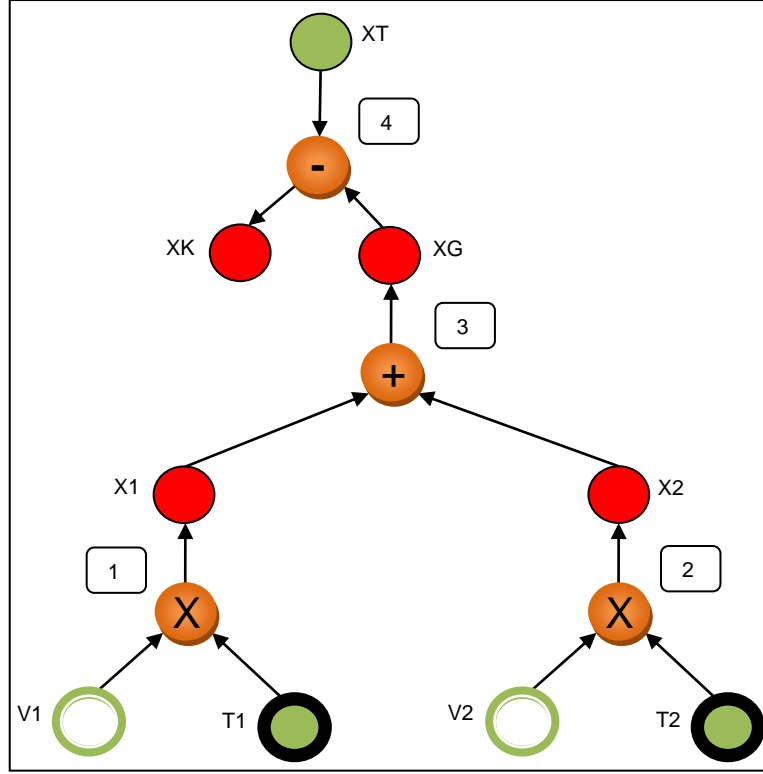


Şekil 20. Genel graf yapısına yapılan eklenti

Şekil 20'de örneğin  $XK$ (Araçlar arasında kalan yol)'nın bulunması gerektiğinde değişkenlere verilen değerlere bağlı olarak önce 1. aracın gittiği yol ( $X_1=V_1 \cdot T_1$ ) ve 2. aracın gittiği yol ( $X_2=V_2 \cdot T_2$ ) bulunarak araçların gittikleri yolların toplamı ( $X_G=X_1+X_2$ ) değeri elde edilir. Daha sonra da *araçlar arasındaki toplam yol değerinden* ( $X_{TY}$ ) çıkartılarak araçlar arasında kalan yol ( $X_K$ )'un değeri bulunabilir.

Farklı soru tipleri için gerekli eklentiler olsa da görüldüğü üzere temel yapının değişmemesi ve yapılan deneme sonuçları modelin kararlılığını göstermektedir. Verilen örnekler, gerçekleştirilen işlem adımları ve 476 farklı hareket problemi ile 6 farklı uzman (1 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, 1 İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Programı öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Doktora Programı öğrencisi, 2 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi öğretim üyesi) tarafından yapılan denemeler ışığında modelin hareket problemi tipindeki soruların çözümü için başarılı ve geçerli olduğu sonucuna varılmaktadır. Örnek problemlerin çözümleri şekil 21 ve şekil 22'deki graflarda gösterilmektedir.

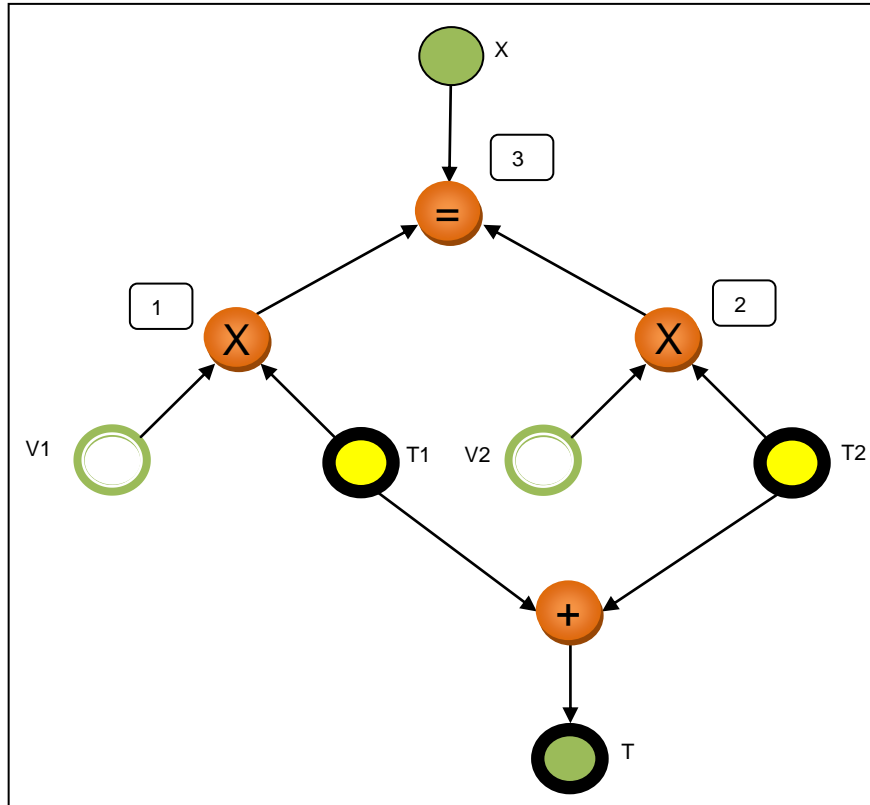
*Örnek 1: A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve zıt yönde iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?*



Şekil 21. Örnek 1'in ileri zincirleme ile graf modeli

Şekil 21'de gösterildiği gibi bu problemin çözümü  $XT = (V1 \cdot T1) + (V2 \cdot T2)$  şeklinde olup, graf yapısında  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$  nolu işlemler takip edilerek önce 1. aracın gittiği yol (X1) sonra 2. aracın gittiği yol (X2) bulunur, bunların toplamıyla araçların gittikleri yolların toplamı (XG) bulunduktan sonrada toplam yoldan çıkarılarak işlemin sonucu olan araçlar arasında kalan yol (XK) bulunur.

*Örnek 2: 500 km'lik yolun bir kısmı toprak bir kısmı asfaltdır. Bu araç toprak yolda 40 km/sa ve asfalt yolda 70 km/sa hızla giderek 8 saatte yolu tamamlıyor. Buna göre, yolun asfalt kısmı kaç kilometredir?*

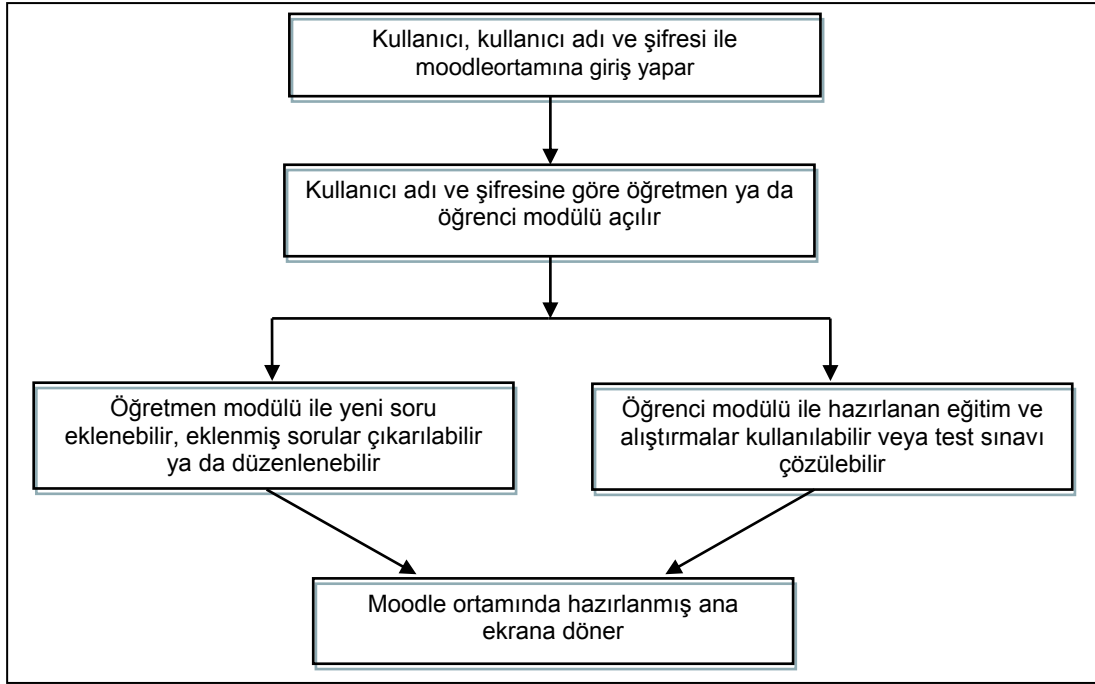


Şekil 22. Örnek 2'nin ileri zincirleme ile graf modeli

Şekil 22'de gösterildiği gibi bu problemin çözümü  $X = V * T$  şeklinde olup, graf yapısında öncelikle T1 ve T2 değerleri parametrik olarak belirlendikten sonra  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$  nolu işlemler takip edilerek önce 1. aracın gittiği yol (X1) sonra 2. aracın gittiği yol (X2) parametrik olarak bulunur ve bulunan parametrik değerler birbirine eşitlenerek önce parametre değişkeni olan T değeri sonrada yolun asfalt kısmının uzunluğu (X2) bulunur.

#### 3.4.4. Sistemin Genel Yapısı

Tasarlanan sistemin en genel görünümü şekil 23'de verildiği gibidir. Sistem, öğretmen ve öğrenci kullanıcılar için 2 farklı modüle sahiptir.



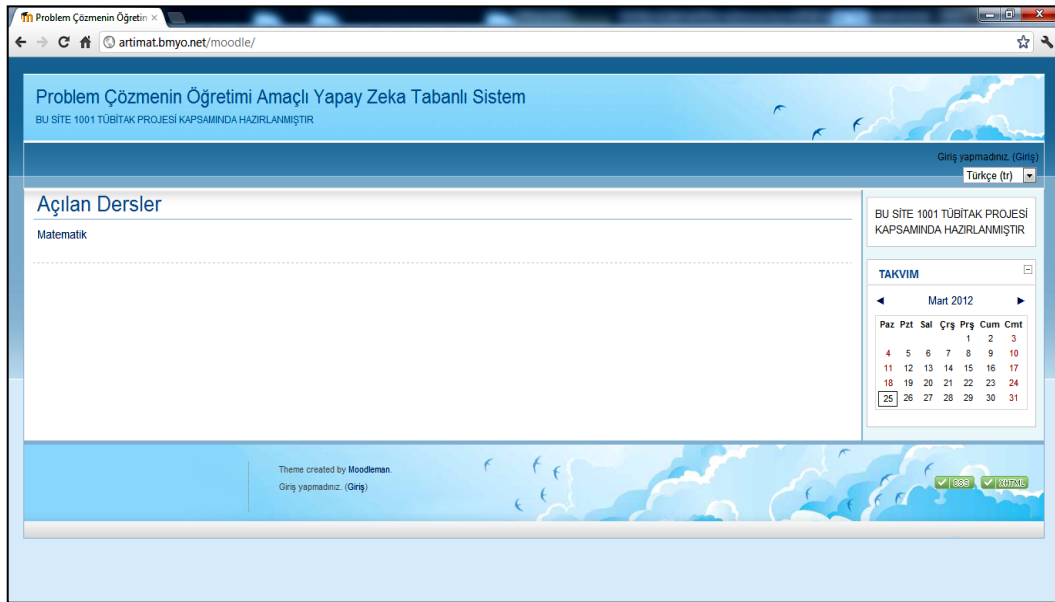
Şekil 23. Sistemin genel yapısı

Şekil 23'de görüldüğü gibi sistemde öğretmen ve öğrenci olmak üzere 2 tip kullanıcı girişi için 2 farklı modül bulunmaktadır. Sistemin öğretmen ve öğrenci girişlerinde farklı arayüzler açılmaktadır. Genel olarak; Moodle ortamında hazırlanmış ana ekranda, kullanıcı adı ve şifre ile yapılan girişte, kullanıcı adı ve şifresine göre öğretmen ya da öğrenci arayüzüne yönlendirme yapılmaktadır. Şekil 24'de bir web sitesi şeklinde tasarlanan sistem ilk açıldığında karşılaşılan ekran görülmektedir.



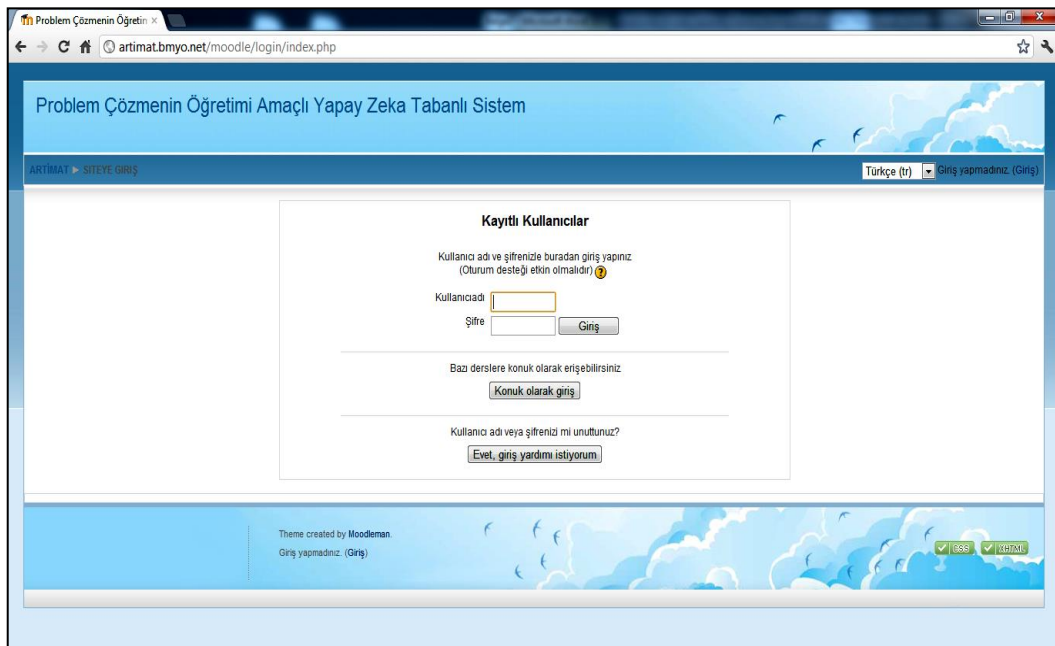
Şekil 24. Sistemin ana giriş ekranı

Şekil 25'de gösterilen ekran sisteme kayıtlı öğrenci ve öğretmenlerin giriş yaparak sistemde kendilerine tanımlanmış işlemleri gerçekleştirebilmeleri için hazırlanmış olan ekrandır. Aşağıda ekran görüntüsü ve yapılan işlemler anlatılmaktadır.



Şekil 25. Hazırlanan Moodle sisteminin ana ekranı

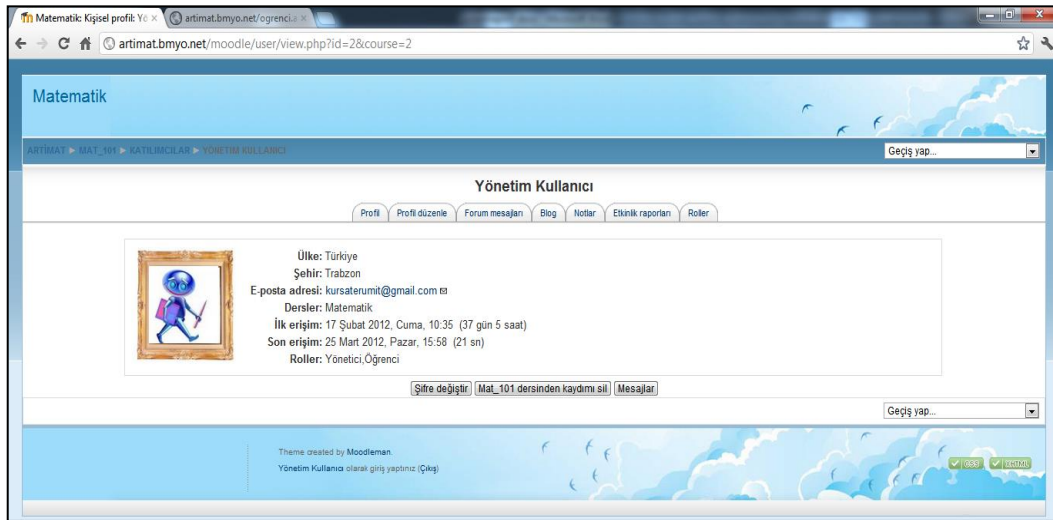
Şekil 25'de görülen Moodle ana ekranında açılmış olan dersi seçerek şekil 26'da görülen giriş ekranına geçebilir.



Şekil 26. Kullanıcı girişinin yapıldığı ekran

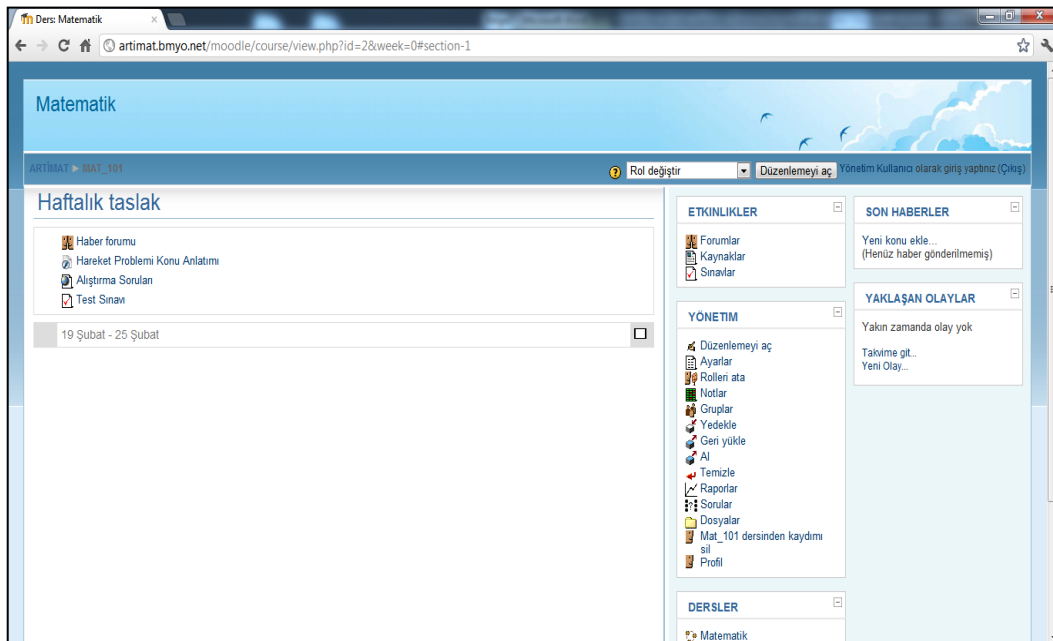


Çalışmada kullanıcıların hepsine birer kullanıcı hesabı tanımlanmış ve sistemi kullanacakları zaman bu hesaptan giriş yapmaları sağlanmıştır. Şekil 27'de gösterildiği gibi her bir kullanıcının kendi profil ekranı bulunmaktadır.



Şekil 27. Kullanıcının kendine ait profil ekranı

Şekil 27'de görülen ekranda kullanıcılar kendi profillerini düzenleyebilir, resimlerini yükleyebilir ve kayıtlı olduğu dersi alan diğer katılımcılara mesaj atabilir. Öğrencilerin dersler ile ilgili işlemleri gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan ekrana ait görüntü ise şekil 28'de verilmektedir.



Şekil 28. Kullanıcı giriş yapıldıktan sonra kullanılacak modül ün seçileceği ekran

Şekil 28 de verilen ekran çıktısında öğrenci;

“Haber Forumu” seçeneği ile açılan ders ile ilgili haberleri okuyabilir, duyuru yapabilir ve yorum yazabilir.

“Hareket Problemi Konu Anlatımı” seçeneği ile konu anlatım sayfasına bağlanarak hareket problemleri hakkında konu anlatımını izleyebilir. Şekil 29’da konu anlatım ekranı görülmektedir.

Publication Name: | Sayfa: 2-3 / 4

**HAREKET PROBLEMLERİ**

Hareket Problemleri, temelde 3 bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler;

v: Hareketlinin hızı,  
x: Hareketlinin v hızıyla t sürede aldığı yol,  
t: Hareketlinin v hızıyla x yolunu alma süresidir.

Bu durumda hareketlinin hızı, birim sürede aldığı yol olarak tanımlanabilir. Bu ifadenin matematiksel gösterimi ise;

$$v = \frac{x}{t}$$

Bir örnek üzerinden formülü anlamaya çalışalım;

**Örn:** Bir araç A şehriden B şehrine 5 saatte girmektedir. İki şehir arasındaki uzaklık 300km olduğuna göre bu aracın hızı nedir?

**A Şehri** **B Şehri**

Gözetim: 5 sa. 300 km

**Cözüm:**

Problemlerin çözümünde dikkat edilmesi gereken bazı işlem adımları vardır. Bunlar;

1. Problem cümlesi okunur.
2. Probleme verilenler ve istenenler belirtilir.
3. İstenenle ulaşılabilmek için nelerin bilinmesi gerektiği belirtilir ya da verilenlerden elde edilebilecek sonuçlar bulunmaya çalışılır.
4. Gerekli matematiksel işlemler yapılarak sonuç ulaştırılır.

**HAREKET PROBLEMLERİ**

Probleme verilenler ve istenen incelendiğinde;

İki şehir arasındaki yol (x) = 300 km  
Gözetim (t) = 5 saat  
Aracın hızı (v) = ?

Aracın hızını bulabilmek için verilenleri formülde yerine koyduğumuzda;

$$v = \frac{300}{5}$$

**v = 60 km/sa.**

**Örn:** A ve B kentleri arası 180 km dir. A kentinden saatte 20 km ve B kentinden saatte 25 km hızlarla iki araç aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. Bu iki araç kaç saat sonra karşılaşırlar?

**Cözüm:**

**A Şehri** **B Şehri**

$V_1 = 20 \text{ km/sa}$   $V_2 = 25 \text{ km/sa}$

Gözetim: 7 180 km

Soruda verilen bilgiler ve istenen;

- ✓ İki araç olduğu,
- ✓ Araçların karşılıklı (zıt yönlü) hareket ettiği,
- ✓ A kentinden hareket eden aracın hızı ( $V_1 = 20 \text{ km/sa}$ ),
- ✓ B kentinden hareket eden aracın hızı ( $V_2 = 25 \text{ km/sa}$ ),
- ✓ A ve B kentleri arasındaki uzaklık ( $X_{toplam} = 180 \text{ km}$ ) verilmiştir,
- ✓ İki aracın karşılaşma süresi ( $t = ?$ ) istenmektedir.

Şekil 29. Konu anlatım ekranı

“Alıştırma Soruları” seçeneği ile hazırlanan alıştırma modülüne girerek yöneltilecek problemleri çözüme alıştırması yapabilir.

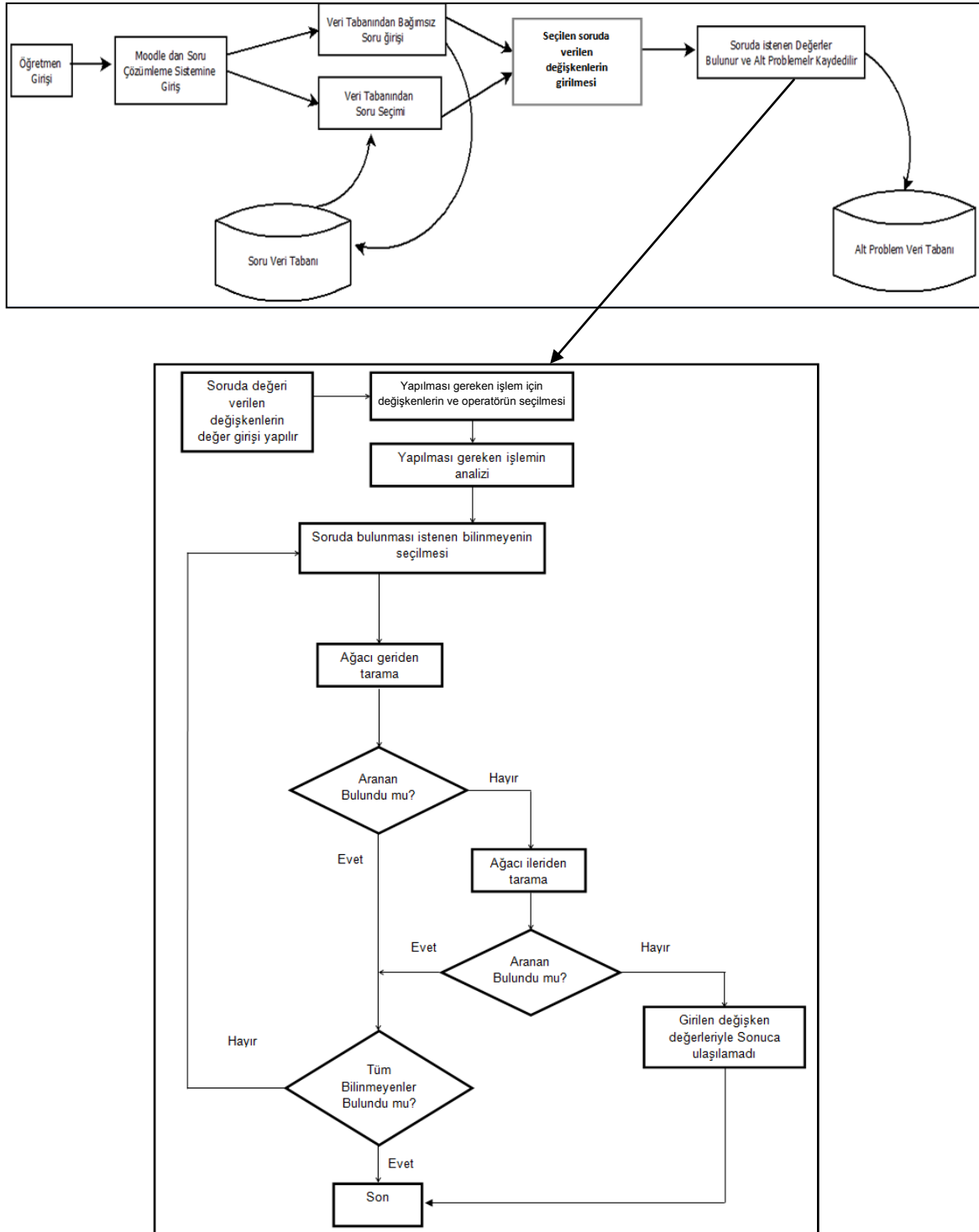
“Test Soruları” seçeneği ile hazırlanan test sınavını çözebilir ve daha önce girdiği sınavların istatistiklerini (ne kadar sürede çözdüğü, ne kadar doğru ve yanlış olduğu, en son ne zaman sınava girdiği) görebilir.

Öğretmen modülünde kullanıcı, sisteme yeni bir alıştırma ya da test problemi ekleyebilmekte, eklenmiş problemleri düzenleyebilmekte veya silebilmektedir. Öğrenci modülüne giriş yapıldığında ise kullanıcı, hareket problemleri ile ilgili hazırlanan eğitimi ve

alıştırmaları kullanarak, hazırlanmış test sınavını çözebilmektedir. Aşağıda hem öğretmen hem de öğrenci modüllerinin işleyişinin şematik gösterimleri ve açıklamaları verilmiştir.

#### **3.4.4.1. Öğretmen Modülü**

Öğretmen modülü, kullanıcının giriş yaptığında alıştırma veya test problemi ekleyebileceği, veri tabanındaki problemleri düzenleyebileceği veya silebileceği modüldür. Öğretmen modülünün çalışmasını ve öğretmen tarafından sisteme girilecek bir problemin nasıl çözüldüğünü, gösteren diyagram yapısı şekil 30'da verilmektedir.



Şekil 30. Öğretmen modülü genel yapısı ve çözümlene modülü diyagram yapısı

Şekil 30'da görülen diyagramda öğretmen, öncelikle şekil 26'da gösterilen Moodle arayüzünden ARTIMAT'a giriş yapmaktadır. Öğretmen sisteme yeni problem ekleme, eklenen problemler üzerinde düzenleme yapma ya da öğrencilerin durumlarını görmek için istatistik modülüne geçiş yapma yetkilerine sahiptir. Yeni bir problem ekleyerek ya da

daha önceden sisteme girilmiş bir problem üzerinde düzenleme yaparak sisteme bu problemi çözdürmek istediğinde probleme ait değişkenlerin(Örneğin: V1, T1, X1 vb.) değerlerini girmesi gerekmektedir. Değişkenlerin değerlerini ve bulunması isteneni girdikten sonra sistem problemin analizini yaparak hareket problemlerinin hangi tipinde olduğuna ve nasıl çözüleceğine karar verir. Daha sonra ise ileri ve geri zincileme yöntemleri ile graf yapısı üzerinde önceden belirlenmiş kuralları işleterek sonuca ulaşmaya çalışır. Doğru sonuca ulaşmasını sağlayabilecek tüm yolları tarayan sistem bulduğu tüm yolları adım adım ARTIMAT'ın Alt Problem Veri Tabanı'na kaydeder. Şekil 30'da diyagram şeklinde gösterilen bu işlemler sırasında öğretmenin kullanması için tasarlanan ekranın görüntüsü şekil 31'de verilmektedir.

Öğretmen Moodle ara yüzünden sisteme giriş yapar ve tasarlanan problem çözme web sayfasını çağırır. Moodle, öğretmenin bilgilerini öğretmen modülüne iletir. Şekil 31'de pilot uygulama öncesinde hazırlanmış olan öğretmen modülünün ekran çıktısı görülmektedir.

**ARTIMAT**  
Problem Çözmenin Yeni Şekli

KONU ANLATIMI    PUAN DURUMU    HAKKINDA

[Aynı Yönlü ve Zıt Yönlü Hareket](#)    [İki Yönlü Hareket](#)    [Parametrelili İkilili Hareket](#)    [Parametrelili Tek Hareket](#)

Label

**GİRİŞ VERİLERİ**

SÖRÜ METNİ			
	Problem in sonucu	ZORLUK DÜZEYİ	SORUNUN PUANI
Açıklama Gözetimleri Yolları Toplamı	0	0	0
Toplam Yol	0		
Açıklama Gözetimleri Yolları Tüm Yolların Farkı	0		
Açıklama Hızları Toplamı	0		
Açıklama Kayıplarına Sınırı	0		
1. Aşamalı Gözetim Yol	0		
1. Aşamalı Hız	0		
1. Aşamalı Gözetim Süresi	0		
2. Aşamalı Gözetim Yol	0		
2. Aşamalı Hız	0		
2. Aşamalı Gözetim Süresi	0		

**SÖRÜ DÖN**    **SORUNU KAYDET**    **HESAPLA**

Şekil 31. Öğretmen modülü pilot uygulama ekranı

Şekil 31'de gösterilen ekranda öğretmen şekil 30'da da gösterildiği gibi yeni bir problem metni girebilir ya da daha önceden kaydedilmiş bir problemi çağırabilir. Problem de yer alan değişkenlere ait değerleri girdikten sonra soyuyu kaydedip hesapla butonuna bastığında problemin çözümü için kullanılacak farklı çözüm yolları ve bu yollardaki işlem adımları alt problem veri tabanına kaydedilerek problem çözülür.

Pilot uygulama sırasında yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular sonucunda sistemin öğretmen modülünün kullanımı ile ilgili değişiklik yapılmamış, özellikle ARTIMAT'ın algoritmik yapısında düzenleme ve geliştirmeler yapılarak çözebildiği problem tipleri artırılmış ve ekran tasarımı değiştirilmiştir. Ayrıca soru havuzu genişletilerek farklı tipte ve zorluk düzeylerinde sorular eklenmiştir.

Şekil 32'de, alınan uzman görüşleri ve mülakat verileri ışığında düzenlenen ve asıl uygulamada kullanılan ARTIMAT'ın öğretmen modülünün ekran görüntüsü verilmektedir.

Şekil 32. Öğretmen modülü asıl uygulama ekranı

Şekil 32'de gösterilen öğretmen modülünde kaydedilen problem yapay zeka uygulamalarında önemli yer alan ileri zincirleme (forwardchaining) ve geri zincirleme (backwardchaining) yöntemlerini kullanan bir model ile otomatik olarak bilgisayar tarafından çözülmektedir. İleri zincirleme, verilerden sonuca doğru tümevarım

yaklaşımının uygulanması iken, geri zincirleme doğrudan sonuca yönelik olarak tündengelim yaklaşımının uygulanmasıdır.

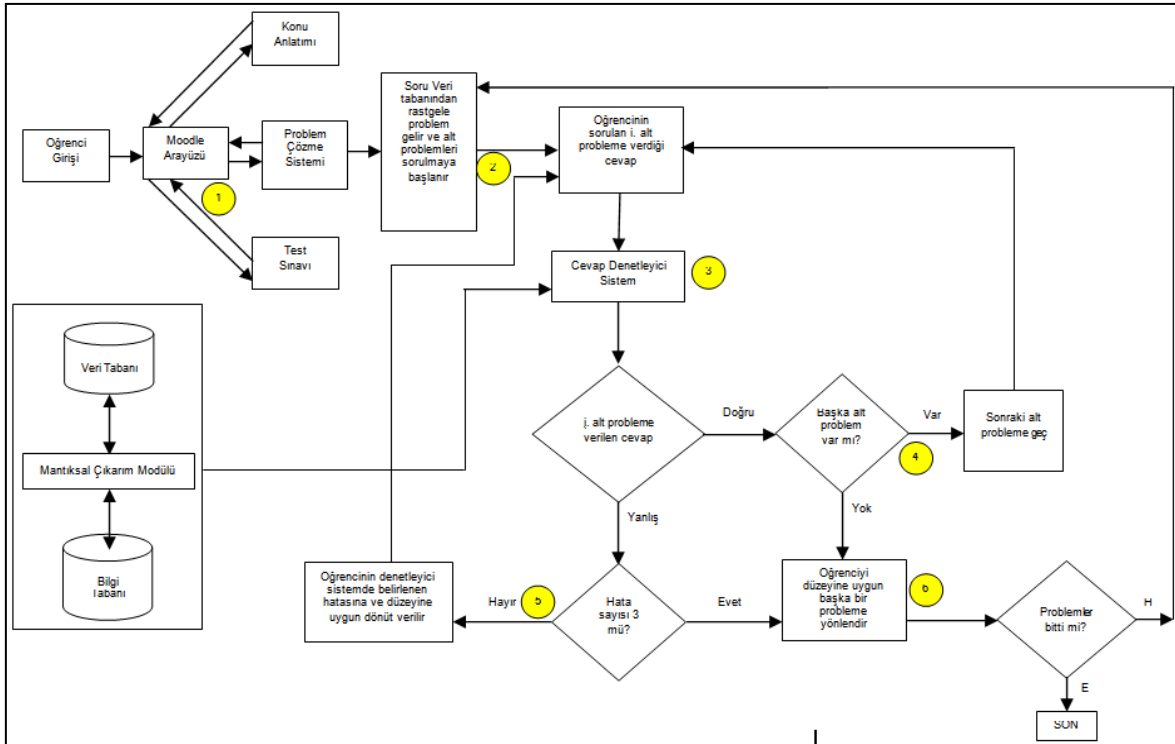
Sonuç olarak öğretmen modülünde kullanıcı bir problem girişi yaptığında;

1. Problem Soru Veritabanı'na kaydedilir.
2. Problemden yer alan tüm değişkenlerin değerleri bulunur ve kullanıcıdan problemin sonucu olan bilinmeyen seçilmesi istenir.
3. Geri ve ileri zincirleme yöntemleri ile problemin sonucu ve sonuca götüreceği yol veya yollar tespit edilir.
4. Tespit edilen sonuç ve sonuca götüreceği yol veya yollar adım adım alt problemlere dönüştürülerek Alt Problem Veritabanı'na kaydedilir.
5. Bu şekilde sistem öğrencilere sorulabilmesi için problemleri hazır hale getirmiş olur.

Eğer kullanıcı daha önceden Soru Veritabanı'na girilmiş bir problem üzerinde işlem yapmak isterse, bu kez ilgili problemi veri tabanından çağırarak gerekli düzenlemeleri yapabilir ve daha sonra problemi onayladığında sistem otomatik olarak problem girişinde belirtilen adımları izleyip, öğrencilere sorulabilmesi için problemi hazır hale getirir.

#### **3.4.4.2. Öğrenci Modülü**

Öğrenci modülü kullanıcının giriş yaptığında konu anlatımını izleyebileceği, problem çözme sistemine girebileceği veya test sınavı olabileceği modüldür. Şekil 33'de öğrenci modülünün çalışmasını gösteren diyagram verilmektedir.



Şekil 33. Öğrenci modülü genel yapısı

Şekil 33'de gösterilen öğrenci modülü diyagram yapısının işleyişi şöyledir;

1- Öğrenci ilk olarak kullanıcı adı ve şifresi ile sisteme giriş yapmaktadır. Giriş yapan öğrenci, konu anlatımı, tasarlanan problem çözme web sayfasını ya da test sınavı sayfasını çağırır. Sayfayı çağıran öğrencinin bilgileri açılan sayfaya iletilmektedir.

2- Eğer öğrenci Problem Çözme Sistemine giriş yaparsa sistem; zorluk derecesine göre gruplandırılmış soru havuzundan ilk olarak orta düzeyde rastgele bir soru ile çalışmaya başlayarak öğrencinin seviyesine göre yönlendirme yapmaktadır.

3- Sistem bu yönlendirmeyi; her işlem adımı için öğrenciye alt problemler sorarak yapmakta ve öğrencinin her adımda vereceği cevapları kendi sonuçları ile karşılaştırmaktadır.

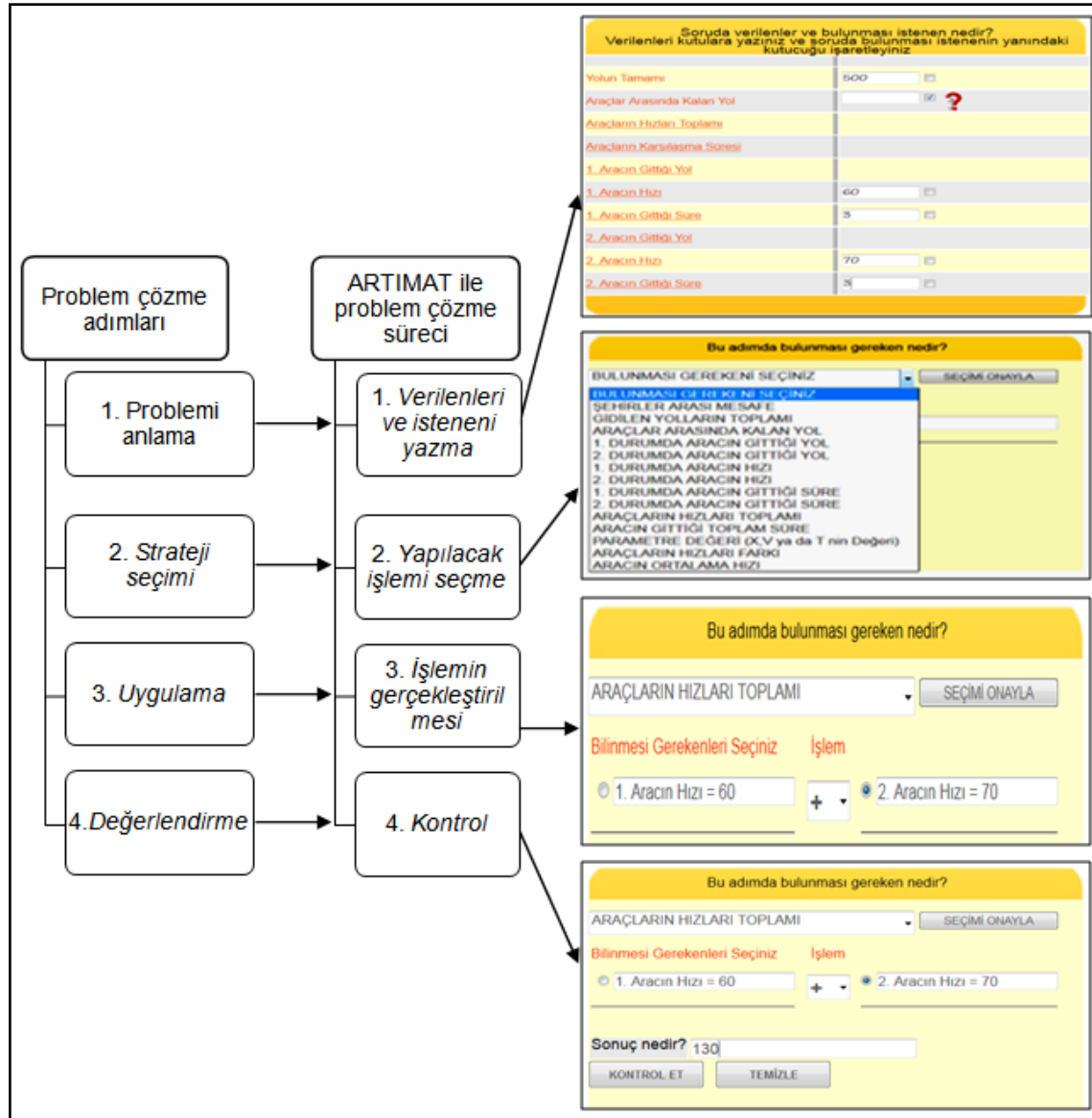
4- Öğrenci sorulan alt probleme doğru cevap verirse, ARTIMAT her seferinde bir sonraki adıma geçerek nihai sonucun bulunmasına kadar öğrenciyi yönlendirmektedir.

5- Yanlış cevap verdiğinde ise hatasına uygun bir mesaj ile uyararak öğrenciden yeni cevap girmesini istemektedir.

6- Öğrenci yine yanlış cevap veriyor ise sistem öğrencinin seviyesine göre sorunun zor olduğuna kanaat getirerek otomatik olarak soru havuzunu değiştirmekte ve daha kolay bir problem sormaktadır. Öğrenci sorulan problemlerin nihai sonuçlarını doğru bildiği sürece sorunun zorluk düzeyi artmakta, yanlış cevaplar verdiğinde zorluk düzeyi azalmaktadır. Öğrenci herhangi bir aşamada sistemi terk edebilmektedir. Öğrenci



modülündeki aşamalarda öğrencilerin, Polya'nın problem çözme adımlarını takip ederek problemi çözmeleri ve gerekli yerlerde geri bildirimler almaları sağlanmaktadır. Şekil 34'de öğrencilerin ARTIMAT'ı kullanırken takip ettiği adımlar ile Polya adımlarının ilişkilendirilmesi gösterilmektedir.



Şekil 34. ARTIMAT ile problem çözme ve Polya adımlarının ilişkilendirilmesi

Şekil 34'de görüldüğü gibi öğrencinin ARTIMAT'ta problem çözerken yaptığı işlemlerin tümü Polya'nın problem çözme adımları ile ilişkilendirilmiştir. Böylelikle öğrenci ARTIMAT'ta problem çözerken aynı zamanda Polya'nın problem çözme adımlarında gerçekleştirilmektedir. ARTIMAT'ın hem pilot uygulama öncesi hemde asıl uygulama öncesi hazırlanan hali algoritmik olarak aynı olmakla birlikte, şekil 34'de gösterilen pilot

uygulama öncesi tasarımı pilot uygulamadan sonra öğrenci ve öğretmenlerle yapılan mülakatlar ve uzman görüşleri doğrultusunda değiştirilerek bazı düzenlemeler yapılmıştır. Şekil 35’de ARTIMAT’ın pilot uygulama öncesinde hazırlanmış olan ekran tasarımına ilişkin görüntü verilmektedir.

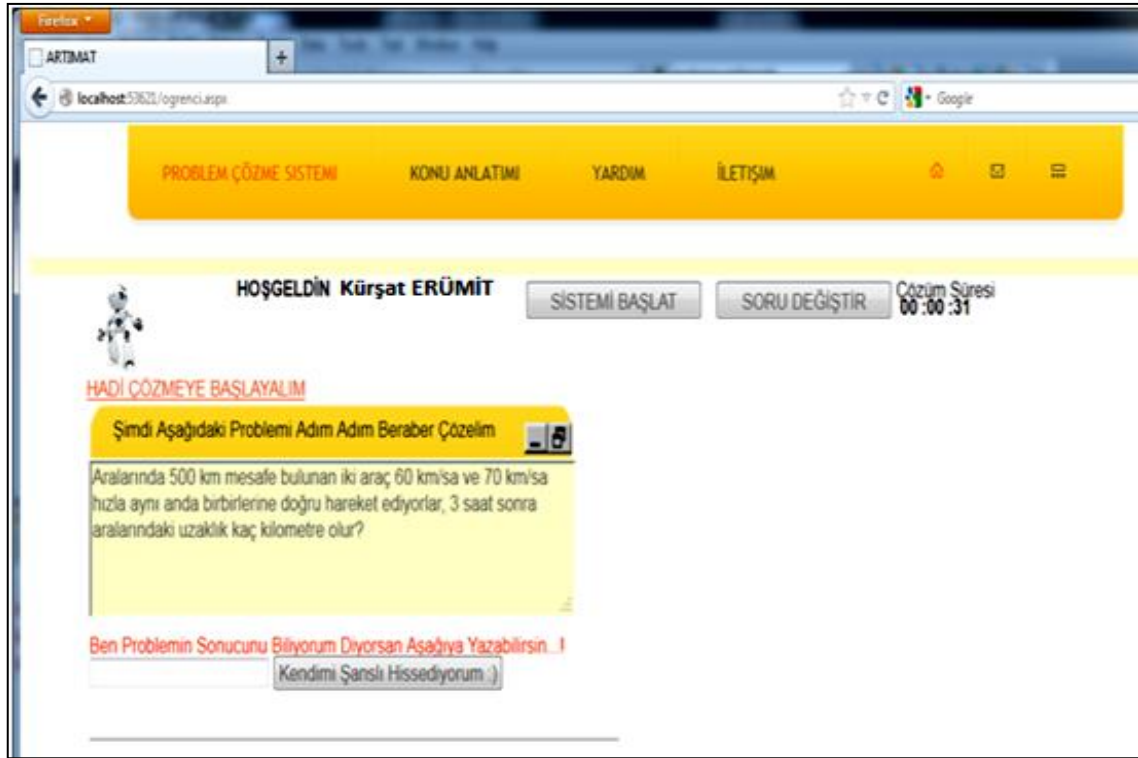


Şekil 35. Öğrenci modülü pilot uygulama ekranı

Pilot uygulama sonrasında yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular sonucunda sistemin öğrenci modülünün kullanımı ve ekran tasarımı ile ilgili değişiklikler yapılmıştır. Modülün kullanımında “Kendimi Şanslı Hissediyorum” butonu eklenerek öğrencinin çözümün her hangi bir aşamasında cevabı bulması durumunda işlemi devam ettirmeyerek doğrudan cevabı girebilmesi sağlanmış, böylelikle öğrencilerin zaman kaygısı azaltılmaya çalışılmıştır. Ayrıca her soru tipi için soruyu sembolize eden resimler konularak öğrencilerin soruyu kafalarında canlandırabilecekleri düşünülmüştür. Ayrıca problem çözme işlemi sırasında değişkenlere ait değerlerin girilebilmesi ve bu değerlerin işlemlerde kullanılabilmesi için sürükle-bırak ve çift tıklama olayları eklenmiştir.

Şekil 36’da ARTIMAT’ın öğrenci modülünün asıl uygulamada kullanılan ekran görüntüsü verilmektedir. Ayrıca aşağıda verilen örnek problem ile sistemin kullanımı, Polya’nın problem çözme adımlarıyla ilişkilendirilerek açıklanmaktadır.

