



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



**ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN  
ADAYLARININ RUBU TAHTASI  
DENEYİMLERİNDEN YANSIMALAR**

**Ahmet AKKAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KIRŞEHİR**

**2023**



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



**ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN  
ADAYLARININ RUBU TAHTASI  
DENEYİMLERİNDEN YANSIMALAR**

**Ahmet AKKAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Cahit AYTEKİN**

**KIRŞEHİR**

**2023**

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

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

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 22/05/2023

Ahmet AKKAŞ

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	I
TEŞEKKÜR .....	IV
ÖZET .....	V
ABSTRACT .....	VI
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Problem Cümlesi.....	2
1.3. Alt Problemler.....	2
1.4. Araştırmanın Önemi .....	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	3
1.6. Araştırmanın Varsayımları .....	3
1.7. Tanımlar.....	4
1.7.1. Rubu Tahtası .....	4
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
2.1. Rubu Tahtası .....	5
2.1.1. Rubu Tahtasının Tarihsel Gelişimi .....	6
2.1.2. Rubu Tahtasıyla Yapılan Ölçümler ve Hesaplamalar .....	6
2.1.2.1. Rubu Tahtasını Kullanarak Çarpma İşleminin Yapılması.....	8
2.1.2.2. Rubu Tahtasını Kullanarak Bölme İşleminin Yapılması.....	9
2.1.2.3. Rubu Tahtasını Kullanarak Bir Sayının Karesinin Alınması .....	10
2.1.2.4. Rubu Tahtasını Kullanarak Bir Sayının Karekökünün Alınması .....	11
2.1.2.5. Rubu Tahtasını Kullanarak Sinüs Değeri Bulma .....	12
2.1.2.6. Rubu Tahtasını Kullanarak Kosinüs Değeri Bulma .....	13
2.1.2.7. Rubu Tahtasını Kullanarak Sinüsün Karesini Bulma.....	14
2.1.2.8. Rubu Tahtasını Kullanarak Kosinüsün Karesini Bulma.....	15
2.1.2.9. Rubu Tahtasını Kullanarak Sinüs ile Kosinüsün Çarpımını Bulma .....	16
2.2. Matematik Tarihi Çalışmalarının Matematik Eğitimindeki Yeri .....	16

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Araştırmanın Modeli.....	21
3.2. Araştırma Çalışma Grubu ve Belirlenmesi.....	21
3.3. Açık Uçlu Veri Toplama Formu.....	22
3.4. Verilerin Toplanması.....	24
3.5. Verilerin Analizi.....	24
3.6. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması.....	26
4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	28
4.1. Rubu Tahtasında Çarpma İşleminin Modellenmesine İlişkin Bulgular.....	28
4.2. Rubu Tahtasında Bölme İşleminin Modellenmesine İlişkin Bulgular.....	32
4.3. Rubu Tahtasında Bir Sayının Karesinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	35
4.4. Rubu Tahtasında Bir Sayının Karekökünün Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	39
4.5. Rubu Tahtasında Sinüs Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	43
4.6. Rubu Tahtasında Kosinüs Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	47
4.7. Rubu Tahtasında Sin2x Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	50
4.8. Rubu Tahtasında Cos2x Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	54
4.9. Rubu Tahtasında Sinx·Cosx Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular.....	58
4.10. Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına İlişkin Görüşler.....	61
4.11. Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına İlişkin Görüşler.....	62
4.12. Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara İlişkin Görüşler.....	63
4.13. Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtmaya Yönelik İstekliliğe İlişkin Görüşler.....	64
4.14. Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara İlişkin Görüşler.....	65
4.15. Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkisine Yönelik Görüşler.....	66
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	67
5.1. Rubu Tahtasında Çarpma İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç.....	67
5.2. Rubu Tahtasında Bölme İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç.....	68
5.3. Rubu Tahtasında Kare Alma İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç..	69
5.4. Rubu Tahtasında Karekök Alma İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç.....	69
5.5. Rubu Tahtasında Sinüs Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç.....	70
5.6. Rubu Tahtasında Kosinüs Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç.....	71

5.7. Rubu Tahtasında $\sin^2x$ Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç.....	72
5.8. Rubu Tahtasında $\cos^2x$ Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç .....	72
5.9. Rubu Tahtasında $\sin x \cdot \cos x$ Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç .....	73
5.10. Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına Dair Tartışma ve Sonuç .	74
5.11. Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına Dair Tartışma ve Sonuç .....	76
5.12. Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara Dair Tartışma ve Sonuç.....	79
5.13. Rubu Tahtasınının Başkalarına Tanıtma İstekliliğine Dair Tartışma ve Sonuç .....	79
5.14. Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara Dair Tartışma ve Sonuç .....	80
5.15. Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkisine Dair Tartışma ve Sonuç.....	81
6. ÖNERİLER .....	83
6.1. Öğretmenlere Yönelik Öneriler .....	83
6.2. Öğretmen Adaylarına Yönelik Öneriler .....	83
7. KAYNAKÇA .....	84
EK-1 .....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	92

## TEŞEKKÜR

Matematik tarihi konusunda ufkumu açan ve bu konudaki hakimiyetiyle yol göstericim olan değerli danışmanım Doç. Dr. Cahit AYTEKİN'e teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında gerek sorularıyla gerekse alt ayda bir yapılan tez izleme komitesi sunumlarında tezin şekillenmesinde ve nihai hale gelmesinde katkıları olan değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Ali BOZKURT ve Doç. Dr. Okan KUZU'ya teşekkürlerimi içtenlikle sunarım.

Tezimi, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve pes ettiğim zamanlarda bana olan yaklaşımıyla beni cesaretlendiren danışman hocama, kız arkadaşım Semanur'a, aileme ve arkadaşlarıma ithaf ederim. İyi ki varlar.

Mayıs, 2023

AHMET AKKAŞ

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ RUBU TAHTASI DENEYİMLERİNDEN YANSIMALAR

Ahmet AKKAŞ

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Cahit AYTEKİN  
Yıl: 2023, Sayfa: 94  
**Jüri:** Prof. Dr. Ali BOZKURT  
Doç. Dr. Okan KUZU

Bu araştırmanın amacı matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasındaki matematiksel işlemlere yönelik açıklamalarını ve rubu tahtasının matematik eğitiminde kullanımı konusundaki görüşlerini incelemektir. Bu amaca yönelik hazırlanan bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın araştırma grubunu 2022-2023 yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören 51 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma grubunun belirlenmesinde uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, açık uçlu sorulardan oluşan yazılı bir görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Toplanan verilerin analizinde nitel veri analiz yöntemlerinde biri olan içerik analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda 7 tema ve bu temalara ait 26 kategori oluşmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde öğretmen adaylarının rubu tahtasında yapılan işlemlere yönelik bazı kavramları açıklamada ilişkisel anlama veya bu işlemleri modellemede sorun yaşadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları genellikle rubu tahtasının matematik tarihi bağlamında derslerde kullanımının yararlı olacağına ve bir çok matematiksel kavramın öğretiminde kullanılabileceğine dair görüş belirtmişlerdir.

**Anahtar kelimeler:** rubu tahtası, matematik tarihi, ilişkisel anlama, matematiksel kavram, matematiksel modelleme

## **ABSTRACT**

**MSc THESIS**

### **REFLECTIONS FROM THE SINECAL QUADRANT EXPERIENCES OF SECONDARY MATHEMATICS TEACHERS**

**Ahmet AKKAŞ**

**Kirsehir Ahi Evran University Department of Mathematics  
and Science Education**

**Supervisor:** Doç. Dr. Cahit AYTEKİN  
**Year:** 2023, **Pages:** 94  
**Juries:** Prof. Dr. Ali BOZKURT  
Assoc. Prof. Dr. Okan KUZU

The purpose of this research is to examine the pre-service mathematics teachers' explanations of mathematical operations on the sinecal quadrant and their views on the use of the sinecal quadrant in mathematics education. In this study, which was prepared for this purpose, the case study method, one of the qualitative research methods, was used. The research group of the study consists of 51 teacher candidates studying in the second year of Kırşehir Ahi Evran University Elementary Mathematics Teaching in 2022-2023. Appropriate sampling method was used to determine the research group. The data of the research were collected through a written interview form consisting of open-ended questions. Content analysis, one of the qualitative data analysis methods, was used in the analysis of the collected data. As a result of the analysis, 7 themes and 26 categories belonging to these themes were formed. When the findings obtained from the research were examined, it was seen that the pre-service teachers had problems in explaining some concepts related to the operations performed on the rubric board, in relational understanding or in modeling these operations. Pre-service teachers generally stated that the sinecal quadrant would be useful in lessons in the context of the history of mathematics and that it could be used in the teaching of many mathematical concepts.

**Keywords:** sinecal quadrant, history of mathematics, relational understanding, mathematical concept, mathematical modeling



## TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

<b>Tablo 2. 1.</b> Matematik Tarihinin kullanım gerekçelerinin matematik tarihinin araç ve amaç olarak kullanımı kapsamında değerlendirilmesi.....	17
<b>Tablo 3. 1.</b> Veriler Üzerinden Oluşturulan Tema, kategori ve ölçütler.....	25
<b>Tablo 4. 1.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Çarpma İşlemine İlişkin Açıklamaları .....	31
<b>Tablo 4. 2.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Bölme İşlemine İlişkin Açıklamaları .....	35
<b>Tablo 4. 3.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Kare Alma İşlemine İlişkin Açıklamaları .....	39
<b>Tablo 4. 4.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Karekök Alma İşlemine İlişkin Açıklamaları .....	43
<b>Tablo 4. 5.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Sinüs Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları.....	46
<b>Tablo 4. 6.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Kosinüs Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları.....	50
<b>Tablo 4. 7.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan $\sin^2x$ Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları.....	54
<b>Tablo 4. 8.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan $\cos^2x$ Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları.....	57
<b>Tablo 4. 9.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan $\sin x \cdot \cos x$ Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları .....	61
<b>Tablo 4. 10.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına İlişkin Görüşleri.....	61
<b>Tablo 4. 11.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına İlişkin Görüşleri.....	62
<b>Tablo 4. 12.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara İlişkin Görüşleri.....	63
<b>Tablo 4. 13.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtma İstekliliğine İlişkin Görüşleri.....	64
<b>Tablo 4. 14.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara İlişkin Görüşleri .....	65

<b>Tablo 4. 15.</b> Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişisine Yönelik Görüşleri .....	<b>66</b>
---	-----------