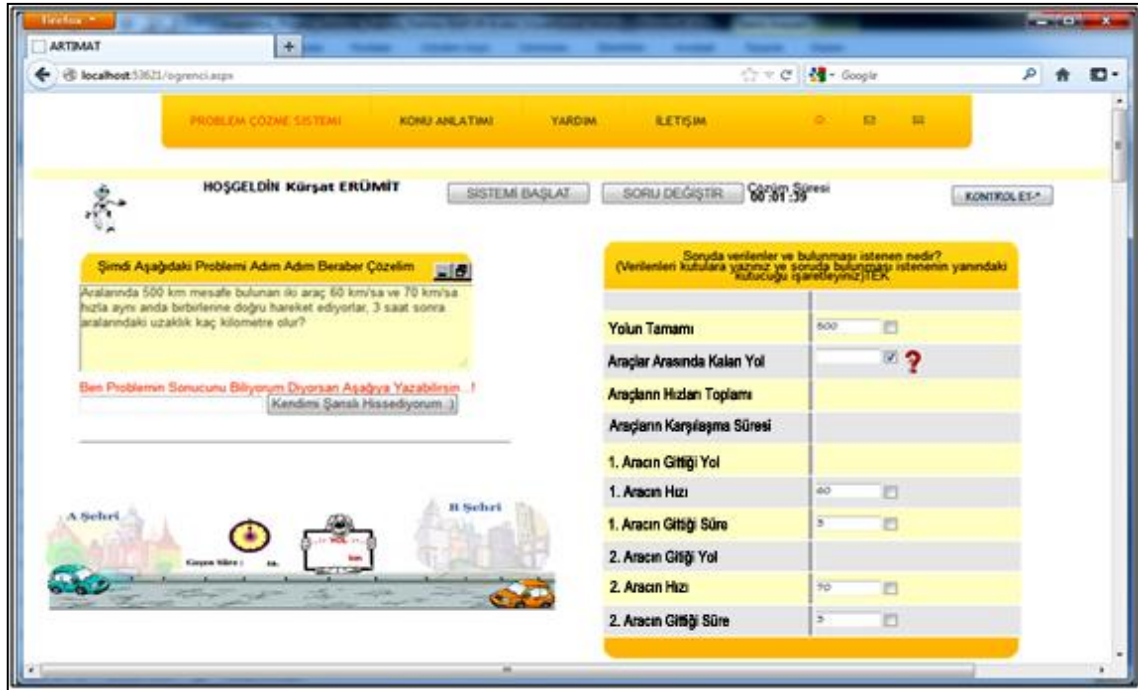
*Örnek: Aralarında 500 km mesafe bulunan iki araç 60 km/sa ve 70 km/sa hızla aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarındaki uzaklık kaç km olur?*



Şekil 36. Öğrenci modülü asıl uygulama problem çözme ekranı

Şekil 36'da görülen ekranda kullanıcı "SORU GETİR" butonuna bastığı anda soru tablosundan yeni bir soru getirilir, sorunun gelmesi ile birlikte çözüm süresi de işlemeye başlar. "HADİ ÇÖZMEYE BAŞLAYALIM" butonuna basılması ile bir sonraki ekrana geçilmektedir.

1. Adım- *Problemin anlaşılması*: Bu basamakta öğrencinin problemi anlayıp anlamadığının tespiti için problemde verilenleri girmesi ve isteneni seçmesi istenmektedir. Şekil 37'de verilen ekran görüntüsünde, öğrencinin girdiği veriler kontrol edilerek eğer hatalıysa hatalı işlem yaptığına dair uyarı ve hatayı nerede yaptığını belirten bilgi mesajı verilmektedir.



Şekil 37. Sistemin veri giriş ekranı.

Örnek problemde kullanıcının;

1. aracın hızı = 60 km/saat

2. aracın hızı = 70 km/saat

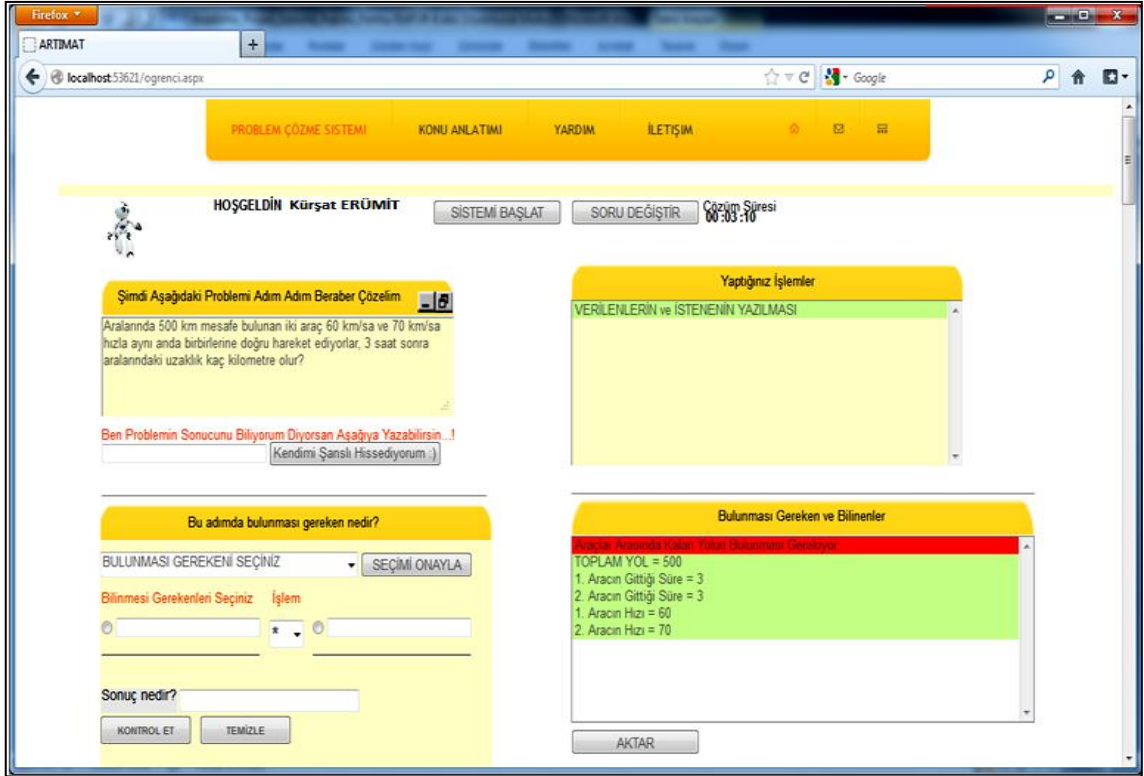
1. aracın gittiği süre = 3 saat

2. aracın gittiği süre = 3 saat

Yolun tamamı = 500 km bilgilerinin girişini yapması gerekir.

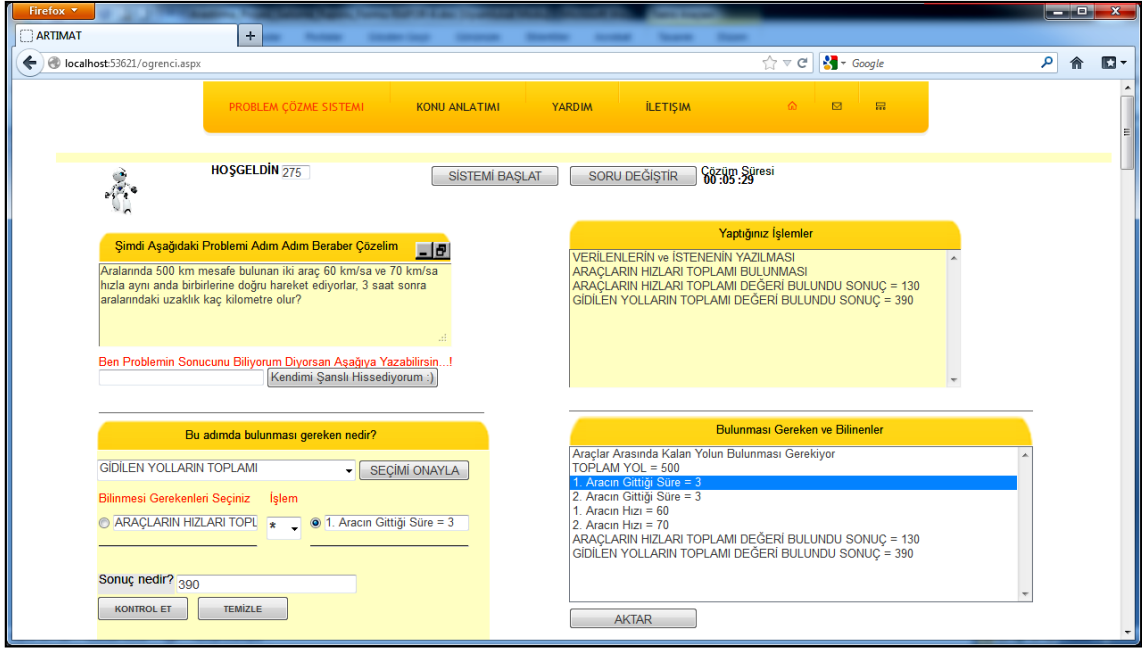
Öğrenci problemi çözmeye başladığında öncelikle problemde verilenlerin değerlerini yazabileceği ve isteneni işaretleyebileceği ekran gelir. Bu ekranda istenen bilgiler işaretlendiğinde yanında bir soru işareti belirir. “KONTROL ET” butonuna basıldığında girilen veriler kontrol edilerek eğer hatalı ya da eksik bir bilgi girişi yapılmışsa “EKSİK YA DA HATALI BİLGİ GİRİŞİ YAPTINIZ” şeklinde bir uyarı mesajı, eğer doğru giriş yapılmışsa “TEBRİKLER VERİLENLERİ VE İSTENENİ DOĞRU BİLDİNİZ” şeklinde bir mesaj gelir ve bir sonraki aşamaya geçilir.

2 ve 3. Adım- Çözümle ilgili stratejinin seçilmesi ve stratejinin uygulanması: Şekil 38’de stratejinin seçilmesi ve uygulanması aşamalarının gerçekleştirildiği ekran gösterilmektedir.



Şekil 38. Stratejinin uygulanması

Problemin çözümüne yönelik işlemlerin yapılmasının gerektiği bu basamakta sistem ekranının sağ üst tarafında öğrencinin o ana kadar yaptığı tüm işlemlerin sıralandığı “YAPTIĞINIZ İŞLEMLER” listesi yer alır. Her adımda yapılan işlemler bu listeye yazılır. Eğer yapılan işlem doğru ise yeşil renkte yanlış ise kırmızı renkte zemin üstüne yazılır. Bu listenin hemen altında bulunan “BULUNMASI GEREKEN ve BİLİNENLER” listesi ise soruda verilen bilgilerin yeşil renkte, bulunması istenen bilgilerin ise kırmızı renkte zemin üstüne yazıldığı listedir. İşlem yapılırken bu listede yer alan elemanlar, çift tıklanarak işleme aktarılıp kullanılır. Problemi çözmek için yapılan işlem ile işlemin sonucu doğru ise bu listeye aktarılır. Aktarılan yeni değerde başka bir işlemde kullanılabilir. Şekil 39’da “BULUNMASI GEREKEN ve BİLİNENLER” listesindeki verilerin işleme aktarılması ve işlem adımlarının seçilerek uygulandığı ekran verilmiştir.



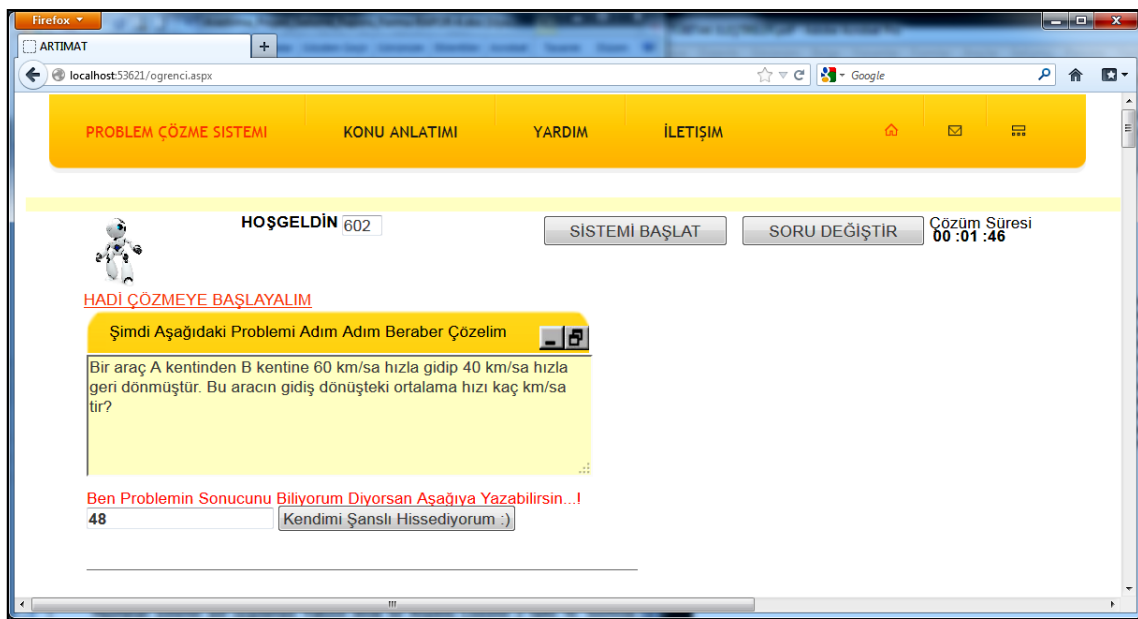
Şekil 39. Alıştırma problemleri çözme ekranı

Şekil 39'da verilen ekran görüntüsünde sorulan sorunun altında yer alan "Bu adımda bulunması gereken nedir?" sorusunun bulunduğu bölüm problemi çözmek için yapılması gereken işlem adımlarının seçildiği, bu adımlarda yapılması gereken işlemlerin ve bu işlemlerin sonuçlarının yazılarak kontrol edildiği kısımdır. Bu kısımda bulunması gereken bilgiler seçildikten sonra "BULUNMASI GEREKEN ve BİLİNENLER" listesinden gerekli değerler çift tıklama yoluyla ya da "AKTAR" butonuna tıklanarak işleme aktarılır ve "KONTROL ET" butonuna basıldığında işlemin sonucu kontrol edilir.

**4. Adım- Çözümün değerlendirilmesi:** Bu aşamada öğrencinin her adımda yaptığı işlemlere aldığı geri bildirimler yer almaktadır. Hatalı bir işlem yaptığında yaptığı hataya uygun bir geri bildirim ile uyarılmakta, doğru işlemlerde ise bir sonraki işlem adımına yönlendirilmektedir. Böylelikle öğrenci her yaptığı işlemde çözümünü değerlendirme imkanı bulmaktadır. Eğer işlem doğru bir şekilde yapılmışsa "TEBRİKLER DOĞRU YOLDAYIZ DEVAM EDELİM" şeklinde bir mesaj gelir ve bulunan sonuç "BULUNMASI GEREKEN ve BİLİNENLER" listesine yapılan işlem ise "YAPTIĞINIZ İŞLEMLER" listesine eklenir. Bu şekilde işlemin diğer adımları da takip edilerek adım adım sonuca ulaşılmaya çalışılır. Öğrencinin problemi çözmek için toplamda 3 defa yanlış yapma hakkı bulunmaktadır. Öğrenci her hatasında dikkat etmesi konusunda bir uyarı mesajı ile uyarılmaktadır, toplamda 3 hata yaptığında ise başka bir soruya yönlendirilmektedir. Öğrenci problemi doğru bir şekilde çözdüğünde de başka bir soruya geçilmektedir.

Öğrencilerin doğru ya da hatalı olsun problemi çözerken attıkları tüm adımları, problemi çözmekte harcadıkları süre, sisteme erişim tarihi, doğru ve yanlış çözdükleri problem sayıları ve toplam puanları sistemde tutulmaktadır.

Sistemde öğrencilerin işlem adımlarını mutlaka takip etmesi zorunlu değildir. Şekil 39'da verilen ekran görüntüsündeki gibi öğrenciler istedikleri şekilde ileri adımları deneyebilir ya da sonucu bulmaları durumunda şekil 40'da verilen ekran görüntüsündeki gibi işlemin hemen başında ayrılan alana cevabı girip "Kendimi Şanslı Hissediyorum" butonuna basarak ya da çözüme başladıktan sonra her hangi bir anda sonucu girerek çözümü tamamlayabilmektedir.



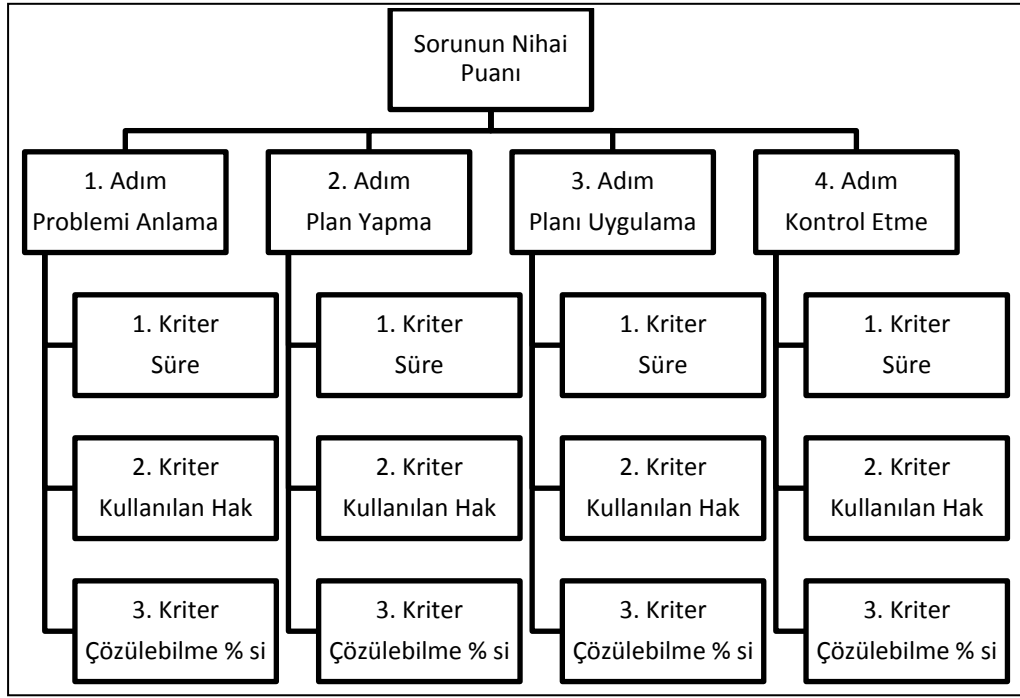
Şekil 40. Doğrudan sonucun girilebilmesi

Pilot uygulama sonrasında öğretmen ve öğrenciler ile yapılan mülakatlardan elde edilen veriler ışığında ve çalışmanın amaçları çerçevesinde ARTIMAT düzenlenmiş ve asıl uygulama yapılmadan önce 5 matematik öğretmenin değerlendirmesinden geçirilip onay alınmıştır.

#### 3.4.4.3. Soru Puanlama Modülü

ARTIMAT'ın soru puanlama modülünde, zorluk derecelerine göre oluşturulan soru havuzlarındaki problemler öğrencinin düzeyine göre aynı problem tekrar sorulmayacak şekilde sorulmaktadır (Ek-1). Problemlerin puanlanmasında öncelikle her problem 4 adıma göre (problemi anlama, plan yapma, planı uygulama, kontrol etme) ayrılmakta, her adımda yer alan 3 kritere göre de ("Zaman", "Çözülebilme Yüzdesi" ve "Yapılan Hata

Sayı”) puanlaması yapılmaktadır. Her bir kriterin birbirine göre aldığı ağırlığa göre kendi kat sayısı ile çarpımlarının toplanması sonucu adım puanları oluşmakta daha sonrada her bir adımın birbirine göre aldığı ağırlığa göre kendi katsayısı ile çarpımlarının toplanması sonucu genel puan oluşmaktadır. Bir sorunun alabileceği en yüksek puan 1 ve en düşük puan 0.2’dir. Şekil 41’de oluşturulan bu hiyerarşik yapı gösterilmektedir.

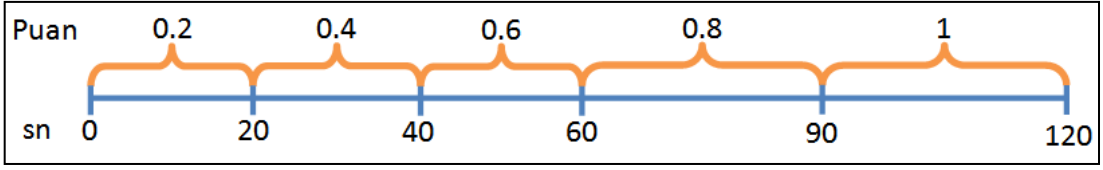


Şekil 41. Soruların puanlanması için oluşturulan hiyerarşik yapı

Şekil 41’de görülen adımların her birinde belirlenen kriterler için oluşturulan skalalar aracılığı ile puanlama yapılmaktadır. Her adımdaki “Süre” kriteri için oluşturulan skalalar birbirinden farklı, “Kullanılan Hak” ve “Çözülebilirlik Yüzdesi” kriterleri için oluşturulan skalalar ise aynıdır. Bu farklılığın sebebi her adım için gerekli olabilecek sürenin birbiri ile aynı olmamasıdır. Dinamik bir puanlama sistemi oluşturulabilmesi için öncelikle puanlamada kullanılacak kriterlerin, daha sonrada bu kriterlerin birbirlerine göre ağırlıklarının belirlenmesi gerekir. Belirlenecek kriterler, puanlaması yapılacak konuya göre değişebilmektedir. Bu nedenle puanlama kriterleri, geliştirilen sistemlerin sağlayabildiği verilerden alan uzmanlarının seçtikleri ile belirlenebilir (Antal, Koncz, 2011; Jeremic ve diğ., 2012; Wang, 2011). Aşağıda ARTIMAT’ın puanlama sistemindeki kriterlerin puan skalaları gösterilmektedir.

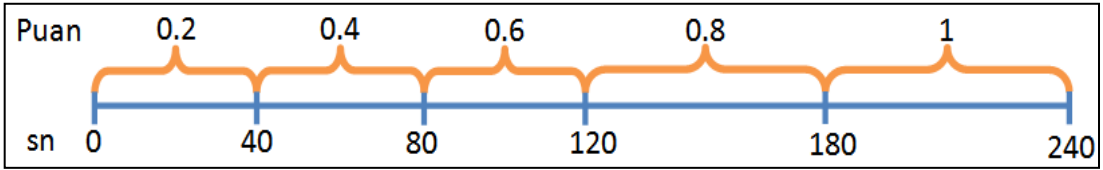
Şekil 42’de bir problemin çözümünde problemi anlama basamağı için öğrencilerin harcadığı süreye göre alacağı puan gösterilmektedir.





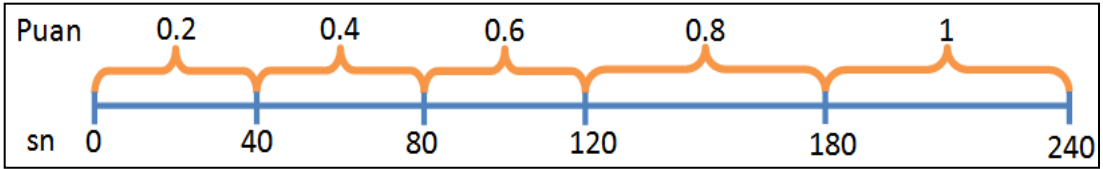
Şekil 42. Problemi anlama basamağı için süre puanlama skalası

Şekil 43'de öğrencilerin plan yapma basamağı için harcayacakları süreye göre alacakları puan gösterilmektedir.



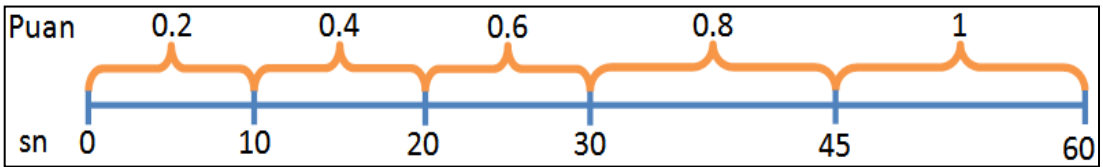
Şekil 43. Plan yapma basamağı süre kriteri puanlama skalası

Şekil 44'de öğrencilerin planı uygulama basamağı için harcayacakları süreye göre alacakları puan gösterilmektedir.



Şekil 44. Planı uygulama basamağı süre kriteri puanlama skalası

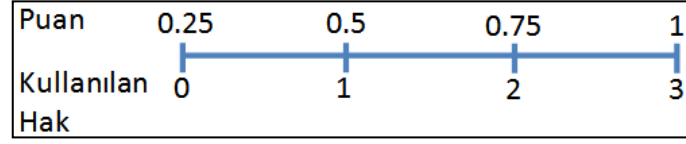
Şekil 45'de öğrencilerin kontrol basamağı için harcayacakları süreye göre alacakları puan gösterilmektedir.



Şekil 45. Kontrol etme basamağı süre kriteri puanlama skalası

Süre skalalarında, adımın çözüme süresi uzadıkça problemin çözüme zorluğu fazla olduğundan puanı da artmaktadır.

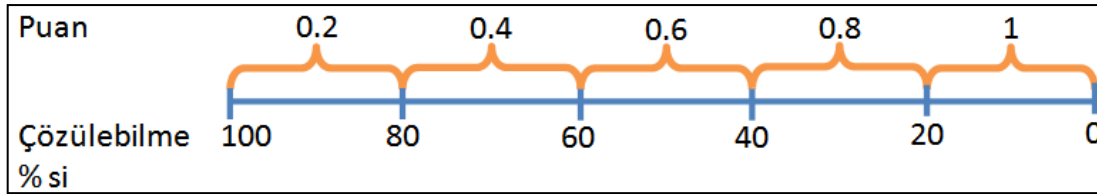
Şekil 46'da problem çözenin tüm adımlarında ortak olarak oluşturulmuş olan ve öğrencilerin problem çözerken yaptıkları hata sayısına göre puanlanmasında kullanılan skala görülmektedir.



Şekil 46. Kullanılan hak kriteri puanlama skalası

Şekil 46'da görülen Kullanılan Hak skalasında adımı geçebilmek için kullanılan hak yani yapılan hata sayısı arttıkça problemin çözülme zorluğu artacağından puanı da artmaktadır.

Şekil 47'de ARTIMAT'ta yer alan bir problemin öğrencilere sorulma sayısına göre belirlenen çözülme yüzdesini puanlayabilmek için oluşturulan skala verilmektedir.



Şekil 47. Çözülebilirlik yüzdesi kriteri puanlama skalası

Şekil 47'de görülen Çözülebilirlik Yüzdesi skalasında adımın çözülebilirliğinin fazla olması daha kolay bir problem olduğunu, çözülebilirliğinin düşmesi ise problemin daha zor bir problem olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çözülebilirlik % si düştükçe kriter puanı artmakta, çözülebilirlik % si arttıkça kriter puanı düşmektedir.

Bu skalalar kullanılarak her bir adımda kriter puanları oluşturulmaktadır. Tablo 8'de uzman görüşleri ile belirlenmiş olan kriter ağırlıkları yer almaktadır.

Tablo 8. Kriter Ağırlıkları

Kriter Ağırlıkları	
Adımın Ortalama Çözülme Süresi (k1)	0.352
Adımda Kullanılan Ortalama Hak (k2)	0.276
Adımın Çözülebilirlik Yüzdesi (k3)	0.37

Tablo 8'de yer alan kriter ağırlıklarının öğrencinin her kriter için aldığı puan ile çarpılması ve çarpımların toplanması ile adım puanları oluşmaktadır. Adım puanları yine adım ağırlıkları için uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan adım katsayıları ile çarpılarak çarpımların toplanması yoluyla sorunun nihai puanına ulaşılmaktadır. Bu hesaplama için uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan adım ağırlıkları tablo 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Adım Ağırlıkları

Adım Ağırlıkları	
Problemi Anlama (A1)	0.34
Plan Yapma (A2)	0.275
Planı Uygulama (A3)	0.22
Kontrol Etme (A4)	0.165

Tablo 8'deki kriter ağırlıkları ve tablo 9'daki adım ağırlıkları kullanılarak her bir kriter ve daha sonrada adım için 0.2-1 aralığında bir puan çıkacağı için oluşacak nihai puan da 0.2-1 aralığında olacaktır. En az puanın 0 değil de 0.2 olmasının sebebi ise ne kadar kolay olursa olsun sorunun çözülmesi durumunda öğrencinin puan alabilmesi gerektiği içindir. Aşağıda soruların puanlanması için oluşturulan formül bir örnek üzerinde gösterilmektedir.

Örnek Puanlama: A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve zıt yönde iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?

Yukarıdaki örnek problemin öğrenciler tarafından çözülmesi sırasında her adım için, problemin ortalama çözüm süresi, yapılan ortalama hata sayısı ve problemin çözülebilme yüzdesi kriterleri sistem tarafından otomatik olarak değerlendirilerek problemin her adımı için adım puanları oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu adım puanları Ek 2'de de verilen ağırlıkları ile çarpılarak toplanması sonucunda bu problem için nihai puan oluşturulacaktır. Aşağıda örnek değerler ve kullanılan formül verilmektedir.

$$TP= A1*(P11*K1+P12*K2+P13*K3) + A2*(P21*K1+P22*K2+P23*K3) + A3*(P31*K1+P32*K2+P33*K3) + A4*(P41*K1+P42*K2+P43*K3)$$

Burada  $p_{ij}$ :  $i$ . Adımın  $j$ . Puanı ( $i= 1,2,3,4 ; j=1,2,3$ )

Tablo 10'da bu formüle göre oluşturulan örnek bir çözümden alınan puanlar gösterilmektedir.

Tablo 10. Örnek Puanlama Tablosu

İşlem Basamağı	Değerler	Skalalara Göre Puan Karşılığı		
Problemi Anlama	Ortalama kullanılan süre 50 sn	0.6	0.6 X 0.352	0.211
	Ortalama hata sayısı 1	0.5	0.5 X 0.276	0.138
	Çözülebilme Yüzdesi %85	0.2	0.2 X 0.37	0.074
ADIM TOPLAMI				0.423
Plan Yapma	Ortalama kullanılan süre 90 sn	0.6	0.6 X 0.352	0.211
	Ortalama hata sayısı 0	0.25	0.25 X 0.276	0.069
	Çözülebilme Yüzdesi %70	0.4	0.4 X 0.37	0.148
ADIM TOPLAMI				0.428
Planı Uygulama	Ortalama kullanılan süre 130 sn	0.8	0.8 X 0.352	0.282
	Ortalama hata sayısı 1	0.5	0.5 X 0.276	0.138
	Çözülebilme Yüzdesi %50	0.6	0.6 X 0.37	0.222
ADIM TOPLAMI				0.642
Kontrol Etme	Ortalama kullanılan süre 25 sn	0.6	0.6 X 0.352	0.211
	Ortalama hata sayısı 0	0.25	0.25 X 0.276	0.069
	Çözülebilme Yüzdesi %70	0.4	0.4 X 0.37	0.148
ADIM TOPLAMI				0.428
Adım Katsayıları	0.34	0.275	0.22	0.165
Adım Puanları	0.423	0.428	0.642	0.428
Toplam Puanlar	0.144	0.118	0.141	0.071
Çözümünden Alınan Toplam Puan (tp)	0.474			

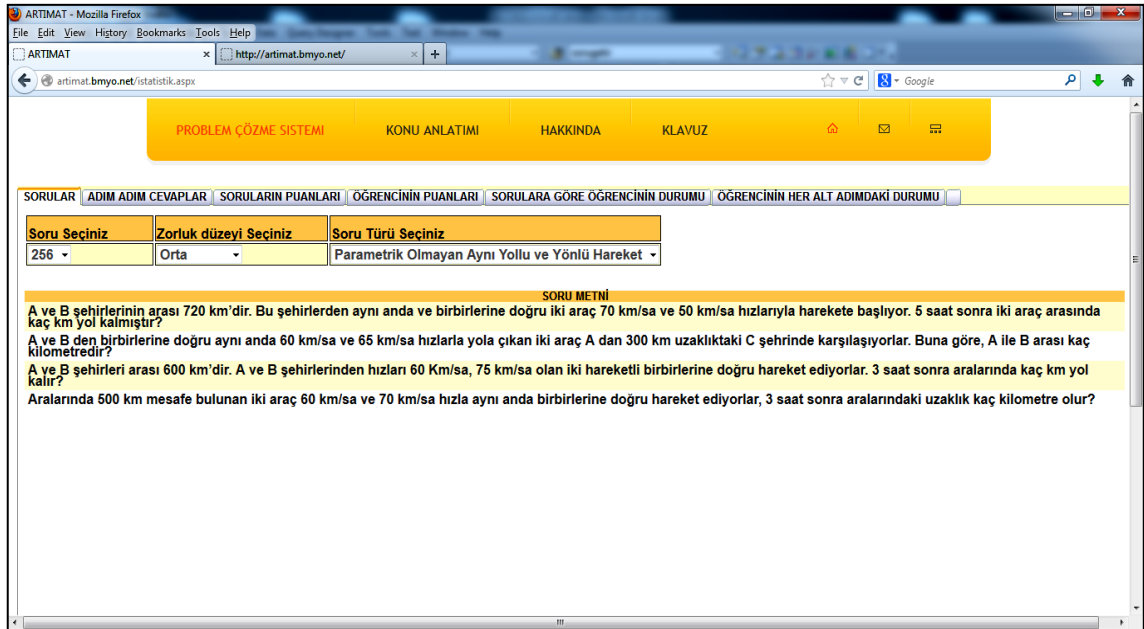
Tablo 10'da her işlem basamağında 3 kriter(ortalama kullanılan süre, ortalama hata sayısı, çözülebilme % si) göre verilen değerler ilgili skalalardaki karşılıklarına göre puanlandıktan sonra kriter ağırlıkları ile çarpılarak her basamak için kriter puanları oluşturulur. Her basamaktaki kriter puanları toplanarak 4 adım için ayrı ayrı adım puanları meydana gelir. Her adım için hesaplanan puanlar da adım katsayıları ile çarpılarak elde edilen sonuçlar toplandığında çözümden alınan toplam puan hesaplanmış olur.

### 3.4.4.4. Öğrenci Cevaplarını Puanlama Modülü

Soruların puanlanması yapıldıktan sonra öğrencilerin doğru yaptıkları sorular için soru puanının öğrenci puanına eklenmesi yoluyla öğrencilerin puanları hesaplanmaktadır. Bu modülde öğrencilerin yalnızca doğru çözdükleri sorular için nihai puanları değil, her adım için ayrı ayrı puanları, adımı çözme süreleri, yaptıkları hata sayıları ve soruyu doğru çözüp çözemedikleri bilgileri de tutulmaktadır. Bu şekilde öğrencinin hangi adımda hata yaptığı ayrıntılı bir şekilde görülebilmektedir.

### 3.4.4.5. İstatistik Modülü

Soru puanlama ve öğrenci cevaplarını puanlama modülü aracılığı ile hem öğrenci hem de sorulara ait çeşitli bilgi ve istatistiklerin elde edilebilmesi amacıyla bir istatistik modülü oluşturulmuştur. Oluşturulan bu modül öğretmenlerin öğrencilerini pek çok farklı kritere göre ister genel, ister soru bazında isterse işlem adımlarına göre değerlendirebilmesini sağlamaktadır. Öğretmenlerin, aynı zamanda sistemde yer alan soruları ve çözüm yollarını da görebilmelerini sağlayan modül sorulara ait çeşitli analizlerinde yapılabilmesine imkan vermektedir. Aşağıda ekran görüntüleri ve yapılabilecek işlemler açıklanmıştır.



Şekil 48. Zorluk düzeyine göre soru seçme ekranı

Şekil 48’de istatistik modülünün “SORULAR” sekmesinde sorunun numarasına, zorluk düzeyine ya da sorunun türüne göre gruplanmış soruları listelemek mümkündür.

Zorluk düzeyine göre uzman görüşleri doğrultusunda 5 seviyede oluşturulan soru havuzunda sorular Çok Kolay-Kolay-Orta-Zor-Çok Zor seviyesine göre seçilerek listelenmektedir. Soru türü seçiminde ise sorular “Parametrik Olmayan Aynı Yollu ve Yönlü Hareket”, “İki Durumlu Hareket”, “Parametrik Hareket ve Ortalama Hız”, “Tek Araç Soruları”, “Karma Yönlü Hareket”, “Yakalama Tipi Sorular” seçeneklerine göre listelenebilmektedir.

SORULAR	ADIM ADIM CEVAPLAR	SORULARIN PUANLARI	ÖĞRENCİNİN PUANLARI	SORULARA GÖRE ÖĞRENCİNİN DURUMU	ÖĞRENCİNİN HER ALT ADIMDAKİ DURUMU			
Sorumun Çözüm Yollarını Listele Soru Numarası Seçiniz		Çözüm Yolu Seçiniz						
256	1	2						
SORUİD	Soru	Yol Numarası	Bulunacak Değer	Sonuç	Adım Numarası	Bililmesi Gerekenler	Değerler	Aranan Değer
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	X1	30T	1.1	V1*T1	30.0	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	X1	30T	1.2	T1*V1	0.30	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	X2	40T.80	2.1	V2*T2	40-2	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	X2	40T.80	2.2	T2*V2	-2.40	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	T	8	3.1	X1=X2	-80-10	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	T	8	3.2	X2=X1	-80-10	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	X1	240	4.1	PMD	30.0	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	T1	8	5.1	PMD	1.0	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	X2	240	6.1	PMD	40-80	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	T2	6	7.1	PMD	1-2	XT
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	1	XT	240	8.1	PMD	30.0	XT

Şekil 49. Soruların adım adım çözümlerinin farklı çözüm yollarına göre listendiği ekran

Şekil 49'da görülen ADIM ADIM CEVAPLAR sekmesinde öğretmen seçeceği sorunun farklı çözümlerini çözüm yollarına göre gruplandırarak adım adım listelenebilmektedir.

SORULAR	ADIM ADIM CEVAPLAR	SORULARIN PUANLARI	ÖĞRENCİNİN PUANLARI	SORULARA GÖRE ÖĞRENCİNİN DURUMU	ÖĞRENCİNİN HER ALT ADIMDAKİ DURUMU
Soruların Çözülme Oranlarına Göre		Soruların Çözülme Sayısına Göre			
Azalan	Azalan				
SORUİD	Sorumetni	zorluzeyisorusurusulmasayisiotplamdogr	Cözülme Oranı		
584	İki araç A dan B ye doğru aynı anda 70 km/sa ve 50 km/sa hızla hareket ediyor. Hız fazla olan araç B ye varıp hiç beklemeden aynı hızla geri dönüyor ve diğer araçla C noktasında karşılaşıyor. A ile B arası 480 km olduğuna göre, C ile B arası kaç kilometredir?	5	5	1	100
593	A kentinden hızları saatte 35 km ve V km olan iki araç aynı anda zıt yönlere hareket ediyorlar. 4 saat sonra iki aracın arasındaki uzaklık 220 km olduğuna göre, araçların hızları farkı saatte kaç kilometredir?	4	3	5	2
611	Bir otomobil bir kentten diğerine saatte 60 km hızla gidiyor ve saatte 75 km hızla geri dönüyor. Gidiş ve dönüş süreleri arasında 2 saat fark olduğuna göre dönüş süresi kaç saattir?	4	4	3	33,33
604	Bir araç A'dan B'ye 50 km/sa hızla giderse planlanan süreden 1 saat geç ulaşıyor. 90 km/sa hızla giderse planlanan süreden 1 saat erken ulaşıyor. A ile B arası kaç kilometredir?	4	4	4	25
608	Bir araç A dan B'ye 80 km/sa hızla giderse normal süresinden 2 saat erken, 60 km/sa hızla giderse normal süresinden 1 saat geç varıyor. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?	4	4	5	20

Şekil 50. Soruların çözülme oranı ve çözülme sayısına göre görüntülediği ekran

Şekil 50'de gösterilen ekranda “Soruların Çözülme Oranına Göre” veya “Soruların Çözülme Sayılarına Göre”, artan ya da azalan sırada soruların listelenmesi ve çeşitli istatistiki bilgilerin görülebilmesi sağlanmaktadır. Bu ekranda öğretmen sorulara ait “Zorluk Düzeyi”, “Sorulma Sayısı”, “Toplam Doğru Sayısı” ve “Çözülme Oranını” görebilmektedir. Bu yolla öğretmen hangi soruların daha sık ve doğru çözüldüğünü hem sayı hem de yüzde olarak görebilmektedir. Buradan elde edilecek istatistik ile öğrencilere kolay gelen yada zorlandıkları sorular tespit edilebilmektedir.

Öğrenci Genel Bilgileri	Öğrencinin Çözdüğü Bütün Sorular	Öğrencinin Oturumlara Göre Bilgisi	Soruların Genel Bilgileri	Oturumların Adımlara Göre Bilgileri	Genel Bilgileri			
Öğrenci Seçiniz	Öğrenci Numarasını Seçiniz	Öğrenci Numarasını Seçiniz	Oturum Numarasını Seçiniz	Soru Numarasını Seçiniz	Oturum Numarasını Seçiniz			
10	14	1	1	256	8			
Öğrenci ID Toplam Oturum Doğru Cevap Verdiği Soru Sayısı Yanlış Cevap Verdiği Soru Sayısı Toplam A1 Puan Toplam A2 Puan Toplam A3 Puan Toplam A4 Puan Toplam Puan								
10	2	12	14	9,1885	5,6723	5,5378	8,0765	7,4579

Şekil 51. Öğrenci Puanları Ekranı

Şekil 51'de gösterilen ekranda “Öğrenci Genel Bilgileri” kısmında seçilen öğrencinin doğru ve yanlış cevap verdiği soru sayısı ve problem çözmenin her adımında aldığı puanlar ile toplam puanı görülebilmektedir.

SORULAR	ADIM ADIM CEVAPLAR	SORULARIN PUANLARI	ÖĞRENCİNİN PUANLARI	SORULARA GÖRE ÖĞRENCİNİN DURUMU	ÖĞRENCİNİN HER ALT ADIMDAKİ DURUMU
261	A ve B şehirleri arası 600 km'dir. A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalır?	2	1	0.3628 0.1444 0.2184 0.2184 0.2577	00:05:53 00:02:59 00:00:10 00:00:00 1 0 0 0 1
275	Aralarında 500 km mesafe bulunan iki araç 60 km/sa ve 70 km/sa hızla aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarındaki uzaklık kaç kilometre olur?	1	1	0.5054 0.3574 0.2139 0.2879 0.3772	00:02:50 00:01:24 00:00:00 00:00:00 2 0 0 0 0
275	Aralarında 500 km mesafe bulunan iki araç 60 km/sa ve 70 km/sa hızla aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarındaki uzaklık kaç kilometre olur?	1	1	0.5054 0.3574 0.2139 0.2879 0.3772	00:02:50 00:01:24 00:00:00 00:00:00 2 0 0 0 0
275	Aralarında 500 km mesafe bulunan iki araç 60 km/sa ve 70 km/sa hızla aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarındaki uzaklık kaç kilometre olur?	1	1	0.5054 0.3574 0.2139 0.2879 0.3772	00:02:50 00:01:24 00:00:00 00:00:00 2 0 0 0 0
582	Bir araç A şehirden B şehrine 100 km/sa hızla gitmiş ve V km/sa hızla dönmüştür. Gidiş-dönüşte aracın ortalama hızı 120 km/sa olduğuna göre, V kaçtır?	1	0	0 0 0 0 0 0	00:01:24 00:00:00 00:00:00 00:00:00 2 0 0 0 1
585	Aralarındaki uzaklık 120 km olan A ve B kentlerinden hızları sırasıyla 85 km/sa ve 70 km/sa olan iki araç aynı anda aynı yöne doğru hareket ediyorlar. Kaç saat sonra aradaki araç önceki aracı yakalar?	1	1	0.2139 0.2139 0.2139 0.2139 0.2148	00:00:12 00:00:07 00:00:00 00:00:00 0 0 0 0 0
603	Bir hareketli A dan B ye saatte 80 km hızla gidip saatte V km hızla dönerse gidiş ve dönüşteki ortalama hızı saatte 96 km olduğuna göre, V kaçtır?	1	0	0 0 0 0 0 0	00:00:00 00:00:00 00:00:00 00:00:00 0 0 0 0 0
607	Bir araç A ile B kentleri arasında 4 saatte gidebiliyor. Eğer hızını 15 km/sa azaltırsa yola 5 saatte tamamlayabiliyor. A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	1	0	0.5722 0.2139 0.3619 0.2139 0.3836	00:00:00 00:00:00 00:00:00 00:00:00 0 0 0 0 0
607	Bir araç A ile B kentleri arasında 4 saatte gidebiliyor. Eğer hızını 15 km/sa azaltırsa yola 5 saatte tamamlayabiliyor. A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	1	1	0.5018 0.2139 0.3619 0.2843 0.3683	00:03:41 00:00:50 00:00:00 00:00:00 1 0 0 0 0
607	Bir araç A ile B kentleri arasında 4 saatte gidebiliyor. Eğer hızını 15 km/sa azaltırsa yola 5 saatte tamamlayabiliyor. A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	1	0	0 0 0 0 0 0	00:00:07 00:00:00 00:00:00 00:00:00 0 0 0 0 0

Şekil 52. Öğrencinin çözdüğü bütün sorular

Şekil 52'de görülen, aynı ekranın “Öğrencinin Çözdüğü Bütün Sorular” kısmında ise seçilen öğrencinin çözdüğü tüm sorular, sorunun çözülüp çözülmediği, her adımdaki puanları, süreleri ve hata sayıları gösterilmektedir.

Öğrenci Genel Bilgiler	Öğrencinin Çözdüğü Bütün Sorular	Öğrencinin Oturumlarına Göre Bilgisi	Soruların Genel Bilgileri	Oturumların Adımlara Göre Bilgileri	Genel Bilgileri										
Öğrenci Seçiniz	Öğrenci Numarasını Seçiniz	Öğrenci Numarasını Seçiniz	Oturum Numarasını Seçiniz	Soru Numarasını Seçiniz	Oturum Numarasını Seçiniz										
10	10	1	1	259	8										
soruID	Doğru Çözülme Sayısı	Yanlış Çözülme Sayısı	Toplam A1 Puan	Toplam A2 Puan	Toplam A3 Puan	Toplam A4 Puan	Toplam Puan	Toplam a1Süre(sn)	Toplam a2Süre(sn)	Toplam a3Süre(sn)	Toplam a4Süre(sn)	Toplam a1Hata	Toplam a2Hata	Toplam a3Hata	Toplam a4Hata
259	19	89	47,0953000000001	36,0133	36,7353	45,7745	42,3368	5283	1250	670	248	81	20	5	32

Şekil 53. Soruların genel bilgileri

Şekil 53'deki, “ÖĞRENCİ PUANLARI” sekmesinin “Soruların Genel Bilgileri” kısmında ise seçilen sorunun; Doğru ve yanlış çözülme sayısı, her adımda elde edilen toplam puanlar, kullanılan süreler ve hata sayıları gösterilmektedir.

“ÖĞRENCİ PUANLARI” sekmesinde ayrıca; Her bir öğrencinin her bir oturumdaki adım puanları, hata sayıları ve sürelerine bakılabileceği gibi sadece oturum bazında öğrencilerin her adım için toplam puanları, toplam süreleri ve oturumda sorulan toplam soru sayısı bilgileri görülebilmektedir.

Soru Bilgilerini Listele	Soru Numarasını Seçiniz				
259					
sorumeneti	zorduzeySORUOTURU	Toplam Çözülme Sayısı	Toplam Çözülmememe Sayısı	Ortalama Çözüm Süresi	
A ve B den birbirlerine doğru aynı anda 60 km/sa ve 65 km/sa hızlarla yola çıkan iki araç A dan 300 km uzaklıktaki C çehrinde karşılaşıyorlar. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?	3	1	12	26	213

Şekil 54. Sorulara göre öğrencilerin durumları

Şekil 54'de görülen, İstatistik modülünün “SORULARA GÖRE ÖĞRENCİ DURUMU” sekmesinde, seçilen sorunun toplam çözülebilme ve çözülememe sayıları ile saniye cinsinden ortalama çözüm süreleri gösterilmektedir.



Soru ID	Soru Metni	Adım	Durum	Kullanılan Hak	Hak
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	1	0	1	1
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	2	0	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	3	1	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	4	1	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	5	1	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	6	1	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	7	1	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	8	1	2	2
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	9	1	0	0
259	A ve B den birbirlerine doğru aynı anda 60 km/sa ve 65 km/sa hızlarla yola çıkan iki araç A dan 300 km uzaklıktaki C şehrinde karşılaşıyorlar. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?	1	0	1	1
261	A ve B şehirleri arası 600 km'dir. A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalmıştır?	1	0	1	1
261	A ve B şehirleri arası 600 km'dir. A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalmıştır?	2	1	1	1
261	A ve B şehirleri arası 600 km'dir. A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalmıştır?	3	1	1	1
261	A ve B şehirleri arası 600 km'dir. A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalmıştır?	4	0	2	2

Şekil 55. Öğrencilerin her adımdaki durumları

Şekil 55'deki ekranda "Öğrencinin Bütün Sorulardaki Durumu" kısmında seçilen öğrencinin problemi kaç adımda çözdüğü ve çözerken her adımda doğru mu yanlış mı yaptığı görülebilmektedir.

Toplam Çözülmeye Çıkarılan Soru Sayısı	Toplam Doğru Adım Sayısı	Toplam Yanlış Adım Sayısı	Toplam Kullanılan Hak	Soru Başına Ortalama Hak
10	48	39	126	12,6

Şekil 56. Öğrencinin sorulardaki genel adım durumu

Şekil 56'da öğrencinin tekrarlı sorular haricinde kaç soru çözdüğü, bu sorularda toplam doğru ve yanlış adım sayıları ile kullanılan toplam ve ortalama hak sayıları görülebilmektedir.

SORULAR	ADIM ADIM CEVAPLAR	SORULARIN PUANLARI	ÖĞRENCİNİN PUANLARI	SORULARA GÖRE ÖĞRENCİNİN DURUMU	ÖĞRENCİNİN HER ALT ADIMDAKİ DURUMU
Öğrencinin Butun Sorulardaki Durumu			Öğrencinin Genel Durumu	Öğrencinin Soruya Göre Durumu	
Öğrenci Seçiniz			Öğrenci Seçiniz	Öğrenci Seçiniz	Soru Seçiniz
10			10	10	253
zorluysoruturuadimno	yapilanislem	adimdurumkullanilanhak	hatayeri		
3	1	1	VERİLEMLERİN ve İSTENENİN YAZILMASI	0	1
3	1	2	VERİLEMLERİN ve İSTENENİN YAZILMASI	0	2
3	1	3	VERİLEMLERİN ve İSTENENİN YAZILMASI	1	2
3	1	4	1. ARACIN GİTTİĞİ YOL DEĞERİ BULUNDU SONUÇ = 350	1	2
3	1	5	2. ARACIN GİTTİĞİ YOL DEĞERİ BULUNDU SONUÇ = 250	1	2
3	1	6	GİDİLEN YOLLARIN TOPLAMI BULUNMASI	1	2
3	1	7	GİDİLEN YOLLARIN TOPLAMI DEĞERİ BULUNDU SONUÇ = 600	1	2
3	1	8	ARAÇLAR ARASINDA KALAN YOL BULUNMASI	1	2
3	1	9	PROBLEM ÇÖZÜLDÜ ve XF İN DEĞERİ 120 olarak bulundu	1	0

Şekil 57. Öğrencinin her bir sorudaki adım durumu

Son olarak şekil 57’de “Öğrencinin Soruya Göre Durumu” kısmında ise öğrencinin seçilen soruda attığı adımlar, bu adımların her birinde yaptığı işlemler, yapılan işlemin doğru olup olmadığı, kullanılan hak sayısı ve yapılan işlemin problem çözmenin hangi adımında gerçekleştiği bilgileri görülebilmektedir.

### 3. 5. Verilerin Analizi

Çalışmada nicel ve nitel veriler elde edilmiştir. Başarı testi sonuçlarının değerlendirilmesi için SPSS paket programı kullanılmıştır. Sürekli değişkenler bakımından dağılımların normalliği Shapiro-Wilk testi ile grup varyanslarının homojenliği ise Levene testi ile kontrol edilmiştir. Bağımsız iki grup karşılaştırması Parametrik testlerin varsayımları sağlandığında Student’s t testi ile yapılmıştır. Parametrik testlerin varsayımları sağlanmadığında bağımsız iki grup ortancalarının karşılaştırılması Mann-Whitney U testi ile yapılmıştır. Bağımlı iki grup karşılaştırması Parametrik testlerin varsayımları sağlandığında eş yapma t testi ile yapılmıştır.  $p < 0,05$  düzeyi istatistik olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmada öğrencilerin problem çözme sırasında kağıda aktardıkları verileri değerlendirmek için Polya’nın problem çözme adımları ile ilişkilendirilerek uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan analitik rubrik kullanılmıştır. Problem çözmenin her adımı için öğrencilerin kağıda yansıttıkları verileri puanlamayı sağlayan rubrik her adım için farklı değerlere sahiptir.

Çalışmanın nicel verileri öntest, sontest ve rubrik aracılığı ile nitel verileri ise deney grubu öğrencileri ve dersi yürüten öğretmenlerle gerçekleştirilen mülakatlar ve gözlemci notlarından elde edilmiştir. Öğretmen ve öğrencilerin ARTIMAT hakkındaki görüşleri için hem içerik analizi hem de betimsel analiz yapılmıştır.

Mülakat verileri araştırmacı tarafından transkript edilmiştir. Elde edilen ham veriler tekrar tekrar okunmuş ve katılımcının belirtmek istediği görüşlerin ana temasını belirlemeye yönelik ifadeler kullanılarak kodlamalar yapılmıştır.

İçerik analizinde, kodlamalardan yapılan çıkarımlar sonucu katılımcıların belirtmek istediği görüş birkaç kelimeyle özetlenecek şekilde indirgenmiş ve temalar oluşturulmuştur (Miles ve Huberman, 1994). Oluşturulan temalar sorularına göre tablolaştırılmıştır. Tabloların altında araştırmacı kendi gözlemlerinden ve bilgilerinden yararlanarak temaları yorumlamış ve doğrudan alıntılarla desteklemeye çalışmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

Betimsel analizde ise görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çağrıcı bir biçimde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılar gruplanarak frekans tabloları şeklinde verilmiştir. Bu tür analizde amaç, elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde okuyucuya sunmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Çalışma sürecinin tamamında veri toplamak için kullanılan yöntemler, veri sağlayan kişiler, veri toplamak için yapılan çalışmalar ya da kullanılan veri toplama araçları ile bunlara yönelik yapılan analizler tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Veri Toplama ve Analizi İçin Yapılan Çalışmalar

	Yapılan Çalışmanın Amacı	Veri sağlayan kişiler	Veri Toplama Aracı/ Veri Kaynağı	Yapılan Analizler/ İşlemler
	Rubriğin geliştirilmesi	4 matematik öğretmeni ve 7 alan uzmanı	Uzman görüşü	Skalalar oluşturma
	Hareket problemlerinin karakteristiklerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması	3 doktora öğrencisi ve 4 öğretim üyesi	Ders kitapları, ÖSS ve YGS soruları	-
	ARTIMAT'ta kullanılacak sorular için zorluk düzeyi skalasının belirlenmesi	3 doktora öğrencisi ve 4 öğretim üyesi	Uzman görüşü	Skalalar oluşturma
Uygulama Öncesi Çalışmalar	ARTIMAT'ta kullanılacak soruların zorluk düzeylerinin belirlenmesi	60 matematik öğretmen adayı	Açık uçlu matematik soruları	1-5 skalasında soruları gruplandırma
	Soru puanlama modülü için kriterlerin belirlenmesi	3 doktora öğrencisi ve 4 öğretim üyesi	Uzman görüşü	Kriter belirleme
	Soru puanlama modülü için kullanılan skala puan aralıklarının oluşturulması	30 öğrenci	Açık uçlu matematik soruları	Nicel Analiz
	Soru puanlama modülü için kullanılan kriter ve adım ağırlıklarının belirlenmesi	25 öğretmen	Açık uçlu sorular	Nicel Analiz
	ARTIMAT'ı görsellik, kullanışlılık ve problemi çözüme sürecine sağladığı katkı açısından değerlendirme sorularını hazırlama	2 doktora öğrencisi ve 4 öğretim üyesi	Uzman görüşü	-
Pilot Uygulama Sonrası Yapılan Çalışmalar	ARTIMAT'ı görsellik, kullanışlılık ve problemi çözüme sürecine sağladığı katkı açısından değerlendirme	59 öğrenci	Yapılandırılmış Mülakat	Betimsel Analiz
	ARTIMAT'ı görsellik, kullanışlılık ve problemi çözüme sürecine sağladığı katkı açısından değerlendirme	4 öğretmen	Yarı yapılandırılmış mülakat	İçerik Analizi
	Başarı Testi Oluşturma	3 doktora öğrencisi ve 4 öğretim üyesi	Ders kitapları, ÖSS ve YGS soruları	-
Asıl Uygulama Sonrası Yapılan Çalışmalar	Başarı Testinin Uygulanması	59 öğrenci	Açık uçlu matematik sorular	Nicel Analiz
	ARTIMAT'ın Hareket Problemlerini Çözmeye Sağladığı Katkıyı Belirleme	5 matematik öğretmeni	Yarı yapılandırılmış mülakat	Betimsel Analiz
	ARTIMAT'ın Hareket Problemlerini Çözmeye Sağladığı Katkıyı Belirleme	30 öğrenci	Yapılandırılmış Mülakat	Betimsel Analiz
	ARTIMAT'ın Hareket Problemlerini Çözmeye Sağladığı Katkıyı Belirleme	8 öğrenci	Yarı yapılandırılmış mülakat	Betimsel Analiz

## 4. BULGULAR

### 4.1. Hareket Problemlerinin Çözümünde Yaşanan Güçlüklerle İlişkin Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde, hareket problemlerinin çözümü sırasında yaşanan güçlüklerin belirlenebilmesi amacıyla George Polya'nın problem çözme adımlarıyla ilişkilendirilerek oluşturulan rubriğin uygulanması sonucu elde edilen bulgular verilmektedir.

Çalışmanın “Yapay zeka tabanlı öğrenme ortamının (ARTIMAT) öğrencilerin hareket problemlerini çözme süreçlerine etkisi ne şekildedir?” problemi çerçevesinde geleneksel öğretim ortamındaki öğrencilerin problem çözme süreçlerinde yaşadıkları sorunların anlaşılabilmesi için elde edilen bulgular önemli görülmektedir.

Yapılan değerlendirme sonucu problem çözme adımlarına göre 99 öğrenci için oluşan ortalama puanlar tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Puanlama Tablosuna Göre Tüm Öğrencilerin Ortalama Puanları

Problemin Anlaşılması	1,72	1-5 Aralığında
Çözümle İlgili Strateji Seçimi	0,58	
Stratejinin Uygulanması	0,96	1-3 Aralığında
Çözümün Değerlendirilmesi	0,46	

Oluşan puanlar ve yapılan öğrenci gözlemlerinden hareketle hareket problemlerinin çözümünde karşılaşılan problemler ve bu problemlerin problem çözme adımlarıyla ilişkilendirilmesi aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

- Öğrencilerin 0-4 Aralığındaki “Problemin Anlaşılması” adımıyla 1,72’lik ortalamayla en çok, “Verilenleri ve/veya istenenleri eksik ya da hatalı gösterme” ile “Verilenleri ve istenenleri doğru ifade edip hatalı strateji seçme ya da strateji seçememe” davranışı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Öğrencinin problemi anlayıp anlamadığının, yalnızca çözüme başlangıç davranışları ile değil problem sonuca ulaşana kadar devam eden tüm davranışlarının incelenmesi ile belirlenebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle öğrencinin verilenleri ve/veya istenenleri eksik ya da hatalı göstermesi de, strateji seçiminde hata yapması da problemi anlama derecesini gösteren ölçütlerdir. Bu durumda öğrencilerin “Problemin Anlaşılması” adımıyla henüz bir strateji oluşturamayacak düzeyde oldukları bu nedenle doğru çözüme ulaşmakta yetersiz kaldıkları belirlenmiştir.

Yapılan gözlemler ve öğrenci cevaplarından hareketle öğrencilerin “Problemin Anlaşılması” basamağında karşılaştıkları güçlüklerin;

- 1- Sözel problemleri okurken matematiksel forma dönüştürememek,
  - 2- Problem içerisinde verilen ve istenenleri tam anlayamamak, verilen ve istenenleri sembolik olarak ifade edememek
  - 3- Sembolik olarak ifadesi verilen problemlerde matematiksel işlem yapamamak
  - 4- Problemi kontrol altında tutamamak, yani probleme doğru başlangıç yaptıktan sonra bir sonraki adımda ne yapacağını kestirememek ve problemin kontrolünü kaybetmek
  - 5- Eşitlik yazmakta yetersiz kalmak, olduğu tespit edilmiştir.
- Öğrencilerin 0-2 aralığındaki “Çözümle İlgili Strateji Seçimi” adımımda 0,58’lik ortalamayla en çok, “Hatalı strateji seçimi” ile “Kısmen doğru strateji seçimi (başlangıç adımı doğru ancak devamı hatalı)” davranışı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Bu bulgular “Problemin Anlaşılması” aşamasını destekler niteliktedir. Zaten problem çözme süreci adımları birbirini takip eden ve problemin doğru çözümü için birbirini tamamlayan niteliktedir. Doğru sonuçlara ulaşabilen öğrencilerin problemleri çözmek için; Problemi gösteren sistematik liste yapma, tahmin ve kontrol, şekil çizme, bağıntı bulma, eşitlik yazma, benzer basit problemlerin çözümünden faydalanma, geriye doğru çalışma, elemine etme, tablo yapma ve muhakeme etme (Çepni, 2008) stratejilerinden en çok şekil çizme, eşitlik yazma ve bazen de tahmin ve kontrol stratejilerini uyguladıkları tespit edilmiştir. Ancak özellikle kavramsal ağırlıklı sorularda öğrencilerin hiçbir strateji seçemedikleri ya da hatalı strateji ile yanlış sonuca ulaştıkları belirlenmiştir.

Yapılan gözlemler ve öğrenci cevaplarından hareketle öğrencilerin “Çözümle İlgili Strateji Seçimi” basamağında karşılaştıkları güçlüklerin;

- 1- Problemi yeterince anlamamak
  - 2- Çözüm için yeterli strateji bilgisine sahip olmamak
  - 3- Aynı tip sorular çözmekten dolayı farklı tipte soruların çözümü için yeterli deneyiminin olmaması
  - 4- Yalnızca bildikleri formülleri probleme uygulayarak çözüme ulaşmaya çalışmak
  - 5- Problemi farklı açılardan değerlendirmemek, yalnızca verilenler ile matematiksel işlemler yaparak sonuca ulaşmaya çalışmak
- olduğu tespit edilmiştir

- Öğrencilerin 0-2 aralığındaki “Stratejinin Uygulanması” adımımda 0,96’lık ortalamayla en çok, “Hatalı uygulama” ve daha çokta “Kısmen doğru uygulama” davranışı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Bu bulguların ilk iki adıma göre daha olumlu olması, öğrencilerin problemi tam anlayamamalarına ve strateji seçiminde zayıf olmalarına rağmen çözüm için yaptıkları matematiksel işlemlerde başarılı olduklarını göstermektedir. Yani çözüm yolu yanlış olsa da matematiksel işlemlerin uygulanmasında büyük bir problemlerinin olmadığını anlaşılmaktadır.

Yapılan gözlemler ve öğrenci cevaplarından hareketle öğrencilerin “Stratejinin Uygulanması” basamağında karşılaştıkları güçlüklerin;

- 1- Tamamen sembolik olarak verilen ifadeler ile oluşturulan eşitlikleri çözerken hata yapmak
  - 2- Parametrik işlem gerektiren problemlerin çözümünde hata yapmak olduğu tespit edilmiştir
- Öğrencilerin 0-2 aralığındaki “Çözümün Değerlendirilmesi” adımımda 0,46’lık ortalamayla en çok, “Çözümün Değerlendirilmesi Yapılmamış” davranışı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Öğrencilerin hemen hemen hepsi buldukları sonucun doğru olup olmadığını kontrol etmemişlerdir. Pek çok soruda işlem adımlarını doğru takip eden öğrenciler soruya yeterince dikkat etmedikleri için doğru sonuca ulaşamamışlar, buldukları sonucun doğruluğunu kontrol etmedikleri içinde buldukları sonuçları doğru sanarak işlemi sonlandırmışlardır. Öğrencilerdeki bu eksiklik problem çözmeye aceleci davranışlarından kaynaklanmaktadır. Eğitim sistemimizin sınav odaklı olması ve soruların çözümü için süre kaygısının öğrencilerin çözümün değerlendirilmesi basamağına dikkat etmemelerine neden olduğu düşünülmektedir.

Yapılan gözlemler ve öğrenci cevaplarından hareketle öğrencilerin “Çözümün Değerlendirilmesi” basamağında karşılaştıkları güçlüklerin;

- 1- Farklı çözüm stratejileri bilmemek
- 2- Takip ettiği çözüm stratejisine yeterince hakim olamamak olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular geleneksel sınıf ortamında öğrenim gören öğrencilerin problem çözme süreçlerindeki sorunlarının daha iyi anlaşılabilmesini sağlamıştır.

## 4.2. Pilot Uygulama Bulguları

Pilot uygulama ARTIMAT ve içeriğin gözden geçirilerek geliştirilmesi için bir fırsat olarak görülmüş ve bulgular bu bakış açısı ile toplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre de ARTIMAT’ın yapısı ve içeriği geliştirilmiştir.

Pilot uygulamada, öğretmen ve öğrenci mülakatları olmak üzere iki yolla veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler ve sonuçlar aşağıda verilmektedir.

#### 4.2.1. Öğrenci Mülakatları

Hazırlanan sistem, her 2 grup için 2 hafta boyunca ve her hafta 2 ders saati uygulanmıştır. Uygulama bilgisayar laboratuvarında ve her öğrencinin tek başına kendi bilgisayarını kullanacağı şekilde yapılmıştır. Uygulama sonunda öğrencilerin ARTIMAT hakkındaki görüş ve düşüncelerini almak için yazılı mülakat formları kullanılmıştır. Her bir öğrencinin toplam 4 ders saati kullandıkları ARTIMAT hakkındaki görüş ve düşünceleri derlenerek elde edilen bulgular mülakat soruları bazında aşağıda verilmiştir.

1. Soru: ARTIMAT'ın en çok hangi özelliğini beğendiniz/beğenmediniz?

*Öğrencilerin verdiği cevaplarda ARTIMAT'da beğendikleri özellikler;*

- Bireysel öğrenim sağlaması
- Akılda daha kalıcı ve öğretici bir sistem olması
- Problemi tanımlamayı ve eldekileri bilmeyi sağlaması
- Farklı bir yöntemle sistemli bir şekilde problemlerin adım adım çözülebilmesi
- ARTIMAT sayesinde farklı çözüm yollarının denenebilmesi
- Kullanımının kolay olması
- Soruda verilenleri ve isteneni yazma özelliğinin olması
- Soruda verilenlerin ve istenenin bir arada görülebilmesi
- Görsel tasarım
- Öğrencilerin kendileri ile ilgili profil oluşturarak fotoğraf ekleyebilmesi özelliği
- Eğlenceli bir sistem olması
- Teknoloji kullanma alışkanlığı açısından öğrencileri geliştirmesi
- ARTIMAT üzerinden öğrencilerin birbirleri ile iletişim kurabilmesi olarak belirlenmiştir.

*Öğrencilerin verdiği cevaplarda ARTIMAT'da beğenmedikleri özellikler ise,*

- Direkt sonuca gidilememesi
- Basamakları takip etme zorunluluğunun olması
- Geleneksel sınıf ortamından farklı bir çözüm şekli olduğundan zaman kaybettirmesi olarak belirlenmiştir.

Bu bulgulardan hareketle öğrencilerin ARTIMAT'ın bütün özelliklerini kullandıkları ve bunlardan memnun kaldıkları ancak sınav odaklı olarak doğrudan sonuca gitme alışkanlıklarından dolayı zaman kaygısı yaşadıkları sonucuna varılmıştır. Öğrencilere özellikle, sürenin öncelikli olmadığı ve ARTIMAT'ın problem çözmede karşılaştıkları



zorlukları ve eksikliklerini gidermeye yönelik olduğu hatırlatılmış olsa da öğrencilerdeki zaman kaygısı giderilememiştir.

2. Soru: ARTIMAT problem çözme sürecinize yardımcı oldu mu? Açıklar mısınız?

*Öğrenciler verdikleri cevaplarda ARTIMAT'ın problem çözme sürecine sağladığı faydaların;*

- Problem çözme sürecinde neler yapılması gerektiğini göstermesi
- Öğrencilerin problemin çözümü üstünde düşünmesine yardımcı olması
- Soruların çözümüne ait bilgi birikimini arttırması
- Yargılama özelliğini kuvvetlendirmesi
- Problem çözmeye zorlanan kişiler için belli bir süreç içinde problemi şekillendirmesi
- Problemi anlamaya katkı sağlaması
- ARTIMAT'ı kullanmaya alışınca problem çözmeyi daha kolay hale getirmesi
- Problemi tanımlama ve isteneni bulma konusunda yardımcı olması
- Eğer yanlış çözüm yolu seçilirse uyarması, böylelikle problem çözme sürecine yardımcı olması
- Sistemli problem çözme alışkanlığını geliştirmesi olduğunu belirtmişlerdir.

*Öğrenciler verdikleri cevaplarda ARTIMAT'ın problem çözme sürecindeki olumsuz yönlerinin ise;*

- Çözme sürecini uzattığı için zaman kaybettirmesi
- Kısa yoldan formülle yaptıkları işlemleri ARTIMAT'da adım adım yapmalarının gerekmesi
- Normalde daha kısa sürede çözecekleri sorular için daha fazla zaman harcamalarının gerekmesi olduğunu belirtmişlerdir.

Bu bulgulardan hareketle ARTIMAT'ın öğrencilerin problem çözme sürecine katkı sağladığı ancak yeni ve farklı bir sistem olmasından dolayı öğrencilerin zaman kaygısı yaşadıkları sonucuna varılmıştır.

3. Soru: ARTIMAT'ın görsel tasarımını beğendiniz mi? Daha iyi olması açısından düşünceleriniz nelerdir?

*Alınan olumlu görüşlerde öğrenciler,*

- ARTIMAT'ın kullanışlı olduğunu, istenilene çabuk ve rahat ulaşılabildiğini aynı zamanda da tasarımın sade olduğunu belirtmişlerdir

*Öğrencilerin ARTIMAT'da tamamlanmasını istedikleri eksiklikler ise,*

- ARTIMAT'ın konu ile ilgili animasyonlar ile hareketlendirilmesi
- Sayfa renginin değişmesi

- ARTIMAT'da daha renkli matematiksel simgeler kullanılması
- Öğrencilere verilen uyarıların daha dikkat çekici olmasıdır.

Öğrencilerden alınan geri bildirimler ışığında görsel tasarım değiştirilerek asıl uygulama için daha hareketli ve dikkat çekici bir tasarım hazırlanmıştır.

4. Soru: ARTIMAT, problem çözmeye karşı bakış açınızı değiştirdi mi?

*Öğrenciler verdikleri cevaplarda;*

- Problemleri adım adım çözdükleri için hangi noktada hata yaptıklarını görebildiklerini
- Normalde verileri yazmadan kafadan yapmaya çalıştıkları işlemleri, ARTIMAT'da yazarak yapmalarının soruyu daha iyi anlamalarını sağladığını
- ARTIMAT'da problem çözerken adım adım ilerledikleri için hata yapma olasılıklarının azaldığını
- ARTIMAT'ın öğrencileri problemi ezbere formüllerle çözmek yerine problem üstünde düşünmeye sevk ettiğini
- Basamak basamak problem çözenin, işlemleri daha doğru şekilde yapmalarını sağladığını
- Bilgisayar ortamında problem çözenin problem çözmeyi zevkli hale getirdiğini
- Sistemde problem çözenin daha uzun sürmesine rağmen daha iyi bir öğrenme sağlandığını
- Sistemin, problem çözmeye öğrencilere farklı çözüm yollarını kullanabilme şansı sağladığı için insanın gelişmesine faydalı olduğunu ve monotonlaşmış soru çözümlerini farklılaştırabileceğini belirtmişlerdir.

Bu bulgulardan hareketle ARTIMAT'ın öğrencilerin problem çözmeye olan bakış açılarını olumlu yönde geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

5. Soru: Kağıt kalem kullanarak yaptığınız çözüm ile bilgisayar ortamında yaptığınız çözümü karşılaştırır mısınız? Sizce hangisi öğrenmenize daha faydalıdır?

*Öğrencilerin görüşleri genel olarak;*

- Bilgisayar üzerinde verileri tek tek görmek ve yazmak öğrenime daha faydalı oldu
- Kağıt hızlı ama bilgisayar daha akılda kalıcı ve daha öğretici oldu
- Bilgisayar ortamı daha pratik oldu
- Problemleri adım adım çözmek daha doğru öğrenmemizi sağladı
- Soruyu yanlış okuyup bazı şeylerin gözden kaçması bu sistemde imkansız hale geldi
- Bu sistem sayesinde farklı çözüm yollarının olduğuda öğrenildi.

- El alışkanlığı olmadığı için bilgisayarda zorlandı, bu nedenle kağıt kalem kullanımı daha kolay geldi
- Bilgisayarda problem çözmek aşama aşama olduğundan kağıt kalem daha az zaman alıcı oldu, şeklinde olmuştur.

Bu bulgulardan hareketle ARTIMAT'ın öğrencilerin öğrenmelerine fayda sağladığı ancak ilköğretimden itibaren alıştıkları geleneksel ortamda kağıt kalem kullanımının öğrencilere daha kolay geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

6. Soru: Sistemde en kolay kullandığınız özellikler nelerdir? Açıklar mısınız?

*Öğrencilerin büyük çoğunluğu sistemin genel olarak kullanımının kolay olduğunu belirtmişlerdir. Bununla ilgili aşağıdaki cevaplar verilmiştir.*

- Problem çözümünün ilk aşaması olan verilenlerin ve istenenlerin yazılması
- Neyi verip neyi istediğinin tabloda daha iyi görülebilmesi
- Sistem üzerinden öğrencilerin birbirleri ile iletişim kurabilmesi
- Problem çözüme adımlarının gerçekleştirilmesi özelliklerinin kullanımı kolay bulunmuştur.

7. Soru: Sistemi kullanmakta zorlandığınız bölümler varsa nelerdir? Açıklar mısınız?

ARTIMAT'ın kolay ve etkin bir şekilde kullanılabilir olması konunun öğretimi açısından büyük önem arz etmektedir. Bunu sağlayabilmek için gereken düzenlemeler pilot uygulamadan elde edilen veriler ile sağlanmıştır. Yapılan mülakatlardan alınan cevaplara göre öğrencilerin büyük çoğunluğu sistemin genel olarak kullanımının kolay olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber elde edilen bulgularda ARTIMAT ile ilgili belirtilen zorluklar ise aşağıdaki gibidir.

- İşlemleri adım adım yapmanın karışık gibi görünmesi
- Çözüm yolunu seçmekte zorlanması
- İşlemleri bilgisayara aktarmakta zorlanması
- Verileri yerleştirmekte zorlanması şeklinde olmuştur.

Ancak bunlar öğrencilerin geneli tarafından değil yalnızca 5 öğrenci tarafından belirtilmiştir. Bu öğrenciler ile yapılan sözlü mülakatlarda öğrencilere;

“Belirttiğiniz zorlukların sebebi sistemin karmaşık ya da kullanışsız olması mı?” sorusu yöneltilmiştir.

Alınan cevaplar aşağıda verilmektedir:

*Ö1: “Aslında sistem alışınca kolay gibi ama kağıt kalem bizim için çok daha kolay. Kaçımız bu güne kadar bilgisayar üzerinden soru çözdü ki? Bizler kağıt kalem gençleriyiz”*

Ö2: *“Bir süre sonra sistem daha kullanışlı olabilir ama alışamadım, ben kağıt kalem kullanmaktan vazgeçemedim.”*

Ö3: *“Hayır sistemin kullanımı kolay ama kağıt kalem daha hızlı bilgisayarda her şeye dikkat etmemiz gerekiyor.”*

Ö4: *“Sistem eksik bilgi yazdığımızda geçmemize izin vermiyor, direk sonucu yazmak istediğimde adım adım yapmak zorunda kalıyorum.”*

Ö5: *“Sistem başta kullanışlı gibi görünse de bir süre sonra işlemleri adım adım takip etmek bazı sorularda gereksiz.”*

Bu cevaplardan hareketle, öğrencilerin sonuç odaklı oldukları ve sınavlara yönelik olarak sürekli geleneksel ortamda kağıt kalemle test sorusu çözmelerinden dolayı farklı bir sistemi kabul etmekte zorlandıkları sonucuna varılmıştır.

8. Soru: Sistem hakkındaki görüş ve önerileriniz nelerdir?

Öğrencilerin genel olarak verdikleri cevaplar şöyledir;

- Başarılı ve ilginç bir sistem olmasından dolayı soru çözümünü daha eğlenceli yapıyor,
- Matematikle alakalı oyun fıkra vb eğlenceli özelliklerde eklenebilir,
- Stres atmak için zeka ve beceri oyunları ve müzik eklenebilir,
- Havuz, yüzde vb. başka problem çeşitleri içinde geliştirilmeli,
- Sistem sonuç odaklı olursa daha iyi olur,
- Sistem güzel ancak aşamalar kolaylaştırılmalı,
- Sistemin ana sayfası daha güzel olabilir,
- Sistemde direk çözüme gidişte olsa da iyi olur.

Alınan cevaplardan hareketle sistemin genel olarak başarılı olduğu ancak sistemde tasarım açısından bazı düzeltmelere gidilerek daha kullanışlı hale getirilebileceği sonucuna varılmıştır.

#### 4.2.2. Öğretmen Mülakatları

Geliştirilen sistemi kullanan öğretmenlerle yapılan mülakatlar sonucunda Tablo 13'deki temalara ulaşılmıştır. Mülakata katılan dört öğretmen K1, K2, K3 ve K4 olarak kodlanmıştır.

Tablo 13. Öğretmenlerin Sistem Hakkındaki Görüşleri

	K1	K2	K3	K4
Sistemin avantajı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verilenleri yazmaya imkan vermesi</li> <li>Her aşamada geri bildirim vermesi (doğru/yanlış)</li> <li>Yeni başlayanlar için yararlı olması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öğrenciyi yönlendirmesi</li> <li>Geri bildirimler vermesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Girilen soruyu çözebilmesi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öğretmene ve öğrenciyeye problem çözme imkanı vermesi</li> </ul>
Sistemin dezavantajı	<ul style="list-style-type: none"> <li>İleriki seviyedeki öğrenciler için sıkıcı olması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görselliğin eksik olması</li> <li>Nedensel geri bildirimlerin eksikliği</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İleriki seviyedeki öğrenciler için sıkıcı olması</li> </ul>	-
Problem çözme becerilerine katkı sağlama durumu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yardımcı olur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yardımcı olur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alt düzey öğrencilere yardımcı olur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yardımcı olur</li> </ul>
Problemi bilgisayar ortamına aktarma sırasında sistemin kullanılabilirliği	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kullanışlı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kullanışlı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kullanışlı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kullanışlı</li> </ul>
Sistemin görsel tasarımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daha iyi olabilir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görsellik daha da artırılabilir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daha iyi olabilir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klasik, fazla resmi</li> </ul>
Problemin çözümünde izlenebilecek adımları bulması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Başarılı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kısmen başarılı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Başarılı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Başarılı</li> </ul>
Sistemin öğrencileri yönlendirme durumu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kısmen başarılı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yönlendirmeler başarılı</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yönlendirmeler başarılı</li> </ul>
Öneriler	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nedensel geri bildirimler verilmeli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görsellerle zenginleştirilmeli</li> <li>Farklı problem türleri ile zenginleştirilmeli</li> </ul>

K: Öğretmen -: Görüş Belirtmedi

ARTIMAT'ın değerlendirilmesine ilişkin yapılan görüşmelerde öğretmenler ARTIMAT'ı birçok açıdan avantajlı bulurken bazı açılardan ise dezavantajları olduğunu belirtmişlerdir. ARTIMAT'ın problemlerde verilenleri ve istenenleri aşama aşama istemesi ve her aşamada doğru-yanlış şeklinde geri bildirim vermesi, öğretmen tarafından girilen bir sorunun bilgisayar tarafından analiz edilip çözümlenmesi ve öğrencilere farklı problemleri çözme imkanı sunması açısından yararlı olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak ARTIMAT'ın, nedensel bir geri bildirim vermemesi (neden yanlış olduğuna ilişkin bilgi), görselliğin zayıf olması ve ileri derecedeki öğrenciler için sıkıcı olabileceği dezavantajları olarak ifade edilmiştir. Bu görüşlere ilişkin öğretmen ifadeleri aşağıda sunulmuştur.

*K1: "Verilenlerin aşama aşama istenmesi ve her aşamada geri bildirim vermesi bu konuya yeni başlayan öğrenciler için yarar sağlar. İlk konuya başladığında faydalı olur ama sonraki aşamalarda sıkıcı olabilir."*

K2: “Öğrenciyi yönlendirmesi bir de kendi soruyu çözüp cevabın doğru veya yanlış olduğunu söylemesi çok yararlı ancak sorudaki görsel kısmın biraz daha ön planda olması gerekir bence bir de doğru-yanlış demekten ziyade neden yanlış olduğunu açıklamalı sistem.”

K4: “Ben sistemi çok beğendim aslında çok faydalı bir program olabilir. Sadece biraz daha üzerinde çalışılması gerekiyor. Şuanda çözmekte olduğu soruların derecesi arttırılıp daha zor soruları da çözer hale geldiğinde her aşamada her öğrenciye hatta öğretmene bile yardımcı olabilecek bir program.”

K3: “Beğendiğim özelliği soruyu çözebilmesi. Beğenmediğim özelliği orta üstü seviyeli öğrenciler için işe yaramaz bence sıkıcı olur. Ama öğrenemeyen daha alt seviyedeki öğrenciler için iyi bir sistem.”

Geliştirilen sistemin öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine yardımcı olacağına ilişkin görüşlerde öğretmenlerin hemfikir oldukları görülmektedir. Ancak bazı öğretmenler bu sistemin alt kademedeki öğrenciler üzerinde daha yararlı olacağına ilişkin görüşlerini “alt düzey öğrenciler için kesinlikle yardımcı olur. Üst düzey öğrenciler için gerek yok. Çünkü onlar her şekilde nasıl anlatırsan anlat anlıyorlar” şeklinde ifade etmişlerdir.

Kağıt kalem ortamına göre sistemin kullanılabilirliğini değerlendirmeleri istendiğinde iki öğretmen kağıt kalem ortamının daha kullanışlı olduğuna ilişkin görüş belirtirken, uygulamaya katılan diğer iki öğretmen ise öğrencinin bilgisayar kullanma becerisine göre bunun değişkenlik gösterebileceğini belirtmişlerdir. Bu görüşlere ilişkin alıntılar aşağıda sunulmuştur.

K4: “Biz kağıt kalemsiz olmaz diye öğrendik. Bilinçaltımıza böyle kaydedildi. Ama bilgisayarla büyüyen nesillerde çok işe yarayacağını düşünüyorum. Çünkü onlar bilgisayarları da kağıt kalem gibi kullanıyorlar.”

K1: “Kağıt kalem ortamı daha kullanışlı. Bilgisayar zaman alıyor. Bu nedenle işi öğrendikten sonrası için kalem kağıt daha avantajlı.”

K3: “Kağıt kalemin insan üzerinde ekstra bir duygusu olduğunu düşünüyorum. Ekranda olmasındansa kağıt kalemi tercih ederim.”

K2: “Bilgisayarı iyi kullanan öğrenciler için sıkıntı yaratmayabilir.”

Problemin sisteme aktarılması sırasındaki arayüzün öğretmenlerin tamamı tarafından kullanışlı bulunduğu dile getirilmiştir. Sistemin görsel tasarımı ise öğretmenler

tarafından yeterli bulunmamış üzerinde düzenleme yapılması gerektiği belirlenmiştir. Sistemin görsel tasarımına ilişkin görüşler aşağıda ifade edilmiştir:

*K2: "Görsellik daha da artırılabilir. Ana başlıklar daha dikkat çekici bir şekilde olabilir. Her bir problem farklı bir renkte çözümü farklı bir renkte olabilir."*

*K1: "Daha iyi olabilir."*

*K4: "Klasik buldum. Fazla resmi buldum. Daha renkli olabilir. Günümüz öğrenciler daha renkli daha çarpıcı, daha eğlenceli şeylerden hoşlanıyor. Şekillerle desteklenebilir."*

*K3: "Görsel tasarımı beğenmedim yani renk seçimini beğenmedim. Mavi renk daha iyi olabilirdi. Renk dışındaki tasarımı iyi. Başlıklar farklı renkte verilebilir. Ana başlıklar farklı renk olabilirdi."*

Öğretmenlerle yapılan mülakatlarda sisteme girilen bir problemin çözümünde izlenebilecek adımları bulması konusunda üç öğretmen başarılı bulurken bir öğretmenin kısmen başarılı bulduğu görülmüştür. Bir öğretmenin kısmen başarılı bulmasının nedeni ise ARTIMAT'ın çözümlendiği soru türlerinin dışında bir soru türünün girilmesi durumunda ARTIMAT'ın bu soruyu çözememesi olduğu görülmüştür. Öğrencilerin sistem tarafından yönlendirmeleri öğretmenler tarafından başarılı bulunmuştur. Bu konuya ilişkin öğretmen görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekildedir.

*K4: "Bireysel olarak çalışmaya imkan vermesi ve kendi hatalarını aşama aşama görebilmesi açısından yararlı buluyorum sistemi."*

*"Matematik görsel olarak desteklendiğinde daha iyi olur. Şekillerle görselleştirilmeli."*

*K1: "Sistemin yönlendirmeleri ile çocuğun soruyu çözmesi güzel. Ancak yanlış yaptın demesinden neden yanlış yaptığını söylemesi öğrenciyi daha iyi yönlendirebilir."*

*K2: "İyi bir yönlendirme yaptığını düşünüyorum. En azından çözüm yolunda sistematik olarak adım adım çözümü sağlıyor. Bu açıdan iyi."*

Sistemin geliştirmesi için öğretmen önerileri alındığında genel olarak görsel tasarımın iyileştirilmesi gerektiği ve nedensel geri bildirimlerin verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu konuya ilişkin görüş aşağıda sunulmuştur.

*K3: "Yanlış yaptınız demesinden ziyade ya başta ya da adım sırasında sorunun çözümünü göstermesi daha iyi olur."*

### 4.2.3. Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde, gerçekleştirilen pilot uygulama süresince araştırmacının gözlemlediği ve not aldığı izlenimleri verilmiştir. Sistemin değerlendirilmesi ve alınan görüşler doğrultusunda eksikliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma 3 grup 15'er kişi ve 1 grupta 14 kişi olacak şekilde oluşturulmuştur. Bu 4 grubun her biri ile bilgisayar laboratuvarında 2 hafta sürede 4'er ders saati uygulama yapılmıştır.

Öğrencilere ilk derste ARTIMAT'ın işleyişi anlatılmış ve bir örnek ile kullanımı gösterilmiştir. İkinci derste ise öğrenciler serbest bırakılarak sistemi tanımaları ve pratik yapmaları sağlanmıştır. Sonraki 2 ders saatinde de öğrencilerin sistemi aktif bir şekilde kullanmaları sağlanmıştır. Uygulamadan sonra öğrenciler ile yapılan yazılı mülakatlar, analiz edilerek ARTIMAT hakkında öğrenci görüş ve önerileri değerlendirilmiştir. Öğrencilerin kağıda aktardıkları önerilerin dışında uygulama sırasında öğrencilerin sistemi kullanırken karşılaştıkları zorluklar araştırmacı tarafından yakından gözlenmiş ve uygulama sırasında da zaman zaman öğrencilere sorular sorularak sistem hakkındaki görüşleri alınmıştır bu gözlemler not edilerek asıl uygulama için ARTIMAT'ın geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Öğrenciler ilk kez kullandıkları ARTIMAT ekranını karışık bulmuşlar ve ekran araçlarını nasıl kullanacaklarını tam olarak anlayamamışlardır. Ayrıca tasarımda kullanılan renkler ve ekran görüntüsü de bazı öğrenciler tarafından yoğun ve yorucu bulunmuştur. Bu konudaki zorluklar diğer ders saatlerinde yapılan uygulamalarda azalmış olsa da ekran tasarımının daha da sadeleştirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Öğrencilerin bazıları ekranda daha fazla animasyon ve görselin kullanılmasının gerektiğini de belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerden gelen önemli önerilerden biri de yapılan işlemlerde ARTIMAT'ın verdiği geri bildirimlerin yapılan her işlem için çoğaltılması ve daha detaylı hale getirilmesi isteğidir. Okulun internet bağlantısından kaynaklanan yavaşlık ve kopma sorunları da ARTIMAT'ın kullanımında olumsuzluklara neden olmuştur. Araştırmacı tarafından yapılan bu gözlemlerden elde edilen bulgular kullanılmış ve asıl uygulama için ARTIMAT görsel açıdan yeniden tasarlanarak eksiklikleri giderilmiştir.

### 4.2.4. Pilot uygulama Bulgularının Değerlendirmesi

Pilot uygulama sonrası öğrenciler ile yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular ışığında ARTIMAT'ın görsel tasarımının değiştirilerek asıl uygulama için daha hareketli ve dikkat çekici bir tasarımın hazırlanması gerektiği, ayrıca kullanıcı ekranının daha fazla kullanıcı dostu hale getirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.



Pilot uygulama sonucunda öğretmenlerden elde edilen bulgulara bakıldığında ARTIMAT'ı genel olarak başarılı buldukları, bununla beraber özellikle nedensel geri bildirim vermesi ve tasarım açısından geliştirilmesi gerektiğini belirttikleri görülmektedir. Elde edilen bulgular asıl uygulama öncesinde ARTIMAT'ın geliştirilmesi için yol gösterici olmuş ve belirtilen eksiklikler ve öneriler üzerinde çalışılarak ARTIMAT asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

### 4.3. Asıl Uygulama Bulguları

Hazırlanan sistemin asıl uygulaması Trabzon ilinde bir Anadolu Lisesinin 2 farklı 10. Sınıfından toplam 60 öğrenci ile 4 hafta süresinde (haftada 2 ders saati) gerçekleştirilmiştir.

ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarına etkisini ölçebilmek ve geleneksel sınıf ortamı ile kıyaslamak için öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel bir desen tercih edilmiştir. Bu kapsamda deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Oluşturulan gruplarda yapılan ön testten aldıkları puanlar ile Liselere Giriş Sınavı (LGS) puanlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Böylece sınıfların birbirine denk olup olmadıkları ve konu hakkındaki bilgileri ölçülmüştür. Kontrol grubu dersi geleneksel sınıf ortamında işlerken deney grubu dersi ARTIMAT üzerinde yapmıştır.

Her iki gruba da ders sonunda son test sınavı yapılmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin tamamına yazılı mülakatlar yapılmış ve bu gruptan son test sonuçlarına göre farklı başarı seviyelerinden seçilen 8 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular araştırma problemleri çerçevesinde aşağıda verilmektedir.

#### 4.3.1. ARTIMAT'ın Problem Çözme Becerisine Katkısı

ARTIMAT'ın problem çözme becerisine katkısı ile ilgili bulgular öğretmen-öğrenci mülakatlarının ve öğrencilere yapılan öntest-sontest sınavlarının değerlendirmelerinden elde edilmiştir. Bu bölümde, çalışmadan elde edilen nitel ve nicel bulgular öğretmen görüşleri, öğrenci görüşleri ve ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarına etkisi olmak üzere 3 başlık altında verilmektedir.

Öğretmen-öğrencilerin görüşlerinden ve ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarına etkisi ile ilgili verilerden elde edilen bulgular; *“ARTIMAT'ın problem çözme becerisine katkısı nedir?”* alt problemine göre kategorize edilerek verilmiştir. İncelenebilmesi için deney grubu öğrencilerinden rastgele seçilen 6 öğrencinin öntest ve

son test sınav kağıtlarının karşılaştırması ve mülakat kağıtlarını içeren tablo Ek-6'da verilmektedir.

#### 4.3.1.1. ARTIMAT'ı Kullanan Öğretmenlerin Görüşleri

Bu bölümde, ARTIMAT'ı kullanan 5 matematik öğretmeni ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular verilmektedir. Uygulamaya katılan öğretmenlerin bazı demografik özellikleri tablo 14'de gösterilmektedir. Öğretmenlerin derslerinde bilgisayar kullanımlarına ilişkin bilgiyi, 1- Hiçbir zaman kullanmam, 2- Nadiren kullanırım, 3- Bazen kullanırım, 4- Sık sık kullanırım ve 5- Çoğu zaman kullanırım, şeklinde belirtmeleri istenmiştir.

Tablo 14. Uygulamaya Katılan Öğretmenlerin Demografik Özellikleri

Öğretmen(K)	K1	K2	K3	K4	K5
Cinsiyeti	Bay	Bayan	Bay	Bay	Bay
Hizmet yılı	21 yıl	13 yıl	15 yıl	18 yıl	16 yıl
Öğrenim Derecesi	Lisans	Lisans	Lisans	Lisans	Lisans
Derslerinde bilgisayar teknolojilerini kullanma sıklığı	4	5	3	3	3
Akıllı tahta kullanımı kursuna katılma	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet

Tablo 14'de görüldüğü gibi uygulamaya katılan öğretmenler arasında hizmet yılı en az olan 13 yıldır. Ayrıca tümü derslerinde bilgisayar teknolojilerinden faydalanmaktadır ve FATİH projesi kapsamında akıllı tahta kullanımı kursu almışlardır.

Bu özellikleri matematik eğitimi konusunda tecrübeli olduklarını göstermektedir. Ayrıca bilgisayar teknolojilerinin farkında olduklarını ve bu teknolojileri derslerine adapte etme isteklerini de göstermektedir.

Yapılan mülakatlarda, ARTIMAT'ın problem çözme becerisine katkısı mülakat soruları (Ek-4) ile araştırılmıştır. Böylelikle ARTIMAT'ın, öğrencilerin problem çözme becerilerine nasıl bir katkı sağladığına yönelik öğretmen görüşlerinin elde edilebileceği düşünülmüştür.

Öğretmenlere "ARTIMAT'ın öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine nasıl bir etkisi olduğunu düşünüyorsunuz?" sorusu yöneltilmiştir. Böylelikle ARTIMAT'ın, öğrencilerin problem çözme becerilerine nasıl bir katkı sağladığına yönelik bilgi elde edilebileceği düşünülmüştür. Öğretmen görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 15' de verilmiştir.