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2. 1. Libne (scienceinislam.com) .....	5
Şekil 2. 2. a) Geleneksel daire usturlap, b) İkiye katlı usturlap, c) Dörde katlı usturlap ya da rubu' tahtası (islamansiklopedisi.org) .....	5
Şekil 2. 3. Rubû' el-mukantara (sinasiacar.com) .....	7
Şekil 2. 4. Rubû' el-müceyyeb (sinasiacar.com) .....	8
Şekil 2. 5. GeoGebra İle Tasarlanmış Çarpma İşlemi Modeli .....	8
Şekil 2. 6. GeoGebra İle Tasarlanmış Bölme İşlemi Modeli .....	9
Şekil 2. 7. GeoGebra İle Tasarlanmış Kare Alma İşlemi Modeli .....	10
Şekil 2. 8. GeoGebra İle Tasarlanmış Karekök Alma İşlemi Modeli .....	11
Şekil 2. 9. GeoGebra İle Tasarlanmış Sinüs Değeri Bulma İşlemi Modeli .....	12
Şekil 2. 10. GeoGebra İle Tasarlanmış Kosinüs Değeri Bulma İşlemi Modeli .....	13
Şekil 2. 11. GeoGebra İle Tasarlanmış Sinüsün Karesini Alma İşlemi Modeli .....	14
Şekil 2. 12. GeoGebra İle Tasarlanmış Kosinüsün Karesini Alma İşlemi Modeli .....	15
Şekil 2. 13. GeoGebra İle Tasarlanmış Sinüs İle Kosinüsü Çarpma İşlemi Modeli .....	16
Şekil 2. 14. Tarihsel temelli sınıf aktivitelerine bağlı olarak matematik öğrenme sürecinde matematik tarihi ve matematiğin bütünleştirilmesinin teorik çerçevesi (Radford vd., 2002)..	18
Şekil 4. 1. Rubu Tahtasında $0.6 \times 0.5 = 0.3$ işlemine ilişkin eksik modelleme [ö1].....	28
Şekil 4. 2. Rubu Tahtasında $0.6 \times 0.5 = 0.3$ işlemine ilişkin açıklamalar [ö1] .....	29
Şekil 4. 3. Rubu Tahtasında $0.8 \times 0.3 = 0.24$ işlemine ilişkin modelleme [ö26].....	29
Şekil 4. 4. Rubu Tahtasında $0.8 \times 0.3 = 0.24$ işlemine ilişkin açıklamalar [ö26] .....	30
Şekil 4. 5. Rubu Tahtasında $0.7 \times 0.3 = 0.21$ işlemine ilişkin modelleme [ö10].....	30
Şekil 4. 6. Rubu Tahtasında $0.7 \times 0.3 = 0.21$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö10] ...	31
Şekil 4. 7. Rubu Tahtasında $0.3 \div 0.9 = 0.33...$ işlemine ilişkin modelleme [ö21].....	32
Şekil 4. 8. Rubu Tahtasında $0.3 \div 0.9 = 0.33...$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö21]	32
Şekil 4. 9. Rubu Tahtasında $0.2 \div 0.5 = 0.4$ işlemine ilişkin modelleme [ö28].....	33
Şekil 4. 10. Rubu Tahtasında $0.2 \div 0.5 = 0.4$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö28] ..	34
Şekil 4. 11. Rubu Tahtasında $0.4 \div 0.8 = 0.5$ işlemine ilişkin modelleme [ö4].....	34
Şekil 4. 12. Rubu Tahtasında $0.4 \div 0.8 = 0.5$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö4] ....	35
Şekil 4. 13. Rubu Tahtasında $(0.7)^2 = 0.49$ işlemine ilişkin modelleme [ö3] .....	36
Şekil 4. 14. Rubu Tahtasında $(0.7)^2 = 0.49$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö3] .....	36
Şekil 4. 15. Rubu Tahtasında $(0.6)^2 = 0.36$ işlemine ilişkin modelleme [ö15] .....	37
Şekil 4. 16. Rubu Tahtasında $(0.6)^2 = 0.36$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö15] .....	37

Şekil 4. 17. Rubu Tahtasında $(0.6)^2 = 0.36$ işlemine ilişkin modelleme [ö2] .....	38
Şekil 4. 18. Rubu Tahtasında $(0.6)^2 = 0.36$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö2] .....	38
Şekil 4. 19. Rubu Tahtasında $0.25 = 0.5$ işlemine ilişkin modelleme [ö23].....	39
Şekil 4. 20. Rubu Tahtasında $0.25 = 0.5$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö23].....	40
Şekil 4. 21. Rubu Tahtasında $0.49 = 0.7$ işlemine ilişkin modelleme [ö9].....	40
Şekil 4. 22. Rubu Tahtasında $0.49 = 0.7$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö9].....	41
Şekil 4. 23. Rubu Tahtasında $0.36 = 0.6$ işlemine ilişkin modelleme [ö30] .....	42
Şekil 4. 24. Rubu Tahtasında $0.36 = 0.6$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö30].....	42
Şekil 4. 25. Rubu Tahtasında $\sin\alpha$ işlemine ilişkin modelleme [ö11] .....	44
Şekil 4. 26. Rubu Tahtasında $\sin\alpha$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö11].....	44
Şekil 4. 27. Rubu Tahtasında $\sin 30^\circ = 0.5$ işlemine ilişkin modelleme [ö7] .....	44
Şekil 4. 28. Rubu Tahtasında $\sin 30^\circ = 0.5$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö7].....	45
Şekil 4. 29. Rubu Tahtasında $\sin\alpha$ işlemine ilişkin modelleme [ö14] .....	45
Şekil 4. 30. Rubu Tahtasında $\sin\alpha$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö14].....	46
Şekil 4. 31. Rubu Tahtasında $\cos\alpha$ işlemine ilişkin modelleme [ö42].....	47
Şekil 4. 32. Rubu Tahtasında $\cos\alpha$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö42] .....	47
Şekil 4. 33. Rubu Tahtasında $\cos\alpha$ işlemine ilişkin modelleme [ö41].....	48
Şekil 4. 34. Rubu Tahtasında $\cos\alpha$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö41] .....	48
Şekil 4. 35. Rubu Tahtasında $\cos 30^\circ = 0.86$ işlemine ilişkin modelleme [ö10] .....	49
Şekil 4. 36. Rubu Tahtasında $\cos 30^\circ = 0.86$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö10].....	49
Şekil 4. 37. Rubu Tahtasında $\sin^2 53^\circ = 0.64$ işlemine ilişkin modelleme [ö39].....	51
Şekil 4. 38. Rubu Tahtasında $\sin^2 53^\circ = 0.64$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö39]....	51
Şekil 4. 39. Rubu Tahtasında $\sin^2 x$ işlemine ilişkin modelleme [ö32] .....	52
Şekil 4. 40. Rubu Tahtasında $\sin^2 x$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö32].....	52
Şekil 4. 41. Rubu Tahtasında $\sin^2 70^\circ$ işlemine ilişkin modelleme [ö15].....	53
Şekil 4. 42. Rubu Tahtasında $\sin^2 70^\circ$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö15] .....	53
Şekil 4. 43. Rubu Tahtasında $\cos^2 30^\circ$ işlemine ilişkin modelleme [ö3] .....	54
Şekil 4. 44. Rubu Tahtasında $\cos^2 30^\circ$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö3].....	55
Şekil 4. 45. Rubu Tahtasında $\cos^2 x$ işlemine ilişkin modelleme [ö46].....	55
Şekil 4. 46. Rubu Tahtasında $\cos^2 x$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö46].....	56
Şekil 4. 47. Rubu Tahtasında $\cos^2 \alpha$ işlemine ilişkin modelleme [ö36] .....	56
Şekil 4. 48. Rubu Tahtasında $\cos^2 \alpha$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö36].....	57
Şekil 4. 49. Rubu Tahtasında $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$ işlemine ilişkin modelleme [ö21].....	58
Şekil 4. 50. Rubu Tahtasında $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö21]....	58

<b>Şekil 4. 51.</b> Rubu Tahtasında $\sin x \cdot \cos x$ işlemine ilişkin modelleme [ö12] .....	<b>59</b>
<b>Şekil 4. 52.</b> Rubu Tahtasında $\sin x \cdot \cos x$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö12].....	<b>59</b>
<b>Şekil 4. 53.</b> Rubu Tahtasında $\sin 53^\circ \cdot \cos 53^\circ$ işlemine ilişkin modelleme [ö39].....	<b>60</b>
<b>Şekil 4. 54.</b> Rubu Tahtasında $\sin 53^\circ \cdot \cos 53^\circ$ işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö39]....	<b>60</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

<b>x</b>	:	çarpma
<b>/</b>	:	oran
<b>  </b>	:	uzunluk

### Kısaltmalar

<b>MEB</b>	:	Milli Eğitim Bakanlığı
<b>TTK</b>	:	Talim Terbiye Kurulu
<b>YÖK</b>	:	Yükseköğretim Kurulu



# 1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, problem cümlesi, alt problemlere yer verilmiştir. Bununla birlikte araştırmanın önemi, sınırlıkları, varsayımları hakkında bilgiler verilmiştir. Bu bölümün sonunda araştırmada kullanılan temel kavramlara ilişkin açıklamalar yapılmıştır.

## 1.1. Problem Durumu

Geometri, dünyayı anlamamıza yardımcı olan matematiğin önemli bir alanıdır (Saraçoğlu ve Aşılıoğlu, 2022). İnsanın düşünmeye başlamasından itibaren doğada var olan düzeni tanımayı kendi varlığına bağlamıştır (Pearce, 2018). Bu varoluş çabası İslamiyette de astronomiye olan ilgiyi artırmış ve gökyüzündeki hareketlerini geometrik şekillerle açıklamışlardır (Fehd, 2000).

İslam astronomları gökyüzünün hareketlerini incelemek için Batlamyus'un duvar kadranından esinlenerek rubu tahtasını icat etmişlerdir (Bir ve Kaçar, 2008). Rubu tahtası uzunca bir süre İslam dünyasında kullanılmış ve zamanla bazı değişikliklere maruz kalmıştır. 14.yüzyılda usturlaptan ilham alınarak oluşturulan rubu tahtası bilinen değişikliklerden biridir (Bir ve Kaçar, 2008). Osmanlı devletinde ise bir hesap aleti olarak çok sık kullanılan rubu tahtası taşınabilir büyüklüktedir (Aslan Seyhan, 2017). Rubu tahtasının rubû' el-müceyyeb ve rubû' el-mukantara isminde iki tane yüzü vardır. Bu yüzler farklı ölçümlerde kullanılır. Rubû' el-mukantara yüzü Güneş'in boylam açısını ve yarı gün farkı hesaplamaları için kullanılmaktadır (Acar vd., 2014). Geometride üçgen benzerliğiyle oluşan oran-orantı yardımı ile hesap yapmak için ise rubû'el-müceyyeb yüzü kullanılmaktadır (Aslan Seyhan, 2017). Rubû' el-müceyyeb yüzü ile "İki sayıyı çarpma ve bölme, kare ve karekök alma, trigonometrik oran ve bağıntılar" yapılan işlemlerden bazılarıdır (Aslan Seyhan, 2017; Demir, 1992).

Rubu tahtasında matematiksel bazı işlemlerin yapılması matematiğin gelişim sürecine katkı sağladığının en önemli göstergesidir. Dolayısıyla matematik tarihine de kaynak teşkil etmektedir. Matematik tarihi, matematiksel düşüncenin gelişimini görme, ders etkinliklerin oluşumuna kaynaklık etme, konulara karşı olumlu tutum geliştirme gibi süreçlere katkı sağlayan bir bilimdir (Ho, 2008). Öyleyse Matematik Tarihiyle bütünleştirilmiş matematik dersleri ile öğrenciler matematiğin yenilenme sürecinin sürekli

devam ettiğini, matematiğin toplumdaki kültürden etkilendiğini, düşünce yapımızı nasıl değiştirdiğini fark edeceklerdir (Baki, 2008).

Bütün bu açıklamalar ışığında rubu tahtasını tanıtmak ve matematik öğretiminde nasıl kullanılabileceğine yönelik ipuçları aramak için öğretmen adaylarına rubu tahtasına yönelik deneyimler sunup bu deneyimler sonucunda öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması araştırmanın problem durumunu oluşturmaktadır.

## 1.2. Problem Cümlesi

Bu çalışmanın problem cümlesi “Ortaokul matematik öğretmen adaylarının rubu tahtası deneyimlerinden yansımalar nelerdir?” olarak belirlenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki alt problemlere yanıt aranacaktır.

## 1.3. Alt Problemler

- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasını kullanarak iki sayının çarpımına ve bölümüne ilişkin açıklamaları nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasını kullanarak bir sayının karesini ve karekökünü almaya ilişkin açıklamaları nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasını kullanarak sinüs, kosinüs,  $\sin^2x$ ,  $\cos^2x$  ve  $\sin x \cdot \cos x$  değerini bulmaya ilişkin açıklamaları nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasının ilişkili olduğu matematik konularına ilişkin görüşleri nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasının matematik öğretiminde kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasındaki ilgi çekici durumlara ilişkin görüşleri nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasını başkalarına tanıtmaya yönelik istekliliğe ilişkin görüşleri nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtasının kullanım sürecinde muhtemel sorunlara ilişkin görüşleri nelerdir?
- Matematik öğretmeni adaylarının rubu tahtası ile günümüz eğitim sistemi ilişkisine yönelik görüşleri nelerdir?

#### **1.4. Araştırmanın Önemi**

Matematikte bir konunun öğretimi, yeni çözüm stratejileri ile tarihte kullanılan stratejilerin karşılaştırılması, kültürel farklılıklar sonucu oluşan çözüm yollarının öğrencilere aktarımı Matematik Tarihi'nin araç olarak kullanılması anlamına gelmektedir (Baki, 2014). Rubu tahtasında matematiksel işlemlerin geometrik oran-orantı yardımıyla gerçekleştirilmesi de yapılan işlemlerin çözümü için kullanılan stratejiyi gözler önüne sermektedir. Bu nedenle Rubu Tahtasını matematik tarihi bağlamında derslerde öğretim için kullanmak, matematik tarihinin araç olarak kullanımına örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca Jankvist'e (2009) göre Matematik Tarihi araç olarak kullanılarak konular öğrencilere daha motive edici ve kolay bir şekilde aktarılabilir. Bu bağlamda matematik eğitiminde rubu tahtasını kullanmanın yararlı olacağı öngörülmektedir.

Alan yazın incelendiğinde rubu tahtasının matematik eğitiminde kullanımına dair bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla rubu tahtasını tanıtmak ve matematik eğitiminde nasıl kullanılabileceğine yönelik ipuçları aramak için öğretmen adayları ile yapılan bu araştırma alan ile ilgili çalışmalara katkı sağlaması açısından önemli görülmektedir. Ayrıca bu araştırmadan elde edilen sonuçların Milli Eğitim Bakanlığı(MEB) Talim Terbiye Kurulu(TTK) program geliştirme çalışmalarına ve üniversitelerin eğitim fakülteleri öğretmen yetiştirme programlarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Araştırma;

1. 2022-2023 eğitim-öğretim yılı güz dönemi ile sınırlıdır.
2. Araştırma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı 2.sınıfta öğrenim gören 51 öğretmen adayından oluşan gönüllü katılımcılar ile sınırlıdır.
3. Araştırmacı tarafından oluşturulmuş açık uçlu sorular ile sınırlıdır.

#### **1.6. Araştırmanın Varsayımları**

1. Veri toplama araçlarının geçerliliğinin sağlanmasında çalışmaya katılan öğretmen adaylarının açıklamalarının samimi ve doğru olduğu ,
2. Araştırmacının araştırma süresi boyunca objektif davrandığı,
3. Araştırmaya katılanların birbirinden etkilenmediği varsayılmaktadır.

## 1.7. Tanımlar

### 1.7.1. Rubu Tahtası

Batı Dünyası'nda quadrant olarak anılan ve Orta Çağ İslâm Dünyası'nda sık kullanılmış oldukça eski bir astronomi aletidir (Aslan Seyhan, 2017). Astronomik bir alet olan rubu tahtası çeyrek daire şeklinde olup yükseklik ve zamanın belirlenmesi için kullanılmaktadır (Butar-Butar, 2016).



## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

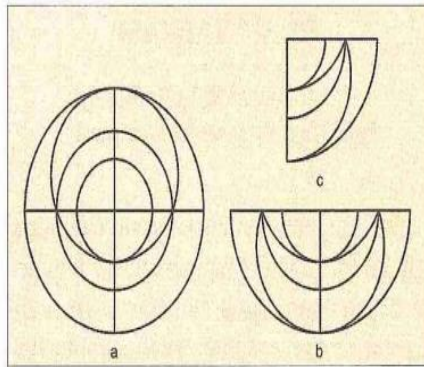
### 2.1. Rubu Tahtası

Rubu tahtası libneden türetilen ve Osmanlı döneminde sıklıkla kullanılan bir hesap aletidir (Aslan Seyhan, 2017). Libne yıldızların meridyen geçişlerini seyretmek, yüksekliklerini ölçmek ve enlemleri belirlemek için İslâm astronomları tarafından kullanılmış olan duvar kadranıdır (Unat, 2013).



Şekil 2. 1. Libne (scienceinislam.com)

Rubu tahtası, İslam dünyasında geliştirilmiş usturlap adı verilen aletin önce ikiye sonra tekrar ikiye, toplamda dörde katlanmasıyla çeyrek bir daire şeklini almıştır (Akın, 2023).



Şekil 2. 2. a) Geleneksel daire usturlap, b) İkiye katlı usturlap, c) Dörde katlı usturlap ya da rubu' tahtası (islamansiklopedisi.org)

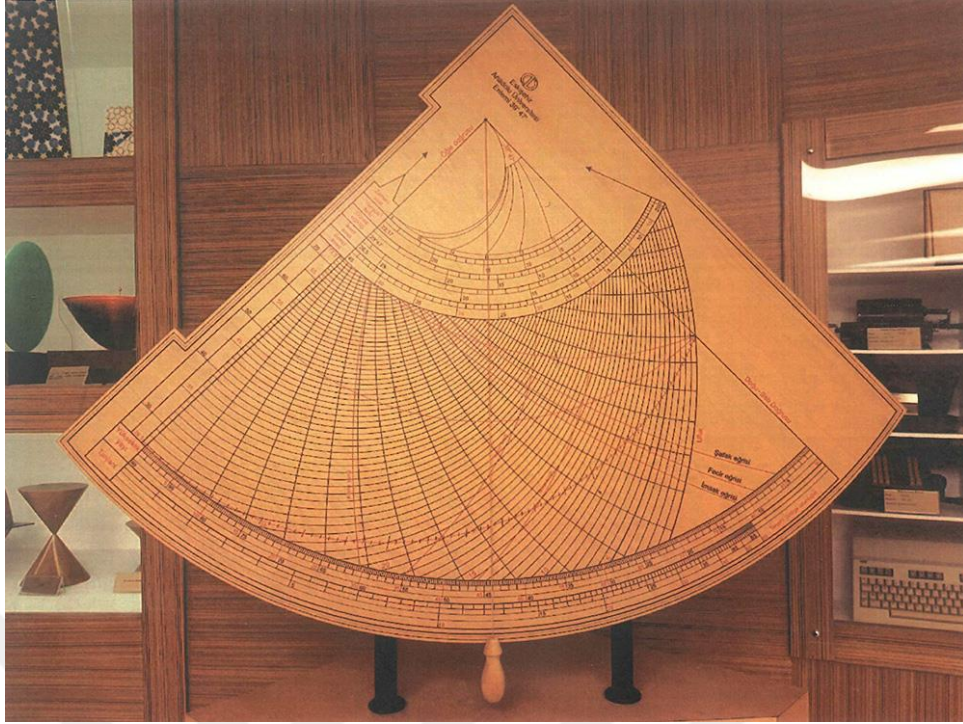
### 2.1.1.Rubu Tahtasının Tarihsel Gelişimi

Duvar kadranına benzeyen bir alete ilk olarak Batlamyus'un Almagest adındaki eserinde yer verildiği görülmektedir (Stanley, 1994: 14). Eserde çeyrek daire yapısında olan ahşap veya taştan yapılan bir alet yardımıyla, gündönümünlerinde(solstist) güneşin yatay düzleme geliş açısının(zenit açısı) nasıl ölçüleceğinden bahsedilmektedir (Toomer, 1984: 62-63). İslam dünyası Batlamyus'un bu duvar kadranlarından esinlenerek 12.yüzyılda rubu tahtasını icat etmişler ve kullanmaya başlamışlardır (Bir ve Kaçar, 2008; Bir, 2022). Rubu tahtası kolay taşınabilir ve pratik amaçlarla kullanılması yönünden duvar kadranından ayrı yapıda bir alettir(Dizer,1987; Tepe; 2021). 12. ve 13.yüzyılda Orta Çağ İslâm Dünyası için rubu tahtası trigonometrik fonksiyon ve bağıntıların çözümünü gerçekleştirmek için kullanılan bir hesap cetveli olmuştur (Dizer, 1987). Usturlap adı verilen aletten ilham alınarak geliştirilen astrolobik rubu tahtası ise 14.yüzyılda Muhammed b. Ahmed el-Mizzi ismindeki astronomi ile ilgilenen Mısırlı bilim adamı tarafından geliştirilmiştir (Bir ve Kaçar, 2008). Son olarak Osmanlı döneminde Usturlap'ın dörde katlanması ile oluşturulan rubu tahtası 20. yüzyılın başlarına kadar kullanılmıştır (Aslan Seyhan,2017).

### 2.1.2.Rubu Tahtasıyla Yapılan Ölçümler ve Hesaplamalar

Rubu tahtasının iki yüzü vardır ve bu iki yüz farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Gözlem yapılmak için kullanılan yüzüne rubû' el-mukantara denir (Arslan, 2016). Bir ve Kaçar (2008)'a göre rubû' el-mukantara yüzü ile yapılan ölçümlerden bazıları aşağıdaki şekildedir:

- Güneş tutulum boylam açısını belirlemek.
- Yükselim açısı, güneşin doruk yüksekliği ve bulunulan yerin boylam açısını belirlemek.
- Zamanı belirlemek(Bulunulan zaman, yarı gün farkı, namaz vakitleri, kible yönü, güneş yüksekliği).