Tablo 15. ARTIMAT'ın Problem Çözme Becerisine Sağladığı Katkı

Öğretmen Görüşleri	K1	K2	K3	K4	K5
Problem çözme becerisine katkı sağlar	√	√	√	√	√
Problemi anlayarak çözmeye katkı sağlar	√		√	√	√
Her aşamadaki çözüm farklarını belirlemeyi sağlar	√				
Farklı çözüm yollarını düşünmeyi ve kullanmayı öğretir	√	√		√	√
Problemleri daha kolay çözebilmeyi sağlar	√		√		
Problemi doğru çözebilmeyi sağlar		√		√	√
Geleneksel ortamda problem çözmeyi kolaylaştırır		√	√	√	
İşlem yeteneğini geliştirir			√		
Problem çözme basamaklarına uymayı sağlar			√		

Tablo 15' e göre, katılımcıların tümü ARTIMAT sisteminin öğrencilerin analitik düşünmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Öğretmenler, sistemin öğrenciye soru çözme becerisini kazandırıp geliştirdiğini, ezbercilikten uzaklaştırıp, düşünmeye sevk ettiğini belirtmiştir. K1 olarak kodlanan öğretmen, ARTIMAT sisteminin öğrenciye soru çözme becerisi kazandırıp, soruyu anlamasına katkı sağladığını ve problem çözmenin her aşamasında yapılması gereken işlemleri fark ettirdiğini ifade etmiştir. K2 ise sistemin problem çözme becerisini geliştirip, soruyu doğru çözdürmeyi sağladığını söylemiştir. Ayrıca farklı çözüm yollarını kullanmayı ve kağıt üzerinde kolay çözümü de öğrettiğini ifade etmiştir. Hem K3 hem de K4 olarak kodlanan öğretmenler ise sistemin öğrencinin işlem yapma, soruyu çözme ve yorum yapma becerisini geliştirdiğini, görsellikle problemi daha iyi ve doğru anlattığını ve problem çözme basamaklarına sırasıyla uyduğunu belirtmiştir. K4 olarak kodlanan öğretmen, sistemin öğrenciyi ezber yapmaktan uzaklaştırdığını, öğrencinin soruya farklı açılardan bakmasını sağladığını ve soruyu doğru çözdürerek problem çözme becerisine katkı sağladığını belirtmiştir. K5 ise öğrencinin sistem sayesinde çok yönlü düşünerek, problemi daha kolay çözdüğünü ve her türlü problemin çözümünde fayda sağlayabileceğini ifade etmiştir. K1, K2, K3 ve K4 olarak kodlanan öğretmenler, ARTIMAT'ın öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağladığını şu sözlerle dile getirmiştir:

*K1: "...özellikle de soruyu anlama pozisyonunda öğrencilere katkısı olacaktır. Artı yapılan işlemin doğru veya yanlış olduğunu test ettiği ve öğrenciyi uyarıp hatalardan geri dönüş yaptırma şansı verdiğinden dolayı öğrencilerin problem çözüm adımlarını anlamalarına ve matematik sorusu çözme becerilerini arttıracığını düşünüyorum."*

K2: “...öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir, çünkü sistemde hazır olan verileri öğrenci araştırmaz sadece oradan bakar ve kullanır, elindeki sonuçlarla değerlendirir böylece öğrenmesi ve soruyu çözmesi de daha kolay olur”

K3: “Şimdi problemi anlama ve işlem basamaklarını takip etme adına olumlu buluyorum. Problemi anlamada etkili bir proje olarak bakıyorum... Öğrenciler daha sonra kağıt üzerinde de buradaki işlem adımlarını aynen yapacaktır diye düşünüyorum. Yani burada ne verildi ne isteniyor, hangi işlem ile başlayacağız nereden devam edeceğiz, işte bunları öğrendiği zaman kağıtta çözerken daha rahat olacaktır... Görsel şeyler de olduğu için daha iyi öğrenme gerçekleşecektir.”

K4: “Çocuklar problemi burada kademe kademe çözüyor. Mesela bir kademeyi doğru yaptığı zaman çocuk o kademede mutlu olabilir, problemin tamamının çözümünü yapmadan bir kademesinin çözümünü yaptığı zaman o motivasyonla diğer kademelere de gidebilir ve ona bir fayda sağlayabilir.”

“...ARTIMAT'ta verileri takip etmesi, problem üzerinde de verileri takip etmesine yardımcı olur. Bu becerilerini kağıt üzerine aktarmasına da katkı sağlar, bundan sonra bilgisayar üzerinde nasıl görmüşse o verileri kağıda aynı bilgisayardaki gibi aktarabilir, yani daha sistematik halde kağıda dökülebilir problemin çözümünü.”

#### 4.3.1.2. ARTIMAT'ı Kullanan Öğrencilerin Görüşleri

Bu bölümde, ARTIMAT'ı kullanan deney grubundaki 30 öğrenciye yazılı olarak uygulanan açık uçlu mülakat soruları (Ek-4) sonucunda elde edilen bulgular verilmektedir. Yapılan mülakatlarda, ARTIMAT'ın problem çözme becerisine katkısı sorulan mülakat soruları ile araştırılmıştır. Böylelikle ARTIMAT'ın, öğrencilerin problem çözme becerilerine nasıl bir katkı sağladığına yönelik bilgi elde edilebileceği düşünülmüştür. Öğrenci görüşlerinden elde edilen bulgular tablo 16' da verilmiştir.

Tablo 16. Öğrencilerin ARTIMAT ile İlgili Görüşleri

Çalışma Alt Problemi	Öğrenci Görüşleri	Frekans (n=30)
<i>ARTIMAT'ın problem çözme becerisine katkısı nedir?</i>	Daha iyi anlama, yorumlama ve uygulama sağlama	23
	Problem çözme yöntemi öğretme	25
	Kağıt üzerinde de adım adım çözmeyi sağlama	26
	Hareket problemlerini kolayca çözebilme	24
	Problemleri daha kolay ve hızlı çözme	18

Tablo 16'ya göre, öğrenciler ARTIMAT'ın problem çözme becerisine en çok sağladığı katkının kağıt üzerinde adım adım çözmeyi sağlamak olduğunu belirtmişlerdir. Daha sonra ARTIMAT'ın bir problem çözme yöntemi öğretme, hareket problemlerini kolayca çözebilme, problem çözmeyi daha kolay ve hızlı hale getirme, problem çözüm yöntemini öğretmek, problemlerin iyi anlaşılması, yorumlanması ve çözülmesini sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca problemlerin daha kolay anlaşılabilir şekilde problem çözüm esnasında süre kazandırdığını da ifade etmişlerdir.

Öğrencilere ilk olarak "ARTIMAT'ın kullanışlılığı ile ilgili görüşleriniz nelerdir? Hız problemlerini anlama veya bu konuda sahip olduğunuz zorlukları yenme adına ARTIMAT'ın size katkıda bulunduğunu düşünüyor musunuz?" sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen cevaplardan örnekler şu şekildedir:

Ö3: "Sistem kullanışlı, aşama aşama gidişi çok hoş. Hız problemlerini anlama ve bu konudaki zorlukları yenme adına katkıda bulunduğunu düşünüyorum. Aynı zamanda diğer problemleri nasıl aşama aşama yapacağımı da öğrendim."

Ö5: "Sistemi kullandıktan sonra giderek daha rahat, takılmadan soruları çözebildiğimi fark ettim. Şimdiye kadar kalemle, deftere yazarak soru çözmeye alışık olduğum için ilk başta zorlandıysam da artık bu sistemin çok yararlı olduğunu düşünüyorum. Kağıtta çözerken direk sonuca gitmeye çalışırdım ve soruları hiç çözemirdim veya çok zorlanırdım. Fakat ARTIMAT sayesinde artık kendim kağıda çözerken de adım adım problemi çözüyorum ve sonuca daha çabuk daha kolay varıyorum."

Ö8: "ARTIMAT hakkındaki düşüncem olumlu bana katkısı oldu. Çünkü problem çözmeye kolaylık sağlıyor. Problemlerimin çözümündeki adımları tek tek yaparak sonuca doğru ve kolay bir şekilde ulaşıyoruz. Soruda bilinmesi gereken ve bulunması gereken ifadeleri bularak soruyu daha iyi anlıyor ve yapıyorum."

- Ö13: *“ARTIMAT hız problemlerini anlama veya bu konuda sahip olduğum zorlukları yenme adına bana çok katkı sağlamıştır.”*
- Ö14: *“Gayet kullanışlı bir program. Hız problemlerindeki zorluk dereceleri benim için azaldı. İlk yapılan sınavda kağıtta tam olarak soru çözemeyen en azından şimdi 4-5 soru çözebiliyorum. Eğitici ve öğretici, zevkli bir program. En çok hoşuma giden kısım robot ile “Doğru Yoldasınız” yazısı. Çünkü bir şeyler yapabilme sevinci veriyor.”*
- Ö18: *“Bence katkıda bulunuyor. Çünkü bir yol sorusunu testte çözerken yanlışımları anlamayız ve devam ederiz. Ancak ARTIMAT ta yanlış yaptığımızda bizi uyarıyor. Bu da yanlışımları fark etmemizi sağlıyor.”*
- Ö24: *“Soruya hakim olma yönünden ve soruyu çözmeye ARTIMAT ın bana faydası oldu.”*
- Ö30: *“ARTIMAT sayesinde artık önüme gelen hareket problemlerini daha iyi çözüyorum. Problemin ne olduğuna nasıl çözüleceğine daha iyi karar veriyorum.”*

Verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin sistemin adım adım çözmeyi öğretmesi, kağıt üzerinde de adım adım çözümü öğretmesi, hız problemlerini çözmeye yaşanan sorunları gidermesi, konunun daha rahat ve iyi anlaşılmasıyla ilgili katkılar sağladığını belirttikleri görülmektedir.

Öğrencilere 2. olarak *“Problem çözme ile ilgili konuların daha iyi anlaşılabilmesi için problemlerin adım adım çözülmesi faydalı mıdır? ARTIMAT’ın bu özelliği hakkında neler düşünüyorsunuz?”* sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplardan örnekler şöyledir:

- Ö1: *“Evet, faydalıdır. Bir problemi çözerken adım adım ilerlemeliyiz. Çünkü problemin ikinci, üçüncü çözme aşamasına geldiğimizde zorlanmayız. ARTIMAT problemlerin bilgisayar üstünde adım adım çözülmesini istemesi ile bizim soruyu hem daha kolay bir şekilde hem de daha anlaşılır bir biçimde çözmemizi sağlıyor.”*
- Ö2: *“Evet çünkü bu şekilde bizim yanlışımlarımızı da belirliyor ve bu konudaki eksikliğimizi gidermemize katkı sağlıyor. Hız problemlerini yapamazdım ve nefret ederdim ama şimdi daha kolay geliyor.”*
- Ö5: *“ARTIMAT sitesine ilk girdiğimde problemleri bu yolla çözenin çok zor ve uzun olacağını düşünmüştüm. Fakat birkaç saat kullandıktan sonra giderek daha rahat, takılmadan çözebildiğimi fark ettim. Şimdiye kadar*

*kalemle, deftere yazarak soru çözmeye alışık olduğum için ilk başta zorlandıysam da artık bu sistemin çok yararlı olduğunu düşünüyorum. Kağıtta çözerken direk sonuca gitmeye çalışırdım ve soruları hiç çözemerdim veya çok zorlanırdım. Fakat ARTIMAT sayesinde artık kendim kağıda çözerken de adım adım problemi çözüyorum ve sonuca daha çabuk daha kolay varıyorum.”*

Ö10: *“Tabiki faydalıdır. Aklımız daha az karışır, çünkü önümüzde bir yığın belli belirsiz sayı topluluğu görmektense grup olarak görmek daha iyi hem de daha kolay öğreniliyor, o zamanda aklımıza iyi yerleşiyor ve akılda kalıcı oluyor. Bence ARTIMAT ın en çok da bu özelliği iyi...”*

Ö16: *“Evet katkısı oldu. Adım adım gittiğim için daha rahat anlıyorum soruları.”*

Ö17: *“Problemlerin adım adım çözülmesi faydalı bence. Çünkü adım adım çözerek ne yaptığımızı ve problemin bizden ne istediğini rahatlıkla buluyoruz ve problem aşamalarının karıştırılması engellenmiş oluyor.”*

Ö18: *“Evet oldu. Artık sistemde yaptığımı günlük hayatta kullanıp daha hızlı ve daha güvenilir bir şekilde çözüyorum.”*

Ö19: *“Evet çünkü problem adım adım çözüldünce daha doğru ve kesin bir sonuç oluyor. Bazen yanlış yapınca adım adım yazılıp işlem adım adım yapıldığından tekrar geri dönüp bakabiliyoruz.”*

Ö25: *“Adım adım çözüm yapılması problemi anlayabilmemi daha da kolaylaştırdı. Problemlerde verilenleri ve istenenleri adım adım yazdığımızda çözülmesi kolay oluyor.”*

Ö26: *“ARTIMAT kullanmaya başladıktan sonra problem çözmeye bakış açımda bir değişiklik oldu. Soruyu bölümlerine ayırarak zihnime fazla yük bindirmemiş oldum. Bu yüzden soruyu anlamam daha kolay oldu. Sistemin bu anlamda bana katkısı olduğunu düşünüyorum.”*

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde, sistemin adım adım çözme özelliği ile soruların daha anlaşılır ve kolay çözüldüğü, problemin daha iyi kavrandığı, adım adım çözenin öğrenildiği, sistematik olarak çözüm sağlandığı, çözüm yolları hakkında fikir elde edildiği, verilen bilgilerin organize edildiği, soruların yanlış çözümünün engellendiği, verilenlerin ve istenenlerin belirlendiği belirtilmiştir.

Öğrencilere üçüncü olarak *“Bir problemi çözerken ARTIMAT sisteminin problem çözümüne ilişkin adımlarını kağıt üzerinde de uygular mısınız? Niçin?”* sorusu sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

- Ö1: *“Uygularım problemleri çözmem de bana hem süre bakımından hem de anlaşılır olması bakımından fayda sağlıyor. Problemi daha kolay anlamamı sağlıyor. Ama bazen uygulamadan çözmeye çalışırım. Bunun bana yarar sağladığını ARTIMAT tarafından keşfettim.”*
- Ö6: *“Uygularım. Çünkü ARTIMAT sorunun nasıl çözüleceğini basamak basamak ayrıntısıyla vermiş. Biz soruları buradan çözerek soruların mantığını kavrayıp, kağıt üzerinde daha pratik yaparız.”*
- Ö10: *“Uygularım. Diğer soruda da dediğim gibi adım adım yaptığımda problemi daha hızlı da çözebilirim neden çünkü problemin içinde veriyi aramaktansa adım adım olması daha mantıklı hem adım adım çözdüğümüzde problemi doğru çözmemiz daha yüksek bir olasılık olur.”*
- Ö17: *“Evet uygularım. Çünkü adım adım çözerek ne yaptığımızı ve problemin bizden ne istediğini rahatlıkla buluruz ve problem aşamalarının karıştırılması engellenmiş olur.”*
- Ö23: *“Evet uygularım. Çünkü çözüme hem doğru hem de hızlı ulaşıyor.”*
- Ö26: *“ARTIMAT sisteminin problem çözümüne ilişkin adımlarını kağıt üzerinde uygularım. Çünkü klasik çözümle soruda cevabı ararken bir noktaya odaklanıyoruz. Bu yüzden soruda akıl üzerinden yapılan işlemler çabuk unutulabiliyor. İşlemler, çözümler kalıcı olmayabiliyor. Bu işlemleri kağıt üzerine aktarırsak, böylece yapılan işlemleri çabuk unutmayız.”*
- Ö27: *“Evet uygularım çünkü sonuca en iyi o şekilde varırım. Adım adım giderek düzenli bir şekilde yapıyoruz. Hem de adımları yazdıkça ne yapacağımız aklımıza geliyor. Soruyu iyi analiz edebiliyoruz.”*
- Ö30: *“Evet uygularım. Çünkü istenenleri yazınca ve adım adım gidince daha sağlıklı işlem yapabileceğime inandım.”*

Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; öğrenciler adım adım çözüm ile problemde istenilenlerin kolay bulunduğunu, daha hızlı ve doğru sonuca ulaşılacağını, işlemlerin daha kalıcı olacağını ve daha kısa sürede doğruya ulaşıldığını söylemişlerdir. Bu sebeplerden dolayı ARTIMAT sisteminin problem çözümüne ilişkin adımlarını kağıt üzerinde de uygulayacaklarını ifade etmişlerdir.

#### **4.3.1.3. ARTIMAT’ın Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi**

Çalışmanın, *“ARTIMAT’ın problem çözme becerisine katkısı nedir?”* alt problemi çerçevesinde elde edilen istatistiksel veriler aşağıdaki tablolarda verilmiştir. ARTIMAT’ın kullanımı neticesinde öğrencilerin problem çözme becerilerine sağlanabilecek katkının



akademik başarılarına yansımalarının belirlenmesi amacıyla öntest-sontest kontrol grubu yarı deneysel bir desende gerçekleştirilen uygulamadan sonra veriler toplanarak analiz edilmiştir.

Uygulama yapılan gruptaki öğrencilerin 2012-2013 eğitim-öğretim yılı I. dönemine ait matematik sınav notları ve LGS puanları alınarak öğrenim gördükleri sınıflara göre yapılan analizde notların ve puanların normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle iki grubun karşılaştırılmasında t testi kullanılmıştır. Tablo 17’de deney ve kontrol gruplarının LGS giriş puanları ve matematik dersi 1. arasınava notlarının karşılaştırılması verilmektedir.

Tablo 17. Deney ve Kontrol Grubu LGS ve Ara sınav Puanlarının Karşılaştırılması

	Gruplar	Öğrenci Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata Ortalaması	t	p
LGS Giriş	Deney	30	432,7149	7,58533	1,38489	-,122	,903
	Kontrol	30	432,9335	6,19007	1,13015		
1. Arasınava	Deney	30	3,0000	1,05045	,19179	,421	,676
	Kontrol	30	2,8667	1,38298	,25250		

Tablo 17’deki test sonuçlarına göre LGS giriş puanları bakımından deney ile kontrol grupları arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $t=-0.122$ ,  $p=0,903$ ). Deney grubunun LGS giriş ortalaması 432,7149, Kontrol grubunun LGS giriş ortalaması 432,9335’dir.

Yapılan öntestten elde edilen verilerin analizine göre ise deney ve kontrol gruplarının puanlarının normal dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle iki grubun karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Test sonuçları tablo 18’de verilmektedir.

Tablo 18. Deney ve Kontrol Grubu Öntest Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	Öğrenci Sayısı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Mann-Whitney U Testi	p
Deney	30	30.08	902.50	437.500	0.827
Kontrol	30	30.92	927.50		

Tablo 18’deki test sonuçlarına göre öntest doğru sayısı bakımından Deney ile Kontrol grupları arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Mann-Whitney U =437,50,  $p=0,827$ ). Buna göre grupların ön bilgileri birbirine eş değer bulunmuştur.

Sınıfların öntest-sontest sonuçlarının kendi içlerinde karşılaştırmasının analizinde öğrencilerin fark puanlarının normal dağılım göstermemesi nedeniyle ilişkili t testinin yerine Wilcoxon Signed Rank Test kullanılmıştır. Test sonuçları tablo 19’da verilmektedir.

Tablo 19. Deney ve Kontrol Grubu Öntest-Sontest Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar		Öğrenci Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	En az puan	En çok Puan	Wilcoxon Signed Ranks	p
Deney	Öntest	30	0.6000	1.13259	0.00	5.00	-4.832	0.000
	Sontest	30	4.3000	1.36836	2.00	8.00		
Kontrol	Öntest	30	0.6000	1.00344	0.00	4.00	-3.092	0.002
	Sontest	30	1.1667	1.46413	0.00	5.00		

Tablo 19’deki test sonuçlarına göre, Deney sınıfında öntest ile son test sonuçları arasında son test sonuçları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır (Wilcoxon Signed Ranks Test=-4.832,  $p<0.05$ ). Öğrencileri sontest puanlarında artış görülmektedir. Kontrol sınıfında da öntest ile son test doğru sayısı arasında istatistiksel olarak son test sonuçları lehine anlamlı bir farklılık vardır (Wilcoxon Signed Ranks Test=-3.092,  $p<0.05$ ). Öğrencilerin sontest puanlarında artış görülmektedir.

Farklı öğrenme ortamlarında olsa da yapılan eğitim sonucunda her iki grubun öntest-sontest sonuçları arasında anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Ancak gerçek manada hangi öğrenme ortamının akademik başarıyı daha çok arttırdığının anlaşılabilmesi için grupların sontest sonuçlarının karşılaştırılmasından faydalanılmıştır.

Grupların son test sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırmasının analiz sonuçları tablo 20’de verilmektedir.

Tablo 20. Grupların Sontest Sonuçlarının Karşılaştırması

Gruplar	Öğrenci Sayısı	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Mann-Whitney U Testi	p
Deney	30	43.40	1302.00	63.000	0.000
Kontrol	30	17.60	528.00		

Tablo 20’de gösterilen, deney ve kontrol gruplarının son test sonuçlarının karşılaştırmasında ARTIMAT’ı kullanan deney grubu öğrencilerinin hareket problemleri konusundaki akademik başarıları, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (Mann-Whitney U =63,00,  $p=0,001$ ).

#### 4.3.1.3.1. ARTIMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarını Arttırmaya Nasıl Katkı Sağladığı ile İlgili Öğretmen Görüşleri

ARTIMAT'ı kullanan deney grubu öğrencilerinin öğrenmelerine ve akademik başarılarının artmasına ARTIMAT'ın katkısının anlaşılabilmesi amacıyla hem öğretmenler hem de öğrenciler ile mülakatlar yapılarak görüşleri alınmıştır.

##### Öğretmen Görüşleri

Öğretmenlerle mülakat yapılarak ARTIMAT'ın özelliklerinin öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde ne gibi etkilerinin olabileceği anlaşılmaya çalışılmıştır. Öğretmenlere ilk olarak *“ARTIMAT'ın problemlerin çözümünde farklı çözüm yollarını göstermesini nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu özelliğin öğrencilerin başarılarına etkisi olacağını düşünüyor musunuz?”* sorusu, ikinci olarak *“Sizce ARTIMAT öğrenciye problem çözme sırasında yeterli yönlendirme yapabiliyor mu? Açıklayarak, önerileriniz varsa ne tür özelliklerin eklenmesini istersiniz?”* sorusu ve üçüncü olarak da *“Bir problemi çözerken izlenebilecek işlem adımlarını göz önünde bulundurarak ARTIMAT'ın problem çözerken kullanıcıyı yönlendirdiği işlem adımlarını değerlendiriniz?”* soruları yöneltilmiştir. Böylelikle, ARTIMAT'ın öğrenciye kazandırdıkları, sistemin farklı çözüm yollarını göstermesi konusundaki öğrenciye katkısı ve öğrenciye sağladığı yönlendirmeler ve bu yönlendirmelerin faydaları belirlenerek, ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin sebepleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretmenlerden elde edilen bulgular tablo 21' de gösterilmektedir.

Tablo 21. ARTIMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarını Arttırmaya Nasıl Katkı Sağladığı ile İlgili Öğretmen Görüşleri

Öğretmen Görüşleri	K1	K2	K3	K4	K5
Kendini değerlendirme imkanı sağlar	√	√		√	√
Her aşamada doğruluğu test edebilmeyi sağlar	√	√	√		
Öğrenciye bilgisini kontrol edebilme imkanı sağlar	√			√	
Yanlış işlemi devam ettirmemeyi sağlar	√		√		
Yönlendirme sağlar		√	√	√	√
Öğrencilerin farklı çözüm yollarını öğrenmelerine imkan verir		√	√	√	
Her aşamada motivasyon sağlar	√	√	√	√	
Adım adım ilerlemeyi sağlar		√		√	√
Hata yapılan konuların görülebilmesini sağlar				√	
Farklı öğrenen öğrencilere hitap eder	√				√

Tablo 21'e göre; K1, K2 ve K4 olarak kodlanan öğretmenler ARTIMAT'ın; Yapılan işlem adımlarının doğruluğunu test ederek, öğrencinin problem çözme sırasında bilgilerini kontrol edebilmesini ve böylelikle yapılan yönlendirmeler ile yanlış işleme devam etmeden farklı bir yolu deneme imkanı sağladığını belirtmiştir. Aynı öğretmenler yanlış yapılan işlemlerde sistemin öğrenciyi uyarması ve problem çözme sürecinde hata yapılan işlem adımlarının görülmesinin öğrenci için faydalı olduğunu ve sistemin öğrencinin kendini değerlendirebilme imkanı sağladığını da ifade etmiştir. K3 olarak kodlanan öğretmen ise sistemin öğrencilerin kendi çözüm yollarını seçebilme şansı verdiğini, hata yapılan işlem adımlarının görülerek sistemin öğrenciyi yönlendirdiğini, çözümün doğruluğunun kontrol edilebildiğini, kolay çözüm yolu sağladığını ve problemi çözmek için geçen zamanın görüldüğünü söylemiştir. Ayrıca, sistemdeki özellikle geri geri bildirimlerin öğrencilerin motivasyonunu artırdığını belirtmiştir. K4 ve K5 olarak kodlanan öğretmenler sistemin öğrencileri problem çözme basamakları için yönlendirerek çözümü buldurttuğunu ve öğrenciye yönelik ölçme değerlendirme süreci sağladığını ifade etmiştir. Bunlara ek olarak K4 olarak kodlanan öğretmen sistemin problem çözümünde adım adım ilerlemeyi öğrettiğini aynı zamanda öğrencilerin yanlışlarını da düzeltebildiği için faydalı olduğunu ve öğrenciyi sistemdeki problem çözme aşamalarının tümünde motive ettiğini belirtmiştir. Ayrıca K5 sistemin farklı öğrenme şekillerine sahip öğrencilerin kullanmasına imkan verdiğini de belirtmiştir.

Öğretmenlerin bu konudaki görüşlerinden alıntılar şöyledir:

*K1: "Hatalı işlem sonucunda devreye girmesi dolayısıyla geri dönüş yapması ve yanlış işleme devam etmeden tekrar baştan bilgileri kontrol etmesi gayet güzel."*

*K2: "Sistemin sizi yönlendirmesi güzel, yani verileri doğru girdiğinizde de yönlendiriyor, yanlış girdiğinizde de yönlendiriyor ve bence bu problemi çözerken işimizi daha da kolaylaştırıyor. En azından yanlış yaptıysam uyarı veriyor ve seni doğru yönlendiriyor. Ben açıkçası sistemin basamaklarını beğendim. Klasik siteme göre de daha yönlendirici buldum."*

*K3: "...Öğrencilerin başarılarına olumlu etkisi olacağını düşünüyorum bende kendi derslerimde sadece bu konu değil diğer konularda da varsa sorunun birkaç farklı çözüm yolunun hepsini veriyorum. Çünkü birini anlamazsa ötekini anlayabilir. Kişiden kişiye de değişebilir çözüm yolları, o yüzden ben hepsini yazıyorum. İsteyen istediği yoldan çözsün diyorum. Sistemde farklı yollar olduğunu gösteriyor bu da iyi bir şey"*

“...Problemlerin verilerini giriyorsun isteneni alıyorsun o sırada hata yaparsan uyarı veriyor. İşlem yapma sırasında gerekli uyarıları veriyor yani yönlendirmeler yeterli, verilenleri giriyorsun isteneni giriyorsun, eğer yanlış girmişsen nerede yanlış girdiğini söylüyor”

K4: “...Tabi problemi tek bir yoldan değil de değişik çözüm yollarıyla çözmek, çocuğun aklında ki tek bir yol dışında başka çözüm yollarının da olabileceğini gösterebilir ona. Yani, tek bir yolda ezberciliğe gitmiş gibi olur ama birkaç yolla çözebiliyorsa demek ki konuyu kavrayabiliyor. Bu sistem çocuğu ezbercilikten uzaklaştırıyor.”

“...Hatayı gösteriyor, uyarı veriyor. Mesela hatayı düzelttikten sonra diğer kademeye geçiyor bu yönüyle iyi. Öğrenci basitten zora doğru gittiğinde eğer soruyu kademe kademe çözebiliyorsa, orda ona bir heyecan verebilir ve çözdükçe daha da çözmek isteyebilir. Bu onun motivasyonunu da arttırabilir.”

“...Ölçme değerlendirme olarak da sistem problem çözme hakkında net bir bilgi verebilir, öğrenci ne kadar kavrayabildi, işlem yeteneği ne kadardır, çözebilme yeteneği ne kadardır, düşünebilme yeteneği ne kadar onlar hakkında ayrıntılı bir bilgi verebilir”

“...mesela oyunlardaki mantık bu, bilgisayar oyunlarında da bir kademeyi geçiyorsun ikinci kademeye ilerliyorsun. Birinci kademede verileri girince, doğru yapınca ilerleyebiliyorsun ve bu hoşuna gidiyor ikinciye geçmek istiyorsun ama yanlış yapınca uyarı verip düzelttiriyor.”

K5: “Sistemin yönlendirme yapması, öğrenciyi değerlendiriyor olması iyi. Yanlış bir şey girildiğinde sistemin uarması iyi.”

“...Öğrencilerin bir kısmında, farklı şekilde öğrenen öğrencilerin öğrenmesinde kolaylık yaratabilir.”

“...Sistem ölçme değerlendirmede de kullanışlı, yani bizim işimize yarar, çünkü bizden de sınav analizi istiyorlar genelde.”

### Öğrenci görüşleri

Öğretmenlerin görüşleri alındıktan sonra farklı başarı seviyelerinden 8 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Bu öğrenciler önceki mülakatta Ö1, Ö9, Ö10, Ö14, Ö17, Ö19, Ö21 ve Ö27 olarak kodlanan öğrencilerdir. Öğrenciler ile mülakat yapılarak ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarını arttırmasına nasıl katkı sağladığı anlaşılmaya çalışılmıştır. Alınan görüşler tablo 22'de verilmektedir.

Tablo 22. ARTIMAT'ın Öğrencilerin Akademik Başarılarını Arttırmasına Nasıl Katkı Sağladığı ile İlgili Öğrenci Görüşleri

Öğrenci Görüşleri	Frekans (n=8)
Farklı çözüm yolları gösterir ve çözüm yöntemi öğretir	7
Yanlış ve doğruyu gösterip uyarır	5
Motivasyon sağlar	6

Tablo 22'ye göre öğrenciler ARTIMAT'ın, problemlerin çözümü için bir yöntem öğretmesi ve gidilebilecek farklı çözüm yollarını göstermesi, problemin çözümünde yanlış yapılmıca uyarı vermesi ile öğrencinin hatasını görmesini ve düzeltebilmesini sağlaması veya doğru yolda gidildiğini belirten mesajların verilmesi ile motivasyonun artırılması sayesinde ARTIMAT'ın akademik başarılarına katkı sağladığını belirtmişlerdir.

ARTIMAT'ın öğrencilerin öğrenmelerine sağladığı katkının anlaşılabilmesi için öğrencilere “ARTIMAT kullanmaya başladıktan sonra problem çözmeye bakış açınızda bir değişiklik oldu mu? Sistemin size bu anlamda katkıda bulunduğunu düşünüyor musunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara örnekler şu şekildedir:

Ö1: “ARTIMAT’ın problemi adım adım çözdürmesinin faydalarını gördüm. Problemin çözümünde kolaylık ve anlaşılabilirlik sağladı. ARTIMAT bana hız problemlerinin çözümünde aklımda oluşan soruların yok olmasına katkı sağladı. Artık bir yöntemim var.”

Ö9: “Evet artık bu tür problemleri çözenin daha kolay ve eğlenceli olduğunu düşünüyorum.”

Ö10: “Katkıda bulundu şimdi en azından hiçbir şey yapamasam bile verilenleri yerine yerleştirebilirim diyorum. Ama önceden onu bile yapmazdım. Hatta hız sorularından nefret ederdim en azından şimdi eğlenceli gelmeye başladı.”

Ö14: “Soru kalabalık olunca genelde bizi bir korku sarar. Ama ARTIMAT sayesinde sorudaki her bilginin bir amaç etrafında birleştiğini fark ettim. Soruyu anlama ve yorumlamada da büyük etkisi var.”

Ö17: “Çünkü bir yol sorusunu testte çözerken yanlışımızı anlamayız ve devam ederiz. Ancak ARTIMAT ta yanlış yaptığımızda bizi uyarıyor. Bu da yanlışımızı fark etmemizi sağlar.”

Ö19: “Problemleri daha iyi çözmeye başladım, bu da moralimin düzelmesine katkı sağladı. Problemleri ARTIMAT’ ta çözmeden önce nasıl yapılacağını tam bilmiyordum. Problemin mantığını anlayamıyordum.

*Sonra problemi adım adım çözüp farklı problemlerle karşılaşınca hepsini çözememem de yapabiliyorum.”*

Ö21: *“ARTIMAT kullanmadan önce bu problemleri çözemiyordum, bu yüzden çözmek istemiyordum. Ama ARTIMAT kullandıktan sonra problemleri çözebildiğim için problemlerden korkmuyorum ve yeni problemler çözmek istiyorum.”*

Ö27: *“...Önceden hız problemlerini çözemezdim ve bana her zaman çok zor gelmiştir. ARTIMAT sayesinde soruları doğru yöntemle çözersem sonuca varabileceğimi düşünüyorum.”*

Öğrencilerin verdikleri cevaplara göre, ARTIMAT sistemi problemlerin çözümünde kolaylık ve anlaşılabilirlik sağlamış, problem çözmeyi kolay ve eğlenceli hale getirerek, öğrencilerde başarıya duygusu yaşatıp motivasyonu artırmış, soruları daha iyi anlama, yorumlama ve çözmeyi sağlamış, problem çözmek için bir yöntem öğretmiştir.

#### **4.3.2. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Analizinde ARTIMAT'ın Yeterlilikleri**

Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin analizinde ARTIMAT'ın yeterliliklerinin belirlenebilmesi için; ARTIMAT'ın istatistik modülünden alınan verilerden ve öğretmenlerin bu veriler ile yapılabilecek ölçme-değerlendirme faaliyetleri ile ilgili görüşlerinden faydalanılmıştır.

##### **4.3.2.1. ARTIMAT'ın İstatistik Modülünden Elde Edilen Veriler**

Öğrencilerin farklı zamanlarda bireysel olarak ARTIMAT'ta yapmış oldukları tüm işlemler adım adım tutularak, çözdükleri ve çözemedikleri sorular, problem çözme basamaklarında kullandıkları süre, yaptıkları hata sayıları ve aldıkları puanlar ile sınıfın genel ortalamaları kaydedilmektedir. Kaydedilen bu bilgiler ARTIMAT'ın istatistik modülü aracılığı ile öğretmen tarafından görülebilmekte ve detaylı analizler yapılabilmektedir. Böylelikle öğrencinin gelişimi, her problem çözme basamağında yaptığı işlemler ve çözdüğü sorular detaylı bir şekilde görülebilir ve sınıfın geneli ile karşılaştırılabilir.

Çalışmanın, *“Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin analizinde ARTIMAT'ın yeterlilikleri nelerdir?”* alt problemi çerçevesinde, Tablo 23'de çözdüğü soru sayısı, soru çeşidi ve sistemde bulunduğu süre bilgilerine bakılarak, rasgele seçilen bir öğrencinin bakmış olduğu sorular ve bu sorulardaki durumu problem çözme basamaklarına bağlı olarak detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 23. ARTIMAT'tan Örnek Olarak Alınan Öğrencinin Puan Tablosu

ID	SORU METNİ	ZD	D	A1P	A2P	A3P	A4P	SP	A1S	A2S	A3S	A4S	SS	A1H	A2H	A3H	A4H	HS
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor, 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	3	1	0,363	0,292	0,292	0,392	0,391	00:00:42	00:01:15	00:01:41	00:00:19	00:03:57	0	0	0	0	0
253	A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve birbirlerine doğru iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor, 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?	3	1	0,289	0,218	0,144	0,214	0,232	00:01:09	00:02:11	00:02:38	00:00:07	00:05:05	0	0	1	0	1
256	A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor, ikinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?	4	1	0,476	0,576	0,576	0,576	0,578	00:00:25	00:00:26	00:00:26	00:00:18	00:01:35	1	0	0	0	1
259	A ve B den birbirlerine doğru aynı anda 60 km/sa ve 65 km/sa hızlarla yola çıkan iki araç A dan 300 km uzaklıktaki C şehrinde karşılaşıyorlar. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?	3	0	0	0	0	0	0	00:01:55	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:01:55	3	0	0	0	3
261	A ve B şehirleri arası 600 km'dir, A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli birbirlerine doğru hareket ediyorlar, 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalır?	3	1	0,218	0,144	0,214	0,214	0,199	00:01:15	00:01:27	00:01:10	00:00:09	00:04:01	1	0	0	0	1
263	A ve B kentleri arası 180 Km'dir, A kentinden saatte 20 km ve B kentinden saatte 25 km hızlarla iki araç aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar, Karşılaştıklarında A dan yola çıkan araç kaç km yol almıştır.	2	0	0,505	0,314	0,145	0	0,113	00:01:25	00:00:52	00:00:42	00:00:00	00:02:59	1	0	2	0	3
263	A ve B kentleri arası 180 Km'dir, A kentinden saatte 20 km ve B kentinden saatte 25 km hızlarla iki araç aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar, Karşılaştıklarında A dan yola çıkan araç kaç km yol almıştır.	2	1	0,505	0,214	0,362	0,362	0,383	00:00:18	00:00:11	00:00:19	00:00:04	00:00:52	1	1	0	0	2
275	Aralarında 500 km mesafe bulunan iki araç 60 km/sa ve 70 km/sa hızla aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar, 3 saat sonra aralarındaki uzaklık kaç kilometre olur?	3	1	0,502	0,214	0,214	0,214	0,328	00:00:43	00:00:52	00:00:18	00:00:04	00:01:57	2	0	0	0	2
505	Bir araç 5 saatte aldığı yolu dönüşte 65 km/s hızla 7 saatte almıştır. Bu araç dönüşte hızını saatte kaç kilometre azaltmıştır?	3	0	0,363	0,144	0,218	0,289	0,27	00:00:45	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:45	3	0	0	0	3
505	Bir araç 5 saatte aldığı yolu dönüşte 65 km/s hızla 7 saatte almıştır. Bu araç dönüşte hızını saatte kaç kilometre azaltmıştır?	3	1	0,289	0,144	0,218	0,289	0,241	00:03:27	00:03:54	00:01:19	00:00:51	00:09:31	0	1	1	0	2



Tablo 23'ün devamı

582	Bir araç A şehrinde 100 km/sa hızla gitmiş ve V km/sa hızla dönmüştür. Gidiş- dönüşte aracın ortalama hızı 120 km/sa olduğuna göre, V kaçtır?	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
593	A kentinden hızları saatte 35 km ve V km olan iki araç aynı anda zıt yönlere hareket ediyorlar, 4 saat sonra iki aracın arasındaki uzaklık 220 km olduğuna göre, araçların hızları farkı saatte kaç kilometredir?	4	1	0,218	0,218	0,218	0,219	00:00:13	00:00:39	00:00:24	00:00:03	00:01:19	0	0	1
594	Hızları farkı 8 km/saat olan iki bisikletli, aynı noktadan, aynı anda, zıt yönde hareket ediyorlar. Hareketlerinden 1 saat sonra aralarındaki uzaklık 40 km olduğuna göre, daha yavaş giden bisikletlinin hız kaç km/saat'tir?	3	0	0,576	0,283	0,283	0,357	0,412	00:02:28	00:02:58	00:00:05	00:08:25	1	1	0
595	A ve B şehirleri arasında A dan 100 km/s ve B 'den 90 km/s hızlarla ve birbirlerine doğru hareket eden iki araç 3,5 saat sonra karşılaşıklarına göre, A ve B şehirleri arası kaç km'dir?	2	1	0,214	0,362	0,362	0,305	00:01:13	00:01:20	00:00:47	00:00:17	00:03:37	0	0	0
597	Saatteki hızları sırası ile 40 km ve 30 km olan iki araç, A ve B noktalarından aynı anda birbirlerine doğru hareket edip C noktasına aynı anda varıyorlar, $ AB =280$ km olduğuna göre, $ BC $ kaç kilometredir?	2	1	0,214	0,204	0,214	0,215	00:01:12	00:01:23	00:01:24	00:00:04	00:04:03	0	1	0
597	Saatteki hızları sırası ile 40 km ve 30 km olan iki araç, A ve B noktalarından aynı anda birbirlerine doğru hareket edip C noktasına aynı anda varıyorlar, $ AB =280$ km olduğuna göre, $ BC $ kaç kilometredir?	2	0	0,214	0,214	0	0,115	00:02:33	00:03:20	00:00:00	00:00:00	00:05:53	1	2	0
600	Bir araç A noktasından B noktasına saatte 120 km hızla gidip, 60 km hızla dönmektedir, Bu aracın ortalama hızı saatte kaç kilometredir?	3	0	0,431	0,114	0,214	0	0,321	00:01:47	00:02:41	00:00:32	00:00:00	0	2	1
602	Bir araç A kentinden B kentine 60 km/sa hızla gidip 40 km/sa hızla geri dönmüştür. Bu aracın gidiş dönüşteki ortalama hızı kaç km/sa'tir?	3	0	0,433	0,214	0,299	0	0,201	00:01:15	00:04:17	00:00:06	00:00:00	0	2	1
603	Bir hareketli A dan B ye saatte 80 km hızla gidip saatte V km hızla dönerse gidiş ve dönüşteki ortalama hızı saatte 96 km olduğuna göre, V kaçtır?	3	1	0,144	0,144	0,124	0,576	0,22	00:02:09	00:03:10	00:02:15	00:00:29	0	0	1
605	A kentinden B kentine giden bir araç hızını 50 km/sa kadar azaltırsa bu yolu 8 saatte, hızını 40 km/sa arttırsa 5 saatte alıyor, A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	3	0	0,502	0,283	0,283	0,505	0,409	00:02:03	00:02:48	00:00:36	00:00:21	00:05:48	1	0
605	A kentinden B kentine giden bir araç hızını 50 km/sa kadar azaltırsa bu yolu 8 saatte, hızını 40 km/sa arttırsa 5 saatte alıyor, A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	3	0	0,289	0,144	0,144	0,292	0,227	00:00:44	00:01:13	00:00:47	00:00:34	00:03:18	0	0
607	Bir araç A ile B kentleri arasında 4 saatte gidebiliyor, Eğer hızını 15 km/sa azaltırsa yolu 5 saatte tamamlayabiliyor, A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	3	0	0,576	0,357	0,357	0	0,324	00:02:27	00:01:19	00:02:49	00:00:00	00:06:35	0	0
607	Bir araç A ile B kentleri arasında 4 saatte gidebiliyor, Eğer hızını 15 km/sa azaltırsa yolu 5 saatte tamamlayabiliyor, A ile B kentleri arası kaç kilometredir?	3	1	0,576	0,214	0,288	0,288	0,384	00:00:54	00:01:10	00:00:51	00:00:18	00:03:13	1	0

Tablo 23'ün devamı

610	Bir araç A ve B kentleri arasında saatte V km hızla 4 saatte gidip, saatte V+15 km hızla 3 saatte dönüyor, Buna göre	3	1	0,292	0,144	0,144	0,431	0,253	00:03:45	00:03:51	00:03:06	00:00:33	00:11:15	0	0	0	0
610	Bir araç A ve B kentleri arasında saatte V km hızla 4 saatte gidip, saatte V+15 km hızla 3 saatte dönüyor, Buna göre	3	1	0,363	0,214	0,214	0,496	0,322	00:02:31	00:02:49	00:01:33	00:00:12	00:07:05	1	0	0	1
610	Bir araç A ve B kentleri arasında saatte V km hızla 4 saatte gidip, saatte V+15 km hızla 3 saatte dönüyor, Buna göre	3	1	0,215	0,144	0,214	0,288	0,211	00:01:53	00:02:16	00:00:22	00:00:18	00:04:49	0	0	0	0
613	Bir adam evden işe saatte 120 km hız ile giderse 2 saat erken, saatte 60 km hızla giderse 2 saat geç kalıyor, Bu adamın işyeri evinden kaç km uzaktadır?	4	1	0,214	0,214	0,214	0,215	00:00:12	00:00:06	00:00:02	00:00:37	0	0	0	0	0	0
617	400 km uzaklıktaki bir şehre 5 saatte giden otobüsün, 4 saatte gidebilmesi için hızını kaç km/sa arttırması gerekir?	2	1	0,505	0,431	0,505	0,489	00:00:37	00:00:34	00:01:13	00:00:13	00:02:37	1	0	0	1	2
619	Bir araç saatte 135 km hızla 6 saatte gittiği bir yolu 9 saatte dönmesi için dönüşteki hızı saatte kaç km olmalıdır?	2	1	0,214	0,214	0,214	0,215	00:00:08	00:00:42	00:00:45	00:00:06	00:01:41	0	0	0	0	0
621	Bir araç 12 saatte gittiği 480 km'lik yolu dönüşte hızını 2 kat artırarak kaç saatte döner?	2	0	0	0	0	0	00:00:04	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:04	3	0	0	0	3

Doğru Çözülen Soru Sayısı	18
Yanlış Çözülen Soru Sayısı	12
Toplam Soru Sayısı	30

Öğrenci puanları tablosunda yer alan kısaltmaların anlamları tablo 24'de verilmektedir.

Tablo 24. Öğrenci Puanları Tablosunda Yer Alan Kısaltmaların Anlamları

ID: Sorunun sistemdeki kayıt numarası	ZD: Soru zorluk düzeyi	D: Soru çözme durumu (1-Çözdü, 0-Çözemedi)
A1P: Anlama basamağı puanı	A2P: Strateji seçimi basamağı puanı	A3P: Stratejinin uygulanması basamağı puanı
A4P: Değerlendirme basamağı puanı	SP: Sorunun puanı	A1S: Anlama basamağında kullanılan süre
A2S: Strateji seçimi basamağında kullanılan süre	A3S: Stratejinin uygulanması basamağında kullanılan süre	A4S: Değerlendirme basamağında kullanılan süre
SS: Soru için harcanan toplam süre	A1H: Anlama basamağında yapılan hata sayısı	A2H: Strateji seçimi basamağında yapılan hata sayısı
A3H: Stratejinin uygulanması basamağında yapılan hata sayısı	A4H: Değerlendirme basamağında yapılan hata sayısı	HS: Soruda yapılan toplam hata sayısı

Tablo 25. ARTIMAT'tan Örnek Olarak Alınan Öğrencinin Ortalama Puanları

Ortalama	Puan	Süre	Hata Sayısı
Anlama Basamağı	0,647	00:01:23	0,8
Strateji Seçimi Basamağı	0,425	00:01:33	0,333
Stratejinin Uygulanması Basamağı	0,445	00:00:53	0,367
Değerlendirme Basamağı	0,501	00:00:12	0,233
Soru	0,519	00:04:01	0,433

Tablo 23'e bakıldığında öğrencinin hangi zorluk düzeyinde ne kadar soruya baktığı, bunların kaçını doğru kaçını yanlış çözdüğü, problem çözmenin her adımından kaç puan aldığı, ne kadar süre harcadığı ve kaç hata yaptığı açık bir şekilde görülebilmektedir. Ayrıca tabloda, her soru için kaç puan aldığı, ne kadar süre harcadığı ve kaç hata yaptığını görmek mümkündür.

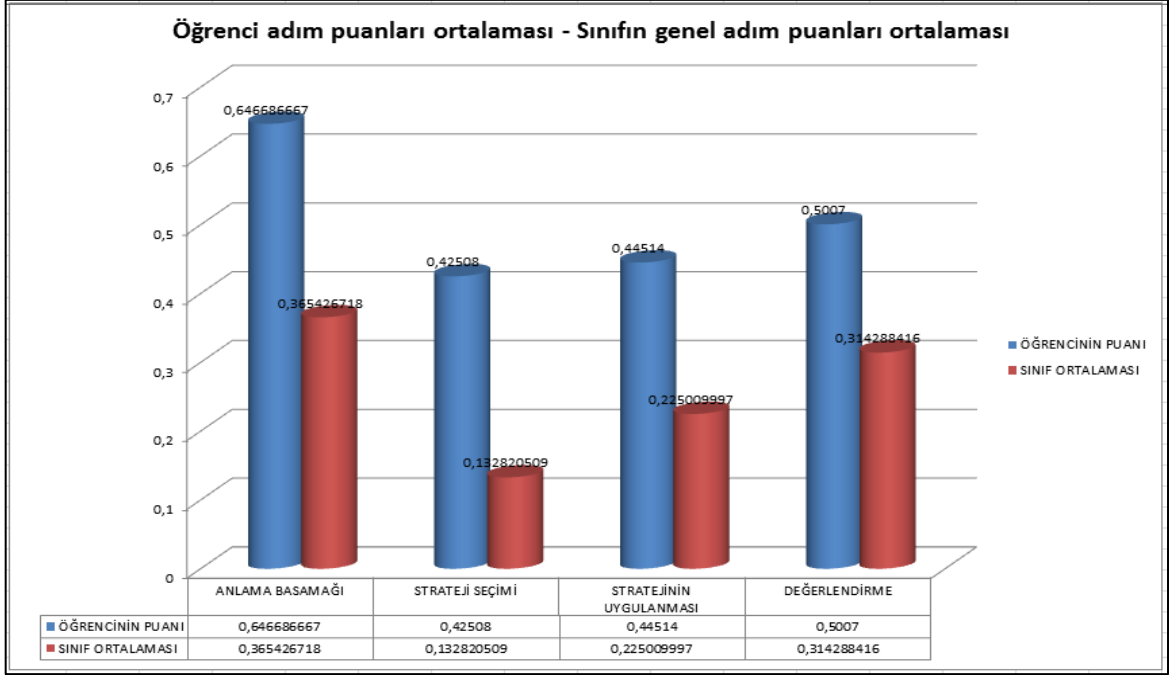
Tablo 25'e bakıldığında ise tüm problemler sonunda öğrencinin problem çözmenin her basamağında ve sorunun tamamında aldığı ortalama puanları, harcadığı ortalama süreleri ve ortalama hata sayılarını görmek mümkündür. ARTIMAT ın istatistik modülünden elde edilen bu bulgular öğrencilerin durumu hakkında detaylı analizler yapılabilmesi amacıyla öğretmenlere raporlanmaktadır.