Şekil 2. 3. Rubû' el-mukantara (sinasiacar.com)

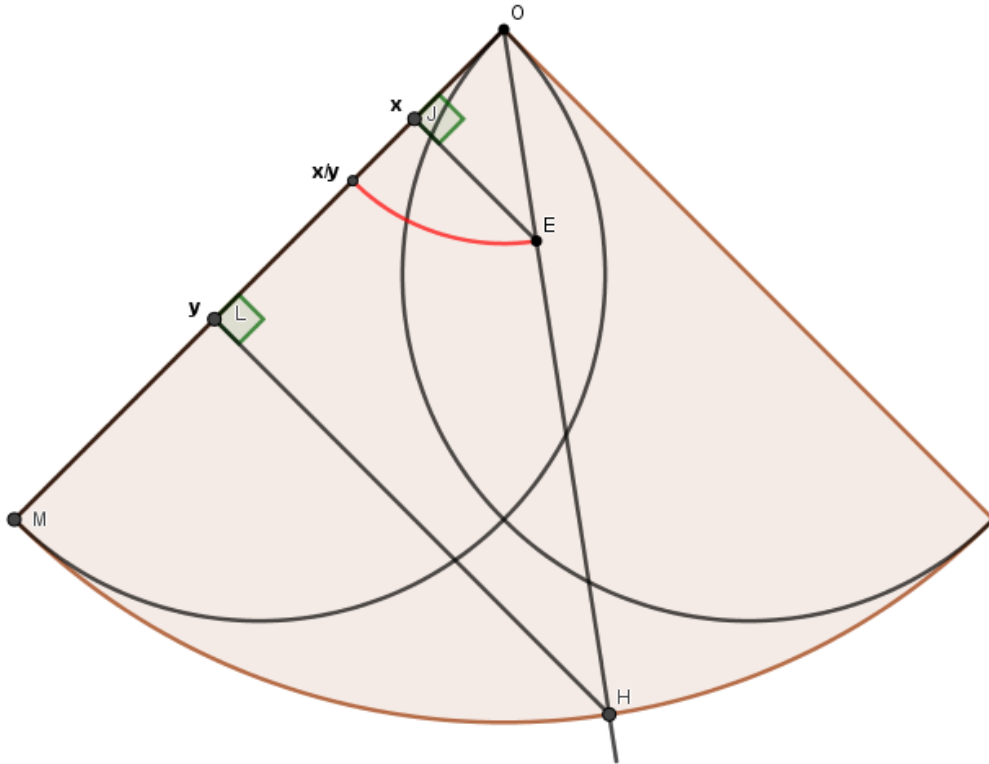
Trigonometrik değerler veya yapılacak işlemleri, kâğıt-kalem kullanmadan hesaplamak için kullanılan rubu tahtasının diğer yüzü ise rubû' el-müceyyeb olarak isimlendirilir (Arslan, 2015). Rubû' el-müceyyeb ile yapılan bazı hesaplamalar aşağıdaki gibidir:

- İki sayıyı çarpmak ve bölmek (Demir, 1992).
- Sinüs, kosinüs, tanjant, kotanjant değerlerini bulmak (Demir, 1992).
- Bir sayının karesini, küpünü, karekökünü ve küpkökünü bulmak (Aslan Seyhan, 2017).
- Sinüs ve kosinüsün karelerini, sinüs ile kosinüsün çarpımını bulmak (Bir ve Kaçar, 2008).



OH ipinin çeyrek çember yayını kestiği herhangi bir H noktası ve OH ipi üzerinde alınan bir E noktasından [OM] üzerine birer dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEJ ve OHL dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OJ|/|OL| = |OE|/|OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH| = 1$ ,  $|OL| = x$  ve  $|OE| = y$  için  $|OJ| = x \cdot y$  çarpımını elde edilir. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H ve E noktası için OE doğru parçasının OM doğru parçası üzerine dik izdüşümü OL ile OE uzunluklarının çarpımına eşit olacaktır.

### 2.1.2.2. Rubu Tahtasını Kullanarak Bölme İşleminin Yapılması

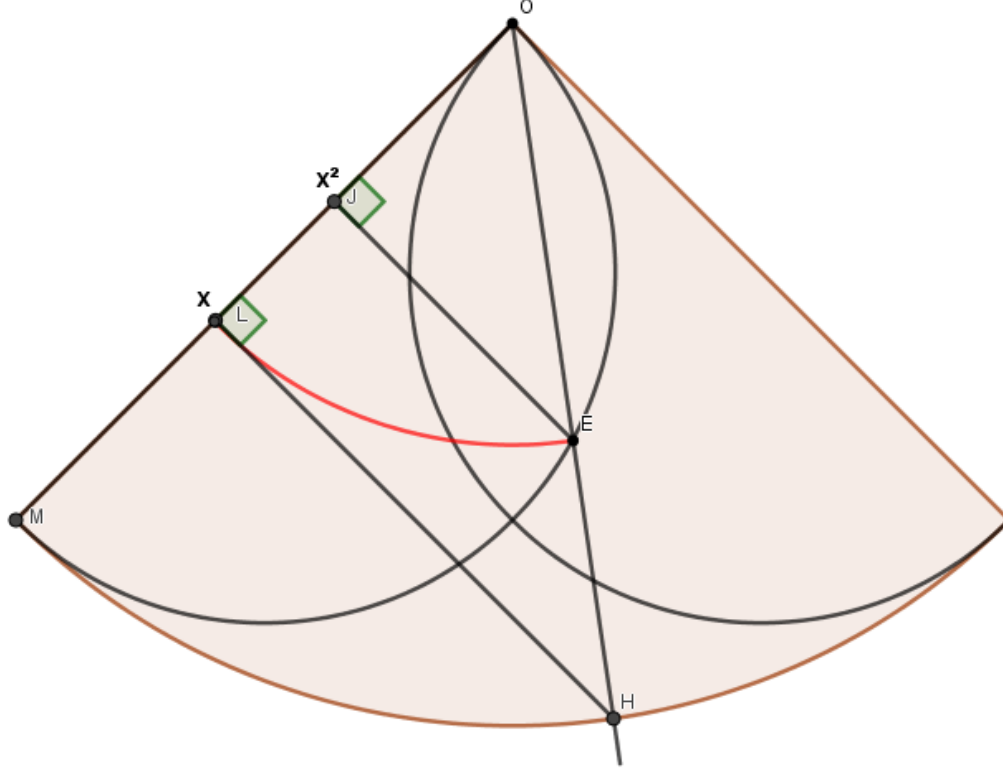


Şekil 2. 6. GeoGebra İle Tasarlanmış Bölme İşlemi Modeli

Bölme işleminde OH ipinin çeyrek çember yayını kestiği herhangi bir H noktası ve OH ipi üzerinde alınan bir E noktasından [OM] üzerine birer dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEJ ve OHL dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OJ|/|OL| = |OE|/|OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH| = 1$ ,  $|OL| = y$  ve  $|OJ| = x$  için  $x < y$  olmak üzere  $|OE| = x/y$  oranı elde edilir. Ancak  $x > y$  ise, oran 1'den küçük olacak,  $x$  ve  $y$  değerleri 0,1 ile 1 arasında değişecek şekilde 10'un katlarıyla çarpılır ve bu çarpılan değerler göz önünde bulundurulur. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H ve E noktası için OE doğru parçasını yarıçap kabul eden

çemberin OM doğru parçasını kestiği noktadaki sayı OJ doğru parçasının OL doğru parçasının uzunluğuna oranına eşit olacaktır.

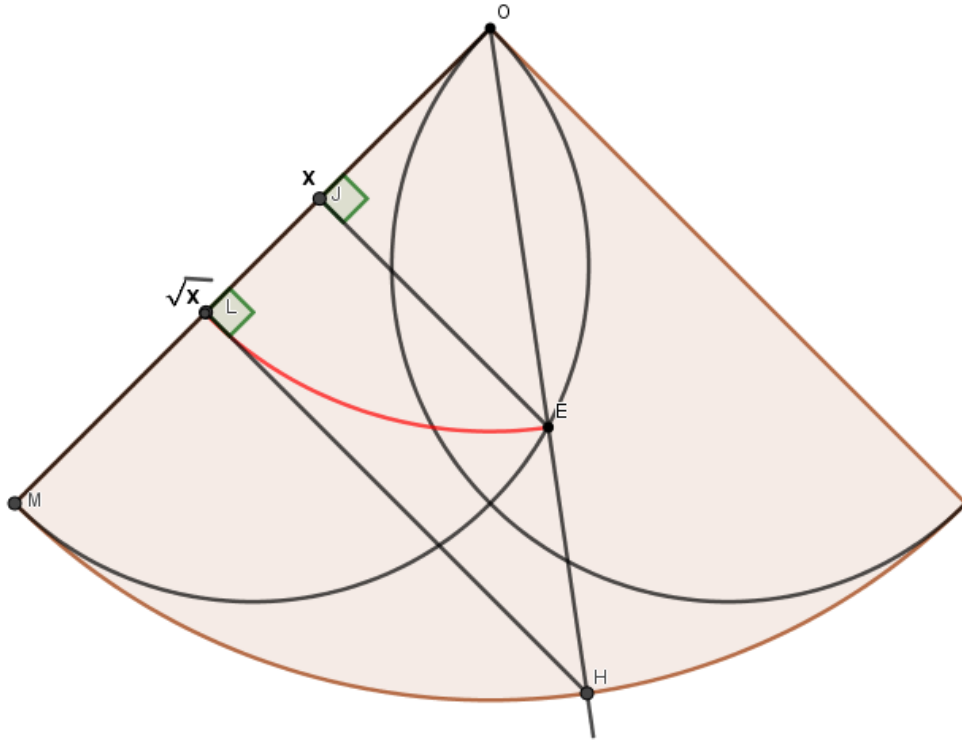
### 2.1.2.3. Rubu Tahtasını Kullanarak Bir Sayının Karesinin Alınması



Şekil 2. 7. GeoGebra İle Tasarlanmış Kare Alma İşlemi Modeli

OH ipinin çeyrek çember yayını kestiği herhangi bir H noktasından [OM] üzerine dikme indirilir. O merkez olacak şekilde OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği E noktasından [OM] üzerine dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEJ ve OHL dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OJ| / |OL| = |OE| / |OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH| = 1$ ,  $|OL| = x$  ve  $|OE| = x$  için  $|OJ| = x^2$  bulunur. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H noktası için OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği noktadan OM doğru parçasına indirilen dikme sonucu oluşan OJ doğru parçasının uzunluğu, OL doğru parçasının uzunluğunun karesini verir.

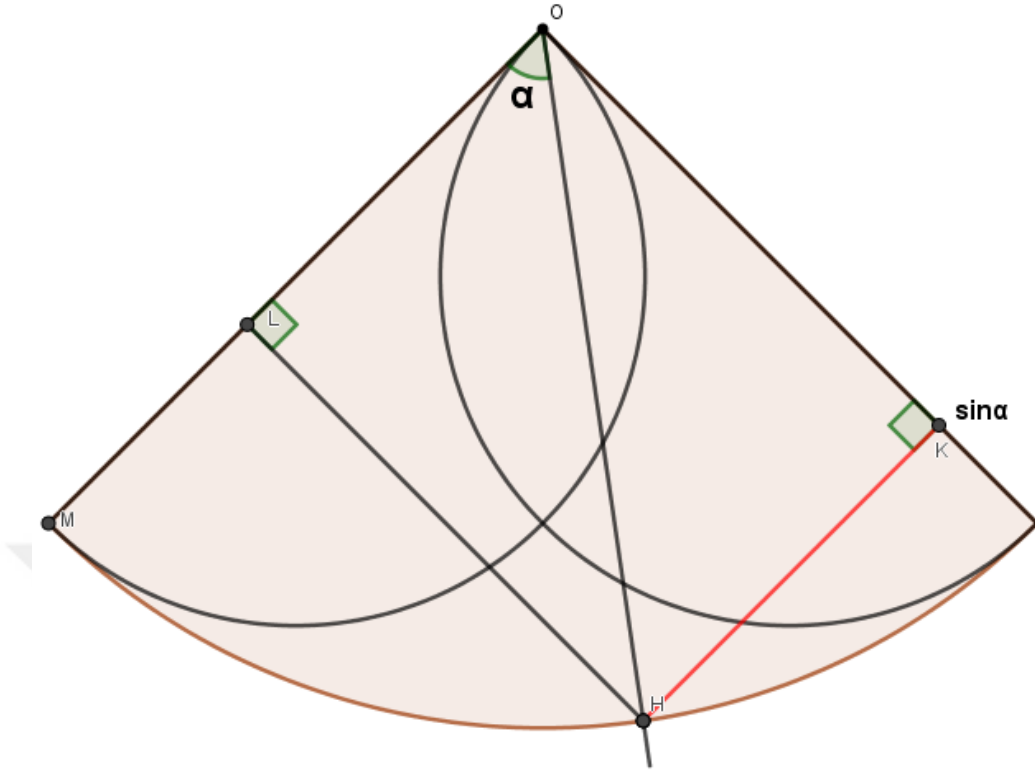
#### 2.1.2.4. Rubu Tahtasını Kullanarak Bir Sayının Karekökünü Alınması



Şekil 2. 8. GeoGebra İle Tasarlanmış Karekök Alma İşlemi Modeli

OH ipinin çeyrek çember yayını kestiği herhangi bir H noktasından [OM] üzerine dikme indirilir. O merkez olacak şekilde OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği E noktasından [OM] üzerine dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEJ ve OHL dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OJ| / |OL| = |OE| / |OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH| = 1$ ,  $|OJ| = x$  ve  $|OE| = |OL|$  olduğundan  $|OL| = \sqrt{x}$  bulunur. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H noktası için OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği noktadan OM doğru parçasına indirilen dikmenin inmesi sonucu oluşan OJ doğru parçasının uzunluğunun karekökü, OL doğru parçasının uzunluğuna eşittir.

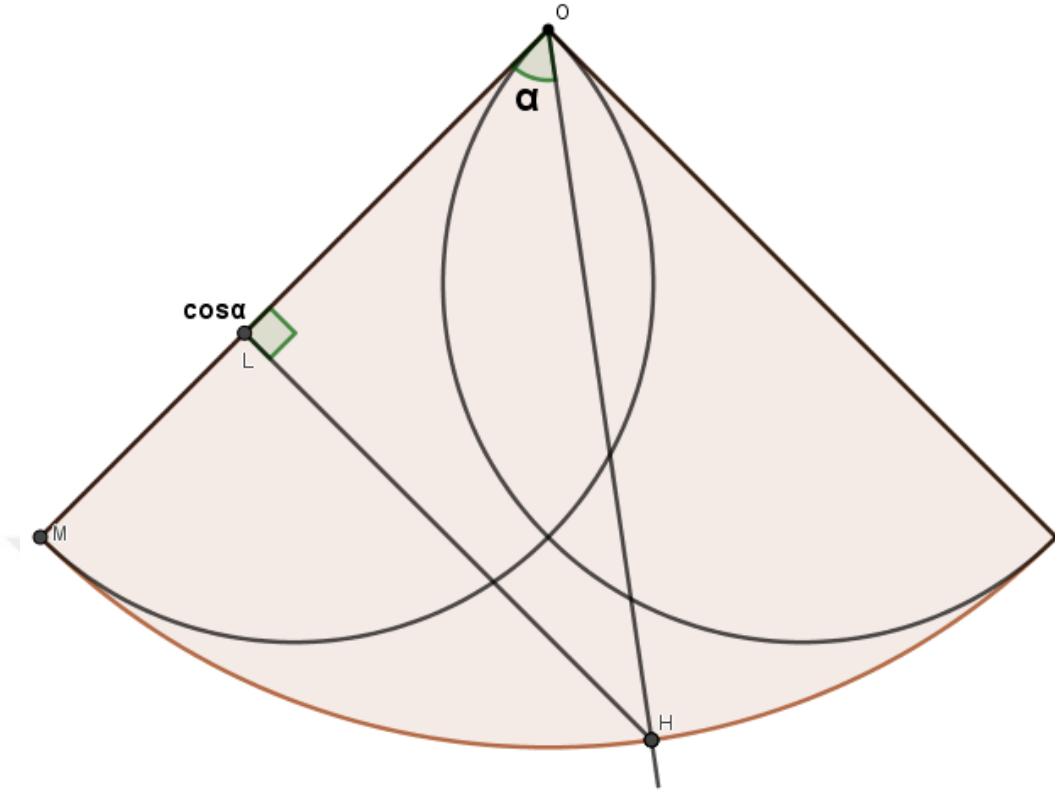
### 2.1.2.5. Rubu Tahtasını Kullanarak Sinüs Değeri Bulma



Şekil 2. 9. GeoGebra İle Tasarlanmış Sinüs Değeri Bulma İşlemi Modeli

Öncelikle MOH açısı oluşacak şekilde OH ipi açılır ve H noktasından çeyrek çemberin yarıçaplarını oluşturan doğru parçalarına birer dikme indirilir. Sinüs karşı dik kenarın uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranı olduğundan  $\sin\alpha = \frac{|HL|}{|OH|}$  yazılabilir ve  $|OH| = 1$  olduğundan  $\sin\alpha = |HL|$  olacaktır. OHLK bir dikdörtgen olduğundan  $|HL| = |OK|$  olup,  $\sin\alpha = |OK|$  olacaktır. Dolayısıyla herhangi bir  $\alpha$  açısı için H noktasından açının kolu olmayan çemberin yarıçapı üzerine OH uzunluğunun dik izdüşüm uzunluğu  $\sin\alpha$  değerini verecektir.

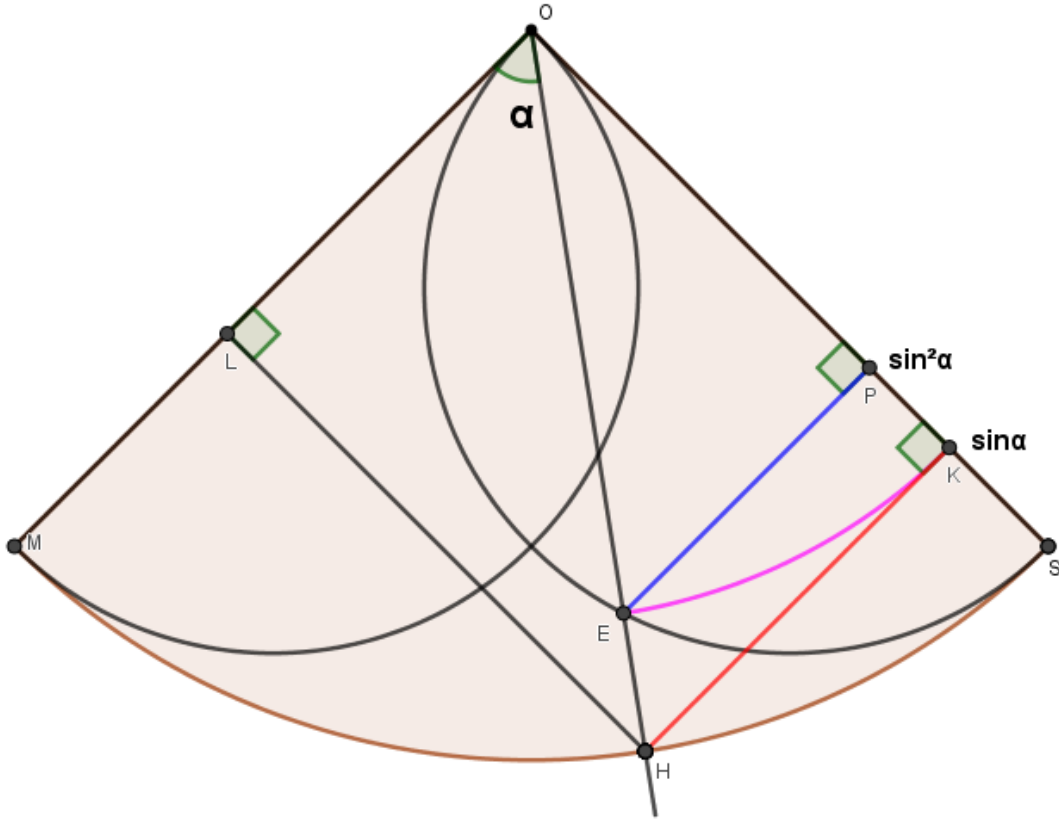
### 2.1.2.6. Ruhu Tahtasını Kullanarak Kosinüs Değeri Bulma



Şekil 2. 10. GeoGebra İle Tasarlanmış Kosinüs Değeri Bulma İşlemi Modeli

Öncelikle MOH açısı oluşacak şekilde OH ipi açılır ve H noktasından OM doğru parçasına dikme indirilir. Kosinüs komşu dik kenarın uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranı olduğundan  $\cos\alpha = \frac{|OL|}{|OH|}$  yazılabilir ve  $|OH| = 1$  olduğundan  $\cos\alpha = |OL|$  olacaktır. Dolayısıyla herhangi bir  $\alpha$  açısı için H noktasından OM doğru parçası üzerine OH uzunluğunun dik izdüşüm uzunluğu  $\cos\alpha$  değerini verecektir.

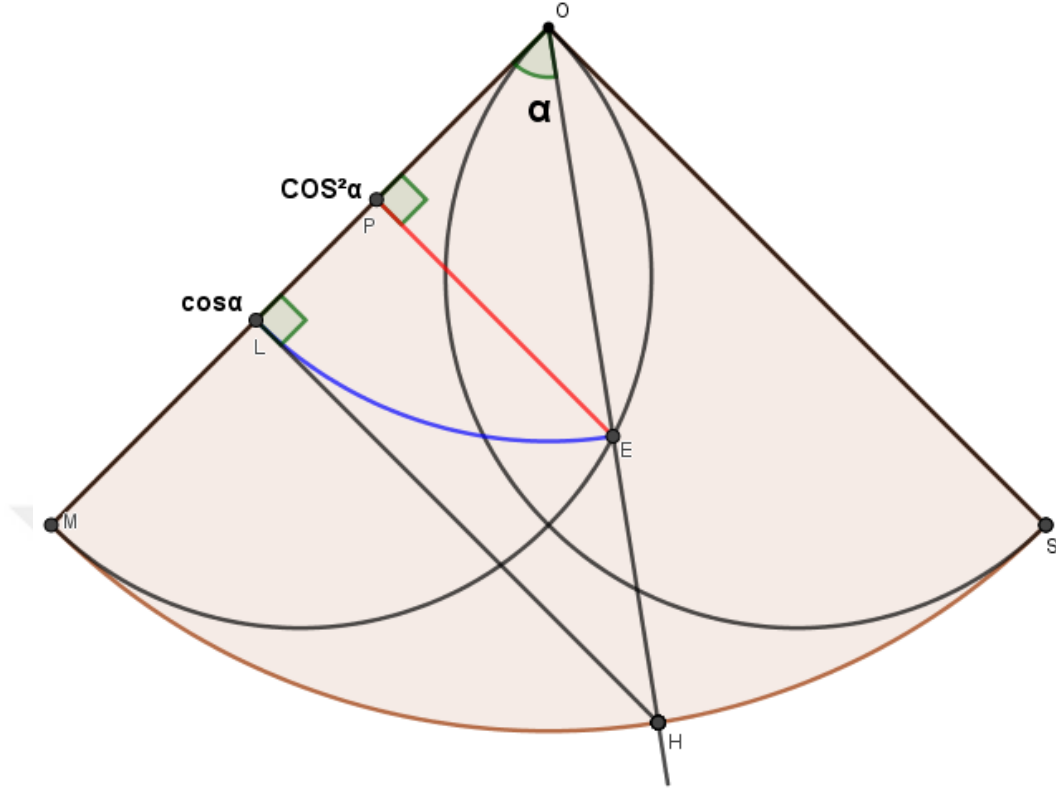
### 2.1.2.7. Rubu Tahtasını Kullanarak Sinüsün Karesini Bulma