Ayrıca öğrencinin durumunun sınıfın geneli ile karşılaştırılabilmesi için Tablo 26'da ARTIMAT'ın istatistik modülünden alınan sınıf ortalamaları da verilmektedir.

Tablo 26. ARTIMAT'dan Elde Edilen Sınıf Ortalamaları

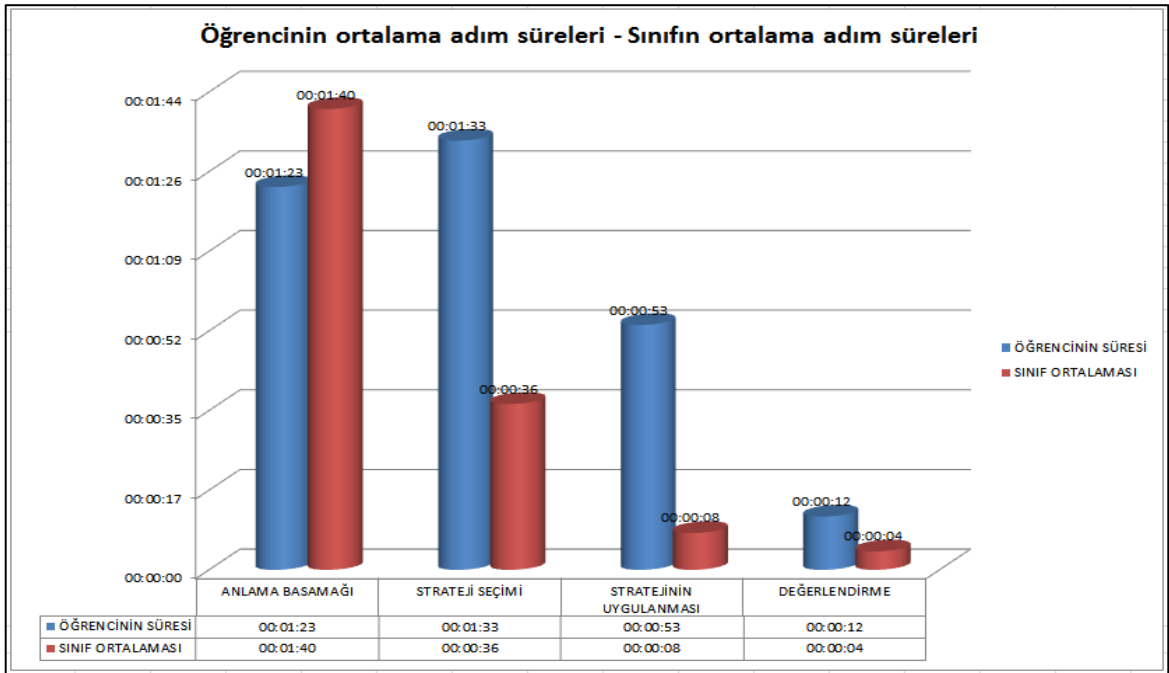
Ortalama	Puan	Süre	Hata Sayısı
Anlama Basamağı	0,365	00:01:40	0,817
Strateji Seçimi Basamağı	0,133	00:00:36	0,088
Stratejinin Uygulanması Basamağı	0,225	00:00:08	0,074
Değerlendirme Basamağı	0,314	00:00:04	0,466
Soru	0,365	00:00:36	0,622

Tablo 26'da verilen bulgular ile öğrencinin puanlarının karşılaştırılması yoluyla öğrencinin sınıf içerisindeki durumu da daha iyi anlaşılacaktır. Aşağıda verilen grafikler (grafik 1, 2 ve 3) öğrencinin daha net bir şekilde değerlendirilebilmesi için oluşturulmuştur.



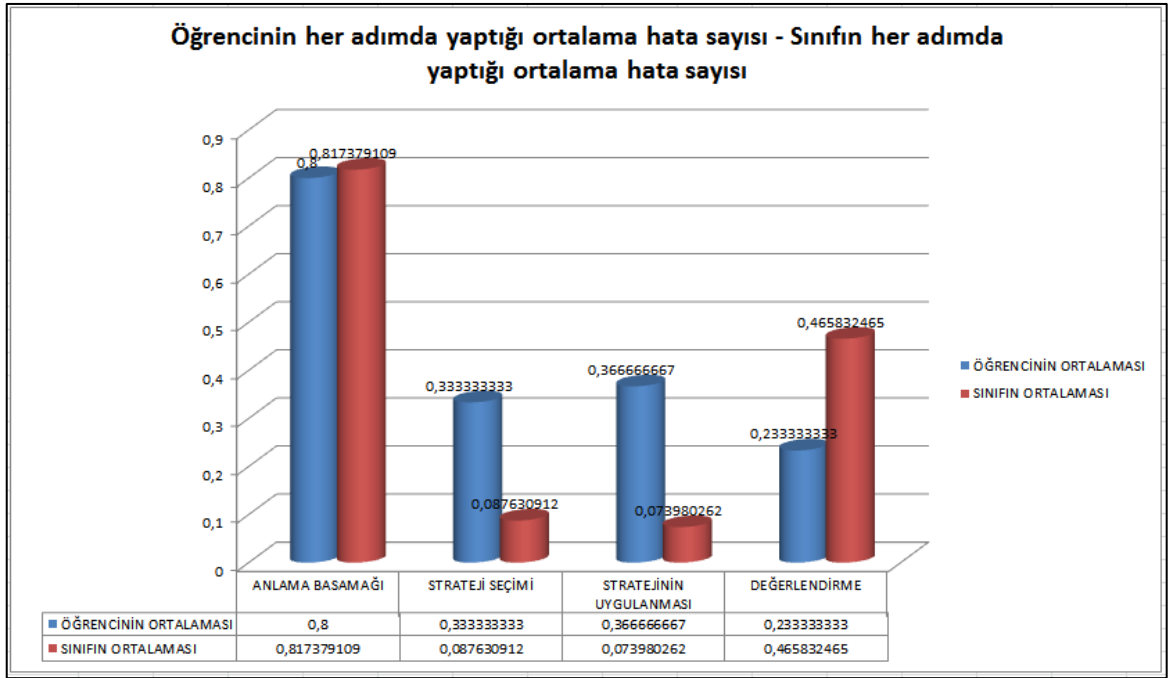
Grafik 1. Ortalama adım puanları karşılaştırma grafiği

Grafik 1'de mavi sütunda gösterilen örnek öğrencinin problem çözme adımlarında elde ettiği ortalama puanlar, kırmızı sütunda gösterilen ise sınıfın tamamının ortalamalarıdır. Grafiğe bakıldığında tüm adımlarda öğrenci ortalamalarının genel ortalamasının üstünde çıktığı görülmektedir.



Grafik 2. Ortalama adım süreleri karşılaştırma grafiği

Grafik 2'de mavi sütunda gösterilen öğrencinin problem çözme adımlarında harcadığı ortalama süreleri, kırmızı sütunda gösterilen ise sınıfın tamamının ortalamalarıdır. Grafiğe bakıldığında sadece anlama basamağında öğrencinin harcadığı ortalama zamanın genel ortalamasının altında olduğu, diğer basamaklarda ise sınıf ortalamasından çok daha fazla zaman harcadığı görülmektedir. Özellikle stratejinin uygulanması basamağında harcanan zamanın sınıf ortalamasının yaklaşık 7 katı kadar fazla olduğu görülmektedir.



Grafik 3. Ortalama hata sayıları karşılaştırma grafiği

Grafik 3'de mavi sütunda gösterilen öğrencinin problem çözme adımlarında yaptığı ortalama hata sayısını, kırmızı sütunda gösterilen ise sınıfın tamamının ortalamalarıdır. Grafiğe bakıldığında sadece anlama basamağında öğrencinin yaptığı ortalama hata sayısı ile genel ortalamasının çok yakın olduğu, strateji seçimi ve stratejinin uygulanması basamaklarında öğrencinin sınıf ortalamasına göre çok daha fazla hata yaptığı, değerlendirme basamağında ise sınıf ortalamasının öğrencinin ortalamasının yaklaşık 2 katı kadar fazla olduğu görülmektedir.

ARTIMAT'tan elde edilen bu veriler genel olarak öğrencinin problem çözme adımlarında farklı kriterlerden elde ettiği puanları ve ortalamaları sınıfın geneli ile de karşılaştırma imkanı veren bir şekilde görebilmeyi sağlamaktadır. Bu verilerin haricinde öğrencinin her adımda gerçekte ne işlem yaptığını ve tam olarak hangi problem çözme basamağında hangi hatayı yaptığını görebilmek için ARTIMAT'ın istatistik modülünün

adım durum sekmesinde yer alan bulgulara bakmak gerekmektedir. Tablo 27’de aynı öğrencinin problem çözmenin her adımında neler yaptığını daha ayrıntılı görmek mümkündür. Tablonun tamamı çok uzun olduğu için tablo 27’de bir soru örnek gösterilmiştir.

Tablo 27. Öğrenci Adım Durum Tablosu

ID	KAYIT TARİHİ	ADIM NO	YAPILAN İŞLEM	DURUM	HAK	PROBLEM ÇÖZME BASAMAĞI
253	14.12.2012 14:55	1	VERİLENERİN ve İSTENENİN YAZILMASI	1	0	PROBLEMİ ANLAMA BASAMAĞI
	14.12.2012 14:56	2	1. ARACIN GİTTİĞİ YOL BULUNMASI	1	0	PLAN YAPMA BASAMAĞI
	14.12.2012 14:56	3	1. ARACIN GİTTİĞİ YOL DEĞERİ BULUNAMADI	0	1	PLANI UYGULAMA VE KONTROL BASAMAĞI
	14.12.2012 14:57	4	1. ARACIN GİTTİĞİ YOL BULUNMASI	1	1	PLAN YAPMA BASAMAĞI
	14.12.2012 14:58	5	1. ARACIN GİTTİĞİ YOL DEĞERİ BULUNDU SONUÇ = 350	1	1	PLANI UYGULAMA VE KONTROL BASAMAĞI
	14.12.2012 14:58	6	2. ARACIN GİTTİĞİ YOL BULUNMASI	1	1	PLAN YAPMA BASAMAĞI
	14.12.2012 14:59	7	2. ARACIN GİTTİĞİ YOL DEĞERİ BULUNDU SONUÇ = 250	1	1	PLANI UYGULAMA VE KONTROL BASAMAĞI
	14.12.2012 14:59	8	GİDİLEN YOLLARIN TOPLAMI BULUNMASI	1	1	PLAN YAPMA BASAMAĞI
	14.12.2012 14:59	9	GİDİLEN YOLLARIN TOPLAMI DEĞERİ BULUNDU SONUÇ = 600	1	1	PLANI UYGULAMA VE KONTROL BASAMAĞI
	14.12.2012 15:00	10	ARAÇLAR ARASINDA KALAN YOL BULUNMASI	1	1	PLAN YAPMA BASAMAĞI
	14.12.2012 15:00	11	PROBLEM ÇÖZÜLDÜ ve XF IN DEĞERİ 120 olarak bulundu	1	1	PLANI UYGULAMA VE KONTROL BASAMAĞI

DURUM=Adımın çözüme durumudur (1= Doğru çözüldü, 0= Hata yapıldı)

Tablo 27’ye bakıldığında öğrencinin 253 kayıt numaralı soruyu çözme tarihi, kaç adımda çözdüğü, her adımda hangi işlemleri yaptığı ve bu işlemleri doğru yapıp yapmadığı ile kullandığı hak sayısı ve hangi basamakta olduğu bilgileri görülmektedir. Bu soru için öğrencinin 14.12.2012 14:56 tarih ve saatinde çözüme başladığı, soruyu 11 adımda çözdüğü, 3. adımda “PLANI UYGULAMA VE KONTROL BASAMAĞI” basamağında 1 hata yaptığı ve geri kalan adımlarda başka hata yapmayarak soruyu yaklaşık 5 dk’da doğru olarak çözdüğü tablodan görülmektedir.

Öğretmenlere raporlanan bir başka tabloda ise soru bazı analizlerin yapılabilmesini sağlamak için tüm soruların sorulma sayıları, toplam doğru, yanlış ve boş geçilme sayıları ile problem çözmenin her adımı için toplam ve ortalama çözüm süreleri, adım puanları ve kullanılan hak bilgileri yer almaktadır. Bu tablodan elde edilen veriler ile öğrencinin her soru için durumu sınıfın geneli ile karşılaştırılarak daha da detaylı bir analiz gerçekleştirilebilmektedir. Tablo 28'de soruya göre öğrenci-sınıf karşılaştırması tablosu gösterilmektedir.

Tablo 28. Soruya Göre Öğrenci-Sınıf Karşılaştırması

SID	DÇS	YÇS	TSS	TA1P	TA2P	TA3P	TA4P	TP	TA1S	TA2S	TA3S	TA4S	TA1H	TA2H	TA3H	TA4H
253	32	52	84	25,201	21,485	18,41	24,489	22,961	02:51:00	00:48:49	00:38:17	00:19:00	40	16	25	41
Sınıf	Ortalama	0,3	0,2558	0,2192	0,2915	0,2734	0,2915	0,2734	00:02:02	00:00:35	00:00:27	00:00:13	0,48	0,19	0,3	0,49
Öğrenci	1. Çözüm	0,289	0,218	0,144	0,214	0,232	0,392	0,391	00:01:09	00:02:11	00:02:38	00:00:07	0	0	1	0
Öğrenci	2. Çözüm	0,363	0,292	0,292	0,392	0,391	0,392	0,391	00:00:42	00:01:15	00:01:41	00:00:19	0	0	0	0
SID	DÇS	YÇS	TSS	TA1P	TA2P	TA3P	TA4P	TP	TA1S	TA2S	TA3S	TA4S	TA1H	TA2H	TA3H	TA4H
261	48	81	129	49,033	25,446	28,314	35,854	37,154	05:18:33	01:33:34	01:11:42	00:22:10	53	24	37	51
Sınıf	Ortalama	0,3801	0,1973	0,2195	0,2779	0,288	0,2779	0,288	00:02:28	00:00:44	00:00:33	00:00:11	0,41	0,19	0,29	0,4
Öğrenci	1. Çözüm	0,218	0,144	0,214	0,214	0,199	0,214	0,199	00:01:15	00:01:27	00:01:10	00:00:09	1	0	0	0
SID	DÇS	YÇS	TSS	TA1P	TA2P	TA3P	TA4P	TP	TA1S	TA2S	TA3S	TA4S	TA1H	TA2H	TA3H	TA4H
605	40	84	124	53,948	29,331	30,145	42,366	41,523	01:54:00	02:16:33	01:16:30	00:20:07	62	1	15	41
Sınıf	Ortalama	0,4351	0,2365	0,2431	0,3417	0,3349	0,3417	0,3349	00:00:55	00:01:06	00:00:37	00:00:10	0,5	0,01	0,12	0,33
Öğrenci	1. Çözüm	0,502	0,283	0,283	0,505	0,409	0,505	0,409	00:02:03	00:02:48	00:00:36	00:00:21	1	0	0	2
Öğrenci	2. Çözüm	0,289	0,144	0,144	0,292	0,227	0,292	0,227	00:00:44	00:01:13	00:00:47	00:00:34	0	0	0	3

Tablo 29. Soruya Göre Öğrenci-Sınıf Karşılaştırması Kısaltmalarının Anlamları

SID: Sorunun sistemdeki kayıt numarası	DÇS: Doğru çözüm sayısı	YÇS: Yanlış çözüm sayısı
TSS: Toplam sorulma sayısı	TA1P: Toplam anlama basamağı puanı	TA2P: Toplam Strateji seçimi basamağı puanı
TA3P: Toplam stratejinin uygulanması basamağı puanı	TA4P: Toplam değerlendirme basamağı puanı	TP: Toplam puan
TA1S: Toplam anlama basamağında kullanılan süre	TA2S: Toplam strateji seçimi basamağında kullanılan süre	TA3S: Toplam stratejinin uygulanması basamağında kullanılan süre
TA4S: Toplam değerlendirme basamağında kullanılan süre	TA1H: Toplam anlama basamağında yapılan hata sayısı	TA2H: Toplam strateji seçimi basamağında yapılan hata sayısı
TA3H: Toplam stratejinin uygulanması basamağında yapılan hata sayısı	TA4H: Toplam değerlendirme basamağında yapılan hata sayısı	

Tablo 28’de ARTIMAT’ta öğrencilerin çözdüğü 253, 261 ve 605 kayıt numaralı üç sorunun toplam değerleri ile seçilen bir öğrencinin değerlerinin karşılaştırması verilmektedir. ARTIMAT’ın istatistik modülünden elde edilen bu tabloda; sorunun doğru ve yanlış çözüm sayıları, toplam ve ortalama adım puanları, adım süreleri ve hata sayıları görülebilmekte ve bu bilgiler öğrencinin değerleri ile kıyaslanabilmektedir. Bu şekilde her bir öğrenci için her bir soruda kıyaslama yapılabilenkte ayrıca sorularda birbiriyile kıyaslanabilmektedir.

#### 4.3.2.2. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Analizinde ARTIMAT’ın Yeterlilikleri ile İlgili Öğretmen Görüşleri

ARTIMAT’ın istatistik modülünün değerlendirilmesinde ARTIMAT’dan alınan veriler öğretmenler tarafından da değerlendirilmiştir. ARTIMAT’ı kullanan 5 matematik öğretmeni ile yapılan mülakat sonucunda, öğretmenlerin ARTIMAT’ın öğrencilerin problem çözme süreçlerinin analizindeki yeterlilikleri ilgili düşüncelerine ait bulgular tablo 24’de verilmiştir.



Tablo 30. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Analizinde ARTIMAT'ın Yeterlilikleri ile İlgili Öğretmen Görüşleri

Öğretmen Görüşleri	K1	K2	K3	K4	K5
Yapılabilen soru tarzlarını gösterir	√		√		
Soruyu çözme süresini gösterir	√	√	√	√	√
Sorunun hangi aşamasında sıkıntı yaşandığını gösterir	√	√		√	√
Sorunun tekrarlı çözümleri arasındaki farkları görebilmeyi sağlar	√		√		
Zamandan kazandırır	√	√			√
Süreçle ilgili verileri detaylıca görebilmeyi sağlar		√	√	√	
Öğrencinin soruyu kavrama, çözebilme ve işlem yeteneğinin anlaşılmasını sağlar				√	
Ne kadar hata yapıldığını gösterir				√	

Tablo 30'a göre, K1 olarak kodlanan öğretmen ARTIMAT'ın yapılan soruları ve problem çözümü için geçen süreyi gösterdiğini, problemin çözümünde hangi aşamada sıkıntı yaşandığını ve tekrar çözüldüğünde öğrencinin farklı olduğu aşamaları görmeyi sağladığını ifade etmiştir. K2 olarak kodlanan öğretmen ARTIMAT'ın değerlendirme yapma biçiminin zamandan kazandırdığını, bütün verileri ve soru çözümünde geçen zamanın görülmesinin mümkün olduğunu ifade etmiştir. K3 olarak kodlanan öğretmen de zamandan kazandırmanın yanı sıra öğrencinin puanının da görüldüğünü belirtmiştir. K4 ve K5 olarak kodlanan öğretmen ise ARTIMAT'ın harcanan zamanı ve hata yapılan adımların görülmesini ölçme -değerlendirme açısından faydalı bulmuştur. K4 bunlara ek olarak ARTIMAT ile öğrencilerin problemi kavrama, çözme ve işlem yeteneğinin açıkça anlaşıldığını söylemiştir.

Öğretmenlerin bu konudaki ifadeleri şöyledir:

*K1: "...Ölçme yönünden oldukça yararlı olabilecek şekilde. Yani hangi tarz soruları yapabiliyorsun hangilerini yapamıyorsun şeklinde bilgi veriyor bu da faydalı. Değerlendirme yönünden de çok avantajlı. Süre ve çözme hızı, çözüm yaparken sıkıntının anlamada mı yoksa çözümede mi olduğu bilgilerinin alınmasını sağlıyor. Bizim için çok güzel yani mantık güzel, ilk yaptığı ile ikinci üçüncü sefer yaptığı sorular arasındaki farkları da görebiliyoruz"*

*K2: "Ölçme değerlendirme olarak çok iyi çünkü zamandan kazandırıp kâğıt okumak için harcanan zamandan kazandırıyor. Öğrenciler açısından da benim açımdan da tam bir değerlendirme yapmak için çok iyi olur, her şeyi"*

*görebiliyorsunuz bütün veriler elinizde oluyor. Neyi ne kadar sürede yaptığını gösteriyor. Ölçme ve değerlendirme açısından iyi olduğunu düşünüyorum. Sistemi kullanan öğrenciler klasik yöntemden daha başarılı oldukları demek ki akademik başarı yönünden daha faydalı...”*

*K3: “Eğer bir öğrenci hep aynı adımda hata yapıyor, az puan alıyor çok zaman harcıyorsa bunu görmek açısından bu ölçümler faydalı. Öğrenci sürelerde geç kalıyorsa sistemin bunu belirtmesi o anlamda faydalı. Konuyu öğrendiğinde de notlarına olumlu etkisi olacaktır. Konuyu öğrenmeye buradan başlıyor ve sistem daha iyi öğrenmesini de sağlayacaktır.”*

*K4: “Ölçme değerlendirme olarak da, sistem problem çözme hakkında net bir bilgi verdi. Öğrenci ne kadar kavrayabildi, işlem yeteneği ne kadardır, çözebilme yeteneği ne kadardır, onlar hakkında ayrıntılı bir bilgi verebilir. Mesela saniye saniye, hata yaptığı noktaları, ne kadar hata yaptığını gösterebilir. Nerede hata yaptığını, ne kadar sürede yaptığını, hangi konularda hata yaptığını, burada net bir bilgi verebilir mesela bu çok güzel. Tam bir doküman, yani her şey var burada. Bizden de bu şekilde analiz istiyorlar. Problem çözümede kavrama yeteneği şu kadardır, problem çözme yeteneği eksiktir, verilerin girişinde şu kadar süre geçtiğine göre demek ki burada verileri tam anlayamıyor gibi. Tam bir bilgi veriyor bize. Yani bizim işimizi de kolaylaştırır, tam bir analiz olur hem bize hem öğrenciye.”*

*K5: “Sistem ölçme değerlendirmede kullanışlı, yani işimize yarar, çünkü bizden de bir sınav analizi istiyorlar genelde. Öğrencinin harcadığı zaman, nerede hata yaptığını görebilmek bizim içinde çok önemli. Öğrencilerin akademik başarılarına da olumlu bir etkisi olacağını düşünüyorum.*

ARTIMAT'ın ölçme değerlendirme faaliyetleri, ARTIMAT'ın tasarım özelliklerine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Tasarımında Polya adımlarına göre hazırlanmış olması, problem çözenin her aşamasında ölçme değerlendirme yapılabilmesini mümkün kılmıştır. Öğrenci bir problemi çözerken problem çözenin her aşamasında ne kadar süre harcadığını, her adımında hata yapıp yapmadığını ve yaptığı hatanın ne olduğunu tam olarak görebilmektedir. ARTIMAT'ın Polya adımlarına göre tasarlanmış olması ve kullanımı sırasında verilen geri bildirimlerin öğrencide ne gibi bir etkisinin olduğunun anlaşılabilmesi amacıyla ARTIMAT ile Polya'nın problem çözme adımlarını gerçekleştirmenin öğrencilerin problem çözme alışkanlığına etkisine bakılmıştır.

### 4.3.3. Öğrencilerin Problem Çözme Süreçlerinin Geliştirilmesinde ARTIMAT'ın Etkisi

Öğrencilerin ARTIMAT'ı kullanarak Polya'nın problem çözme adımlarındaki problemi anlama, strateji seçimi, stratejinin uygulanması ve kontrol basamaklarını gerçekleştirmesi sonucu, geleneksel ortamda problem çözme alışkanlığında değişim olup olmadığını belirlemek için son test sonuçlarına göre farklı başarı seviyelerinden 8 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Bu öğrenciler önceki mülakatta Ö1, Ö9, Ö10, Ö14, Ö17, Ö19, Ö21 ve Ö27 olarak kodlanan öğrencilerdir. Bu mülakatlarda öğrencilerin ARTIMAT'ı kullanarak Polya adımlarını uygulamalarının, onların problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde meydana getirdiği değişimin neler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Mülakat yapılan öğrencilere öntest ve sontest kağıtları verilerek yaptıkları doğru ve yanlış işlemler gösterilmiştir. Daha sonra yaptıkları bu işlemlerle ilgili sorular sorularak sistemden neler kazandıkları ve problem çözme adımlarını sistemde var olan özellikler ile ne kadar ilişkilendirebildikleri anlaşılmasına çalışılmıştır.

#### *Problemi anlama basamağı*

Öğrencilere ilk olarak, "Problemde verilen ve istenilenleri niye kağıda yazdın sana ne gibi fayda sağladı?" sorusu sorulmuştur. Bu soru ile ARTIMAT'ın Polya'nın problemi anlama basamağını ne kadar sağlayabildiği belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden alınan cevaplardan örnekler şöyledir:

Ö1: *"Sistemde öğretilen gibi yapmaya çalıştım ve daha kolay olduğunu fark ettim, ilkinde pek bir şey bilmiyordum o yüzden yapamadım ama sistemden sonraki sınavda daha çok bilgi sahibiydim. Verilenler, istenenlerle adım adım yapmaya çalıştım yapamasam da verilenleri istenenleri yazdım belki aklıma bir şey gelir diye, soruyu daha iyi anlayabilmek için."*

*"...böylece soruları karmaşıklığından kurtardım, anlama açısından bana daha kolay geldi adım adım gitmek"*

Ö10: *" En azından hani adım adım olduğunda verilenleri yerine yerleştiriyorum, daha düzgün oluyor, sorular karmaşık olmaktan çıkıyor."*

*"...yani az çok çözmeye başladım soruları, bulamadığımda da sonuca yaklaşıyorum verilenleri felan yerine koyabiliyorum şimdi."*

Ö17: “Çünkü öğrendiğimiz programda da böyleydi yani sistemde de böyle sıra sıra yazıyorduk verileri o yüzdende yani o programın bana etkisi oldu, bu yüzden kağıtta da o şekilde yazdım, sonucu doğru buldum.”

“...şimdi daha hızlı yaptım çünkü mesela ilk başta buraya yazdığım zaman düşünmek zorunda kalmadım direk baktım 1. aracın hızını yazmışım oraya, hem daha hızlı çözdüm hem de bir karışıklık olmadı.”

Ö19: “Şöyle bir faydası oldu. Yanlış yapınca, işlemleri sırayla yaptığım için bir daha geri dönüp bakabiliyorum. Eskiden biri orada biri orada yapınca nerede yanlış yaptığımı anlamıyordum sonra bir daha silip tekrar yapmak zorunda kalıyordum, şimdi öyle bir sorunum yok. Sorunun nerede olduğunu hemen görebiliyorum.”

Ö27: “ soruda verilenleri yazmamız gerekiyor onu da programdan öğrendim. Eskiden olsaydı hiç verilenleri yazmadan çözmeye çalışırdım ama işte o programı öğrendikten sonra değerleri yazdım ilk başta sonra çözmeye başladım”

“...verilenleri ve istenenleri yazmam soruyu daha iyi anlamama ve soruyu daha rahat çözmeme yardımcı oldu.”

### **Strateji seçimi basamağı**

Öğrencilere ikinci olarak “Problemleri çözerken neden şekil çizdin ve sana ne gibi bir faydası oldu?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soru ile ARTIMAT’ ın Polya’ nın strateji seçimi basamağını ne kadar sağlayabildiği belirlenmek istenmiştir. Öğrencilerden alınan cevaplardan örnekler şöyledir:

Ö1: “Görsellik daha kolaylık sağlar diye çizdim. Sağladı da, soruyu anlamamı kolaylaştırdı.”

“Önceden detaylı yapmazdım, karalama şeklinde yapardım. Şimdi daha düzgün şekilde yazıyorum ve soruyu anlamam daha kolay oluyor.”

Ö14: “Görsel olarak canlandırayım kafamda diye, yani mantığımı daha fazla çalıştırabilirim diye. Sistemde de vardı oradan etkilendim ve öyle olunca daha iyi oldu.”

Ö19: “Sitede soruların altında resimler vardı, onlara baktığımda soruları daha iyi algılıyordum. Bende çizim yaparsam daha iyi algılayabileceğimi düşündüm o yüzden çizim yaptım.”

“...daha iyi yorum yapabiliyorum artık, şekil hayali olsa da düşünebiliyorum araç oraya gitti öteki bu tarafa geldi sonra tekrar döndü

*gibi, onun için iyi oluyor, yani yorum yapmamı ve anlamamı kolaylaştırdı.”*

Ö21: *“Böyle daha iyi anlıyorum gözümün önünde olunca yani yazıdan daha çok görsel olunca daha iyi anlaşılıyor.”*

*“...yazı olunca baştan aynı şeyleri okumak zorunda kalıyorum ama çizince üstüne de yazabiliyorsun, hem olayı görmeni de sağlıyor.”*

Ö27: *“Programda başta şekiller vardı o şekiller bize yardım ediyordu. Neyin ne olduğunu bende ikinci kağıdım da şekilleri çizerek daha iyi bir şekilde anlamaya çalıştım. Soruları anlamamı kolaylaştırdı yani.”*

### **Stratejinin uygulanması basamağı**

Öğrencilere üçüncü olarak “Problemleri çözerken işlemleri neden adım adım gösterdin ve sana ne gibi bir faydası oldu?” sorusu sorulmuştur. Bu soru ile ARTIMAT’ ın Polya’ nın strateji uygulama basamağını ne kadar sağlayabildiği belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden alınan cevaplardan örnekler şöyledir:

Ö1: *“Cevapları daha kolay bulmak için, birini bulmadan diğerine atlamamak için adım adım gittim.”*

*“...daha önce adım adım yapmıyordum işlemleri direk sonucu yapmaya çalışıyordum her şeyi atlayarak yapıyordum. Sistemden sonra adım adım bulmayı öğrendim ondan sonra hepsini yazıp sırasıyla bulunca sonuca daha kolay ulaştım karmaşıklıktan kurtardım kendimi.”*

Ö9: *“Adım adım gittiğim zaman ne bulmam gerektiğini biliyorum nasıl gideceğimi biliyorum, yanlış bulsam da mesela nasıl gideceğimi anlıyorum.”*

Ö10: *“ARTIMAT’ı kullanmadan önce, adım adım gitmeden çözmeye çalışıyordum yapamıyordum, hani böyle karmaşık oluyordu neyin nerede olduğunu o şekilde karıştırıyordum ama sonra ARTIMAT’ta böyle adım adım gittiğimizde daha kolay olduğunu gördüm ve verilenleri yazarak adım adım yaptım.”*

*“...bu soruyu çözmemi kolaylaştırdı hemde sınava girdiğimizde süreden dolayı yetiştirmekle ilgili bir paniğim oluyor yetiştirebilecek miyim yetiştiremeyecek miyim diye böyle oluncada kafan karışıyor, verilenleri istenenleri bir yerlere koymadığında, ne nerede onu bilmiyordum. Ama ARTIMAT’ tan sonra böyle adım adım yapınca daha düzenli oluyor.”*

Ö14: “Adım adım olunca her şey daha kolay bir şekilde çözülüyor. Hem anlaşılabilirliği artırıyor hem de işlemleri daha kolay çözmemi sağlıyor, daha net yani karmaşıklık yok. İşlemleri de adım adım yapınca daha kolay oluyor yani.”

Ö17: “Soruların daha kolay anlaşılmasını sağlıyor hem de karışmamış oluyor.”

Ö21: “Adım adım yapınca neyi önce neyi sonra yapacağını anlıyorsun. Ama diğer şekilde(eskiden) orada sayılar verilmiş sadece o sayılarla bir şeyler yapmaya çalışıyorsun, hiçbir şey anlamadan sadece sayılarla uğraşıyorsun. Yani adım adım yapmak anlamamı ve işlemleri takip etmemi kolaylaştırmış oldu.”

Ö27: “Programı kullandıktan sonra soruların böyle daha rahat çözüldüğünü öğrendim mesela şuan bile çözdüğüm sorularda bu şekilde yapıyorum verilenleri istenenleri yazıyorum yaptığım işlemleri yazınca daha rahat çözülüyor. Belli bir yol izlememi sağladı.”

### **Kontrol Basamağı**

Son olarak öğrencilere “Bulduğun soruların kontrolünü yapar mısın? ARTIMAT ‘ın bu konuda bir katkısı oldu mu?” Bu soru ile ARTIMAT’ın Polya’ nın kontrol basamağını ne kadar sağlayabildiği belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden alınan cevaplardan örnekler şöyledir:

Ö1: “Çok tutarsız bir sonuç buluyorum ondan sonra tekrar başlayınca bir yerlerde yanlış yaptığımı fark ediyorum yani kontrol ediyorum bazılarını. Bazı sonuçları hiç kontrol etmeden yazıyorum. Cevap mantıklı geliyorsa bakmadan geçiyorum.”

“...evet, ARTIMAT’ tan sonra bir kontrol etme ihtiyacı hissediyorum artık, öncesinde çok nadir kontrol ediyordum şuan nerede yanlış yaptığımı bulmak için ya da çözümün doğruluğunu kontrol etme ihtiyacı hissediyorum.”

Ö9: “Bir kere ben ne yaptığımı hiç kontrol etmediğim için çok küçük bir hatada yapsam onun farkına varmıyordum, aynen devam ediyordum ama sistem uyardığı için hiç olmazsa o hatayı gideriyorum böylece sonuca daha rahat bir şekilde ulaşıyorum. Sistemden sonra kağıtta da kontrol etme ihtiyacı duydum. Çok garip bir sonuç çıkıyor mesela o zaman en başa dönüyorum ben ne yaptım diye veya o işlemlerde yanlışımda var mı diye kontrol yapıyorum.”

Ö17: “Evet evet oldu, yani işlemi yaptığımda kontrol etmek istiyorum daha önce böyle sağlama pek yapmazdım. Sistemde ise zaten gösteriyordu yaptığımız işlemleri, hataları ya da bir işlemin neresinde hata yaptığımızı söylüyordu. O yüzden eskiden yapmazdım öyle ama şimdi daha çok kontrol de yapmak istiyorum.”

Ö19: “Daha öncede yapıyordum ama o zaman tam yapmıyordum, bu uygulamadan sonra daha çok yapmaya başladım, çünkü sistem doğruyu yanlışı gösteriyordu. Bende kağıtta bir şeyi kaçırdım diye tekrar başa dönüyorum... Biraz daha alışkanlık oldu.”

Ö21: “Yok yapmazdım zaten anlamadığım için genelde pek yapmazdım ama sistemi kullandıktan sonra biraz daha anladım. O yüzden işlemleri yaparken tekrar tekrar kontrol ettim sistemdeki gibi.”

Öğrenci cevaplarından elde edilen bulgular tablo 31’de Polya’ nın problem çözme adımlarıyla ilişkili olarak verilmiştir.

Tablo 31. Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde ARTIMAT’ın etkisi ile ilgili öğrenci görüşleri

Polya adımları	Öğrenci Görüşleri	Frekans (n=8)
ARTIMAT’ın problemi anlama basamağını gerçekleştirmeye etkisi	Verilenleri ve istenenleri yazma	5
	Problemleri daha hızlı çözme	4
	Problemlerin anlaşılabilirliğini artırma	5
ARTIMAT’ın strateji seçim basamağını gerçekleştirmeye etkisi	Adım adım kolay çözümü öğrenme	7
	Problemleri görselleştirmeyi öğretme	8
ARTIMAT’ın stratejinin uygulanması basamağını gerçekleştirmeye etkisi	Çözümün daha anlaşılır olması	4
	Çözümü adım adım yapma	7
	Problemlerin karmaşıklığını azaltma	5
ARTIMAT’ın kontrol etme basamağını gerçekleştirmeye etkisi	Kontrol etme isteği sağlama	6

Tablo 31’de görüldüğü gibi öğrenciler ARTIMAT’ı kullanarak; problemi anlama basamağını gerçekleştirmenin verilenleri ve istenenleri yazma, soruları daha hızlı çözme ve sorunun anlaşılabilirliğini artırma şeklinde öğrencilere fayda sağladığını, strateji seçim basamağını gerçekleştirmenin kolay çözüm yolu öğrenme ve soruları görselleştirmeyi öğrenme sağladığını, stratejinin uygulanması basamağını gerçekleştirmenin çözümün daha anlaşılır olması, adım adım çözüm yapma ve sorunun karmaşıklığını azaltma sağladığını ve kontrol etme basamağını gerçekleştirmenin ise işlem sonuçlarını kontrol etme isteği sağladığını belirtmişlerdir.

#### 4.3.4. ARTIMAT'ın Genel Değerlendirmesine ve İşleyişine Yönelik Görüşler

ARTIMAT'ın uygulanmasından sonra hem öğretmen hem de öğrenciler ile yapılan mülakatlarla araştırma problemleri çerçevesinde çeşitli bulgular elde edilmiştir. Elde edilen bulgular çalışmanın geneline ışık tutmakla beraber, hem öğretmen ve öğrencilerin genel değerlendirmelerini hem de ARTIMAT'a yönelik önerilerini almak amacıyla da bazı sorular yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda verilmektedir.

##### 4.3.4.1. Öğretmen Görüşleri

ARTIMAT'ı kullanan 5 matematik öğretmeni ile yapılan mülakat sonucunda, öğretmenlere “ARTIMAT sisteminin kullandığınız özelliklerini göz önünde bulundurarak genel değerlendirilmesine yönelik (Akademik başarıya etkisi, kullanılabilirlik, öğrenciyi ölçebilme, vb.) görüş ve önerileriniz nelerdir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin ARTIMAT'ın genel değerlendirmesinde, sistemin yapısı, işleyişi ve kazanımlarıyla ilgili yaptıkları değerlendirmeler tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. ARTIMAT'ın Genel Değerlendirmesine ve İşleyişine Yönelik Öğretmen Görüşleri

Öğretmen Görüşleri	K1	K2	K3	K4	K5
Sistemin görsel açıdan iyi olması	√		√		
Sistemin görsel açıdan geliştirilmesinin gerekmesi		√		√	
Yönlendirme yapması	√			√	√
Geleneksel yöntemle göre daha kısa hızlı ölçme-değerlendirme sağlaması		√	√		√
Öğrenci ve öğretmenin, soru çözümünde hata yapılan adımı fark edebilmesi		√	√		√
Öğrencinin motivasyonunu artırması		√		√	
Öğrencilerin problemleri aşama aşama ve kolayca çözmesi	√			√	√
Problemlerin basitten zora doğru verilmesi				√	
Öğrencinin problem çözme becerisine katkı sağlaması	√	√	√	√	√
Öğretmenin sisteme rahatça soru girebilmesi	√	√		√	

Tablo 32'ye göre öğretmenler en çok ARTIMAT'ın ölçme-değerlendirme özelliği üzerinde durmuşlardır. K1 olarak kodlanan öğretmen sistemin görsel ve rahat problem çözümü açısından ve uyarı vererek öğrenciyi yönlendirme açısından iyi olduğunu ve öğrencinin başarısını artıracaklarını ifade etmiştir. K2 ve K3 olarak kodlanan öğretmenlerde de sistemin ölçme-değerlendirmesi ve hızlı bir şekilde analiz yapabilmesinin faydası ve



görselliğinin iyi olduğu şeklinde görüşler belirtmiştir. K3 konunun bu şekilde daha iyi öğrenildiğini de ifade etmiştir. K4 olarak kodlanan öğretmen ise daha çok problem çözüm adımlarının basitten zora doğru gitmesi, çözüm adımlarının görülebilmesi ve yanlış adımlarda uyarıların verilmesi özellikleriyle ilgili görüşler belirtmiştir. K2 ve K4 olarak kodlanan öğretmenler sistemin animasyonlarla görsel açıdan geliştirmesinin daha iyi olacağını ifade etmişlerdir. Son olarak K5 olarak kodlanan öğretmen de sistemin ölçme-değerlendirme özelliği ve analiz yapması ile problem çözüm aşamalarının adım adım ilerlemesi ve hatalarda uyarı verilmesini güzel bulduğunu ifade etmiştir.

Öğretmenlerin bu konudaki ifadeleri şöyledir:

*K1: "Sistem görsellik yönünden bence gayet iyi hazırlanmış, başarıyı arttıracığına da inanıyorum, kullanım yönünden bakarsak öğrenciler de rahat bir şekilde kullanabilir ve rahatça soru çözebilir."*

*"Öğrenciye uyarı vermesi ve yanıştan geri döndürmesi de çok iyi bir yol bence."*

*K2: "Ölçme değerlendirme olarak çok iyi çünkü en azından kâğıt okumaktan kurtarır öğretmeni, öğrenciler açısından da benim açımdan da tam bir değerlendirme yapmak için çok iyi olur, her şeyi görebiliyorsunuz bütün veriler elinizde oluyor. Bence bu en azından neyi ne kadar sürede yaptığını gösteriyor. Ölçme ve değerlendirme açısından iyi olduğunu düşünüyorum. Diğer yönlerden de az önce söylediğim gibi sistemi kullanan öğrenciler klasikten daha başarılı oldular demek ki akademik başarı yönünden daha faydalı."*

*"Yanlış yapınca başta uyarısını gönderiyor ve seni doğru yönlendiriyor. Ben açıkçası sistemin bu özelliğini beğendim."*

*"Sistem görsel açıdan daha hareketli animasyonlu olabilir."*

*K3: "Eğer bir öğrenci hep aynı adımda hata yapıyor az puan alıyor çok zaman harcıyorsa bunu görmek açısından bu ölçümler faydalıdır. Öğrenci sürelerde geç kalıyorsa sistemin bunu belirtmesi o anlamda faydalıdır."*

*"Sistem daha iyi de öğrenmesini de sağlayacaktır. Ayrıca, sistemde görsel öğeler olduğu için de daha iyi öğrenme gerçekleşecektir. Birde olumlu bulduğum bir şey vardı, mesela ekranda yol şeklinin olması güzel bir şey işte bu görsellerle konu daha iyi anlaşılır, pekiştirilir daha iyi öğrenme sağlanır. Bizde soruya başlarken a aracı burada b aracı burada"*

şeklinde soruyu çözmeye başlarken hep böyle yapıyoruz sizde çizin diye öğrencilere söylüyoruz işte o resmin orada olması güzel.”

K4: “Kullanım sırasında her kademedede verdiği uyarı mesajı güzel, en azından yanlış yaptığını fark ediyorsun bunu düzeltme yoluna gidebiliyorsun.”

“Öğrenciye yönelik basitten zora doğru bir gidiş var. Öğrenci soruyu kademe kademe çözebiliyor, çözdükçe daha da çözmek isteyebilir, sistemin işleyişi motivasyonu arttırabilir. Burada verileri aktarıp ne kadar çözebiliyorsa daha çok çözmek isteyecek çözmek istedikçe de problem çözme becerisi gelişecek. O yeteneğini geliştirmesini de sağlar yani.”

“...kullanışlılık açısından ilk problemde bir zorluk oldu, sisteme girdikten birinci soruda neyi nasıl gireceğimizi bilemedik ama daha sonra rahatlıkla girebildik sisteme verileri”

“Sistemin sade bir tasarımının olması güzel ama biraz daha hareketli öğelerde eklenebilir”

K5: “Sistem ölçme değerlendirme için kullanışlı, yani işimize yarar, çünkü bizden de sınav analizi istiyorlar genelde. Öğrencilerin akademik başarılarına da olumlu bir etkisi olur.”

“Genel olarak sistemin problem çözüm aşamalarını göstermesi, yönlendirme yapması, soru giriş kısmı, yanlış olduğu yerlerde sistemin uyarması ve geleneksel yöntemle göre daha kısa zamanda ölçme değerlendirme yapmasını iyi buldum.”

#### 4.3.4.2. Öğrenci Görüşleri

Öğrencilerden son olarak ARTIMAT’ in genel değerlendirmesi ve işleyişine yönelik bilgiler edinmek amacıyla;

“ARTIMAT sisteminin farklı konu veya derslere de uyarlanmasını ister misiniz? Niçin?”.

“ARTIMAT sisteminin mobil aygıtlar(cep telefonu, tablet PC vb.) ile kullanılabilmesini ister misiz?”

“ARTIMAT sistemi hakkındaki önerileriniz var mı? Nelerdir?” soruları sorulmuştur.

Bu sorular ile ARTIMAT’ in farklı konu veya derslere uyarlanması ve ARTIMAT’ in mobil aygıtlarda uygulanmasına yönelik düşünceleri ile öğrencilerin ARTIMAT ile ilgili önerileri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden alınan görüşler tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. ARTIMAT'ın Genel Değerlendirmesine ve İşleyişine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Öğrenci Görüşleri	Frekans (n=30)
Kullanışlı bir sistem	18
Dersi kolay ve eğlenceli hale getiriyor	11
Diğer dersler için de kullanılması gerekir	19
Sesli uyarı mesajı vermesi daha iyi olur	2
Problemlere ait animasyonlar olsa daha iyi olur	4
Daha fazla deneme hakkı verilse daha iyi olur	3
Mobil araçlarda ve tabletlerde de uygulamanın yapılması iyi olur	25

Öğrencilere “ARTIMAT sisteminin farklı konu veya derslere de uyarlanmasını ister misiniz? Niçin?” sorusu sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplardan alıntılar aşağıdaki gibidir:

Ö4: “ARTIMAT’ ın farklı derslerde uygulanmasını isterim çünkü ARTIMAT konuyu daha kolay hale getirerek bizlerin anlamasını sağlıyor. Ayrıca teknolojiyi kullanıp, gelişmemizde yardımcı oluyor. Daha önce sıkıcı olan bir dersi bilgisayar sayesinde eğlenceli kılıyor.”

Ö5: “İsterim. Çünkü ARTIMAT çok faydalı bir uygulama. İlk başta çözebilmeyi imkansız gördüğümüz soruları adım adım çözüm yoluyla anlamamızı sağladı. Diğer derslerin adım adım anlatımı da bize çok faydalı olacaktır.”

Ö11: “Evet tabiki. Çok güzel olur. Hayatımızı 5 seçenek (A,B,C,D,E) içerisinde geçirmekten kurtarır bizi. Şıkkı göre değil de mantığımızı kullanarak sorulara bakarız.”

Ö14: “Evet. ARTIMAT tan başka ARTİFEN, ARTİSOS gibi programlarda yapılabilir. Konu anlatımları, deneyler ve testler bulunabilir içinde. Bu sayede birçok ders alanında başarılı olabiliriz.”

Ö19: “Evet isterim çünkü daha görsel ve daha bilinçli bir yöntem.”

Ö27: “Evet özellikle fizikte uygulansa iyi olur. Fizik dersi beni biraz zorluyor. O yüzden fiziğe de uygulansa mükemmel olur, en azından soruları çözme mantığını öğrenir soruları daha iyi analiz edebiliriz.”

Ö29: “ARTIMAT sisteminin başka derslerde olması öğrenci için faydalı olabilir. Çünkü öğrenci bir problemi çözerken sistematik davranmasını, adım adım işlemi çözmeyi ve sırayla sonuca gitmeyi bulmak için yararlı olabileceğinden uygulanmalı.”

Öğrenciler, sistemin konuyu daha kolay hale getirmesi, dersin eğlenceli hale gelmesi, adım adım çözümü anlatması, soruların mantığının rahat anlaşılması, görsel bir yöntem olması ve sistematik olması nedeniyle başka derslerde de bu şekilde uygulamaların kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir.