Şekil 2. 11. GeoGebra İle Tasarlanmış Sinüsün Karesini Alma İşlemi Modeli

OH ipi  $\alpha$  kadar açılır ve H noktasından [OS] üzerine dikme indirilir. İndirilen dikme sonucu oluşan OK uzunluğu  $\sin\alpha$  değerine eşittir. O merkez olacak şekilde OK doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği E noktasından [OS] üzerine dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEP ve OHK dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OP|/|OK| = |OE|/|OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH|=1$ ,  $|OK| = \sin\alpha$  ve  $|OE| = \sin\alpha$  için  $|OP| = \sin^2\alpha$  bulunur. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H noktası için OK doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği noktadan OS doğru parçasına indirilen dikme sonucu oluşan OP doğru parçasının uzunluğu, OK doğru parçasının uzunluğu olan  $\sin\alpha$  değerinin karesini verir.

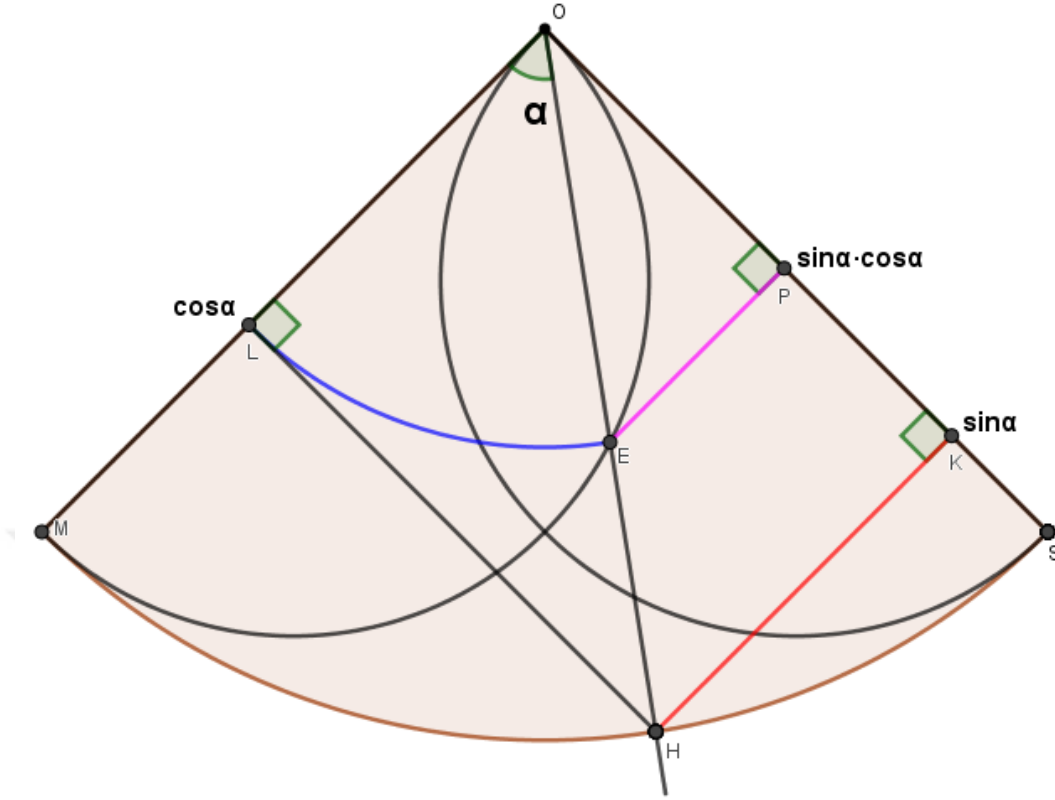
### 2.1.2.8. Rubu Tahtasını Kullanarak Kosinüsün Karesini Bulma



Şekil 2. 12. GeoGebra İle Tasarlanmış Kosinüsün Karesini Alma İşlemi Modeli

OH ipi  $\alpha$  kadar açılır ve H noktasından [OM] üzerine dikme indirilir. İndirilen dikme sonucu oluşan OL uzunluğu  $\cos \alpha$  değerine eşittir. O merkez olacak şekilde OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği E noktasından [OM] üzerine dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEP ve OHL dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OP|/|OL| = |OE|/|OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH|=1$ ,  $|OL|=\cos \alpha$  ve  $|OE|=\cos \alpha$  için  $|OP|=\cos^2 \alpha$  bulunur. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H noktası için OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği noktadan OM doğru parçasına indirilen dikme sonucu oluşan OP doğru parçasının uzunluğu, OL doğru parçasının uzunluğu olan  $\cos \alpha$  değerinin karesini verir.

### 2.1.2.9. Rubu Tahtasını Kullanarak Sinüs ile Kosinüsün Çarpımını Bulma



Şekil 2. 13. GeoGebra İle Tasarlanmış Sinüs İle Kosinüsü Çarpma İşlemi Modeli

OH ipi  $\alpha$  kadar açılır ve H noktasından [OM] ve [OS] üzerine dikme indirilir. İndirilen dikme sonucu oluşan OL uzunluğu  $\cos\alpha$ , OK uzunluğu  $\sin\alpha$  değerine eşittir. O merkez olacak şekilde OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği E noktasından [OS] üzerine dikme indirilir. Dikme indirildikten sonra oluşan OEP ve OHK dik üçgenlerindeki benzerlik oranı  $|OP|/|OK|=|OE|/|OH|$  yazılabileceğine göre  $|OH|=1$ ,  $|OL|=|OE|=\cos\alpha$  ve  $|OK|=\sin\alpha$  için  $|OP|=\sin\alpha\cdot\cos\alpha$  bulunur. Dolayısıyla rubu tahtasındaki bu benzerlik oranını kullanmadan alınan herhangi bir H noktası için OL doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberin OH ipini kestiği nokta sonucu oluşan OE doğru parçasının OS doğru parçası üzerine dik izdüşüm uzunluğu olan OP uzunluğu  $\sin\alpha\cdot\cos\alpha$  değerini verir.

## 2.2. Matematik Tarihi Çalışmalarının Matematik Eğitimindeki Yeri

Matematik tarihinin matematik eğitiminde kullanılmasına dair görüşler 19. yüzyılın ikinci yarısının başlangıcı ile birlikte matematikçiler ve tarihçiler tarafından ilgi odağı olmuş, 20.yüzyılda ise matematiğin temelleri konusundaki tartışmaların sonucunda ilgi görmüştür (Clark vd., 2016). Buna rağmen matematik tarihinin matematik eğitiminde

istenilen seviyede yer bulunduğunu söylemek mümkün değildir (Fauvel, 1991). Oysaki öğrencilerin önyargılarını engellemek için matematik tarihini matematik eğitiminde kullanmak oldukça etkilidir (Jankvist, 2009; Michalowicz ve vd.,2002).

NCTM (2000) matematik tarihinin matematik öğretiminde kullanılmasının gerekçelerini aşağıda yer aldığı gibi maddeler halinde açıklamışlardır:

- Motivasyonu yükseltmek ve matematiğe bakış açısında olumlu yönde tutum sergilemek;
- Geçmişte matematiğin gelişmesindeki zorlukları gözlemleyerek günümüz matematiğinin öğrenimindeki engelleri görmek;
- Tarihsel kaynaklar yardımıyla insanların matematiksel bilgiye karşı bakış açılarını gözlemlemek;
- Tarihin öğrenilmesinde rehber rolü oynamak;
- Tarihte yaşanan problemlerle öğrencilerin matematik üzerine düşüncelerini sağlamak.

Fried (2001) ise Matematik Tarihi'nin matematik eğitiminde kullanım nedenlerini araç ve amaç olarak iki farklı şekilde açıklamaktadır. Matematik tarihi öğrencilerin matematiğin tarihsel gelişimi üzerine düşünmesi için kullanılıyorsa bu amaç olarak kullanım olarak adlandırılmaktadır (Jankvist ve Kjeldsen, 2011). Örneğin, öğretmen rubu tahtasının tarihsel zaman içinde gelişimini öğrencilere anlatıyor ve buna yönelik görüş belirtebilecekleri düşünme ortamı oluşturuyorsa bu amaç olarak kullanıma örnektir. Matematik tarihinin dahil olduğu etkinlerin sınıfta uygulanmasıyla öğrencilerin motivasyonlarını yükseltmek, tarihsel bakış açılarıyla farklı ispatların göstermek, tarihsel ve günümüzdeki yaklaşımların karşılaştırılması, matematik tarihinin matematik öğretiminde araç olarak kullanılması olarak açıklanmaktadır (Başbüyük, 2018). Örneğin matematikte bazı konuların öğretiminde rubu tahtasını kullanmak matematik tarihinin matematik eğitiminde araç olarak kullanılmasına örnektir. Bu iki farklı kullanıma dair Baki (2014)'e ait özet şeklindeki değerlendirmeler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

**Tablo 2. 1.** Matematik Tarihinin kullanım gerekçelerinin matematik tarihinin araç ve amaç olarak kullanımı kapsamında değerlendirilmesi