Öğrencilere daha sonra “ARTIMAT sisteminin mobil aygıtlar(cep telefonu, tablet PC vb.) ile kullanılabilmesini ister misiz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerden alınan cevaplar şu şekildedir:

Ö1: *“Evet isterim. Böylece her yerde kullanarak kendimizi geliştiririz.”*

Ö2: *“Evet bu sayede bilgisayara ihtiyaç duymazdık istediğimiz yerde yararlanırdık bu sistemden”*

Ö4: *“ARTIMAT’ ın telefonumda veya tablet PC lerde olmasını isterim, çünkü her adımda yanımda olup bana hayatımda kolaylık sağlamasını isterim.”*

Ö5: *“İsterim. Çünkü böylece internetimiz olmasa bile rahatça telefonda girerek soruları çözebiliriz. Böylece ARTIMAT her an yanımda olur.”*

Ö6: *“ARTIMAT bizim çok sık kullandığımız iletişim aracı telefonlarda olsa çok yararı olacağını düşünüyorum, boş zamanımızda ya da ders çalışırken bilgisayar olmayabilir böylelikle telefonda bu sistemi kullanırız.”*

Ö14: *“Evet! Çünkü bilgisayarın taşınması zor olduğu için ya da yer kapladığı için her yere götürüremeyiz. Bu yüzden her zaman ARTIMAT programına giremeyiz. Ama cep telefonunda bu programlar bulunursa her yerde kolayca ARTIMAT a girebiliriz.”*

Ö15: *“Evet benim için daha kullanışlı olur.”*

Ö22: *“Evet. Çünkü telefonlarla istediğimiz yer ve zamanda kullanabiliriz.”*

Ö24: *“Eğer okullarda tablet kullanılmaya başlarsa tabi ki bu programında tablette olmasını isterim.”*

Ö25: *“Evet isterdim. Her an yanımda olup boş vakitlerimde çözdüğümde daha iyi alışımda ve sistem daha zevkli hale gelebilir.”*

Mülakat yapılan öğrenciler bilgisayara ihtiyaç duyulmadan, istedikleri yer ve zamanda rahatça sistemin kullanılabilmesi açısından bu şekildeki uygulamaların mobil aygıtlarda da kullanılmasını istediklerini belirtmişlerdir.

Son olarak öğrencilere ARTIMAT sistemi hakkındaki önerileri sorulmuştur. Öğrencilerin çoğu sistemle ilgili önerilerde bulunmuştur. Öğrencilerin sistemle ilgili önerileri şu şekildedir:

- Ö3: *“İnternette daha hızlı çalışmasını isterim.”*
- Ö4: *“Aynı anda birçok kişi kullandığından dolayı oluşan yavaşlığın giderilmesi gerekli bence.”*
- Ö6: *“ARTIMAT sistemiyle ilgili düşüncelerim, soruları çözerken yazıyla uyarı vermesinden ziyade sesli olarak sorunun yapılışı hakkında bilgi vererek yanırlarımızı da söylemesi. Sesle yapıldığında daha etkili olacağını düşünüyorum. Soruyu yanlış yaptığımızda en sonunda nasıl yapılacağı da sesli olarak anlatılabilir.”*
- Ö7: *“Sistem 3 hatadan sonra başka soruya geçmese hemen, 5 hata olsa daha iyi olur.”*  
*“ARTIMAT öğrencilerin problemleri anlamasını ve uygulamasını sağlama açısından çok iyi. Çünkü soruya baktığın zaman ne yapman gerektiğini bulmak daha kolay oluyor.”*
- Ö9: *“Bence sorulara biraz animasyon eklenebilir.”*
- Ö12: *“Başka derslerde de uygulanması, cep telefonu, tablet gibi araçlarda da kullanılması iyi olur.”*
- Ö13: *“Sesli uyarı, doğru veya yanlış çözüldüğünde animasyonlar verilmesi ve özel çizim yapılan bölüm olabilir.”*
- Ö14: *“Çözilemeyen sorularda sesli anlatım olabilir. Ekranın yanına çözülmüş soru sayısı ya da başarı ile ilgili grafikler olabilir.”*
- Ö20: *“Sözel, sayısal ayırt etmeden diğer derslerde de uygulanması güzel olur.”*

Öğrenciler, sistemin internette daha hızlı çalışması, sisteme sesli anlatımlar ve uyarı mesajları ile animasyon eklenmesi, soruların çözümünde daha fazla deneme hakkı verilmesi, başka derslerde de benzer uygulamalar yapılması ve mobil aygıtlarda da sistemin çalışabilmesi ile ilgili önerilerde bulunmuşlardır.

#### **4.3.5. Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular**

Bu bölümde, asıl uygulama süresince araştırmacının gözlemlediği ve not aldığı izlenimler verilmiştir. Çalışmanın başlangıcında oluşturulan deney ve kontrol gruplarına açık uçlu 10 sorudan oluşan ön test sınavı uygulanmıştır. Daha sonra deney grubu öğrencileri (n=30) bilgisayar laboratuvarında ve her öğrenci bir bilgisayarda bireysel olarak çalışacak şekilde hazırlanan ortamda, kontrol grubu (n=30) ise geleneksel sınıf ortamında dersleri yapılmıştır.

Çalışmanın yapıldığı okulun bilgisayar sayısının yetersiz olmasından dolayı deney grubu öğrencileri 15 kişilik 2 gruba bölünerek her grup ile 4 hafta sürede (haftada 2 ders saati) çalışma gerçekleştirilmiştir. Grupların her ikisine de ilk uygulamada öncelikle ARTIMAT hakkında bilgi verilerek kullanımı ile ilgili videolar ARTIMAT'ın kullanım klavuzu sayfasından izlettirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin ARTIMAT ile problem çözme işleminin nasıl yapıldığını daha iyi kavrayabilmeleri için araştırmacı tarafından bir örnek üzerinde sistem tanıtılmıştır. Daha sonra öğrenciler serbest bırakılarak 1 ders saati sistemi tanıyarak pratik yapmaları istenmiştir. Her iki grup için sonraki altı saatlik uygulamalarda ise öğrencilerin bireysel olarak ARTIMAT'ı kullanması ve problem çözmeleri sağlanmıştır.

Konu anlatımı olarak, deney grubu öğrencilerine hareket problemleri ile ilgili ARTIMAT'ta yer alan Konu Anlatım Modülü gösterilmiştir. Bu modülde hareket problemlerine ait temel kavramlar (X: Yol, V: Hız ve t: zaman) ve 2 örnek problem yer almaktadır. Modülün hareket problemlerinin tüm türlerini ve formülleri içermemesi yapılacak çalışmada öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırabilmeleri için gerekli görülmüştür.

Araştırmacı tarafından deney grubu öğrencilerine ARTIMAT'ı kullanabilmeleri için öncelikle bilgisayarlarında internet tarayıcısı ile ilgili ayarları yapmaları gerektiği söylenmiştir. Öğrencilerin neredeyse tamamı hiç sorunsuz söylenen bu görevi yerine getirmiştir. Daha sonra ARTIMAT'ı kullanabilmeleri için gerekli olan web sitesinin adresi ve kullanıcı adları ile şifreleri öğrencilere verilmiştir. Öğrenciler yine sorunsuz bir şekilde sisteme giriş yapmayı başarmışlardır. Bu işlemleri sorunsuz bir şekilde yapabilmeleri öğrencilerin bilgisayar kullanımına uzak olmadığını ve ARTIMAT'ı da kullanabileceklerini göstermesi açısından önemlidir. ARTIMAT'ı kullanmaya başlayan öğrenciler uygulamanın yapıldığı ilk derste yeni karşılaştıkları böyle bir öğretim ortamının çalışma şeklini anlamakta zorlanmışlardır. Ancak aynı gün yapılan ikinci ders saatinde ARTIMAT'ın kullanım mantığını anlayarak problem çözmeye başladıklarında öğrencilerin düşünceleri de hızlı bir şekilde değişmiştir.

Öğrenciler diğer altı saatlik uygulama boyunca sistemi kullanmışlar ve pek çok öğrenci ARTIMAT ile problem çözenin mantığını kendilerine alışkanlık haline getirmiştir. Hatta pek çok öğrenci sadece uygulama saatlerine bağımlı kalmadan farklı zamanlarda da hem okuldan hem de evlerinden sisteme girerek ARTIMAT'ı kullanmıştır. Bu da ARTIMAT'ın öğrenciler tarafından benimsendiğini ve öğrencilerde problem çözme konusunda motivasyon sağlayarak istek oluşturduğunu göstermektedir. Bunu öğrenciler ile yapılan hem yazılı hem de sözlü mülakatlardan elde edilen bulgularda da görmek mümkündür. Ayrıca laboratuvarda yapılan uygulamalar süresince öğrencilerin ARTIMAT'tan aldıkları geri bildirimleri önemsedikleri ve daha fazla animasyon ya da

videolar ile desteklenmiş sesli ve görüntülü uyarı pencereleri olmasını istediklerini belirtmişlerdir. İlk uygulamadan sonra yapılan diğer uygulamalar sırasında gerek materyalle ilgili gerekse sistemin genelinde herhangi bir sorun yaşanmamıştır.

Kontrol grubu öğrencileri ise deney grubu ile aynı ders saati sürede geleneksel sınıf ortamında ve kendi ders öğretmenleri tarafından anlatılan derse katılmışlardır. Araştırmacı bu derslere de katılarak öğrencileri geleneksel sınıf ortamında gözlemlemiştir. Araştırmacı dersten sonra öğretmen ile mülakat yaparak ders sırasında gerçekleştirdiği aktivitelerin nedenlerini öğrenmiştir.

Kontrol grubunun dersinde ders öğretmeni öncelikle konuya girişte aşağıdaki örnekleri vermiştir.

Örnek 1. Eviniz ile okul arası 100 km ve servisin hızı saatte 50 km olsa okula ne kadar sürede gelirsiniz?

Örnek 2. Bisikletiniz ile saatte 10 km yol gitseniz 5 saatte ne kadar yol gitmiş olursunuz?

Dersten sonra yapılan mülakatta öğretmenin bu örnekleri hareket problemlerinin günlük hayatın içinde yer aldığını öğrencilere vurgulamak ve öğrencileri konuya ısındırmak için verdiği anlaşılmıştır.

Bu birkaç sorudan sonra öğretmen hareket problemlerinin çözümü için gerekli olan temel kavramları (X: Yol, V: Hız ve t: zaman) ve temel formülü ( $X=V*t$ ) vererek birkaç örnek soru çözmüştür.

Örnek 3. Bir araç A şehrinden B şehrine 50 km/s hızla 6 saatte gidiyorsa A ve B şehirleri arası kaç km dir?

Örnek 4. 675 km lik bir yolu 9 saatte alan bir aracın saatteki hızı kaç km'dir?

Öğretmenin bu ana kadar gerçekleştirdiği anlatım öğrenciler tarafından rahatlıkla anlaşılmiş ve öğrencilerin derse katıldıkları görülmüştür. Konu öğrencilerin günlük hayatında yer aldığı ve temel kavramları da anladıkları için ilgi uyandırmıştır.

Öğretmen daha sonra hareket problemlerinin farklı türlerinden bahsederek (birden çok araç ve hareketin olduğu problemler) bu problem tiplerine ait formülleri tahtaya yazmıştır.

Öğretmen her yeni tip hareket problemine geçtiğinde çözüm için gerekli formülü vererek örneklerle desteklemiştir. Her çözümden sonrada öğrencilere "Anlamayan var mı?" sorusunu yönelterek sınıftan gelen soruları cevaplandırmıştır. Ancak öğretmenin bazen öğrencilerin sorularını cevaplamadığı görülmüştür. Bu durum ders sonrası öğretmene sorulduğunda "Öğrenciler benzer soruları sürekli soruyorlar bu da dersin işlenişini geciktiriyor, ayrıca konuyu daha hızlı anlayan öğrencilerinde sıkılmalarına neden oluyor. Bu yüzden sınıfın geneline göre anlatmak zorundayız" şeklinde cevaplandırmıştır.

Öğretmenin konuyu işleyişi örnek problemler çözerek sona ermiştir. Öğretmenin konuyu anlatışında herhangi bir problem çözme adımını takip etmediğı yani öğrencilerde problem çözmeye ilişkin genel bir düşünce yapısı oluşturmaya çalışmadığı, hareket problemleri özelindeki problemlerin çözümüne ilişkin gerekli formülleri vererek örnek sorular ile desteklediğı görülmüştür.

Geleneksel sınıf ortamındaki dersler ve ARTIMAT kullanımı ile ilgili uygulamalar tamamlandıktan sonra son test ve mülakatlar yapılmıştır.



## 5. TARTIŞMA

Bu bölümde çalışmada elde edilen bulgular literatürdeki sonuçlar kullanılarak araştırma problemleri çerçevesinde derinlemesine incelenmiştir.

Problem çözmenin matematik dersinin genel amaçlarında önemli bir yer tutuyor olması, bu konuyu ilköğretimden başlayarak birçok kademedeki matematik öğretim programının merkezine taşımıştır. Nitekim National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) standartları da problem çözme başarısının artırılmasının matematik öğretiminde öncelikli yer almasının gerekliliğini ifade etmektedir (NCTM, 2000).

Polya (1957) problem çözme başarısının artırılması için 4 aşamalı (problemi anlama, çözüm için strateji seçme, stratejiyi uygulama ve değerlendirme) bir model önererek, problem çözmenin sadece bir doğru sonuç bulma işlemi olarak algılanmakla birlikte, aslında daha geniş bir zihinsel süreci ve becerileri kapsayan bir eylem ve sonuç bulmanın yanı sıra bir yol bulma ve güçlükten kurtulma olduğunu belirtmiştir. Matematik eğitimcileri de, öğrencilerin problem çözme başarılarının artırılması ve eğitimin öncelikli amacı olması konusunda fikir birliğindedirler (Cai, 2003; Karataş ve Güven 2004). Bu çerçevede yapılan birçok çalışmada, öğrencilerin dört işlem bilgisi gerektiren alıştırmalarda zorluk yaşamadıkları, buna rağmen hem işlem hem kavram bilgisi gerektiren problemlerde zorluk yaşadıkları gözlenmiş ve çözümünde birden fazla işlem gerektiren problemlerde hata yaptıkları görülmüştür (Gooding, 2009; Oviedo, 2005; Singh ve Lokotsch, 2005; Anzelmo-Skelton, 2006; Soylu ve Soylu, 2006). Ayrıca öğrencilerin problem çözerken problemlerin içerdiği kavramları (Ben-Hur, 2006; Chiu ve Klassen, 2010) ve aralarındaki ilişkileri (Simon, 2004; Vicente ve diğ., 2007) anlamada birtakım zorluklarla karşılaştıkları belirtilmektedir.

Bu zorlukların temelinde ise geleneksel öğretim ortamında; öğrencilerin etkili dönüt alamamaları, alternatif çözüm yollarını oluşturamamaları, motivasyon sağlayamamaları, problem çözmeyi formüllerle ezberle dayalı olarak öğrenmeleri ve sınıfların kalabalık olmasından dolayı öğretmenlerin yetersiz kalmaları gibi nedenler vardır (Blatchford ve diğ., 2011; Chingos, 2012; Cho ve diğ., 2012; Thomas, 2012; Yaman, 2009).

İnsan zekası bir makineye göre çok daha karmaşık çalışır ve karar verme becerisi çok daha üstündür. Ancak bu üstünlük karşılaşılan aynı tip olaylarda benzer tepkilerin verilmeye başlandığı ve verilecek kararın algoritmik olarak ifade edilebileceği durumlarda makinelere geçebilmektedir. Bunun nedeni yapay zeka teknikleri ile algoritmik bir temele oturtulabilen olaylarda makinaların çok daha hızlı ve objektif karar verebilmesidir. Bu aynı olay için oluşabilecek farklı durumların tümünün temel bir bilgi tabanı, kural tablosu ve

mantıksal çıkarım modülü ile analiz edilerek duruma uygun tepkinin verilmesi anlamına gelmektedir. Bu ise ilgili modüllerin olabildiğince iyi tasarlanması ile mümkündür. Eksik kalınan noktalarda uzman/insan desteği, hazırlanacak sistemlerin kararlılığını arttıracaktır. Ayrıca makinelerin aynı anda çok daha fazla veriyi sistematik şekilde depo edebilmesi ve bu verilere insan beyninden daha hızlı ulaşabilmesi kalıcılığı ve erişim kolaylığını arttırmaktadır (Lupyan, 2013; Phillips ve O'Toole, in press).

Bu yaklaşım ile hazırlanan sistemler özellikle geleneksel sınıf ortamlarında olduğu gibi bir öğretmenin birden çok öğrenci ile aynı anda iletişime geçmesinin ve karar vermesinin gerektiği durumlarda yapay zeka tekniklerinin önemini ve faydasını göstermektedir. Bu sistemlerin eğitim alanında karşılığı olan Uzman Sistemler(US), öğretmen zekasına rakip değildir. Aksine US'lar, öğretmen zekasını uzman bilgisi biçiminde kullanarak kendini geliştiren ve karşılaştığı yeni durumlara adapte olabilen öğretim ortamlarıdır. Bu nedenle US'lar, Bilgisayar Destekli Öğretim Sistemlerine göre öğrenme kalitesini arttırmakta ve öğrenme süresini ise azaltmaktadır (Nwana, 1990). Böylelikle US'lar geleneksel öğretim ortamlarının eksikliklerinden dolayı öğrencide meydana gelen öğrenme zorluklarını bilgisayar destekli öğretime göre çok daha başarılı bir şekilde giderebilmektedir.

Matematik eğitimcilerinin de üzerinde önemle durduğu problem çözme konusunda öğrencilerin yaşadıkları sorunların tespiti (İskenderoğlu, Akbaba-Altun ve Olkun, 2004; Gooding, 2009; Kubanç, 2012; Soylu ve Soylu, 2006) ve bu sorunların giderilmesi (Arslan ve Altun, 2007; Ulu, 2011; Voutsina, 2012) için pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında hazırlanan ARTIMAT ise problem çözme sürecini adım adım ele alan ve her adımda yapılan işlemleri değerlendiren bir yapıya sahiptir. Bu nedenle problem çözmenin hangi adımında ve ne şekilde hata yaptıklarını öğrencilere verdiği dönütlerle bildirerek öğretmene raporlamaktadır. Ayrıca ARTIMAT'ın istatistik modülü sayesinde öğretmenlere, öğrencilerin ARTIMAT'ta karşılarına gelen problemlerin her adımında yaptığı hata sayısı, geçirdiği süre ve puan bilgisi verilmektedir. Öğrencilerin hem kendi çözümlerinin birbiri ile hem de sınıfın geneli ile karşılaştırılmasına imkan veren bu bilgiler, öğretmenlerin öğrencilerinin başarılı ve eksik olduğu adımlarını görebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca ARTIMAT'ın 5 farklı seviyede oluşturulmuş soru havuzu sayesinde, öğrenciler seviyelerine uygun sorularla karşılaşmakta ve öğrencinin seviyesi öğretmene raporlanmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışma belirtilen özellikleri ile problem çözümede öğrencilerin karşılaştıkları sorunların hem tespiti hem de giderilmesine yönelik çözümler sunmaktadır.

Verschaffel, De Corte ve Viersraete (1999), sözel problem çözerken problem çözme süreci ile ilgili öğrencilerin karşılaştığı güçlüğü şu şekilde yorumlamışlardır: Geleneksel aritmetik sözel problemler, kapsamlı sözel bir problemi çözmek için gereken doğru

aritmetik işlemi tanımlarken öğrencilerin dikkatsiz, yüzeysel ve rutin işlemler yürüterek sözel probleme yaklaşmasına neden olmaktadır. Öğrenciler çoğunlukla doğrudan hesaplama kullanarak sözel problemleri çözmektedirler. Problemin içeriği üzerinde düşünmezler, çünkü ders kitaplarının çoğunda problem içeriğinin önemi üzerinde durmaksızın problemler çözülebilmektedir (Greer, 1997; Nancarrow, 2004). Eğer öğrencilerin cevapları anlayıp anlamadıklarını kontrol etmeye eğilimleri artarsa, sözel problemleri nasıl çözdüklerini ve kavramsallaştırdıklarını öğrenme yolunda adım atmış olurlar (De Corte ve Masui, 2004; Nancarrow, 2004; Nosegbe, 2001). Bu da problem çözmeye sonuç odaklı değil süreç odaklı olunmasını gerektirir. Bu durum Kilpatrick'in "bir öğrencinin problem çözmeye başarısı onun problem çözmeye süreçlerindeki becerilerinin gelişimine bağlıdır" ifadesi ile açıklanabilir (Kilpatrick,1985). Yapılan bu çalışmada da problem çözmeye sürece odaklanarak öğrencilerin problem çözmeye becerilerini sürecin her adımında takip etmek ve hatalarını tespit edip öğrenciye verilecek geri bildirimlerle problem çözmeye becerilerine katkı sağlamak amaçlanmıştır. Öğrencilerin problemleri Polya adımlarına bağlı olarak çözmelerini ve böylelikle problemi çözerken her adımda verdikleri cevapları kontrol edebilmelerini sağlayan ARTIMAT, öğrencilere süreç odaklı bir problem çözmeye yöntemi sunarak problem çözmeye becerilerine katkı sağlamaktadır.

Polyanın 4 aşamalı modeli kullanılarak problem çözmeye becerisinin kazandırılmasına ya da katkı sağlanmasına yönelik literatürde çok sayıda çalışma vardır (Alan, 2009; Altun ve Arslan, 2006; Ayaz, 2009; Ceylan, 2008; Deringöl, 2006; Özsoy, 2007; Ulu, 2011; Huang ve diğ., 2012). Bu çalışma kapsamında oluşturulan ARTIMAT, Polya'nın problem çözmeye adımlarına uygun olarak hazırlanmıştır. ARTIMAT'ın hazırlanmasında öncelikle öğrencilerin problem çözmeye ile ilgili sorunları Polya'nın problem çözmeye adımları ile ilişkilendirilerek incelenmiş daha sonra da bu problemleri gidermeye yönelik olarak sistem tasarlanmıştır. ARTIMAT, problem çözmeye eğitiminde bulunması gereken süreç odaklı yaklaşıma uygun olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin problem çözmeye konusundaki sorunlarını gidererek problem çözmeye becerilerine katkıda bulunan ARTIMAT literatürü destekler niteliktedir.

ARTIMAT ile öğrencilere sağlanan geri bildirimler öğrencilerde motivasyonu ve problem çözmeye olan tutumu olumlu yönde etkilemektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar da motivasyonun problem çözmeye önemini göstermektedir. Santillán ve diğerleri (2012)'nin bilgisayar tabanlı hazırladıkları eğitim ortamının öğrencilerin motivasyonunu olumlu yönde etkilediğini belirttikleri çalışmalarında, bilgisayar kullanımı ile matematik öğrenimi arasında pozitif yönde olumlu bir ilişki olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Chen ve diğerleri (2008) US'ların kullanımının matematik öğrenimi üzerindeki faydalarını incelemişler ve US'ların öğrenciler için faydalı olabilecek geri bildirimler üretebildiğini ve

bu özellikleri sayesinde de konunun iyi bir şekilde öğrenilebilmesine ve yüksek düzeyde beceri gelişiminin sağlanmasına yardımcı oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca anında geri bildirim sağlanmasının öğrencilerin motivasyonunu da önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da elde edilen sonuçlardan, öğrenciye sağlanan geri bildirimlerle öğrencilerin motivasyonlarının arttığı görülmektedir. Bu çalışmada da bahsedilen hedefler elde edilmekte ve sonuçlardan, öğrenciye sağlanan geri bildirimlerle öğrenci motivasyonlarının arttığı görülmektedir. Öğrencilerin ARTIMAT'ı kullanmadan önce korkarak baktıkları ve hoşlanmadıkları problem çözme aktivitelerini yapma isteklerinin arttığı görülmektedir.

ARTIMAT ile öğrencilere verilen geri bildirimler ve seviyesine uygun problemlere yapılan yönlendirmeler ile öğrencilerin bireysel öğrenimi sağlanmakta ve öğrencilere sanal ve kişiye özel bir öğretmenlik hizmeti verilmektedir. Hwang ve diğerleri (2011) strateji kullanımındaki en önemli zorluklardan birinin çevrimiçi problem çözme sistemlerinde öğrencilere tavsiyelerde bulunabilir bir rehberin olmaması olduğunu belirtmiştir. Çalışmalarında yeni bir yaklaşımla çevrimiçi problem çözme sistemlerinde öğretmen davranışlarını analiz ederek US'un bilgi tabanını oluşturmuşlardır. Sonuç olarak oluşturdukları US, problem çözme yeteneğini geliştirmek için öğrencilere yardımcı bir öğretmen gibi çalışmıştır. Bu çalışmada da ARTIMAT'ın sanal bir öğretmen gibi çalışması ile öğrencilere rehberlik yapılarak problem çözme sırasında yönlendirilmeleri sağlanmış ve böylelikle strateji kullanımındaki sorunlarını aşmalarına destek olunarak problem çözme becerilerine katkı sağlanmıştır.

ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarına etkisine ait bulgular literatürdeki US yardımıyla matematik öğretimi üzerine yapılan çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Çamlı ve Bintaş, 2009; Li ve Ma, 2010; Pilli 2008; Uygun, 2008). Kaya ve Korkmaz (2007)'in geliştirdikleri US'un akademik başarıya etkisini araştırdıkları ve deneysel bir desenle gerçekleştirdikleri çalışmada deney grubunun son test puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Beal ve diğerleri (2010)'nin yaptıkları çalışmada da benzer bir sonuçla hazırlanan yazılımı kullanan gruptaki öntest ve sontest sonuçları karşılaştırıldığında kontrol grubuna göre daha fazla gelişme olduğu ve özellikle zayıf matematik becerilere sahip öğrencilerde daha fazla bir gelişme görüldüğü anlaşılmıştır. Mohamedi ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada hem deneysel desen ile deney ve kontrol gruplarının akademik başarıları karşılaştırılmış hem de öğrenci görüşleri alınarak hazırlanan US'un kendisi değerlendirilmiştir. Deneysel bulguların sonuçlarına göre, hazırlanan AITS isimli US'u kullanan gruptaki öğrencilerin geleneksel ortamda öğrenim gören öğrencilere göre daha başarılı olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada da deney ve kontrol grupları karşılaştırılmış ve deney grubunun kontrol

grubuna göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin daha başarılı olması, ARTIMAT kullanımı ile öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağlandığını da göstermektedir.

Geleneksel sınıf ortamlarında gerçekleştirilmesi çok zor olan anında geri bildirimler ve seviyesine uygun yönlendirme yapma, US sayesinde öğrencilere sağlanabilmektedir. Eğitim alanında yapılan pek çok yapay zeka uygulamasında var olan ve olumlu etkileri görülen bu özellik, yapılan çalışmada da olumlu sonuçlar alınmasını sağlamıştır. Bireysel öğretimin yapılabilmesini sağlayan ARTIMAT bu alandaki literatür sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Yavuz ve Karaman (2003) yaptıkları çalışmada, eğitsel yazılımlar bünyesindeki değerlendirme sonuçlarını, klasik ortamda elde edilemeyen birçok parametreyi de kullanarak yapay zeka tekniklerine göre yorumlayan bir değerlendirme makinesinin mimarisini önermiştir. Önerilen model öğretim yazılımlarından elde edilen parametreleri değerlendirerek sonuca ulaşma esasına dayanmaktadır. Öğretim yazılımlarından elde edilen verilerin yorumlanması ile öğrencilere "... konusu ile ilgili biraz daha alıştırmaya çalışmalısınız" ya da "... konunun da gayret etmiş olduğun görülüyor" gibi cümle yapısına dönüştürülmüş biçimde öğrenciye geri bildirimler verilmektedir. Kaya (2005)'nin yaptığı çalışmada ise geliştirilen ExcelTUTOR US'u ile bilgisayar destekli öğretimin dezavantajlarına karşı kişiselleştirilmiş geri bildirimler, isteğe bağlı ipuçları ve açıklamalar sunulmaktadır. Sistem öğrencinin kendi hızında öğrenmesine olanak sağlayan, öğrenciye tekrar ve alıştırmaya yapma olanağı sunan, öğrenci ve öğretmene öğrenci performansı ile ilgili değerlendirme ve öneriler sunabilen bir yapıya sahiptir. Bahçeci ve Gürol (2010) yaptıkları çalışmada ise bir öğrencinin ders hakkındaki durumunu akıllı öğretim sistemleri ile tespit eden bir sistem tasarlamışlardır. Tasarlanan sistem öğrenci hatalarını bulmak ve isteğe bağlı ipuçları, açıklama ve kişiselleştirilmiş geri bildirimler sunmak üzere oluşturulmuş bir kurallar listesine sahiptir. Gerçekleştirilen bu çalışmalarda bireysel öğretimin sağlanması için US oluşturulmasının başarılı sonuçlar verdiği ve US'un öğrencilerin hem kendi hızlarında hem de kendi öğrenme seviyelerine uygun olarak öğrenebilmelerini sağladığı görülmektedir. Bu çalışmada da ARTIMAT; öğrencilere geri bildirimler sağlanması, öğrencilerin problemleri çözme durumuna göre zorluk seviyesini otomatik ayarlaması, öğrencilerin farklı çözüm yollarını kullanabilmelerine izin vermesi, öğrencilerin zamandan ve mekandan bağımsız olarak tekrar ve alıştırmaya yapabilmelerini sağlaması ve öğrenci performansını değerlendirerek öğretmene raporlaması ile bireysel öğretimi gerçekleştirmektedir.

US olarak tasarlanan eğitim ortamlarının çoğunda geleneksel öğretim sürecinin vazgeçilmez bir parçası olan ölçme değerlendirme bölümü de bulunmaktadır. US'un

ölçme-değerlendirme amacıyla kullanıldığı çalışmalardan birinde klasik öğretim yazılımlarının öğretim süreci olmasa da değerlendirme süreci açısından zekileştirilmesi sağlanmıştır. Önerilen modelde öğretim yazılımı içerisindeki değerlendirmenin çoktan seçmeli test yöntemi ile gerçekleştirildiği varsayılmıştır. Sonuç cümleciklerinin ne şekilde olacağı hangi parametrelerden hangi sonuçlar elde edileceği öğretim üyelerinin bir sınav kâğıdı için ve sınıf içi davranışları da göz önüne alınıp ne tür yorumlar yaptığı gözlenerek belirlenmiştir (Yavuz ve Karaman, 2003). Bir başka US'da ise öğrenci ve öğretmene öğrenci performansı ile ilgili değerlendirme ve öneriler sunabilen bir yapı oluşturulmuştur (Kaya, 2005). Bahçeci ve Gürol (2010)'un geliştirdiği akıllı sistemin ölçme modülü sayesinde ise öğrencinin ders hakkındaki durum bilgisi insana ihtiyaç duymadan belirlenmektedir. ARTIMAT'ın istatistik modülünden elde edilebilecek ölçme değerlendirme verileri bir örnek ile bulgular bölümünde verilmiştir. US'da ölçme değerlendirme modülü öğretimin gerçekleşme düzeyinin belirlenebilmesi için son derece önemlidir. Ölçme değerlendirme ile ilgili yukarıda bahsedilen çalışmalarda var olan ölçme ve değerlendirme şekilleri ARTIMAT'ın istatistik modülünden elde edilen veriler ile yapılabilecek istatistiklerin yeterli olduğunu göstermektedir. Ayrıca ARTIMAT'ın US'larda ölçme değerlendirme konusunda soru ve öğrenci puanlarını hesaplama yöntemi ve Polya adımlarına göre yaptığı analizler ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

US'lar modern teknolojilerin işe koşulmasıyla öğrenciye hem zaman hem de mekândan bağımsız, öğrencinin kendisine göre uyarlanmış, geleneksel BDÖ"nin sorunlardan arındırılmış bir öğretme ve öğrenme olanağı sunmaktadır. US'lar, öğretme ve öğrenme sürecinde, öğrenci cevaplarının yanlış olup olmadığını, öğrencilerin soruları cevaplayıp cevaplamadıklarını, doğru sırada yapıp yapmadıklarını vb. durumları karşılaştırır ve öğrencileri bireysel ihtiyaçlarına göre yönlendirirler. Geleneksel öğretim yöntemleri yerine kullanıldıklarında, öğrenciye daha kısa zamanda ve etkili öğrenme fırsatı verirler (Hotomaroğlu, 2002). Genel olarak ARTIMAT'ın bireysel bir öğrenme ortamı sağlaması, dinamikliği, öğrencinin verdiği cevapların doğruluğunu kontrol edebilmesine imkan vermesi, problem çözümünü sistematik bir hale getirmesi ve en önemlisi de öğrenciyi bireysel ihtiyaçlarına göre farklı düzeylerdeki sorulara yönlendirebilmesi, ARTIMAT'ın ilgili literatürde US'lar ile ilgili belirtilen özellikleri sağladığını göstermekte ve US'ların öğretimde kullanımını desteklemektedir.

Tablo 34'de geleneksel sınıf ortamında bir öğretmen, bilgisayar destekli eğitim ortamı ve ARTIMAT'ın çeşitli kriterlere göre karşılaştırılması verilmiştir. Tablo aynı zamanda ARTIMAT'ın yukarıda tartışılan özelliklerinin, BDE ve öğretmen ile karşılaştırmasının bir özetidir.

Tablo 34. Öğretmen, BDE ve ARTIMAT Karşılaştırması

	Öğretmen	Bilgisayar Destekli Eğitim	ARTIMAT
Motivasyon sağlama	-	✓	✓
Problem çözmeyi sevdirmeye	-	✓	✓
Çift yönlü iletişim	✓	X	✓
Gerekli zamanı ayırabilme	X	✓	✓
Tekrar edebilme imkanı	X	✓	✓
Objektif değerlendirme	X	✓	✓
Objektif ders anlatımı	X	✓	✓
Bireysel öğretimi sağlama	X	X	✓
Kişiyeye özel ilerleme	X	X	✓
Kişinin sorununa özel geri dönüt verme	X	X	✓
Açık uçlu problemleri objektif değerlendirebilme	X	X	✓
Yeni problemler eklenebilmesi	✓	✓	✓
Eklenecek yeni problemlerin otomatik çözülebilmeye	-	X	✓
Alternatif tüm yolların bulunabilmesi ve öğrencinin bu yolları kullanabilmesine imkan sağlama	X	X	✓
Kendini geliştirebilme	✓	X	✓
Öğrencinin durumunu analiz ederek seviyesine uygun yönlendirme yapabilme	X	X	✓
Öğrencinin problem çözerken attığı tüm adımları, süreleri, hata sayılarını tutabilme	X	✓	✓
Detaylı istatistikler ile öğrencinin durumunu analiz edebilme	X	✓	✓
Öğrencinin problem çözerken en çok sorun yaşadığı adımları tespit edebilme	X	✓	✓
Birden çok öğrenci ile aynı anda etkileşimde bulunabilme	X	✓	✓
Tüm öğrencilere aynı anda bireysel bir öğretim yapabilme	X	X	✓
Karşılıklı tartışma ortamının oluşturulması	✓	X	X
Kapsam sınırlılığının olmaması	✓	X	X
Yöntem sınırlılığının olmaması	✓	X	X
Strateji sınırlılığının olmaması	✓	X	X

✓ : Evet      X : Hayır      - :Kismen

## **6- SONUÇLAR ve ÖNERİLER**

### **6.1. Sonuçlar**

Problem çözüme başarılarının artırılmasında ve problem çözüme becerilerine katkı sağlanmasında öğrencilerin akıl yürütmelerinin ortaya çıkarılması ve bunlar üzerinden bireysel bir öğretimle var olan doğrularının pekiştirilmesi, yanlışlarının ise tespit edildiği anda yapılacak müdahaleler ile düzeltilmesi gerekmektedir. Problem çözümede sonuca odaklı yaklaşımlardan vazgeçilerek sürece odaklanılmasını gerektiren bu durum, öğrencilerin süreç içerisinde attıkları tüm adımların detaylı olarak analiz edilerek yaptıkları hatalara göre uygun geri bildirimler ve yönlendirmeler ile yanlışlarının ve eksiklerinin giderilmesini sağlayacak sistemlere olan ihtiyacı göstermektedir. Bu da Öğretim Yönetim Sistemlerinde (ÖYS) hazırlanmış web tabanlı uzaktan eğitim ortamları ile bir noktaya kadar sağlanabilse de ÖYS'ler ancak belirli bir sistematik içerisinde, standart ve tamamen esnek olmayan bir ortamın hazırlanmasını ve bu ortamda yapılacak öğretim sonucunda öğrencinin değerlendirilebilmesini sağlar.

Bununla beraber tam bir bireysel öğretimin sağlanabilmesi için hazırlanacak öğretim ortamının; öncelikle her bir bireyin bireysel ihtiyacını tespit edebilecek ajanlarla desteklenmiş olması, problem çözüme uygulamaları sırasında öğrencilerin yaptıkları hatalara uygun geri bildirimler ve yönlendirmeleri anında sağlayabilmesi ve öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirirken sadece sonuçlarını değil süreci ayrıntılı olarak değerlendirebilme yeteneğine de sahip olması gerekmektedir. Bu tarz çıkarım gerektiren sistemlerde ise yapay zeka algoritmaları günümüz teknolojisinin desteğiyle gün geçtikçe yaygınlaşarak kullanılmaktadır.

Problem çözümede bireysel farklılıkları göz önünde bulundurma düzeyi arttıkça, öğrenci başarısının ve beraberinde matematiğe karşı olumlu bir tutumun geliştiği, bu gelişime paralel olarak problem çözüme becerisi yüksek olan öğrencilerin diğer matematik konularında da başarılı olduğu görülmektedir. Literatürde öğrencilerin farklı akıl yürütmelerini destekleyerek bireysel farklılıklarını göz önünde bulunduran ve kişiselleştirilmiş bir ortamın oluşmasını sağlayan sistemler başarıyı en çok arttıran sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda yapay zeka teknikleri ve özellikle US'lar çok önemli bir yere sahiptir. US'ların akademik başarıya ve tutuma etkisinin incelendiği çalışmaların sonuçları da bu durumu ortaya koymaktadır. US'lardan elde edilen bu sonuçları destekleyen bulguları; öğretmen ile eğitim, bilgisayar teknolojileri ile eğitim ve hem öğretmen hem de bilgisayar teknolojilerinin beraber kullanıldığı ortamlar da eğitimin 3'lü karşılaştırmalarının sonuçlarında hem öğretmen hem de teknolojinin beraber

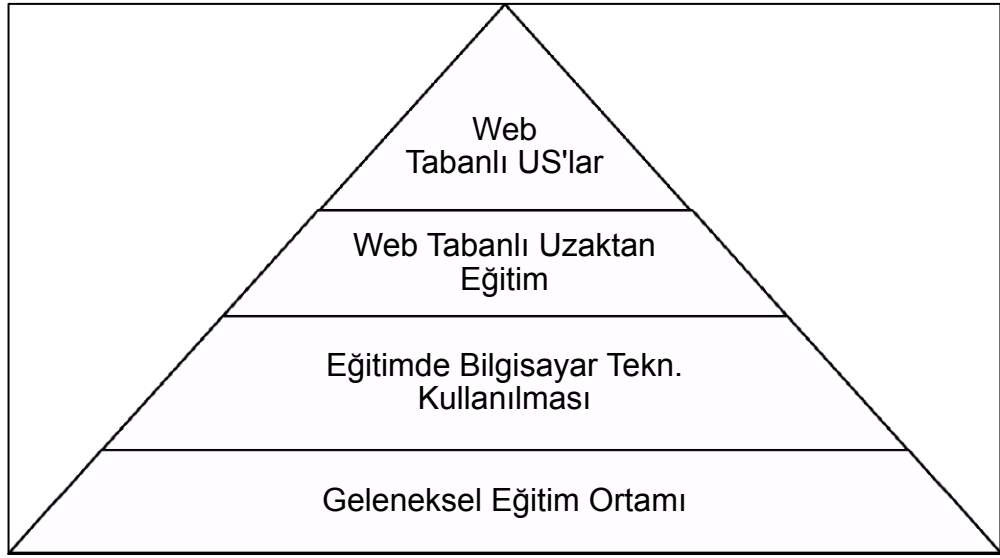


kullanıldığı ortamlardaki eğitimin daha başarılı çıkmasından da anlamak mümkündür. Çünkü eğitimde kullanılacak US'ların temel görevlerinden biride kişiye özel öğretmen olmak ve bu şekilde öğrencilerin hatalarını tespit ederek uygun uyarı ve yönlendirmelerde bulunmaktır. Öğretmenin geleneksel sınıf ortamından bağımsız olarak, zaman ve mekan gözetmeksizin tüm öğrencilerine aynı özende böyle bir yaklaşımda bulunması imkansız olacaktır. Geliştirilen US'lar ise bu uygulamaları üstelik problem çözmede sonuç değil süreç odaklı olarak her adımda yapabilme özelliğine sahip olduklarından, öğretmen ve teknolojinin beraber kullanıldığı ortamların öğretmen faktörünün de bilgisayar tabanlı ve kişiselleştirilmiş bir hale getirdiği şekli olmaktadır.

Bu anlamda US'lar bilgisayar teknolojisini, uzaktan eğitim sistemlerini ve bu ortamlarda eksikliği pek çok çalışmanın sonuçlarında da görülen öğretmen faktörünü kapsayan ve öğrenci hakkında geleneksel sınıf ortamlarında elde edilemeyecek farklı kriterlerle otomatik değerlendirmeler de yapabilen sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğitim alanında kullanılan teknolojileri kapsayan bir yapıya sahip olan web tabanlı US'lar günümüz web teknolojisinin hızla gelişmesi ve web'in geleceğinde zeki web olarak tanıtılmasıyla birlikte önemi gittikçe artan ve yaygınlaşan bir yapıdadır.

Bu çalışmada hazırlanan ARTIMAT sistemi de problem çözmede öğrencilerin karşılaştıkları sorunları süreç içerisinde Polya'nın problem çözme adımlarına bağlı olarak tespit ederek uygun geri bildirimlerle öğrencilerin gidermelerine yardımcı olan, bilgisayar teknolojilerinin eğitimde kullanılmasını sağlayan, aynı zamanda web tabanlı yapısıyla bireysel öğretimi destekleyen, yapay zeka teknolojilerinin kullanılmasıyla da sanal bir öğretmen görevi görerek hem yönlendirme hem de ölçme-değerlendirme yapabilen bir sistemdir. Bu özellikleri ile ARTIMAT gelişen teknolojilerin ve yapay zeka algoritmalarının eğitimde kullanımını gösteren bir örnek oluşturmaktadır.

Bu tezin konusu ile ilgili gelişen teknolojik yapı şekil 58'deki piramitte görüldüğü gibi özetlenebilir.



Şekil 58. Eğitimde teknoloji gelişimi piramit'i

Şekil 58'deki piramitte; geleneksel eğitim ortamı kapsayıcı ve en genel yöntem olarak karşımıza çıkmakla birlikte, geleneksel eğitim ortamlarına bilgisayar teknolojilerinin bütünleştirilmesiyle eğitimin çeşitliliği ve kalitesi arttırılmaya çalışılmıştır. Ancak yalnızca sınıf ortamında teknolojinin kullanılması ile sağlanan eğitim zamandan ve mekandan bağımsız olamadığı ve ayrıca eğitim faaliyetlerinde yeterli esnekliği sağlayamadığı için web tabanlı eğitim araçları hızla yaygınlaşmıştır. Bu gelişmeler bireysel öğretim adına önemli olsa da tek başına web tabanlı eğitim araçları bireylerin ihtiyaçlarına ve öğrenme yapılarına tam olarak uymayabilmektedir. Bu nedenle US'lar eğitim öğretimde bireysel öğrenmenin gerçekleşebilmesi (Aris ve Nazeer, 2010; Arnau ve diğ., 2013; Beal ve diğ., 2010), objektif ve hızlı ölçme değerlendirme yapılabilmesi (Antal ve Koncz, 2011; Jeremic ve diğ., 2012; Wang, 2011) ve öğrencilere sanal birer rehber öğretmenlik hizmeti ile uygun yönlendirmelerin yapılabilmesi amacıyla eğitim alanında gün geçtikçe daha önemli bir yer edinmektedir (Hwang ve diğ., 2011; Jaques ve diğ., 2012; Mohamedi ve diğ., 2012).

ARTIMAT'ın uygulanması ile elde edilen nicel ve nitel bulgular ışığında ortaya çıkan sonuçlar araştırma problemleri çerçevesinde aşağıda verilmektedir.

#### *ARTIMAT'ın problem çözme becerisine katkısı nedir?*

Problem çözme becerisine sağladığı katkı bakımından ARTIMAT'ın;

- Öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağladığı,
- Süreç odaklı olduğu ve bu şekilde öğrencileri ezbercilikten uzaklaştırdığı,
- Problemleri anlamaya katkı sağladığı ve problem çözmeyi kolaylaştırdığı,

- Problem çözüme ile ilgili farklı bir bakış açısı kazandırdığı,
- Öğrencilerin farklı çözüm yollarının da olabileceğinin farkına varmalarını ve farklı çözüm yollarını kullanmalarını sağladığı,
- Öğrencilere farklı çözüm yollarını kullanmayı öğreterek doğrusal akıl yürütmeden uzaklaştırıp farklı akıl yürütmelerin gelişimine destek olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Okullarda verilen problem çözüme eğitimi sırasında rutin problemlerin öğretimi sonucunda öğrencilerde meydana gelen doğrusal akıl yürütme, gerçek yaşam problemlerin çözümünde de öğrencilerin zorlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle olabildiğince rutin olmayan ve gerçek hayat problemlerini içeren uygulamalarla öğrencilerde farklı akıl yürütmelerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yeni lise matematik programı da bu görüşü destekler niteliktedir (MEB, 2013).

Öğrencilerin problem çözüme becerilerine sağlanan katkıya bağlı olarak ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarına etkisine ilişkin elde edilen nicel bulgular ışığında;

- ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı,
- Bu artışın geleneksel sınıf ortamında öğrenim gören öğrencilere göre olumlu yönde ve istatistiksel olarak daha fazla gerçekleştiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

ARTIMAT'ın öğrencilerin akademik başarılarını arttırmasının nedenleri öğrenci ve öğretmen mülakatlarından elde edilen bulgular ışığında incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Problem çözmek için öğrencilere süreç odaklı bir yöntem kazandırdığı ve bu yöntem ile öğrencilerin daha iyi birer problem çözücü olmalarını sağladığı,
- Problem çözümünde kolaylık ve anlaşılabilirlik sağlayarak, problem çözmeyi kolay ve eğlenceli hale getirdiği,
- Öğrencilere başarıya duygusu yaşatıp motivasyonlarını arttırarak,
- Soruları daha iyi anlama, yorumlama ve çözmeyi sağladığı,
- ARTIMAT'ın problem çözmenin her adımında öğrencinin hata yaptığı anda verdiği geri bildirimlerle öğrencilerde oluşabilecek yanlış öğrenmelerin önüne geçtiği, öğrencilerin doğru yaptığı işlemlerde ise verdiği geri bildirimlerle öğrenciyi hem motive ettiği hem de öğrenmelerini pekiştirdiği,

Ayrıca oluşabilecek yanlış öğrenmeler öğrencide genellemeler meydana getirerek farklı problemlerde de aynı yanlışları yapmasına neden olabilir, bu nedenle yanlış

öğrenmelerin zamanında düzeltilerek pekiştirilmeden önlenmesi son derece önemlidir. Problem çözme sırasında sağlanan motivasyon ise öğrencilerin doğru akıl yürütmelerini pekiştirerek öğrenmenin kalıcılığını arttırmaktadır. ARTIMAT'ın sağladığı geri bildirimler aynı zamanda süreç içerisinde öğrencinin kendini değerlendirebilmesini de sağlamaktadır. ARTIMAT'ın her işlem adımında verdiği geri bildirimler ve problem çözme durumuna göre yapılan yönlendirmeler öğrencinin kendi öğrenme hızı ve seviyesinde ilerleyebilmesini böylelikle bireysel öğretiminin gerçekleşebilmesini sağlamaktadır. Farklı öğrenen ve farklı çözüm yollarını kullanan öğrencilere hitap etmesi ARTIMAT'ın bireysel öğretime uygunluğunu göstermekte ve bu özellikleri sayesinde öğrencilerin akademik başarılarının artmasını sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

*“Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin analizinde ARTIMAT'ın yeterlilikleri nelerdir?”*

ARTIMAT'ın istatistik modülünde öğrencilerin çözmeye çalıştıkları tüm sorulardaki; problem çözmenin her bir adımı için toplam ve ortalama puanları, harcadıkları süreler ve hata sayılarına ait bilgileri tutularak, sınıfın geneli ile karşılaştırılabilmektedir. Böylelikle öğrencinin her soru için ayrı ayrı değerlendirmesi yapılabildiği gibi toplam puan, kullandığı süre ve yaptığı hata sayıları da sınıfın geneli ile kıyaslanabilmektedir. Bu kıyaslamaların haricinde asıl üzerinde durulması gereken önemli nokta, ARTIMAT'ın öğrencinin çözmeye çalıştığı sorularda yaptığı işlemleri adım adım kaydederek öğrencinin bu adımlarda neler yaptığının, doğru ve yanlışlarının Polya adımları ile ilişkili olarak görülebilmesini sağlamasıdır. ARTIMAT'ın istatistik modülünün diğer bir önemli özelliği de soruların analizinin yapılabilmesine imkan sağlamasıdır. ARTIMAT'ta yer alan her sorunun Polya'nın problem çözme adımlarına göre analizi yapılabilmektedir. Böylelikle her bir adımdaki ortalama puanlar, süreler ve yapılan hata sayıları görülebilmekte ve bunlar hem diğer soruların ortalamaları ile hem de öğrencilerin ortalamaları ile kıyaslanabilmektedir.