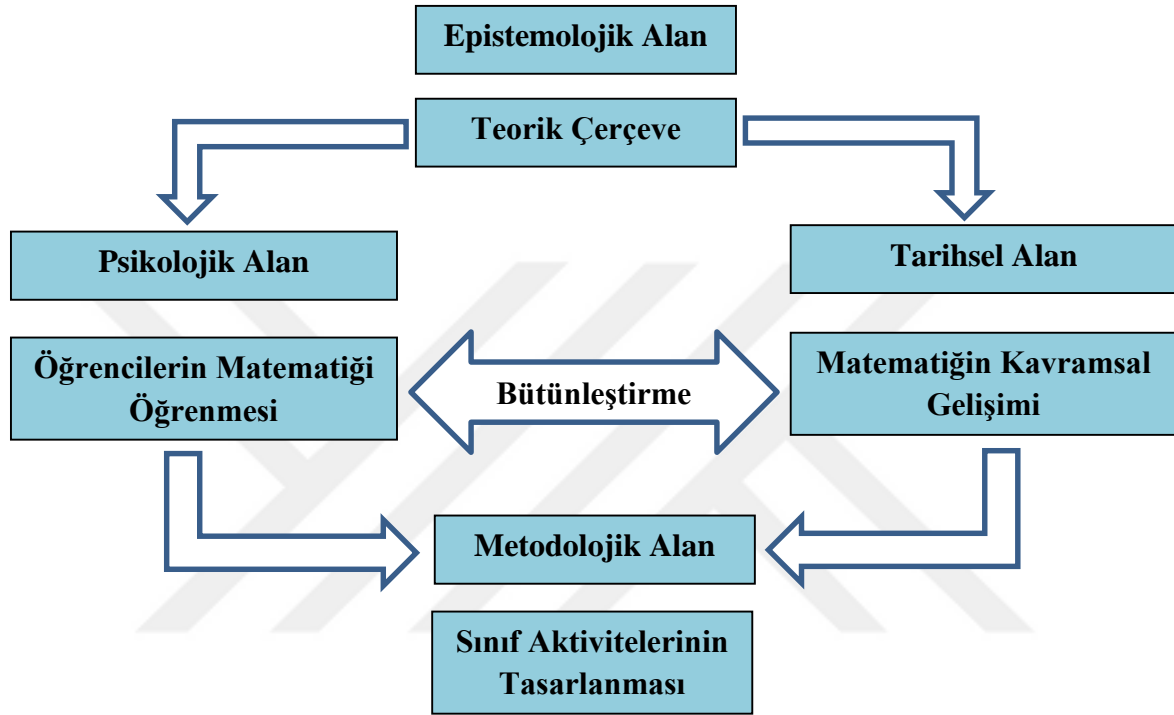
Matematik tarihinin araç olarak kullanılması	Matematik tarihinin amaç olarak kullanılması
Matematikteki herhangi bir konunun öğretilmesinde kullanılıyorsa	Matematiğin gelişimini ve insan ürünü olduğunu göstermek için kullanılıyorsa

Günümüz ile tarihte kullanılan çözüm yollarının karşılaştırılmasında kullanılıyorsa

Matematisel yöntemlerin ve sembollerin tarihsel serüvenini göstermek için kullanılıyorsa

Farklı kültürlerin kullanmış olduğu farklı çözüm ve ispat yöntemlerinin öğrenci ve öğretmenlere anlatılması için kullanılıyorsa

Matematiğin kültürel farklılık sonucunda farklı gelişim göstererek şuanaki halini aldığı göstermek için kullanılıyorsa



**Şekil 2.14.** Tarihsel temelli sınıf aktivitelerine bağlı olarak matematik öğrenme sürecinde matematik tarihi ve matematiğin bütünleştirilmesinin teorik çerçevesi (Radford vd., 2002)

Yukarıda yer alan Şekil 2.14’te tarihsel temele dayanan sınıf etkinliklerinin matematiğin öğretilmesinde kullanımına ve matematik tarihinin matematikle bütünleştirilmesine yönelik teorik çerçevesi modellenmiştir. Bu şekilde yer alan ifadeler matematik tarihinin amaç ve araç matematik eğitiminde kullanılmasını içinde değerlendirmektedir (Baki, 2014; Jankvist, 2009).

Tzanakis ve Arcavi (2002) Matematik Tarihi’nin matematik eğitiminde nasıl yer bulacağına dair “tarihsel ufak parçalar, tarihsel metinler üzerine dayalı araştırma projeleri, birincil kaynaklar, çalışma yaprakları, tarihsel paketler, hatalar, alternatif kavramlar, tarihsel problemler, mekanik araçlar, deneysel matematik etkinlikleri, oyunlar, filmler ve diğer görsel öğeler, tarihi yerlere geziler, internet” yöntemleri şeklinde sıralamışlardır. Bu durumda yöntemlerden biri olan mekanik araçlara yönelik çalışmalar yapmak matematik tarihinin matematik eğitime katılma sürecine katkı sağlayacaktır. Mekanik araçlar

kullanarak öğrenciler hem olaylara tarihsel bir bakış açısından bakacak hem de günümüzdekilerle kıyaslayabileceklerdir (Maschietto ve Trouche, 2010). Mekanik araçlar, ilimler tarihinde mekanik teknolojisi anlamında kullanılan hiyel kavramına karşılık geldiği söylenebilir (İzgi, 1998). Çünkü hiyel kavramı Farabi tarafından matematikteki kuralların alet ve makine kullanarak uygulanması olarak tanımlamıştır (İzgi, 1998). Bu araçlara astronomide kullanılan rasat aletleri ya da gölge ölçüm araçlarından usturlap, rubu tahtası ve güneş saatleri örnek olarak verilebilir (Çaldak, 2005). Ancak mekanik araçlar günümüzde çok sayıda bulunmadığı için sınıfta bu mekanik araçların modellemelerine yönelik çalışmalar yapılabilir (Tzanakis vd., 2000).

Alan yazın incelendiğinde matematik tarihinin matematik eğitiminde kullanılmasına yönelik çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir:

Tokay (2019) “Sayılar ve İşlemler ile Bazı Geometrik Kavramların Öğretiminde Matematik Tarihi Kullanımının, İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarısına Etkisi” adlı yüksek lisans tezinde, derslerde matematik tarihi kullanımının öğrencilerin başarı ve motivasyonu üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre matematik tarihinin derste kullanılmasının öğrencilerinin akademik başarıları ve matematiğe karşı motivasyonlarını artırdığı gözlenmiştir.

Genç ve Karataş (2018), “Matematik tarihinin matematik öğretimine entegrasyonu: Hârezmî’nin tam kareye tamamlama yöntemi” adlı makalesinde, ikinci dereceden denklemlerin öğretim ve öğrenme sürecinde matematik tarihi kaynaklı Harizmi’nin tam kareye tamamlama yönteminin öğretim yöntemi olarak kullanılması konusunda matematik öğretmen adaylarının görüşlerine başvurmuştur. 10 matematik öğretmen adayı araştırmaya katılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğiyle veriler toplanmıştır. Araştırmanın bulguları incelendiğinde öğretmen adayları, matematik tarihindeki çalışmaların konuların konuların öğretilmesinde konuyu daha iyi anlamaya yardımcı olduğunu ve farklı bakış açıları sunduğunu ifade etmişlerdir.

Baki ve Yıldız’ın (2017) “Öğretmenlerin matematik tarihinin derslerde kullanımına yönelik hizmet içi eğitime ihtiyaç durumlarının belirlenmesi: Trabzon Örneği” adlı makalesinde, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik tarihinin derslerde kullanımına yönelik hizmet içi eğitime ihtiyaç duyup duymadıklarını araştırmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre öğretmenlerin tarihsel farkındalığa yönelik matematik tarihi ile ilgili

projelere, tezlere, kitaplara ve kullanım yollarına ilişkin ihtiyaçlarının daha çok olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca retmenlerin retmen merkezli kullanım yolu olan matematiksel terimlerin anlam veya kökenlerine, materyal destekli kullanım yolları olan mekanik aletlere ve çalışma yapraklarına, renci merkezli kullanım yollarından matematikle ilgili sözlere, sınıf dışı etkinliklere ve matematikçilerin yaşam öykülerinin, anekdotların ya da hikyelerin oyunlaştırılmasına yönelik ihtiyaçlarının daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Yukarıdaki alışmalar incelendiğinde matematik tarihinin matematik eğitiminde kullanılmasının yararlı olduğu sonucu hakimdir. Matematik tarihine dayalı etkinliklerin rencilerin matematiğe karşı motivasyonlarını ve matematik başarılarını arttırdığı görülmektedir. retmenlerin matematik tarihinin matematik eğitimine dahil edilme yöntemleri konusunda ihtiyaçlarının fazla olduğu dolayısıyla da hizmetiçi eğitlimlere ve çalışmalara ihtiyaç duydukları sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu bağlamda matematik tarihiyle ilgili yapılan çalışmaların retmen eğitimine ve matematik eğitimine büyük lde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma ortaokul matematik öğretmen adaylarının rubu tahtası deneyimleri sonucunda açık uçlu sorulara cevap olarak verdikleri açıklamalarının incelenmesini amaçladığından nitel bir araştırmadır. Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi veya bu tekniklere benzer nitel veri toplama tekniklerinin kullanıldığı, algıların ve olayların yapay olmayan bir ortamda gerçekçi ve bütüncül bir yaklaşımla gerçekleşmesine yönelik nitel bir sürecin takip edildiği araştırmadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Nitel araştırmalarda belirlenmiş herhangi bir durumun, olayın, içeriğin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi amacı güdülür (Cohen, Manion ve Morrison, 2007). Nitel araştırmanın farklı türleri olmakla birlikte genel olarak hepsinin ortak özellikleri vardır. Bu özellikler aşağıda yer almaktadır (Fraenkel ve Wallen, 2006).

- Nitel araştırmalarda verilerin kaynağını araştırmanın doğal ortamı oluşturmaktadır. Nitel araştırmada araştırmacı verilerin toplanmasında araç rolü üstlenmektedir.
- Nitel araştırmalardaki verilerin çoğunlukla sözcükler ve görsellerden oluşmaktadır.
- Nitel araştırmacılar için araştırma süreci çok önemlidir.
- Araştırmacılar toplanan nitel verileri tümevarım yöntemi ile analiz etmeye yatkındır.
- Nitel araştırmalarda genelleme amacı güdülmez; ele alınan olayların derinlemesine incelenerek açıklanması amaçlanır.

#### 3.2. Araştırma Çalışma Grubu ve Belirlenmesi

Bu araştırma Kırşehir ilinde bulunan ve bir devlet üniversitesi olan Kırşehir Ahi Evran Üniversitesinde ikinci sınıfta öğrenim gören 51 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma grubu uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Uygun örnekleme yöntemi genellikle araştırmacının diğer örnekleme yöntemlerini kullanma şansının mümkün olmadığı durumlarda kullanılır (Kılıç, 2013). Bu bağlamda dünyada ve ülkemizde yaşanan COVID-19 salgını nedeniyle bu örnekleme yöntemine başvurulmuştur. Uygun örneklemedeki amaç, araştırmacının çalışma yaptığı konu ile ilgili geniş ve kolaylıkla ulaşılabileceği ortamların düzenlenmesidir (Büyüköztürk vd., 2010; Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmaya katılan öğretmen adayları Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programında lisans düzeyinde öğrenim görmektedirler. Araştırma etiği

sebebiyle araştırmaya katılan öğretmen adaylarına Ö1, Ö2, Ö3, ... , Ö49, Ö50, Ö51 kodları verilmiştir. Katılımcılar gönüllülük esasına uygun olarak çalışma katılmışlardır. Katılım gösteren öğretmen adayları lisans eğitimi birinci sınıf güz döneminde Matematik Tarihi dersi almışlar ve bu derste rubu tahtasını tanımışlardır. Matematik Tarihi dersi, Yükseköğretim Kurulu(YÖK)'nun 2018 yılında yayınladığı genelge ile güncellenen İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programına göre “Matematik tarihinin matematik eğitimindeki yeri; Eski Mısır matematiği; Eski Yunan matematiği; Uzak Doğu matematiği; İslam dünyası matematikçileri; çağdaş matematiğin doğuşu; matematiksel kavramların tarihsel gelişimi.” içeriklerinden oluşmaktadır (YÖK, 2018).