Bu özellikleri ile ARTIMAT;

- Öğrencilerin çözdükleri her sorunun problem çözme adımlarına göre durumunun hem kendi içinde analiz edilebilmesini hem de sınıfın geneli ile karşılaştırılabilmesini sağlar.
- Problem çözümünde sürecin detaylı olarak analiz edilerek öğrencinin yaptığı hataların tam olarak nereden kaynaklandığının tespit edilebilmesini sağlar.
- Her bir sorunun analizi ile hem öğrencilerin hangi tip sorularda daha çok zorlandıklarının hem de soruların zorluk derecelerinin görülebilmesini sağlar

- Ayrıca geleneksel ortamda yapılan açık uçlu sınavların değerlendirilmesi öğretmen için hem çok yorucu hem de zaman alıcı olabilmektedir. Test sınavları ise öğrencinin süreç içerisinde yaptıklarını anlamak için yetersiz kalabilir. ARTIMAT'ta ise açık uçlu soruların değerlendirilmesi tüm süreçlerde yapılan hataların, doğruların ve kullanılan sürenin kaydedildiği bir yapıda gerçekleşmektedir. ARTIMAT daha detaylı ve objektif bir ölçme-değerlendirme işleminin daha kısa sürede gerçekleşmesini sağlar.

*“Öğrencilerin problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde ARTIMAT'ın etkisi nedir?”*

Polya'nın problem çözme adımlarına göre hazırlanan ARTIMAT'ı kullandıktan sonra öğrencilerin kağıt üzerinde problem çözümüne de bu adımları yansıttıkları görülmüştür. Öğrencilerle yapılan mülakatlardan;

- Öğrenciler ARTIMAT'ı kullanmadan önce kağıt üzerine verilenleri ve isteneni yazma işlemini yapmadıklarını, ARTIMAT'ta problem çözerken bu alışkanlığı edindiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin problemleri çözerken verilen ve istenenleri yazarak anlama basamağını gerçekleştirdikleri anlaşılmıştır. Bu şekilde öğrencilerin soruları daha iyi anladıkları ve soruları daha hızlı çözdükleri sonucuna ulaşılmıştır.
- Öğrencilerin ARTIMAT'ta problemlere ait çizimleri örnek olarak kağıt üzerinde de problemlere ait çizimler yaptıkları görülmüştür. Yapılan mülakatlardan kağıt üzerindeki çizimleri ARTIMAT'ı kullandıktan sonra daha fazla yaptıkları ve bu çizimlerin problemleri daha kolay çözmelerini sağladığı ve soruyu görselleştirmeyi öğrendikleri sonucuna ulaşılmıştır.
- Öğrencilerin ARTIMAT'ı kullandıktan sonra kağıt üzerindeki çözümlerinde gösterdikleri bir başka davranış, işlemleri adım adım yapmalarıdır. Bu da yine ARTIMAT'tan kazandıkları bir davranış olmuştur. İşlemlerin adım adım yapılması problem çözümünü daha anlaşılır hale getirmiş ve problemlerin karmaşıklığını azaltmıştır. Yine ARTIMAT'ta yer alan, her işlem adımında geri bildirimler verilmesi, öğrencilerde yaptıkları işlemlerin sonuçlarını kontrol etme isteği uyandırmıştır.

ARTIMAT öğrencilere geri bildirimler vermekte ve öğrencileri yönlendirmektedir. Ayrıca ARTIMAT'ın algoritması gereği öğrenci, işlemleri Polya adımlarına göre

sürdürmektedir. Bu özellikleri ve elde edilen bulgular ışığında öğrencilerin problem çözme süreçlerinin geliştirilmesinde ARTIMAT'ın etkisinin, öğrencilerde Polya'nın problem çözme basamaklarını kullanma alışkanlığını geliştirmesi, olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## **6.2. Öneriler**

### **6. 2. 1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler**

Gerçekleştirilen araştırmaya bağlı olarak;

- 1- Bu çalışmada başarısı ve sağladığı faydaları görülen Uzman Sistemler eğitim alanında daha çok kullanılabilir.
- 2- Problem çözme eğitiminin, matematik eğitimi içerisindeki önemi göz önünde bulundurularak farklı matematik konularında da benzeri çalışmalar geliştirilebilir.
- 3- Graf teorisinin etkin kullanımı ile farklı yapıda eğitim yazılımları geliştirilebilir.
- 4- Kalabalık sınıf ortamlarında meydana gelebilecek ölçme-değerlendirme hatalarını en aza indirmek için uzman sistemler kullanılabilir.
- 5- Uzman sistem yapısında hazırlanan eğitim-öğretim yazılımları mobil aygıtlara uyarlanabilir.
- 6- Web tabanlı eğitim ortamlarının uygulamalarında hızlı bir internet alt yapısına ihtiyaç vardır.

### **6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler**

- 1- FATİH projesi kapsamında geliştirilecek eğitim-öğretim yazılımlarının yapay zeka algoritmalarının kullanıldığı, zeki öğretim ajanları ile desteklenmiş ve akıllı ölçme değerlendirme yapabilen yazılımlar olması verimliliği arttırabilir.
- 2- Uzman sistemler ile oluşturulan öğretim ortamlarının üst bilişe etkisinin araştırılacağı çalışmalar yapılabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- Adair, J. (2000). *Karar verme ve problem çözme*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Akay, H., Soybaş, D. ve Argün, Z. (2006). Problem kurma deneyimleri ve matematik öğretiminde açık uçlu soruların kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 129-146.
- Akerkar, R. (2005). *Introduction to artificial intelligence*. New Delhi, India: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Akgün, L., Işık, C., Tatar E., İşleyen T. ve Soylu Y. (2012). Transfer of mathematical knowledge: Series. *Australian Journal of Teacher Education*, 37(3), 83-89.
- Alan, C. (2009). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin matematik derslerinde problem çözme sürecine yönelik görüşleri: Nitel bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Allahverdi, N. (2002). *Uzman sistemler bir yapay zeka uygulaması*. İstanbul: Atlas Yayın.
- Altun, M. (2007). *Ortaöğretimde matematik öğretimi*. Bursa: Aktüel Alfa Basın Yayın.
- Altun, M. ve Arslan, Ç. (2006). İlköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini öğrenmeleri üzerine bir çalışma. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1-21.
- Altun, M. ve Sezgin-Memnun, D. (2008). Mathematics teacher trainees' skills and opinions on solving non-routine mathematical problems. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 213-238.
- Altun, M., Sezgin-Memnun, D. ve Yazgan, Y. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözme becerileri ve bu konudaki düşünceleri. *İlköğretim Online E-Dergi*, 6(1), 127-143.
- Antal, M. and Koncz, S. (2011). Student modeling for a web-based self-assessment system. *Expert Systems with Application*, 38, 6492-6497.
- Anzelmo-Skelton, N. (2006). Learning style, strategy use, personalization of mathematical word problems and responses of students with learning disabilities. *International Journal of Special Education*, 21(1), 1-10.
- Aqda, M. F., Hamidi, F. and Rahimi, M. (2011). The comparative effect of computer- aided instruction and traditional teaching on student's creativity in math classes. *Procedia Computer Science*, 3, 266-270.
- Aris, T. N. M. and Nazeer, S. A. (2010). A model of a mathematics editor using intelligent agent technology. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8(C), 588-593.
- Arnau, D., Arevalillo-Herraez, M., Puig, L. and Gonzalez-Calero, J. A. (2013). Fundamentals of the design and the operation of an intelligent tutoring system for the learning of the arithmetical and algebraic way of solving word problems. *Computers & Education*, 63, 119-130.

- Arslan, Ç. ve Altun, M. (2007). Rutin olmayan matematiksel sözel problemlerin çözümünü öğrenme. *İlköğretim Online E-Dergi*, 6 (1), 50-61.
- Artut, P. ve Tarım, K. (2007, Kasım). Sınıf öğretmen adayları sözel matematik problemlerine ne kadar gerçekçi yaklaşıyor?, 6. Matematik Sempozyumu, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara.
- Artut, P., Tarım, K. ve Bal, A. P. (2004, Eylül). İlköğretim öğrencilerinin ordinal (sıra) sayılar içeren problemleri çözme becerileri, VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, İstanbul.
- Ashton, H. S., Beevers, C. E., Korabinski, A. A., and Youngson, M. A. (2006). Incorporating partial credit in computer-aided assessment of mathematics in secondary education. *British Journal of Educational Technology*, 27(1), 93-119.
- Ayaz, F. M. (2009). İlköğretim ikinci kademe matematik dersi öğretim programının öğrencilerin problem çözme tutum ve becerilerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Bahçeci, F. ve Gürol, M. (2010). Eğitimde akıllı öğretim sistemleri uygulamalarına yönelik bir model önerisi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5(2), 121-128.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Baki, A., Aydın Yalçınkaya, H., Özpınar, İ. ve Çalık Uzun, S. (2009). İlköğretim matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine bakışlarının karşılaştırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(1), 67-85.
- Baki, A. ve Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (42), 1-21.
- Baki, A., Karataş, İ. ve Güven, B. (2002, Eylül). Klinik mülakat yöntemi ile problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi, V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.
- Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 27-46.
- Beal, C. R., Arroyo, I. M., Cohen, P. R. and Woolf, B. P. (2010). Evaluation of AnimalWatch: An intelligent tutoring system for arithmetic and fractions. *Journal of Interactive Online Learning*, 9(1), 64-77.
- Beaudry, E., Kabanza, F. and Michaud, F. (2010). Planning with concurrency under resources and time uncertainty. In H. Coelho, R. Studer and M. Wooldridge (Ed.), ECAI 2010: 19th European Conference on Artificial Intelligence (pp. 217-222). Amsterdam: IOS Press.
- Ben-Hur, M. (2006). *Concept-rich mathematics instruction: Building a strong foundation for reasoning and problem solving*. Alexandria, VA. : Association for Supervision and Curriculum Development.



- Bernardo, A. B. (1999). Overcoming obstacles in understanding and solving word problems in mathematics. *Educational Psychology*, 19(2), 149-163.
- Bingham, A. (1983). *Çocuklarda problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi*, Çeviren: Yıldız, S. ve Oguzhan, A. F., İstanbul: MEB Basımevi.
- Blatchford, P., Bassett, P. and Brown, P. (2011). Examining the effect of class size on classroom engagement and teacher-pupil interaction: Differences in relation to pupil prior attainment and primary vs. secondary schools. *Learning and Instruction*, 21, 715-730.
- Bogdan, R. C. and Biklen, S. K. (2003). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods* (4th ed.). New York: Pearson Education Group.
- Bransford, J. D. and Stein, B. S. (1993). *The ideal problem solver* (2nd ed.). New York: Freeman.
- Cai, J. (2003). Singaporean students mathematical thinking in problem solving and problem posing: An exploratory study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 34(5), 719-737.
- Ceylan, F. (2008). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin günlük hayat problemlerini çözme envanteri puanları ile matematik problemlerini çözme başarıları arasındaki ilişki. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Chang, K. E., Sung, Y. T. and Lin, S. F. (2006). Computer-assisted learning for mathematical problem solving. *Computers & Education*, 46, 140-151.
- Chen, C. J. and Liu, P. L. (2007). Personalized computer-assisted mathematics problem-solving program and its impact on Taiwanese students. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(2), 105-121.
- Chen, T., Mdyunus, A., Ali, W.Z.W. and Bakar, A. (2008). Utilization of intelligent tutoring system in mathematics learning. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 4(4), 50-63.
- Chingos, M. M. (2012). The impact of a universal class-size reduction policy: Evidence from Florida's statewide mandate. *Economics of Education Review*, 31, 543-562.
- Chiu, M. M. and Klassen R. M. (2010). Relations of mathematics self-concept and its calibration with mathematics achievement: Cultural differences among fifteenyear olds in 34 countries. *Learning and Instruction*, 20(1), 2-17.
- Cho, H., Glewwe, P. and Whitler, M. (2012). Do reductions in class size raise students' test scores? Evidence from population variation in Minnesota's elementary schools. *Economics of Education Review*, 31, 77-95.
- Cohen, L. and Manion, L. (1998). *Research methods in education* (5th ed.). London: Routledge Press.
- Coles, A. I., Fox, M., Long, D. and Smith, A. J. (2008, July). Teaching forward-chaining planning with javaff. Twenty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence, Chicago, Illinois.

- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crippen, J. K. and Earl, B. Y. (2007). The impact of web-based worked examples and self-explanation on performance, problem solving, and self-efficacy. *Computers & Education*, 49, 809-821.
- Crowley, R. S. and Medvedeva, O. (2006). An intelligent tutoring system for visual classification problem solving. *Artificial Intelligence in Medicine*, 36, 85-117.
- Çamlı, H. ve Bintaş, J. (2009). Mathematical problem solving and computers: Investigation of the effect of computer aided instruction in solving lowest common multiple and greatest common factor problems. *International Journal of Human Sciences*, 6(2), 348-356.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Ayas, A., Ekiz, D. ve Akyıldız, S. (2008). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Davies, P. (2000). Contributions from qualitative research. In H. T. Davies, M. N. Sandra, and P. Smith (Eds). *What works? Evidence-based policy and practice in public services* (pp. 291-316), Bristol, UK: Policy Press.
- De Corte, E. and Masui, C. (2004). The CLIA-model: A framework for designing powerful learning environments for thinking and problem solving. *European Journal of Psychology of Education*, 19(4), 365-384.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Matematik öğretiminde elektronik tabloların kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 113-131.
- Demir, C.G. ve Çetin, Ş. (2012). Matematik öğretimi tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 59-65.
- Deringöl, Y. (2006). İlköğretimde matematik problemi çözmeyi öğretmede yeni yaklaşımlar. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Dooren, W. V., Bock, D. D., Janssens, D. and Verschaffel, L. (2007). Pupils' over-reliance on linearity: A scholastic effect?. *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 307-321.
- Dooren, W. V., Bock, D. D., Evers, M. and Verschaffel, L. (2008). Students' overuse of proportionality on missing-value problems: How numbers may change solutions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(2), 187-211.
- Doukidis, G. I. and Paul, R. J. (1985). ASPES: A skeletal pascal expert system. In H.G. Sol (Ed.), *Expert Systems and Artificial Intelligence in Decision Support Systems Second Mini Euroconference* (pp. 232-234). Netherlands: Reidel Publishing Company.
- D'Zurilla, T.J. and Goldfried, M. R. (1971). Problem solving and behavior modification. *Journal of Abnormal Psychology*, 78(1), 107-126.

- Elo, S. and Kyngas, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115.
- Er Nas, S., Şenel Çoruhlu, T. ve Çepni, S. (2010). 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik geliştirilen materyalin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 93-104.
- Erden, M. (1998). *Öğretmenlik mesleğine giriş*. (1. Baskı). İstanbul: Alkım Yayıncılık
- Erkoç, M. F. (2008). Yapay zeka perspektifinde eğitime yönelik uzman sistem modellemesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Fisher, R. (1990). *Teaching children to think*. Cheltenham: Stanley Thornes Publishing.
- Foong, P. Y. A. (1990). Metacognitive-heuristic approach to mathematical problem solving. Unpublished doctoral dissertation, Monash University, Australia.
- Formanek, S. D. (2013). Math software in the classroom: Pros, cons and tips for implementation. *International Journal of Pedagogical Innovations*, 1(1),11-14.
- Francisco, J. M. and Maher, C. A. (2005). Conditions for promoting reasoning in problem solving: Insights from a longitudinal study. *Journal of Mathematical Behavior*, 24, 361-372.
- Gail, M. (1996). Problem solving about problem solving: Framing a research agenda. In D. Ingham (Ed.), *Proceedings of the Annual National Educational Computing Conference: Vol. 17* (pp. 255-261). Minnesota: International Society for Technology in Education Press.
- Garcia-Santillán, A., Flores-Zambada, V., Escalera-Chávez, M.E., Chong-González, I.S. and Lopez-Morales, J.S. (2012). Students, computers and mathematics: How do they interact in the teaching-learning process? (An empirical study on accounting, management and marketing undergraduate students). *International Journal of Learning & Development*, 2(2), 178-200.
- Garrett, A.J., Mazzocco, M.M.M. and Baker, L. (2006). Development of the metacognitive skills of prediction and evaluation in children with or without math disability. *Learning Disabilities Research & Practise*, 21(2), 77-88.
- Gelbal, S. (1991). Problem çözme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 167-173.
- Giannakaki, M. S. (2005). Using mixed-methods to examine teachers' attitudes to educational change: The case of the skills for life strategy for improving adult literacy and numeracy skills in England. *Educational Research and Evaluation*, 11(4), 323-348.
- Gick, M.L. (1986). Problem solving strategies. *Educational Psychologist*, 21(1), 99-120.
- Giran, Ö. (2002). Modern proje yönetiminde kullanılan uzman sistemlerin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Gooding, S. (2009). Children's difficulties with mathematical word problems. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 29(3), 31-36.

- Goos, M., Galbraith, P. and Renshaw, P. (2002). Socially mediated metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 193-223.
- Gozli, D. G., Pollanen, M. and Reynolds, M. (2009). The Characteristics of writing environments for mathematics: Behavioral consequences and implications for software design and usability. *Lecture Notes in Computer Science*, 310-324.
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293–307.
- Grouws, D. A. (1996). Critical issues in problem solving instruction in mathematics. In D. Zhang, T. Sawada and J. P. Becker (Ed.), *Proceedings of the China-Japan-U.S. Seminar on Mathematical Education* (pp. 70-94). Carbondale, IL: Board of Trustees of Southern Illinois University.
- Günel, K. ve Aşlıyan, R. (2009). Determining difficulty of questions in intelligent tutoring systems. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(3), 14-21.
- Güven, B. ve Çabakçor, B.Ö. (2013). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*, 23, 131-137.
- Hoffman, B. and Spataru, A. (2008). The influence of self-efficacy and metacognitive prompting on math problem-solving efficiency. *Contemporary Educational Psychology*, 33, 875-893.
- Hotomaroğlu, A.T. (2002). Bilgisayar destekli öğretim için uzman sistem tabanlı bir kabuk programın geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Huang, T.H., Liu, Y.C. and Chang, H.C. (2012). Learning achievement in solving word-based mathematical questions through a computer-assisted learning system. *Educational Technology & Society*, 15(1), 248–259.
- Hwang, G.J., Chen, C.Y., Tsai, P.S. and Tsai, C.C. (2011). An expert system for improving web-based problem-solving ability of students. *Expert Systems with Applications*, 38, 8664-8672.
- Ilany, B.S. and Margolin B. (2010). Language and mathematics: Bridging between natural language and mathematical language in solving problems in mathematics. *Creative Education*, 1(3), 138-148.
- Israel, J. and Aiken, R. (2007). Supporting collaborative learning with an intelligent web-based system. *International Artificial Intelligence in Education Society*, 17(1), 3-40.
- İskenderoğlu, T., Akbaba-Altun, S. ve Olkun, S. (2004). İlköğretim 3., 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin standart sözel problemlerde işlem seçimleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 126–134.
- İşman, A. (1998). *Uzaktan eğitim*. Adapazarı: Değişim Yayınları.

- Jacobse, A.E, and Harskamp, E.G. (2009). Student-controlled metacognitive training for solving word problems in primary school mathematics. *Educational Research and Evaluation*, 15(5),447-463.
- Jaques, P., Rubi G. and Seffrin, H. (2012, October). Evaluating different strategies to teach algebra with an intelligent equation solver, VII. Latin American Conference on Learning Objects and Technologies, Universidad Austral de Chile Instituto de Informatica, Ecuador.
- Jeremic, Z., Jovanovic, J. and Gasevic, D. (2012). Student modeling and assessment in intelligent tutoring of software patterns. *Expert Systems with Application*, 39, 210-222.
- Johnson, R. B. and Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33 (7), 14-26.
- Jonassen, D.H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology: Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Johnson, B. and Turner, L. A. (2003). Data collection strategies in mixed methods research. In A. Tashakkori and C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 297-319). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Kaur, B. and Yeap, B.H. (2009). *Mathematical problem solving in Singapore schools. Mathematical problem solving: Yearbook 2009*. Singapore: Association of Mathematics Education and World Scientific.
- Kalyuga, S. and Hanham, J. (2011). Instructing in generalized knowledge structures to develop flexible problem solving skills. *Computer in Human Behavior*, 27, 63-68.
- Karasel, N., Ayda, O. ve Tezer, M. (2010). The relationship between mathematics anxiety and mathematical problem solving skills among primary school students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 5804-5807.
- Karataş, İ. ve Güven, B. (2004). 8. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin belirlenmesi: Bir özel durum çalışması. *Milli Eğitim Dergisi*, 163,132-143.
- Kaya, S. (2005). Microsoft excel öğretimi için zeki öğretim sistemi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kaya, S. ve Korkmaz, Ö. (2007). Zeki öğretim sistemi olarak tasarlanan ExcelTUTOR'un öğrenmeye etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 171-187.
- Keleş, E. (2007). Altıncı sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kılıç, D. ve Samancı, O. (2005). İlköğretim okullarında okutulan sosyal bilgiler dersinde problem çözme yönteminin kullanılışı. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 100–112.

- Kilpatrick, J. (1985). *A retrospective account of the past 25 years of research on teaching mathematical problem solving. Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kneeland, S. (2001). *Problem çözme*. Çeviren: Kalaycı, N., Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kubanç, Y. (2012). İlköğretim 1., 2. ve 3. sınıf öğrencilerinin matematikte dört işlem konusunda yaşadığı zorluklar ve çözüm önerileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Kumar, E. (2008). *Artificial intelligence*. New Delhi, India: I.K. International Publishing House Pvt. Ltd.
- Lazakidou, G. and Retalis, S. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics. *Computers & Education*, 54, 3-13.
- Lee, T.-H., Shen, P.-D. and Tsai, C.-W. (2008). Applying web-enabled problem-based learning and self-regulated learning to add value to computing education in Taiwan's vocational schools. *Educational Technology & Society*, 11(3), 13-25.
- Lester, F. K. (1994). Musing about mathematical problem solving researchs: 1970-1994. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(6), 660-675.
- Li, C.-S., Tzeng, G.-H. and Chin, Y.-C. (2011). Combined rough set theory and flow network graph to predict customer churn in credit card accounts. *Expert Systems with Applications*, 38, 8-15.
- Li, Q. and Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-244.
- Liang, Y., Lee, S. A. and Jang, J.-W. (2013). Mindlessness and gaining compliance in computer-human Interaction. *Computers in Human Behavior*, 29, 1572-1579.
- Lopez-Morteo and G., Lopez, G. (2007). Computer support for learning mathematic: A learning environment based on recreational learning objects. *Computers & Education*, 48, 618-641.
- Lupyan, G. (2013). The difficulties of executing simple algorithms: Why brains make mistakes computers don't. *Cognition*, 129, 615-636.
- Marshall C. and Rossman G.B. (1995). *Designing qualitative research*. London: Sage Publications.
- McLaren, B.M., Scheuer, O. and Miksatko, J. (2010). Supporting collaborative learning and e-discussions using artificial intelligence techniques. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 20, 1-46.
- Mcloughlin, C. and Hollingworth, R. (2001, December). The weakest link: Is web-based learning capable of supporting problem-solving and metacognition?, The 18th Annual Conference of the Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, The University of Melbourne Biomedical Multimedia Unit, Melbourne.

- Mcneil, N.M., Uttal, D.H., Jarvin, L. and Stemberg, R.J. (2009). Should you show me the money? Concrete objects both hurt and help performance on mathematics problems. *Learning and Instruction*, 19, 171-184.
- MEB. (2013). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: TTKB.
- Merriënboer, J.J.G.v. (2013). Perspectives on problem solving and instruction. *Computers & Education*, 64, 153-160.
- Mikail, R. (2007). Tuzlu toprakların ıslahı için bir bulanık uzman sistem tasarımı. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Miles, M., and Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Mohamedi, H., Bensebaa, T. and Trigano, P. (2012). Developing adaptive intelligent tutoring system based on item response theory and metrics. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 43, 1-14.
- Molnar, G., Greiff, S. and Csapo, B. (2013), Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking Skills and Creativity*, 9, 35-45.
- Morgan, A. (1993). *Improving your students' learning; reflections on the experience of study*. London: Kogan Page.
- Nabiyev, V.,V. (2005). *Yapay zeka*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Nachmias, D. and Nachmias, C., (1981). *Research methods in the social sciences* (2nd ed.). New York: St. Martin's Press.
- Nancarrow, M. (2004). Exploration of metacognition and non-routine problem based mathematics instruction on undergraduate student problem solving success. Unpublished doctoral dissertation, The Florida State University, Florida.
- NCTM (2000). *Principals and standarts for school mathematics*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics Publishing.
- Nesher, P., Hershkovitz, S. and Novotna, J. (2003). Situation model, text base and what else? Factors affecting problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 151-176.
- Nosegbe, I. C. (2001). *Middle school students' sense making of their solutions to mathematical word problems*. India: Indiana University Press.
- Onwuegbuzie, A. J. and Leech, N. L. (2004). Enhancing the interpretation of significant findings: The role of mixed methods research. *The Qualitative Report*, 9(4), 770-792.
- Öktem, S. P. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin gerçekçi cevap gerektiren matematiksel sözel problemleri çözme becerileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Öncü, A. (2006). Uzman sistem yaklaşımı ile web tabanlı öğretim değerlendirme sisteminin geliştirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Öz, E. ve Baykoç, Ö. F. (2004). Tedarikçi seçimi problemine kara teorisi destekli uzman sistem yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 275-286.
- Özarslan, M., Kubat, B. ve Bay, Ö. F. (2007, Ocak). Uzaktan eğitim için entegre ofis dersi'nin web tabanlı içeriğinin geliştirilmesi ve üretilmesi, Akademik Bilişim 2007, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Özçelik, E., Karakuş, T., Kurşun, E. ve Çağıltay, K. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning, *Computers & Education*, 53, 445-453.
- Özsoy, G. (2005). Problem Çözme Becerisi İle Matematik Başarısı Arasındaki İlişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 179-190.
- Özsoy, G. (2007). İlköğretim beşinci sınıf düzeyinde üstbiliş stratejileri öğretiminin, problem çözme başarısına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Phillips, P. J. and O'Toole, A. J. (in press). Comparison of human and computer performance across face recognition experiments. *Image and Vision Computing*.
- Pilli, O. (2008). The effects of computer- assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of mathematics in 4th grade courses. Yayınlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Pirzada, S., Dharwadker, A. (2007). Applications of graph theory. *The Journal of The Korean Society for Industrial and Applied Mathematics*, 11(4), 19-38.
- Polya, G. (1957). *How to solve It?* (2nd ed.). Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Polya, G. (1973). *How to solve it?: A new aspect of mathematical method (2nd ed.)*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Polya, G. (1990). *How to solve it?*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Pugalee, D.K. (2004). A Comparison of verbal and written description of students' problem solving processes. *Educational Studies in Mathematics*, 55, 27-47.
- Reusser, K. and Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution: The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7(4), 309-327.
- Rich, E. (1983). *Artificial intelligence*. The University of Texas at Austin: McGraw-Hill Inc.
- Rowe, J. P., Shores, L. R., Mott, B. W. and Lester, J.C. (2011). Integrating learning, problem solving, and engagement in narrative-centered learning environment. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 21(1), 115-133.
- Simon, M. A., Tzur, R., Heinz, K. and Kinzel, M. (2004). Explicating a mechanism for conceptual learning: elaborating the construct of reflective abstraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(5), 305-329.



- Singh, P. and Lokotsch, K. (2005). Effects of transformational leadership on human resource management in primary schools. *South African journal of education*, 25(4), 279-286.
- Souviney, R. J. (1989). *Learning to teach mathematics*. Princeton N.C. : Merrill Publishing Company.
- Soylu, Y. ve Soylu, C. (2006). Matematik derslerinde başarıya giden yolda problem çözmenin rolü. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 97–111.
- Stevens, M. (1998). *Sorun Çözümleme*. İstanbul: Timaş Yayınları.
- Swing, S. and Peterson, P. (1988). Elaborative and integrative thought processes in mathematics learning. *Journal of Educational Psychology*, 80(1), 54-66.
- Şara, P. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ve ders çalışma stratejileri, problem çözme becerileri ve denetim odağı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Tashakkori, A. and Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches*. *Applied Social Research Methods Series (Vol.46)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Taşpınar, Z. (2011). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde kullandıkları problem çözme stratejilerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tatar, E. ve Dikici, R. (2008). Matematik Eğitiminde Öğrenme Güçlükleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 183.
- Thomas, J.,L. (2012). Combination classes and educational achievement. *Economics of Education Review*, 31, 1058-1066
- Torres, A. G., Penalvo, F.J.G. and Theron, R. (2013). Human-computer interaction in evolutionary visual software analytics. *Computers in Human Behavior*, 29, 486-495.
- Töre, C. G. (2007). İlköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecini bilme ve uygulama düzeylerinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Uğur, A. (2005). [Veri Yapıları Ders Notları]. Yayınlanmamış Ders Notu.
- Ulu, M. (2011). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problemlerde yaptıkları hataların belirlenmesi ve giderilmesine yönelik bir uygulama, Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- URL-1, [www.moodle.org](http://www.moodle.org), Moodle. Adresinden 19 Aralık 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Uygun, M. (2008). İkinci dereceden denklemler ve fonksiyonların gerçekçi problem durumları ile öğretilmesinde teknoloji destekli ve geleneksel yöntemlerin etkililiği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Uzun, K.P. (2008). Mesleki ve teknik eğitim okullarında öğrencileri alana yönlendirmede uzman sistem yaklaşımı. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Van De Walle, J. (1989). *Elementary School Mathematics*. New York: Longman.
- Verschaffel, L., De Corte, E. and Viersraete, H. (1999). Upper elementary school pupils' difficulties in modeling and solving nonstandard additive word problems involving numbers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 3(30), 265-285.
- Vicente, S., Orrantia, J. and Verschaffel, L. (2007). Influence of situational and conceptual rewording on word problem solving. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 829-848.
- Voutsina, C. (2012). A micro-developmental approach to studying young children's problem solving behavior in addition. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31, 366-381.
- Wang, T.- H. (2011). Implementation of web-based dynamic assessment in facilitating junior high school students to learn mathematics. *Computers & Education*, 56, 1062-1071.
- Willoughby S. S. (1990). *Mathematics education for a changing world*. Alexandria Virginia: ASCD.
- Witt, S. (1999). *Beyin gücünü %100 kullanma tekniği*. İstanbul: Gün Yayıncılık.
- Wopereis, I., Brand-Gruwe, S. and Vermetten, Y. (2007). The effect of embedded instruction on solving information problems. *Computers in Human Behavior*, 24 (3), 738-752.
- Yaman, H. (2009). İlköğretim türkçe dersi programı'nın kalabalık sınıflarda uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen görüşleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 9(1), 329-359.
- Yaşa, E. (2010). Çalışma yaprakları destekli problem çözme stratejilerinin öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Yavuz, G. (2006). Dokuzuncu sınıf matematik dersinde problem çözme strateji öğretiminin duyuşsal özellikler ve erişkiye etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yavuz, U. ve Karaman, S. (2003, Şubat). Öğretim yazılımlarının zekileştirilmesi: bir değerlendirme makinesi. Akademik Bilişim 2003, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yen, J. C. and Chen, M. P. (2008). Patterns of reflection for problem-solving in a mobile learning environment. *International Journal of Education and Information Technologies*, 2(2), 121-124.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

## **8. EKLER**

EK 1. ARTIMAT'da kullanılan soruların zorluk derecelerinin belirlenmesi

Bölüm : .....

Sınıf : .....

### HAREKET PROBLEMLERİ

**Aşağıdaki hareket problemleri çözerek, soruların zorluk derecelerini çok kolay (1), kolay (2), orta (3), zor (4), çok zor (5) olarak skala üzerinde işaretleyiniz.**

1. A ve B noktalarından aynı anda ve aynı yönde hareket eden iki aracın hızları sırasıyla 100 km/sa ve  $V$ 'dir. İki şehir arasındaki uzaklık 375 km olup, Bu iki araç 5 saat sonra yan yana geldiklerine göre,  $V$  kaçtır?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

2. A ve B den birbirlerine doğru aynı anda 60 km/sa ve 65 km/sa hızlarla yola çıkan iki araç A dan 300 km uzaklıktaki C şehrinde karşılaşıyorlar. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

3. Hızları saatte 60 km ve 90 km olan iki araç A şehrinden B şehrine gidiyor. Hızı fazla olan diğerinden 2 saat sonra çıkıp, B şehrine 1 saat önce varıyor. Buna göre, iki şehir arası kaç kilometredir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

4. Bir kamyon iki şehir arasını sabit bir hızla gidip, dönüşte hızını %50 artırıyor. Aracın yol boyunca ortalama hızı 96 km/sa olduğuna göre, aracın hızındaki artış miktarı kaç km/sa tir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

5. Bir araç, iki kent arasındaki yolu saatte ortalama 60 km hızla gidip, hiç mola vermeden saatte ortalama 80 km hızla dönerek yolcuğu 7 saatte tamamlıyor. Bu iki kent arasındaki uzaklık kaç km'dir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

6.  $IACI = ICBI$ 'dir. Saatteki hızı 30 km olan hareketli yola çıktıktan 3 saat sonra diğer hareketli yola çıkıyor. Hızlı giden araç B'ye vardıktan sonra geri dönüyor. İki hareketli C'de karşılaştıklarına göre IABI yolu kaç kilometredir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

7. Saatteki hızları 90 km/s ve 120 km/s olan iki araç aynı anda A'dan B'ye doğru hareket ediyor. Hızlı olan B'ye vardıktan sonra 20 dakika mola veriyor ve A'ye doğru yola çıkıyor. İki araç AB arasında karşılaşıyorlar. A ve B şehirleri arası 400 km olduğuna göre karşılaşma noktasının A'ya uzaklığı kaç km'dir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

8. Hızları 50 km/saat ve 60 km/saat olan iki otobüs, aynı anda A ilinden B iline yola çıkıyorlar. Hızlı giden otobüs, B iline diğer otobüsten 0.3 saat önce vardığına göre A ile B illeri arası kaç kilometredir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

9. A ve B kentleri arası 180 Km'dir. A kentinden saatte 20 km ve B kentinden saatte 25 km hızlarla iki araç aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. Karşılaştıklarında A dan yola çıkan araç kaç km yol almıştır.

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

10. A'dan aynı saatte 60 km/sa hızla hareket eden ve 2 arabayla giden bir aile hareketlerinden 2 saat sonra evlerinin kapılarını kilitlemediklerini hatırlıyor. Araçlardan biri hızını 20 km arttırarak geri dönüyor ve kapıyı kilitleyip son hızıyla, ayrıldıklarında hızı 20 km azalmış diğer araca B kentinde yetişiyor. A'dan iki araç B kentine kaç saatte ulaşmıştır?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

11. Hızları farkı 30 km/sa olan 2 araç aynı anda A ve B kentlerinden birbirlerine doğru hareket ederek 6 saatte karşılaşıyorlar. Hızlı olan araç diğer kente 4 saatte ulaştığına göre, yavaş olan araç toplam yolu kaç saatte tamamlamıştır?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

12. Hızları 6V ve 2V olan iki araç karşılıklı olarak hareket ettiklerinde 4 saat sonra karşılaşıyorlar. Hareketliler aynı noktadan aynı yönde hareket etselerdi hızlı olan diğerine kaç saat sonra yetişirdi?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

13. A kentinden B kentine doğru hızları 5 ve 7 ile orantılı olan iki araç aynı anda yola çıkıyorlar. Hızlı olan araç B'ye diğerinden 4 saat önce ulaşıyor. Buna göre, yavaş olan araç A dan B'ye kaç saatte gitmiştir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

14. A noktasından aynı anda zıt yönde hareket eden iki aracın 3 saat sonra aralarındaki uzaklık 330 km'dir. Bu araçların hızları farkı 20 km/sa olduğuna göre, yavaş gidenin hızı saatte kaç kilometredir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

15. Seda ve Gamze farklı iki noktadan birbirlerine doğru koşmaya başladıklarından 15 dakika sonra karşılaşıyorlar. Seda'nın hızı (V1) Gamze'nin hızı (V2)'nin 3 katı olduğuna göre aynı yöne koşsalar. Seda Gamze'ye kaç metre sonra yetişirdi?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

16. IKLI =4 ILMI olmak üzere, K'dan L'ye doğru iki araç aynı anda harekete geçiyor. Hızlı giden araç M'ye varıp geri dönerek L noktasında diğer araçla karşılaşıyor. Yavaş giden aracın saatteki hızı 80 km olduğuna göre, hızlı giden aracın saatteki hızı kaç kilometredir?

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

17. A ve B şehirleri arası 160 km'dir. Bu iki şehirden birbirlerine doğru hareket eden araçlar 2 saat sonra karşılaşıyorlar. Eğer aynı yönde hareket ederlerse hızlı olan 4 saat sonra yavaş olanı yakalıyor. Yavaş olan hareketli A ve B şehirleri arasını kaç saatte alır?

Çözüm :

Nihai Sonuç :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**18. Bir yarısı ince diğer yarısı kalın olan 20 metre uzunluğundaki bir ip her iki ucundan aynı anda yakılıyor. Ateşin ilerleme hızı ipin ince tarafında saniye metre, kalın tarafında ise 1 metre olduğuna göre tamamının yanması kaç saniye sürer?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**19. Bir araç A'dan B'ye 50 km/sa hızla giderse planlanan süreden 1 saat geç ulaşıyor. 90 km/sa hızla giderse planlanan süreden 1 saat erken ulaşıyor. A ile B arası kaç kilometredir?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**20. Bir hareketli bir yolun 2/5'ni gittikten sonra hızını 2 kat arttırarak yolu 18 saatte tamamlıyor. Bu hareketli yolun ilk yarısını kaç saatte tamamlamıştır?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**21. A ve B kentlerinden aynı anda birbirine doğru bir otomobil ile bir kamyon hareket ediyorlar. Karşılaştıkları noktadan itibaren kamyon geri kalan yolu 9 saatte, otomobil ise 4 saatte aldığına göre, otomobilin saatteki hızı kamyonun saatteki hızının kaç katıdır?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**22. A ve B kentlerinde bulunan iki araç aynı anda, aynı yönde hareket ederler ise 10 saat sonra, zıt yönde birbirlerine doğru hareket ederler ise 2 saat sonra karşılaşıyorlar. Buna göre, bu iki aracın hızları oranı kaçtır?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**23. Birbirinden 100 km uzakta olan A ve B duraklarının orta noktası olan C de n aynı anda ve ters yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km'dir. İki araç A ve B arasında, durmaksızın tur yaptıklarına göre, ilk karşılaşmaları C den kaç km uzakta olur?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**24. Hızları saatte 80 km ve 120 km olan iki araç A kentinden B kentine hareket ediyor. Hızlı olan araç B ye varıp hiç durmadan geri dönüyor ve C noktasında diğer araçla karşılaşıyor. Buna göre IBCI/IACI oranı kaçtır?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

**25. Saatteki hızları 3V ve 2V olan iki araç K noktasından aynı anda L noktasına doğru harekete başlamıştır. Hızı fazla olan araç 3 saat önce L noktasına vardığına göre, hızı az olan araç L noktasına kaç saatte gitmiştir?**

Çözüm :

Sorunun Zorluk Derecesi : (1) (2) (3) (4) (5)

---

Soruların Zorluk Dereceleri												
Sorular	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12
1	1	2	3	boş	2	1	3	1	1	1	4	2
2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	4	1	3	boş	2	1	2	1	3	3	3	boş
4	3	1	5	boş	2	2	4	3	1	5	boş	boş
5	3	3	2	3	1	2	2	1	1	1	boş	1
6	4	5	5	boş	3	boş	5	4	5	4	5	boş
7	5	1	5	3	3	4	5	4	2	5	5	4
8	4	1	1	1	2	2	5	1	2	3	1	2
9	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1
10	4	1	4	4	4	3	5	boş	1	4	5	3
11	5	2	3	boş	3	2	5	2	1	3	5	2
12	3	1	3	4	3	2	3	1	2	4	5	3
13	2	2	2	boş	1	2	1	1	2	2	3	2
14	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1
15	5	1	5	boş	boş	boş	5	5	4	4	5	5
16	1	5	3	1	1	2	2	2	1	3	5	2
17	3	boş	boş	1	boş	2	2	boş	5	1	5	boş
18	4	boş	boş	boş	boş	boş	5	boş	5	5	5	5
19	4	boş	boş	1	1	boş	3	2	1	2	3	1
20	3	boş	boş	5	1	2	5	2	1	3	3	3
21	4	boş	boş	boş	boş	boş	5	boş	1	4	4	5
22	3	boş	boş	boş	1	boş	5	1	1	4	5	5
23	3	boş	boş	boş	boş	boş	5	3	5	1	5	5
24	4	boş	boş	1	3	2	5	1	1	3	4	2
25	2	boş	boş	1	2	2	5	2	1	2	5	3

## EK 2. Kriter ve adım ağırlıkları

Değerli meslektaşım, aşağıda George Polya'nın(1957) problem çözme adımları verilmiştir. Öğrencilerin problem çözümede sistematik bir mantık geliştirebilmesi amacıyla oluşturulmuş olan bu adımlar çoğumuzun farkında olarak ya da olmadan yaptığımız temel problem çözme işlemi yansıtmaktadır.

Aşağıda sürecin adımları ve açıklamaları verilmektedir.

- 1) Problemin anlaşılması
- 2) Çözümle ilgili stratejinin seçilmesi
- 3) Stratejinin uygulanması
- 4) Çözümün değerlendirilmesi

Problemin anlaşılması sürecinde, problemde neler verildiği ve neler istendiğinin saptanması, eksik ya da fazla bilgi varsa bunların tayin edilmesi, problemde ne tür bilgilerin elde edileceğinin saptanması, problemdeki olaylara ve ilişkilere uygun şekil ya da diyagram çizilip çizilemeyeceği, problemi parçalara (alt problemlere) ayırıp ayıramadığı gibi bir süreci kapsar.

İkinci basamak olan strateji seçiminde ise problem anlaşıldıktan sonra sıra çözümden kullanılacak olan yöntemin seçilmesine gelir. Bu aşamadaki stratejilerden bazıları: sistematik liste yapma, geriye doğru çalışma, diyagram çizme, tahmin etme, bağlantı kurma, eleme, tablo yapma, eşitlik yazmadır.

Üçüncü aşamada seçilen strateji uygulanır. Problem çözülüyor ise problemin birinci veya ikinci adımına ya da anlamada bir eksiklik olup olmadığına bakılır. Yine çözülmez ise strateji değiştirilir. Gerekli aritmetik işlemlerin yapılması da bu safhada yer alır.

Son aşamada elde edilen sonuçların doğru ve anlamlı olup olmadığına bakılır. Bunun için elde edilen sonuç tahmin edilenle karşılaştırılır veya işlemlerin sağlamaları yapılır. Sonuçların anlamlı olup olmadığı ise çıkan cevabın gerçek hayata uygunluğunun kontrol edilmesiyle anlaşılır. Benzer bir problemle karşılaşırsa onun nasıl çözüleceği tartışılır. Başka bir çözüm yolunun olup olmadığı araştırılır. Kullanılan stratejinin neden seçildiği açıklanır. Problemin çözümüne uygun bir başka strateji var ise, bu stratejilerden hangisinin daha iyi olduğu tartışılır.

**Siz öğrencilerinizi bu adımlara göre değerlendirecek olsanız adımların ağırlıkları ne kadar olurdu? NOT: 4 adımın toplam puanı 100 olacak şekilde adımlar puanlandırılacaktır.**

- |   |   |
|---|---|
| 1) Problemin anlaşılması                | : |
| 2) Çözümle ilgili stratejinin seçilmesi | : |
| 3) Stratejinin uygulanması              | : |
| 4) Çözümün değerlendirilmesi            | : |

**Bir probleme ait aşağıdaki kriterlerin bilgileri varken sorunun zorluğunu belirlemeniz gerekirse sizce bu kriterlerin önemini belirten puanlar ne kadar olurdu? NOT: 3 kriterin toplam puanı 100 olacak şekilde kriterler puanlandırılacaktır.**

- |   |   |
|---|---|
| 1) Problemin Ortalama Çözülme Süresi                        | : |
| 2) Problemin Çözümünde Yapılan Ortalama Hatalı İşlem Sayısı | : |
| 3) Problemin Çözülebilme Yüzdesi                            | : |

Kıymetli vaktinizi ayırdığınız ve desteğiniz için teşekkür ederim.

Öğr. Gör. Ali Kürşat ERÜMİT



	KRİTER AĞIRLIKLARI					ADIM AĞIRLIKLARI		
	ADIM 1	ADIM 2	ADIM 3	ADIM 4		KRİTER 1	KRİTER 2	KRİTER 3
ÖĞRETMEN 1	35	30	25	10		30	35	30
ÖĞRETMEN 2	35	30	20	15		40	30	30
ÖĞRETMEN 3	35	30	20	15		35	30	35
ÖĞRETMEN 4	35	25	25	15		25	30	45
ÖĞRETMEN 5	35	30	15	20		30	30	40
ÖĞRETMEN 6	30	20	20	30		40	25	35
ÖĞRETMEN 7	35	30	25	10		35	20	45
ÖĞRETMEN 8	40	20	20	20		30	25	45
ÖĞRETMEN 9	30	20	20	20		50	20	30
ÖĞRETMEN 10	30	40	20	10		40	25	35
ÖĞRETMEN 11	20	40	20	40		30	30	40
ÖĞRETMEN 12	20	30	30	20		20	30	50
ÖĞRETMEN 13	50	20	15	15		20	30	50
ÖĞRETMEN 14	40	20	20	20		20	30	50
ÖĞRETMEN 15	30	30	20	20		40	30	30
ÖĞRETMEN 16	50	20	10	20		30	30	40
ÖĞRETMEN 17	40	30	10	20		30	30	40
ÖĞRETMEN 18	30	20	30	20		30	50	20
ÖĞRETMEN 19	30	20	20	30		40	25	35
ÖĞRETMEN 20	40	20	25	15		25	40	35
ÖĞRETMEN 21	70	20	10	0		70	5	25
ÖĞRETMEN 22	60	15	15	10		50	25	25
ÖĞRETMEN 23	70	10	10	10		50	10	40
ÖĞRETMEN 24	60	25	10	5		50	25	25
ÖĞRETMEN 25	30	20	25	25		20	30	50
<b>ORTALAMA</b>	<b>0.392</b>	<b>0.246</b>	<b>0.192</b>	<b>0.174</b>	<b>1</b>	<b>0.352</b>	<b>0.276</b>	<b>0.37</b>

### **EK 3. Pilot uygulama öğretmen ve öğrenci mülakat soruları**

#### **A. Öğretmenlere yöneltilecek mülakat soruları**

1. Kullandığınız sistemin en çok hangi özelliğini beğendiniz/beğenmediniz?
2. Sizce bu sistem, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir mi?
3. Problem çözme sırasında kullanılabilirlik açısından sistemi kağıt kalem ortamı ile kıyaslar mısınız?
4. Problemi bilgisayar ortamına aktarma sırasında (problemin yazımı sırasında) sistemin kullanılabilirliğini değerlendirir misiniz?
5. Sistemin görsel tasarımını beğendiniz mi? Daha iyi olması açısından düşünceleriniz nelerdir?
6. Problemin çözümünde izlenebilecek adımları bulması açısından sistemin başarılı olduğunu düşünüyor musunuz?
7. Sizce sistem mümkün olabilecek tüm çözüm yollarını bulabiliyor mu?
8. Sizce sistem öğrenciye problem çözme sırasında tam bir yönlendirme yapabilir mi?
9. Sistem hakkındaki görüş ve önerileriniz nelerdir?

#### **B. Öğrencilere yöneltilecek mülakat soruları**

1. Kullandığınız sistemin en çok hangi özelliğini beğendiniz/beğenmediniz?
2. Kullandığınız sistem, problem çözme becerinizi geliştirdi mi?
3. Sistemin görsel tasarımını beğendiniz mi? Daha iyi olması açısından düşünceleriniz nelerdir?
4. Kullandığınız sistem, problemlere olan bakış açısını değiştirdi mi? (olumlu/olumsuz)
5. Kağıt kalem kullanarak yaptığınız çözüm ile bilgisayar ortamında yaptığınız çözümü karşılaştırır mısınız? Sizce hangisi öğrenmenize daha faydalı oldu?
6. Kullanılabilirlik açısından sistemi kağıt kalem ortamı ile kıyaslar mısınız?
7. Sistem hakkındaki görüş ve önerileriniz nelerdir?

#### EK 4. Asıl uygulama öğretmen ve öğrenci mülakat soruları

##### ÖĞRETMEN MÜLAKAT SORULARI

1. ARTIMAT sisteminin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine nasıl bir etkisi olduğunu düşünüyorsunuz?
2. Kullanışlılık açısından ARTIMAT sistemini, problem çözme aşamalarını göz önünde bulundurarak, geleneksel ortamla(kağıt, kalem vb.) kıyaslayınız.
3. Problemlerin ARTIMAT sistemine aktarılması ve çözümü sürecinde sistemin kullanılabilirliğini değerlendirir misiniz?
4. Bir problemi çözerken izlenebilecek işlem adımlarını göz önünde bulundurarak ARTIMAT'ın problem çözerken kullanıcıyı yönlendirdiği işlem adımlarını değerlendiriniz?
5. ARTIMAT'ın problemlerin çözümünde farklı çözüm yollarını göstermesini nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu özelliğin öğrencilerin başarılarına etkisi olacağını düşünüyor musunuz?
6. Sizce ARTIMAT öğrenciye problem çözme sırasında yeterli yönlendirme yapabiliyor mu? Açıklayarak, önerileriniz varsa ne tür özelliklerin eklenmesini istersiniz?
7. ARTIMAT sisteminin kullandığınız özelliklerini göz önünde bulundurarak genel değerlendirilmesine yönelik (Akademik başarıya etkisi, kullanılabilirlik, öğrenciyi ölçebilme, vs.) görüş ve önerileriniz nelerdir?

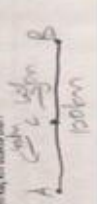


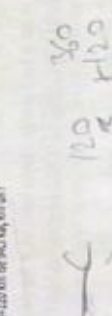
##### ÖĞRENCİ MÜLAKAT SORULARI

1. ARTIMAT'ın kullanılabilirliği ile ilgili görüşleriniz nelerdir? Hız problemlerini anlama veya bu konuda sahip olduğunuz zorlukları yenme adına ARTIMAT'ın size katkıda bulunduğunu düşünüyor musunuz?
2. Problem çözme ile ilgili konuların daha iyi anlaşılabilmesi için problemlerin adım adım çözülmesi faydalı mıdır? ARTIMAT'ın bu özelliği hakkında neler düşünüyorsunuz?
3. ARTIMAT kullanmaya başladıktan sonra problem çözmeye bakış açınızda bir değişiklik oldu mu? Sistemin size bu anlamda katkıda bulunduğunu düşünüyor musunuz?
4. ARTIMAT sisteminin farklı konu veya derslere de uyarlanmasını ister misiniz? Niçin?
5. Bir problemi çözerken ARTIMAT sisteminin problem çözümüne ilişkin adımlarını kağıt üzerinde de uygular mısınız? Niçin?
6. Kağıt kalem yöntemi ve ARTIMAT sistemi ile problem çözmeyi karşılaştırır mısınız?
7. ARTIMAT sisteminin mobil aygıtlar(cep telefonu, tablet PC vb.) ile kullanılabilirliğini ister misiniz?
8. ARTIMAT sistemi hakkında varsa önerileriniz nelerdir?

### EK 5. Başarı sınavı soruları

1. Birbirinden 100 km uzakta olan A ve B duraklarının orta noktası olan C den aynı anda ve ters yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. İki araç A ve B arasında, durmaksızın tur yaptıklarına göre, ilk karşılaşmaları C den kaç km uzakta olur?
2. Hızları saatte 80 km ve 120 km olan iki araç A kentinden B kentine hareket ediyor. Hızlı olan araç B ye varıp hiç durmadan geri dönüyor ve C noktasında diğer araçla karşılaşiyor. Buna göre IBCI/IACI oranı kaçtır?
3. Hızları farkı 30 km/s olan iki araç 720 km olan bir yolda aynı anda aynı yöne doğru hareket ederlerse hızlı olan 2 saat önce yolu bitiriyor. Yavaş olanın hızı kaç km/s'dir?
4. Bir araç A kentinden 50 km/sa hızla hareket ediyor. 3 saat sonra A dan başka bir araç 80 km/sa hızla aynı yönde hareket ederse öndeki araca kaç saat sonra yetişir?
5. Bir kamyon iki şehir arasını sabit bir hızla gidip, dönüşte hızını %50 artırıyor. Aracın yol boyunca ortalama hızı 96 km/sa olduğuna göre, aracın hızındaki artış miktarı kaç km/sa tir?
6. 500 km'lik yolun bir kısmı toprak bir kısmı asfaltdır. Bu araç toprak yolda 40 km/sa ve asfalt yolda 70 km/sa hızla giderek 8 saatte yolu tamamlıyor. Buna göre, yolun asfalt kısmı kaç kilometredir?
7. A ve B şehirleri arası 160 km'dir. Bu iki şehirden birbirlerine doğru hareket eden araçlar 2 saat sonra karşılaşıyorlar. Eğer aynı yönde hareket ederlerse hızlı olan 4 saat sonra yavaş olanı yakalıyor. Yavaş olan hareketli A ve B şehirleri arasını kaç saatte alır?
8. A dan C ye doğru  $3V$  ve  $V$  hızları ile hareket eden iki araçtan hızlı giden C ye varıp hiç durmadan geri dönerek diğeri ile B de karşılaşiyor.  $IBC=120$  km ise  $IAC$  kaç km dir?
9. Hızları farkı 30 km/sa olan 2 araç aynı anda A ve B kentlerinden birbirlerine doğru hareket ederek 6 saatte karşılaşıyorlar. Hızlı olan araç diğer kente 4 saatte ulaştığına göre, yavaş olan araç toplam yolu kaç saatte tamamlamıştır?
10. Aralarında 1430 km mesafe bulunan iki araç aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. 11 saat sonra karşılaştıklarına göre araçlardan birinin hızı 20 km/sa daha az olsaydı kaç saat sonra karşılaşırlardı?

EK 6. Örnek öntest-sontest karşılaştırması ve mülakat formaları tablosu

KODU	ON TEST	SONTEST	MULAKAT	
Ö14	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p>  <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> 	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p> <p>1. A B A C B 2. A B A C B</p> <p>100 km hızla 6000 m/saat = 6000-60A 100A = 2000 A = 20</p> <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> <p>A B C D E 30 km hızla 6000 m/saat = 6000-30A 1. A B A C B 2. A B A C B</p>	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p> <p>1. A B A C B 2. A B A C B</p> <p>100 km hızla 6000 m/saat = 6000-60A 100A = 2000 A = 20</p> <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> <p>A B C D E 30 km hızla 6000 m/saat = 6000-30A 1. A B A C B 2. A B A C B</p>	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p> <p>1. A B A C B 2. A B A C B</p> <p>100 km hızla 6000 m/saat = 6000-60A 100A = 2000 A = 20</p> <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> <p>A B C D E 30 km hızla 6000 m/saat = 6000-30A 1. A B A C B 2. A B A C B</p>
Ö23	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p>  <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> 	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p> <p>1. A B A C B 2. A B A C B</p> <p>100 km hızla 6000 m/saat = 6000-60A 100A = 2000 A = 20</p> <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> <p>A B C D E 30 km hızla 6000 m/saat = 6000-30A 1. A B A C B 2. A B A C B</p>	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p> <p>1. A B A C B 2. A B A C B</p> <p>100 km hızla 6000 m/saat = 6000-60A 100A = 2000 A = 20</p> <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> <p>A B C D E 30 km hızla 6000 m/saat = 6000-30A 1. A B A C B 2. A B A C B</p>	<p>1. Birbirinden 120 km uzaktaki A ve B duraklarını arata yolcular olan C den ayrı anda ve aynı yönde iki araç hareket ediyor. Araçların saatteki hızları sırasıyla 60 ve 40 km dir. Bu araçlar A ve B duraklarında durduktan sonra birbirlerine gidecek şekilde karşılaşıyorlar. C den kaç km uzaktaki oldu?</p> <p>1. A B A C B 2. A B A C B</p> <p>100 km hızla 6000 m/saat = 6000-60A 100A = 2000 A = 20</p> <p>3. Hızları farklı 30 km/saat ve 40 km/saat olan iki araç aynı anda aynı yönde doğru hareket ettiriliyor. İlk saat 7 saat önce yola çıkıyor. Hangi saatte bu araçlar karşılaşıyor?</p> <p>A B C D E 30 km hızla 6000 m/saat = 6000-30A 1. A B A C B 2. A B A C B</p>



	<p>3. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>	<p>2. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>	<p>1. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>
	<p>4. Bir araç A hareketleniş noktasından hareket eder. 3 saat sonra A ile karşı karşıya gelen bir araç B hareketleniş noktasından hareket eder. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 120 \times 3 = 360</math>  <math>BC = 80 \times 3 = 240</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{240}{360} = \frac{2}{3}</math> </p>	<p>4. Bir araç A hareketleniş noktasından hareket eder. 3 saat sonra A ile karşı karşıya gelen bir araç B hareketleniş noktasından hareket eder. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 120 \times 3 = 360</math>  <math>BC = 80 \times 3 = 240</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{240}{360} = \frac{2}{3}</math> </p>	<p>4. Bir araç A hareketleniş noktasından hareket eder. 3 saat sonra A ile karşı karşıya gelen bir araç B hareketleniş noktasından hareket eder. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 120 \times 3 = 360</math>  <math>BC = 80 \times 3 = 240</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{240}{360} = \frac{2}{3}</math> </p>
<p>05</p>	<p>3. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>	<p>2. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>	<p>1. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>
<p>037</p>	<p>1. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>	<p>2. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>	<p>1. Hızları 80 km ve 120 km olan iki araç A hareketleniş noktasından hareket eder. Her iki araç B'ye karşı hızla ilerlerken C noktasında karşı karşıya gelirler. Buna göre BC/AC oranı kaçtır?</p> <p> <math>AC = 80t</math>  <math>BC = 120t</math>  <math>\frac{BC}{AC} = \frac{120t}{80t} = \frac{3}{2}</math> </p>

## EK 7. Trabzon il milli eğitim müdürlüğü araştırma izni

T.C.  
TRABZON VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.61.09.00.604.99/ 37364 08 ARALIK 2011

Konu : Araştırma izni.

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : 29/11/2011 tarihli ve 30.2.KTÜ.0.43.00/320/1437 sayılı yazı.


Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı doktora programı öğrencisi Ali Kürşat ERÜMIT' in "Hareket Problemlerinin Çözümünde Yapay Zeka Tabanlı Uzaktan Eğitim Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi" konulu proje çalışmasını Müdürlüğümüze bağlı tüm ortaöğretim kurumlarında yapmak isteği Müdürlüğümüz Bilimsel Araştırma Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.






Adı geçen kişinin, "Hareket Problemlerinin Çözümünde Yapay Zeka Tabanlı Uzaktan Eğitim Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi" konulu proje çalışmasını Müdürlüğümüze bağlı tüm ortaöğretim kurumlarında yapmak isteği Müdürlüğümüze uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Miktat EYÜPOĞLU  
Müdür V.

OLUR  
27/12/2011  
Hüseyin ECE  
Vali a.  
Vali Yardımcısı


 Trabzon Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü  
 Adresli Bld. 4. AKSOF İl Millî Eğitim Şb. Md.  
 Tlf: 442 230 20 94 (323) - 248 20 91  
 Faks: 230 20 96  
 e-posta : trtbizansmemoriel.gov.tr  
 trtbizansmemorielajine.gov.tr  
 trtbizansmemorielajine.gov.tr



### EK 8. Sistemde yer alan problemler

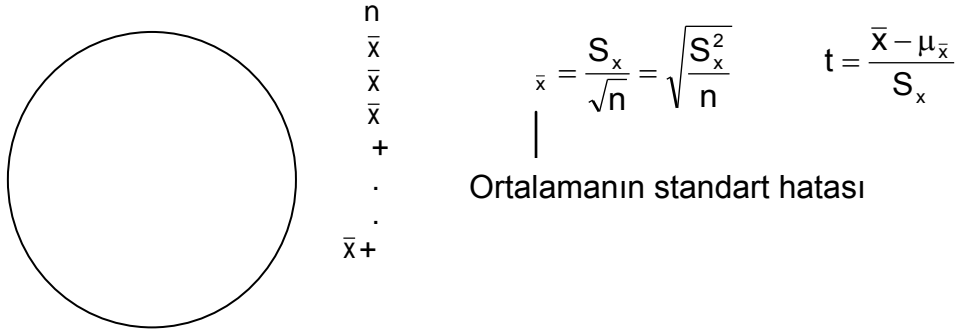
1. A ve B şehirlerinin arası 720 km'dir. Bu şehirlerden aynı anda ve zıt yönde iki araç 70 km/sa ve 50 km/sa hızlarıyla harekete başlıyor. 5 saat sonra iki araç arasında kaç km yol kalmıştır?
2. Aralarında 500 km mesafe bulunan iki araç 60 km/sa ve 70 km/sa hızla aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar, 3 saat sonra aralarındaki uzaklık kaç kilometre olur?
3. A ve B şehirleri arası 600 km'dir. A ve B şehirlerinden hızları 60 Km/sa, 75 km/sa olan iki hareketli zıt yönde hareket ediyorlar. 3 saat sonra aralarında kaç km yol kalır?
4. A kentinden B kentine gitmek için aynı anda yola çıkan iki otomobilden birincisi saatte 30 km, ikincisi de 40 km hızla gidiyor. İkinci otomobil B kentine 2 saat önce vardığına göre A ve B kentleri arası kaç km'dir?
5. Hızları 50 km/saat ve 60 km/saat olan iki otobüs, aynı anda A ilinden B iline yola çıkıyorlar. Hızlı giden otobüs, B iline diğer otobüsten 0.3 saat önce vardığına göre A ile B illeri arası kaç kilometredir?
6. Hızları saatte 60 km ve 90 km olan iki araç A şehirden B şehrine gidiyor. Hızı fazla olan diğerinden 2 saat sonra çıkıp, B şehrine 1 saat önce varıyor. Buna göre, iki şehir arası kaç kilometredir?
7. A noktasından aynı anda zıt yönde hareket eden iki aracın 3 saat sonra aralarındaki uzaklık 330 km'dir. Bu araçların hızları farkı 20 km/sa olduğuna göre, yavaş gidenin hızı saatte kaç kilometredir?
8. A ve B den birbirlerine doğru aynı anda 60 km/sa ve 65 km/sa hızlarla yola çıkan iki araç A dan 300 km uzaklıktaki C şehrinde karşılaşıyorlar. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?
9. A ve B kentleri arasındaki uzaklık 40 km , A dan hızı saatte 5 km olan bir yaya, B den hızı 15 km olan bir bisikletli aynı anda, birbirlerine doğru yola çıkıyor. Yaya kaç km yol yürüdüğünde bisikletli ile karşılaşır?
10. Bir yarısı ince diğer yarısı kalın olan 20 metre uzunluğundaki bir ip her iki ucundan aynı anda yakılıyor. Ateşin ilerleme hızı ipin ince tarafında saniyede 1.5 metre, kalın tarafında ise 1 metre olduğuna göre tamamının yanması kaç saniye sürer?
11. A ve B kentleri arası 180 Km'dir. A kentinden saatte 20 km ve B kentinden saatte 25 km hızlarla iki araç aynı anda birbirlerine doğru hareket ediyorlar. Karşılaştıklarında A dan yola çıkan araç kaç km yol almıştır.
12. Aralarındaki uzaklık 252 km olan iki şehirden 8 km/sa ve 10 km/sa hızlarıyla aynı anda birbirlerine doğru iki araç harekete başlıyor. İki şehir arasında ilk karşılaştıklarında hızlı giden araç kaç km yol almış olur?
13. Bir araç 5 saatte aldığı yolu dönüşte 65 km/s hızla 7 saatte almıştır. Bu araç dönüşte hızını saatte kaç kilometre azaltmıştır?
14. Bir araç A şehirden B şehrine 100 km/sa hızla gitmiş ve V km/sa hızla dönmüştür. Gidiş- dönüşte aracın ortalama hızı 120 km/sa olduğuna göre, V kaçtır?
15. Bir araç gideceği yolun 1/3 ünü 60 km/sa, geri kalanını 30 km/sa hızla gidiyor. Bu aracın yol boyunca ortalama hızı saatte kaç kilometredir?
16. Aralarındaki uzaklık 120 km olan A ve B kentlerinden hızları sırasıyla 85 km/s ve 70 km/s olan iki araç aynı anda aynı yöne doğru hareket ediyorlar. Kaç saat sonra arkadaki araç önceki aracı yakalar?

17. İki otomobil A ve B noktalarından aynı anda ve aynı yönde hareket ediyorlar. A dan hareket edenin hızı 75 km/sa, diğerininki 60 km/saattir. A dan hareket eden 5 saat sonra diğerine yetiştiğine göre, A ile B arası kaç km'dir?
18. AB arası 600 km'dir, A'dan hızı 80 Km/s olan araç ile B'den hızı 50 km olan araçlar aynı anda aynı yöne hareket ediyorlar. Kaç saat sonra hızlı giden yavaş gideni yakalayıp 120 km fark atar?
19. Aralarında 200 km bulunan A ve B noktalarından aynı anda aynı yöne hareket eden araçlardan A'dan hareket edenin hızı saatte 73 km B'den hareket edenin hızı saatte 48 km ise kaç saat sonra A'dan hareket eden B'den hareket eden aracın 75 km önüne geçer?
20. Aralarında 520 km uzaklık bulunan iki hareketliden birinin hızı saatte 110 km, diğerinin hızı saatte V km dir. Aynı yönde hareket eden bu iki araçtan hızlı olan, diğerine 8 saatte yetiştiğine göre, V kaçtır?
21. A ve B noktalarından aynı anda ve aynı yönde hareket eden iki aracın hızları sırasıyla 100 km/sa ve V'dir. İki şehir arasındaki uzaklık 375 km olup, Bu iki araç 5 saat sonra yan yana geldiklerine göre, V kaçtır?
22. A kentinden hızları saatte 35 km ve V km olan iki araç aynı anda zıt yönlerde hareket ediyorlar. 4 saat sonra iki aracın arasındaki uzaklık 220 km olduğuna göre, araçların hızları farkı saatte kaç kilometredir?
23. Hızları farkı 8 km/saat olan iki bisikletli, aynı noktadan, aynı anda, zıt yönde hareket ediyorlar. Hareketlerinden 1 saat sonra aralarındaki uzaklık 40 km olduğuna göre, daha yavaş giden bisikletlinin hız kaç km/saat'tir?
24. A ve B şehirleri arasında A dan 100 km/s ve B 'den 90 km/s hızlarla ve zıt yönde hareket eden iki araç 3,5 saat sonra karşılaştıklarına göre, A ve B şehirleri arası kaç km'dir?
25. A ve B şehirleri arası 480 km dir. A'dan V hızında ve B'den 120 km/s hızla zıt yönde hareket eden iki araç 3 saat sonra karşılaştığına göre, V kaç km/saattir?
26. Saatteki hızları sırası ile 40 km ve 30 km olan iki araç, A ve B noktalarından aynı anda zıt yönde hareket edip C noktasına aynı anda varıyorlar. IABI=280 km olduğuna göre, IBCI kaç kilometredir?
27. Bir araç A kentinden B kentine 60 km/sa hızla gidip 40 km/sa hızla geri dönmüştür. Bu aracın gidiş dönüşteki ortalama hızı kaç km/sa tir?
28. Bir araç A noktasından B noktasına saate 120 km hızla gidip, 60 km hızla dönmektedir. Bu aracın ortalama hızı saatte kaç kilometredir?
29. Bir araç K kentinden M kentine saatte 42 km hızla gitmiş ve saatte V km hızla dönmüştür. Bu gidiş dönüşte aracın ortalama hızı saatte 48 km olduğuna göre, V kaçtır?
30. Bir araç A dan B ye 60 km hızla gidiyor. B den A ya dönüş hızı 40 km ise aracın ortalama hızı saatte kaç km dir?
31. Bir hareketli A dan B ye saatte 80 km hızla gidip saatte V km hızla dönerse gidiş ve dönüşteki ortalama hızı saatte 96 km olduğuna göre, V kaçtır?
32. Bir araç A'dan B'ye 50 km/sa hızla giderse planlanan süreden 1 saat geç ulaşıyor. 90 km/sa hızla giderse planlanan süreden 1 saat erken ulaşıyor. A ile B arası kaç kilometredir?
33. A kentinden B kentine giden bir araç hızını 50 km/sa kadar azaltırsa bu yolu 8 saatte, hızını 40 km/sa arttırırsa 5 saatte alıyor. A ile B kentleri arası kaç kilometredir?

34. Bir araç A ile B kentleri arasını 4 saatte gidebiliyor. Eğer hızını 15 km/sa azaltırsa yolu 5 saatte tamamlayabiliyor. A ile B kentleri arası kaç kilometredir?
35. Bir araç A dan B'ye 80 km/sa hızla giderse normal süresinden 2 saat erken, 60 km/sa hızla giderse normal süresinden 1 saat geç varıyor. Buna göre, A ile B arası kaç kilometredir?
36. Bir araç A ve B kentleri arasını saatte  $V$  km hızla 4 saatte gidip, saatte  $V+15$  km hızla 3 saatte dönüyor. Buna göre  $V$  kaçtır.
37. Bir otomobil bir kentten diğerine saatte 60 km hızla gidiyor ve saatte 75 km hızla geri dönüyor. Gidiş ve dönüş süreleri arasında 2 saat fark olduğuna göre dönüş süresi kaç saattir?
38. Bir adam evden işe saatte 120 km hız ile giderse 2 saat erken, saatte 60 km hızla giderse 2 saat geç kalıyor. Bu adamın işyeri evinden kaç km uzaktadır?
39. Saatteki hızı 60 km olan bir araç 5 saat sonra kaç km lik yol girmiştir.
40. 250 km'lik bir yolu 10 saatte alan bir aracın hızı saatte kaç km'dir?
41. 400 km uzaklıktaki bir şehre 5 saatte giden otobüsün, 4 saatte gidebilmesi için hızını kaç km/sa arttırması gerekir?
42. Ahmet'in evi ile okulu arası 1500 metredir. Dakikada 250 metre gidebilen Ahmet, okula kaç dakikada gider?
43. Bir araç saatte 135 km hızla 6 saatte gittiği bir yolu 9 saatte dönmesi için dönüşteki hızı saatte kaç km olmalıdır?
44. Bir araç 12 saatte gittiği 480 km'lik yolu dönüşte hızını 2 kat arttırarak kaç saatte döner?
45. K ve N şehirlerinin ortası L'dir. L den ters yönde hareket eden araçların hızları saatte 60 km ve 40 km'dir. Bu hareketliler K ve N'ye vardıklarında durmadan geri dönüp L'den 20 km ileride olan M noktasında karşılaşıyorlar. K ve N şehirleri arası kaç km'dir?
46. Hızları sırasıyla 80 km/s ve 35 km/s olan iki araç A noktasından B noktasına doğru aynı anda hareket ediyorlar. Hızı fazla olan araç B kentine varıp hiç durmadan geri dönüyor ve iki araç C noktasında karşılaşıyorlar. A ve B kentleri arası 345 km olduğuna göre, IBCI kaç kilometredir?
47.  $IKLI = 4ILMI$  olmak üzere, K'dan L'ye doğru iki araç aynı anda harekete geçiyor. Hızlı giden araç M'ye varıp geri dönerek L noktasında diğer araçla karşılaşıyor. Yavaş giden aracın saatteki hızı 80 km olduğuna göre, hızlı giden aracın saatteki hızı kaç kilometredir?
48. ACB yolu 120 km dir. Hızları saatte  $2V$  ve  $V$  km olan iki araba A dan aynı anda hareket ediyorlar. Arabalardan biri B ye gidip hiç durmadan dönerek C ye vardığı anda öbür araba A dan C ye ulaşıyor. Buna göre AC yolu kaç km dir?
49. İki araç A dan B ye doğru aynı anda 70 km/sa ve 50 km/sa hızla hareket ediyor. Hızı fazla olan araç B ye varıp hiç beklemeden aynı hızla geri dönüyor ve diğer araçla C noktasında karşılaşıyor. A ile B arası 480 km olduğuna göre, C ile B arası kaç kilometredir?
50. Saatteki hızları 120 km/s ve 90 km/s olan iki araç aynı anda A dan B ye doğru hareket ediyor. İki araç AB arasında karşılaşıyorlar. A ve B şehirleri arası 350 km olduğuna göre karşılaşma noktasının A ya uzaklığı kaç km dir?

## EK 9. Kullanılan istatistiksel yöntemlerin tanımları

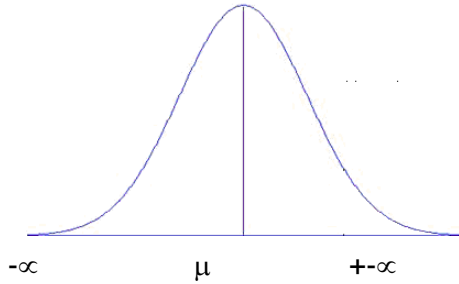
### 1- İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi (Student t Test)



Standart sapması bilinmeyen normal dağılım gösteren bir popülasyondan  $n$  genişliğinde örnekler alınsa ve bunların her birinde ortalama ve standart hataları ( $S_{\bar{x}}$ ) hesaplanırsa, araştırmacı her örnek için  $t = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{S_{\bar{x}}}$  değerini hesaplayabilir. Hesaplanan  $t$  değerleri bir dağılım gösterir ki bu dağılıma standart  $t$  dağılımı denir.

#### T Dağılımının Özellikleri

- 1)  $t$  dağılımı serbestlik derecesine bağlı bir dağılımdır. Yani sonsuz tane  $t$  dağılımı vardır.
- 2)  $t$  dağılımı simetrik bir dağılımdır.



3)  $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında tüm değerleri kapsar  $t$  dağılımının ortalaması 0'dır. Varyansı  $n-1/n-3$ 'tür.

4)  $t$  dağılımının serbestlik derecesi arttıkça varyansı azalır. Serbestlik derecesi arttıkça  $t$  dağılımı  $z$  dağılımına yaklaşır. Serbestlik derecesi  $\infty$  olduğu zaman  $t$  ve  $z$  dağılımı çakışır.

5) Ortalamalara ait hipotez kontrolü yapılırken eğer popülasyonun standart sapması bilinmiyorsa; test dağılımı olarak t dağılımı test istatistiği olarak ise t değeri kullanılır. T

$$\text{değeri } t = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{x}}}{S_{\bar{x}}} = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{x}}}{\frac{S_x}{\sqrt{n}}} = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{x}}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n}}}$$

Hesaplanan t değeri, n-1 serbestlik dereceli t dağılımı gösterir.

Ölçümle elde edilen bir değişken yönünden bağımsız iki grup arasında farklılık olup olmadığını test etmek için kullanılan parametrik bir testtir.

*T Dağılımının Varsayımları:*

- Gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır.

Bağımsız gruplarda, her grupta yer alan kişiler farklıdır. Dolayısıyla, yapılan gözlemler birbirinden bağımsızdır. Bağımlı gruplarda, her grupta gözlemler aynı bireyler üzerinden yapıldıysa gruplar bağımlı olacaktır.

- Her iki grup içinde, örneklem değerleri de birbirinden bağımsız olmalıdır.

Her iki örneklem, ait oldukları evrenlerden elde edilen rastgele örneklemelerdir.

- Gruplarda yapılan gözlemlerin dağılımları normal ya da normale yakın olmalıdır.
- Gruplarda yapılan gözlemlerin varyansları homojen (benzer) olmalıdır.

Genel olarak, örneklem büyüklüğünün az olması varsayımların sağlanmamasına neden olabilir.

*T Testinin Doğru Olarak Kullanılabilmesi İçin;*

Bu testte iki grubun aritmetik ortalamaları karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle, aşırı değerlerin aritmetik ortalamaya yapacağı olumsuz etkiler göz önünde bulundurulmalıdır.

Parametrik bir test olduğu için parametrik test varsayımlarının yerine getirilmesi gereklidir. Bunlardan en önemlisi gruplarda ortalaması karşılaştırılacak sürekli niceliğin normal dağılıma sahip olmasıdır. Gruplarda varyansların homojen olması da varsayımlardan biri olup, varyansların homojen olmaması durumunda da bu test kullanılabilir.

Gruplar birbirinden bağımsız olmalıdır. Bağımlı gruplarda bu test uygulanamaz.

Veri ölçümle belirtilen sürekli bir değişken olmalıdır. Ayrıca, örneklem büyüklüğü (n) yeterli olduğunda sayısal olarak belirtilen (ölen, doğan, hastalanan, yaşayan sayısı gibi) sürekli olmayan değişkenlere de uygulanabilir. Ancak, nitel verilerde (cinsiyet, hastalık evresi, kan grubu gibi) bu test uygulanamaz.

Her iki gruptaki denek sayısı birbirine eşit ya da çok yakın olmalıdır.

*T Testi Aşamaları:*

**AŞAMA 1.** Her iki dağılımın normal dağılıma uyup uymadığı test edilir.

H<sub>0</sub>: Normal Dağılmaktadır.

$H_1$ : Normal Dağılmamaktadır.

Normal dağılıp dağılmadığını test edebilmek için paket programların hızlı bir şekilde hesapladığı aşağıdaki testler kullanılabilir.

Kolmogorov-Smirnov ya da Shaphiro-Wilk testi: Normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığını belirlemede kullanılan istatistiksel testlerdir.

*AŞAMA 2. Gruplarda varyansların homojenliği test edilir.*

$H_0$ : Varyanslar Homojendir.

$H_1$ : Varyanslar Homojen Değildir.

Levene testi: Varyansların homojenlik varsayımının sağlanıp sağlanmadığını belirlemede kullanılan istatistiksel testtir.

*AŞAMA 3. Yokluk ve Alternatif Hipotezlerinin Belirlenmesi*

$H_0: \mu_1 = \mu_2$

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

*AŞAMA 4. Uygun test istatistiğine karar verilmesi*

Gruplar arası farklılığı test etmek için kullanılacak istatistik:

$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SH_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$  homojen ise test istatistiğinin paydasında ortak varyans kullanılır:

$$SH_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = S_{\text{ortak}} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

## 2- Mann-Whitney U Testi

Mann-Whitney U testi parametrik olmayan çift taraflı bir testtir. Bağımsız iki örneklem t testinin parametrik olmayan alternatifidir. Z ve t'nin, test istatistiği olarak kullanılması uygun olmadığı durumlarda iki örneklem arasındaki farkla ilgili sıfır hipotezini test etmek imkansız değildir. Bu gibi durumlarda genellikle uygun bir non-parametrik yöntem seçilir. Konu iki bağımsız örneğin arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını test etmek ise, non-parametrik testlerden en sık kullanılanı Mann-Whitney U testi seçilir ( yani t ve z test istatistikleri uygun olmadığı zaman iki bağımsız örneği test etmek için Mann-Whitney U testi alternatifidir). Anakütle dağılımları hakkında varsayımlara dayanmadığı ve küçük örnekler (  $n_1$  ve  $n_2 \geq 10$ ) söz konusu olduğunda da uygulanabildiği için parametrik alternatiflerine oranla kullanım alanı daha geniştir.

### Hipotezlerin Kurulması:

Mann-Whitney U testi,  $n_1$  ve  $n_2$  hacimli bağımsız iki örneğin aynı medyanlı popülasyondan alınmış rasgele örnekler olup olmadığını test etmek için kullanılır (Bilindiği gibi simetrik anakütlenin medyanı ve ortalaması eşittir).

$M_x$  1. örneklemin,  $M_y$  de 2. örneklemin medyanı olsun. Hipotez testleri aşağıdaki gibi kurulur:

(a) Çift taraflıysa;

$H_0 : M_x = M_y$  ( İki örnek aynı anakütleden gelmektedir, ortalamalar eşittir)

$H_a : M_x \neq M_y$  (İki örnek farklı anakütlerden gelmektedir, ortalamalar eşit değildir)

(b) Tek taraflıysa;

i)  $H_0 : M_x \geq M_y$  (1. Anakütlenin medyanı 2. anakütlenin medyanından büyük ve eşittir)

$H_a : M_x < M_y$  (1. Anakütlenin medyanı 2. Anakütlenin medyanından küçüktür)

ii)  $H_0 : M_x \leq M_y$  (1. Anakütlenin medyanı 2. Anakütlenin medyanından küçük ve eşittir)

$H_a : M_x > M_y$  (1. anakütlenin medyanı 2. Anakütlenin medyanından büyüktür)

### Hesaplanması :

Mann-Whitney U test istatistiğini hesaplamak için iki örnek birleştirilir, tüm örnek gözlemleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. En küçük gözleme 1 sıra numarası verilir. Eğer aynı sıra numarasına sahip gözlemler varsa, bunların sıra numaraları toplanıp sıra sayısına bölünür. Her gruptaki ölçüm değerlerine karşılık gelen sıra değerleri kendi içlerinde toplanır ve her grup için bir ( R ) değeri elde edilir. Aşağıdaki formül ile her gruba karşılık gelen bir U değeri bulunur:

$$U_1 = n_1 * n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 * n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Bulunan iki U değerinden küçük olanı analiz sonucu olarak kabul edilir ve tablo değeri ile karşılaştırılır. Analiz sonucunda bulunan U değeri, tablo değerinden küçük ise “iki örneklem(grup) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır” sonucuna varılır. Yapılan karşılaştırmada –diğer analizlerden farklı olarak- analiz sonucunda bulunan değerlerin küçük olmasının anlamlılığı gösterdiğine dikkat edilmelidir.

### Test İstatistiği:

$n_1, n_2 \geq 10$  ise U değeri standart normal yaklaşıma dönüştürülür. Bunun için ortalama ve standart sapması ( $\mu_u, \sigma_u$ ) bulunur ve z test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mu_u = \frac{n_1 * n_2}{2}$$

$$\sigma_u^2 = \frac{n_1 * n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}$$

$$z = \frac{U - \mu_u}{\sigma_u}$$

Hesaplanan z değeri ile tablo değeri (standart normal dağılım tablosu,  $\alpha$  anlamlılık seviyesinde) karşılaştırılır. Hesaplanan değer tablo değerinden büyükse  $H_0$  reddedilir. Yani farkın anlamlı olduğu sonucuna varılır.

### Karar Kuralları:

İki anakütle dağılımının aynı merkezi konumda olduğunu söyleyen sıfır hipotezinin aşağıdaki testlerinde anlamlılık düzeyi  $\alpha$  olur:

Alternatif hipotez; "Anakütle birin konumu anakütle ikincinden yüksektir" diyen tek yanlı bir hipotezse karar kuralı :

$$\frac{U - \mu_u}{\sigma_u} < -z_{\alpha} \quad \text{ise } H_0 \text{ reddedilir.}$$

Alternatif hipotez; "Anakütle birin konumu anakütle ikincinden düşüktür" diyen tek yanlı bir hipotezse karar kuralı :

$$\frac{U - \mu_u}{\sigma_u} > z_{\alpha} \quad \text{ise } H_0 \text{ reddedilir.}$$

Alternatif hipotez; "iki anakütle dağılımlarının konumları farklıdır" diyen çift yanlı bir hipotezse karar kuralı :

$$\frac{U - \mu_u}{\sigma_u} < -z_{\alpha/2} \quad \text{veya} \quad \frac{U - \mu_u}{\sigma_u} > z_{\alpha/2} \quad \text{ise } H_0 \text{ reddedilir.}$$

### 3- Wilcoxon Testi

Bu test iki bağımlı örnek değerleri arasındaki farkın negatif ya da pozitif olup olmadığını araştırılmasına dayanır.

Öncelikle hipotezler oluşturulur:

$H_0$ : Ana kütleler arasında fark yoktur

$H_1$ : Ana kütleler arasında fark vardır



Bir sonraki adımda iki ana kütleden çekilen bağımlı örnek değerleri arasındaki farklar hesaplanır. Eğer farklarda bazıları sıfıra eşitse bunlar hem testten, hem de örnek sayısından çıkarılır. Elde edilen farkların mutlak değerleri en küçüğe bir gelecek şekilde numaralanır. Aynı sırada birden fazla fark varsa sıra numaralarının ortalaması alınarak aynı olanların tamamına bu değer verilir. Her sıra numarasına asıl farkın işareti verilerek (-) ve (+) işareti alan farklar kendi aralarında toplanır. Bu toplamların birbirine olan farkı alınarak T değeri hesaplanır ve test istatistiği elde edilerek karar verme aşamasına gelinmiş olur.

Şayet iki ana kütle birbirine benzer bir dağılım gösteriyorsa farkların yarısının pozitif, yarısının negatif olması gerekir. Dolayısıyla pozitif ve negatif farkların toplamı sıfır olacaktır.

T'nin dağılımının ortalaması ( $\bar{X}_T$ ) = 0 olacaktır. T'nin standart sapması ise,  $\sigma_T = (n(n+1)(2n+1)/6)^{1/2}$  olacaktır.

Bu durumda  $Z = (T - \bar{X}_T) / \sigma_T$  olur.

$\bar{X}_T = 0$  olduğundan

$Z = T / \sigma_T$  olarak kabul edilir.

Karar aşamasında:

$|Z| < Z_{\alpha}$  ya da  $|Z| < Z_{\alpha/2}$  ise **H<sub>0</sub> reddedilmez;**

$|Z| > Z_{\alpha}$  ya da  $|Z| > Z_{\alpha/2}$  ise **H<sub>0</sub> reddedilir.**

H<sub>0</sub>'ün reddedilemediği durumda "iki ana kütle benzer olasılık dağılımlarına sahiptir" sonucuna varılır.

### **Bağımlı iki grubun karşılaştırılması:**

Bazı araştırmalarda üzerinde çalışılan 2 grup birbirine bağımlı olabilir. 2 grubun birbirine bağımlı olması demek bu gruplardaki gözlemlerin aynı bireylerden elde ediliyor olması demektir. Mesela belirli sayıda hastanın herhangi bir hastalık bakımından tedavi öncesi ve sonrası elde edilen ölçümleri bağımlı 2 grup oluşturur, çünkü tedavi öncesinde ve sonrasında veri toplanan hastalar aynı hatalardır.

Eğer bir araştırmacı A ve B gibi 2 mikroorganizmanın gelişme hızını araştırıyor ise ve ayrı petri kutusuna döktüğü besi ortamını 2'ye bölerek yarısına A mikroorganizmasını yarısını da B mikroorganizmasını aşlamış ise, bu durumda A ve B mikroorganizmasına ait gelişme hızları bağımlı 2 grup oluşturur. Çünkü her 2 mikroorganizma aynı petri kutusunda gelişmiştir.

Bağımlı 2 grubun karşılaştırılması için kullanılan t testine eş yapma t testi denir. Eş yapma t testi dememizin sebebi her 2 grupta aynı bireyden elde edilen gözlemlere eş adı

verilir. Eş yapma t testinde, eşler arasındaki farkların ortalamasının ortalaması 0 olan bir popülasyonu temsil ettiği kontrol hipotezi kontrol edilir. Eş yapma t testinde test istatistiği

$$\pm t = \frac{\bar{D} - \mu_{\bar{D}}}{S_{\bar{D}}} \text{ şeklinde hesaplanır. Eşitlikte } \bar{D} \rightarrow \text{ eşler arası farkların ortalamasıdır. } \mu_{\bar{D}} \rightarrow$$

eşler arası farkların ortalamasının temsil ettiği popülasyonun ortalamasıdır ve 0 olduğu kabul edilir.

$S_{\bar{D}} \rightarrow$  eşler arası farkların ortalamasının temsil ettiği popülasyonun örnekten tahmin edilen standart sapması yani kısaca farkların ortalamasının standart hatasıdır ve

$$S_{\bar{D}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n}} \text{ şeklinde hesaplanır.}$$

$S_{\bar{D}} \rightarrow$  Farklara ait standart sapma

$S_D^2 \rightarrow$  Farklara ait varyans

Hesaplanan t değeri (n-1) serbestlik dereceli t dağılımı gösterilir.

#### 4- $\chi^2$ (KİKARE) Uygunluk Testi

$\chi^2$  uygunluk testinde teorik frekanslara göre hesaplanan dağılımın, gerçek frekans, yani gözlemlenen frekanslara ait olup olmadığı araştırılır. Eğer gerçek frekanslarla teorik frekanslar birbirine yakınsa  $\chi^2$  istatistiğinin değeri küçük çıkacak, dolayısıyla testin sonucunda seçilen dağılımın teorik dağılımla uyumlu olduğu sonucuna varılacaktır.

Bu test için hipotezler;

$H_0$ : Uygunluk vardır (gerçek frekanslarla teorik frekanslar birbirine yakındır)

$H_1$ : Uygunluk yoktur (gerçek frekanslarla teorik frekanslar birbirinden farklıdır)

Şeklinde oluşturulur.

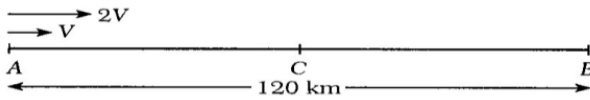
Uygun olan hata payı da belirlendikten sonra yukarıda formülü verilmiş olan  $\chi^2$  istatistiği hesaplanır ve yine yukarıda incelenen homojenlik ve bağımsızlık testleindeki şekilde kara verilir. Buna göre;

$\chi^2 < \chi^2_{\alpha}$  ise  **$H_0$  reddedilemez** (uygunluk vardır);

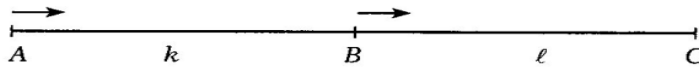
$\chi^2 > \chi^2_{\alpha}$  ise  **$H_0$  reddedilir** (uygunluk yoktur).

### EK 10. Hareket problemleri değerlendirme soruları

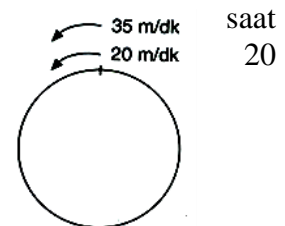
1. Bir araç K kentinden M kentine saatte 42 km hızla gitmiş ve saatte  $V$  km hızla dönmüştür. Bu gidiş ve dönüşte aracın ortalama hızı saatte 48 km olduğuna göre,  $V$  kaçtır? (2000-ÖSS)
2. 200 metrelik bir koşuda birinci gelen atlet koşuyu, ikinciden 10 metre, üçüncüden de 29 metre önde bitirmiştir. Buna göre, ikinci gelen atlet koşuyu üçüncüden kaç metre önde bitirecektir? (Atletlerin sabit hızla koştukları varsayılacaktır.) (2004-ÖSS)
3. Hızları saatte 60 km ve 90 km olan iki araç A şehrinden B şehrine gidiyor. Hızı fazla olan diğerinden 2 saat sonra çıkıp, B şehrine 1 saat önce varıyor. Buna göre iki şehir arası kaç kilometredir?
4. Bir hareketli saatte 60 km hızla 480 km yolu gitmek için yola çıkıyor. Ancak hareketinden bir süre sonra araç arıza yapıyor ve arızanın tamiri 2 saat sürüyor. Araç ilk hızını saatte 40 km artırarak tam zamanında varıyor. Buna göre, araç hareket ettikten kaç saat sonra arıza yapmıştır?
5. Hızları farkı 30 km/sa olan iki araç aynı anda A ve B kentlerinden birbirine doğru hareket ederek 6 saatte karşılaşıyorlar. Hızlı olan araç karşılaşmalarından sonra diğer kente 4 saatte ulaştığına göre diğer araç toplam yolu kaç saatte tamamlamıştır?



6. ACB yolu 120 km dir. Hızları saatte  $v$  ve  $2v$  km olan iki araba A dan aynı anda hareket ediyorlar. Arabalardan biri B ye gidip hiç durmadan dönerek C 'ye vardığı anda, öbür araba A'dan C'ye ulaşıyor. Buna göre AC yolu kaç km'dir?(1990-ÖYS)
7. Aralarındaki yol 450 km olan A ve B kentlerinden aynı anda, sabit hızla birbirine doğru hareket eden iki araç 2,5 saat sonra karşılaşıyor. Bu iki araçtan birinin hızı değiştirilmediğine göre, diğerinin saatteki hızı kaç km artırılırsa karşılaşma, hareketten 2 saat sonra gerçekleşir?(2004-ÖSS)
8. Bir araç, iki kent arasındaki yolu saatte ortalama 60 km hızla gidip, hiç mola vermeden saatte ortalama 80 km hızla dönerek yolculuğu 7 saatte tamamlıyor. Bu iki kent arasındaki uzaklık kaç km dir? (2006-ÖSS-1)
9. Aralarındaki uzaklık 120 km olan A ve B kentlerinden hızları sırasıyla 85 km/s ve 70 km/s olan iki araç aynı anda aynı yöne hareket ediyorlar. Kaç saat sonra arkadaki araç öndeki aracı yakalar?



10. Hızları  $V_1$  ve  $V_2$  olan iki araç A ve B noktalarından aynı anda ve aynı yönde hareket ediyorlar. Arkadan gelen araç, öndekini B'den  $L$  km ileride olan C noktasında yakalıyor. Araçların hızları  $2V_1$  ve  $2V_2$  olsaydı, arkadan gelen araç öndekini B'den kaç km ileride yakalardı?(1991-ÖSS)
11. Çevresi 180 metre olan dairesel pistte hızları dakikada 20m ve 35m olan iki koşucu aynı anda, aynı noktadan aynı yönde koşmaya başlıyorlar. Kaç dakika sonra 2.kez karşılaşırlar
12. A noktasından aynı anda, zıt yönde hareket eden iki aracın 3 sonra aralarındaki uzaklık 330 km dir. Bu araçların hızları farkı km/sa olduğuna göre, yavaş gidenin hızı saatte kaç kilometredir?



## 9. ÖZ GEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ

Araştırmacı 27.12.1982 tarihinde Samsun'da doğdu. İlköğretimi Denizevleri İlköğretim Okulu'nda, orta öğretimi Atakum Endüstri Meslek Lisesi'nde tamamladı. 1999 yılında başladığı Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Bilgisayar Eğitimi Bölümü'nden 2003 yılında mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı tezli yüksek lisans programına başlayıp 2007 yılında mezun oldu. 2007-2008 akademik yılı bahar döneminde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi doktora programına başladı. İş deneyimi olarak; 2003-2004 eğitim öğretim yılında Samsun Merkez İlyasköy Türk-iş İlköğretim Okulu'nda, 2004-2008 yılları arasında Samsun Merkez Sema-Cengiz Büberci Anadolu Meslek ve Kız Meslek Lisesi'nde ve 2008-2009 eğitim öğretim yılında ise Trabzon Lisesi'nde bilgisayar öğretmenliği görevini yaptıktan sonra 2009 yılında KTÜ Beşikdüzü MYO'da öğretim görevlisi oldu. 2009-2012 yılları arasında Beşikdüzü MYO Bilgisayar Teknolojileri bölüm başkanlığını yaptı. Halen 2012 yılında atandığı Beşikdüzü MYO müdür yardımcılığı görevini devam ettirmektedir. Araştırmacının yabancı dili İngilizce olup evli ve 1 çocuk babasıdır.

### İLETİŞİM BİLGİLERİ:

**Adres** : Ali Kürşat ERÜMİT Karadeniz Teknik Üniversitesi Beşikdüzü Meslek  
Yüksekokulu 61800 Beşikdüzü/Trabzon  
**E-mail** : kerumit@ktu.edu.tr  
**Telefon** : 0 532 501 92 50