### 3.3. Açık Uçlu Veri Toplama Formu

Rubu tahtasındaki matematik işlemlerine yönelik açıklamaların ve rubu tahtasının matematik eğitiminde kullanılmasına dair görüş ve önerilerin belirlenmesi amacıyla ortaokul matematik öğretmen adaylarına yönelik açık uçlu sorular oluşturulmuştur. Araştırmanın verileri, açık uçlu sorulardan oluşan yazılı bir görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Görüşme formu öğretmen adaylarına uygulanmadan önceden matematik tarihi dersi vermiş olan bir akademisyenin bu soruların araştırmanın amacına uygun olup olmadığına ilişkin görüşleri alınmıştır. Yazılı görüşme formu için oluşturulan açık uçlu sorular sırasıyla aşağıda verilmiştir:

1. Rubu tahtası ile yapılan iki sayının çarpma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki çarpma işleminin sonucunu veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
2. Rubu tahtası ile yapılan iki sayının bölme işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki bölme işleminin sonucunu veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
3. Rubu tahtası ile yapılan bir sayının karesini alma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki kare alma işleminin sonucunu veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
4. Rubu tahtası ile yapılan bir sayının karekökünü alma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki karekök alma işleminin sonucunu veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.

5. Rubu tahtası ile yapılan sinüs değeri bulma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki sinüs değerini veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
6. Rubu tahtası ile yapılan kosinüs değeri bulma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki kosinüs değerini veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
7. Rubu tahtası ile yapılan sinüs değerinin karesini bulma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki sinüs değerinin karesini veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
8. Rubu tahtası ile yapılan kosinüs değerinin karesini bulma işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki kosinüs değerinin karesini veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
9. Rubu tahtası ile yapılan sinüs ve kosinüs değerinin çarpılması işlemini modelleyiniz. Modelinizdeki sinüs ve kosinüs değerinin çarpımını veren uzunluğu nasıl buldunuz? Bir örnek üzerinden nedenini açıklayınız.
10. Rubu tahtası ile yapılan işlemler sizce matematikteki hangi konularla ilgili olabilir? Açıklar mısınız? Neden? Nasıl? Her bir konunun nasıl ilişkili olduğunu açıklayınız.
11. Rubu tahtası kullanarak yapılan matematiksel işlemler matematik konularını öğretmede kullanışlı bir araç, örnek teşkil eder mi? Neden? Nasıl?
12. Rubu tahtasında işlemlerin nasıl yapıldığını anladığınızda size ilginç gelen, sizi şaşırtan durumlar oldu mu? Açıklayınız.
13. Rubu tahtası kullanarak yapılan bir matematik öğretimi öğrenciler için yararlı mıdır? Neden? Nasıl?
14. Rubu tahtasını kullanarak işlem yapmayı arkadaşlarınıza öğretmek ister misiniz? Neden?
15. Sizce öğretmenlerin derslerinde rubu tahtasını kullanmaları dersleri daha ilgi çekici hale getirebilirler mi? Neden? Nasıl?
16. Sizce öğretmenler derslerinde rubu tahtasını kullansalar sorun yaşayacakları durumlar olabilir mi? Neden? Nasıl?
17. Rubu tahtasındaki işlemlerin nasıl yapıldığını anlamak, matematik ve bilim tarihi açısından değerlendirdiğinizde, sizde günümüz eğitim sistemine yönelik ne gibi düşünceler oluşturdu?

### 3.4. Verilerin Toplanması

Bilgisayar destekli matematik öğretimi dersininin bir kısmında dinamik geometri öğretim yazılımı üzerinden Rubu tahtasındaki işlemlere yönelik kısa bir tanıtım yapılmıştır. Bu tanıtımda Rubu tahtasında neler yapılabileceği, teknik kısımlarından bahsedilmiştir. Birkaç tane örnek işlem yapılmıştır. Bu tanıtımın sonrasında öğretmen adaylarından çarpma, bölme, kare ve karekök alma, sinüs ve kosinüs değeri bulma, sinüs ve kosinüsün karesini alma, sinüs ve kosinüs değerlerini çarpma işlemlerinin rubu tahtasında neden doğru sonuç verdiğine ilişkin gerekçeler istenmiştir.

Veriler online ortamda word veya pdf belgesi aracılığıyla toplanmıştır. Öğretmen adaylarına açık uçlu sorulara yanıt vermeleri için 1 hafta süre verilmiştir. Belirlenen sürede yetiştiremeyenlere ek süreler tanınmıştır. Elde edilen formlar sistematik olarak kayıt edilmiştir.

### 3.5. Verilerin Analizi

Veriler nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Matematik öğretmen adaylarının Rubu Tahtasındaki matematiksel işlemlere yönelik açıklamalarının incelenmesini amacıyla açık uçlu sorulara verilen cevaplar üzerinden içerik analizi yapılmıştır. Açık uçlu veri toplama formu yoluyla toplanan veriler tümevarım analizi tekniği ile analiz edilmiştir. İçerik analizi, yazılı veya görsel materyallerin sistematik olarak incelenmesi sonucunda belirlenen kategorilerle tematik olarak analizidir (Aktaş ve Uzuner Yurt, 2015). İçerik analizinde toplanan verileri açıklamada kullanılacak kavramlara ve ilişkilere ulaşmak amaçlanır (Karataş, 2015). Tümevarım içerik analizi tekniğinde temalar ve kategoriler kaynağını toplanan veriler oluşturmaktadır (Zhang ve Wildemuth, 2009).

Bu çalışmada araştırmacı tarafından öncelikle toplanan veriler üzerinden temalar belirlenmiştir. Belirlenen bu temaları tez danışmanı ile araştırmacı birlikte inceleyerek ortak temalar üzerinde uzlaşmıştır. Ortak temalarla ilgili kısımlar araştırmacı tarafından incelenerek başlıklar halinde ayrıntılı bir şekilde oluşturulmuştur. Araştırmacı ve tez danışmanı, temalara ilişkin veriler üzerinden bütün temalara ait alt kategorileri belirlemiştir. Oluşturulan temalara ait kategoriler ve bu kategorilere ait frekanslar bulgulara tablo halinde verilmiştir. Temalara ve kategorilere ait nitel veriler, toplanan verilerdeki katılımcıların açık uçlu sorulara verdiği cevapların örnek olarak verilmesiyle veri çeşitlemesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırma verilerinin analiz edilmesi sonucunda oluşturulan temalar, bu temalara ilişkin kategoriler ve bu kategorilerin belirlenmesinde kullanılan ölçütler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Analiz sonucunda 7 tema ve 26 kategori belirlenmiştir.

**Tablo 3. 1.** Veriler Üzerinden Oluşturulan Tema, kategori ve ölçütler

Tema	Kategori	Öçütler
Rubu Tahtasıyla Yapılan Matematiksel İşlemlere Ait Açıklama	İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Yapılan modeldeki eksik çizimler, yalnızca rubu tahtasının nasıl kullanılacağına dair açıklamalar, sadece model üzerinde göstererek, uzunluk hesabı ve bilinen değerler üzerinden hesaplamalar ile ilgili yapılan açıklamalar bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Sadece benzerlik kuralını uygulama, hangi üçgenlerin benzer olduğunun belirtmeme, Öklid Teoremini kullanma ile ilgili veriler bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Benzerlik kuralı ve oran-orantı yardımıyla işlemi gerçekleştirme ile ilgili veriler bu kapsamda değerlendirilmiştir.
Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına Ait Görüşler	Çarpma ve Bölme	Öğretmen adaylarının açıklamaları çarpma ve bölme kavramlarına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Üçgenler	Öğretmen adaylarının açıklamaları üçgenlerin temel kavramları ve genel özelliklerine yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Üçgende Benzerlik	Öğretmen adaylarının açıklamaları üçgende benzerlik kavramına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Oran ve Orantı	Öğretmen adaylarının açıklamaları oran ve orantı kavramlarına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Çember ve Daire	Öğretmen adaylarının açıklamaları çember ve daire kavramlarına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Kök ve Üs Alma	Öğretmen adaylarının açıklamaları köklü ve üslü sayı kavramlarına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Trigonometri	Öğretmen adaylarının açıklamaları trigonometrik kavramlara yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Açılar	Öğretmen adaylarının açıklamaları açı kavramına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Ondalık Sayılar	Öğretmen adaylarının açıklamaları ondalık sayılar ve bu sayılarla işlemlere yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Verimlilik	Yapılan açıklamalar rubu tahtasının derste kullanılmasının verimli bir zaman ve eğitim sağlayacağına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.

Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına İlişkin Görüşler	Görselleştirme	Yapılan açıklamalar rubu tahtasıyla yapılan işlemlerin görselleştirilmesine yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Anlaşılabilirlik	Yapılan açıklamalar rubu tahtasıyla yapılan işlemlerin kolay anlaşılmasına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Motivasyon	Yapılan açıklamalar rubu tahtasının derste kullanılmasıyla eğlenceli ve dikkat çekici olduğuna yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Kalıcılık	Yapılan açıklamalar rubu tahtasıyla yapılan işlemlerin altında yatan nedenlerin anlaşılmasına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara İlişkin Görüşler	İşlevsellik	Rubu tahtasıyla birçok işlem yapılabilmesine dair açıklamalar bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Zamanın Ötesinde Olma	Rubu tahtasının kullanıldığı dönemin ilerisinde bir icat olduğuna dair açıklamalar bu kapsamda değerlendirilmiştir.
Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtmaya Yönelik İstekliliğe İlişkin Görüşler	Farklı Bir Bakış Açısı Kazandırma	Yapılan açıklamalar rubu tahtasıyla yapılan işlemlerin farklı bir çözüm yöntemi olarak kabul edilmesiyle ilgiliyse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Genel Kültür Bilgisi Edindirme	Yapılan açıklamalar rubu tahtasını tanıtarak genel kültür bilgisi edindirileceği ile ilgiliyse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara İlişkin Görüşler	Anlama Düzeyindeki Farklılık	Yapılan açıklamalar öğrencilerin anlama düzeyindeki farklılıkla ilgiliyse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Öğretmenin Konu Hakimiyeti	Yapılan açıklamalar öğretmenin rubu tahtasına yeterince hakim olmasıyla ilgiliyse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Müfredatın Yoğun Olması	Yapılan açıklamalar matematik ders müfredatının yoğun olmasıyla ilgiliyse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkinine Yönelik Görüşler	Matematik ve Bilime Verilen Değer	Yapılan açıklamalar rubu tahtasının icat edildiği ve kullanıldığı zamanlar ile günümüz arasında matematik ve bilime verilen değer bağlamında karşılaştırılmasına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.
	Sınav Odaklı Anlayış	Yapılan açıklamalar günümüz eğitim sisteminin sınav odaklı olmasına yönelikse bu kapsamda değerlendirilmiştir.

### 3.6. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Nitel çalışmalarda geçerlik veri toplama aracının, yapılan işlemlerin ve toplanan verilerin uygun olup olmadığı; güvenirlik ise araştırmanın tutarlılığı ile ilgilidir (Creswell, 2017). Bu çalışmada geçerlik sağlamak için aktarılabilirlik, inandırıcılık ve teyit edilebilirlik yöntemleri, güvenirlik sağlamak için ise tutarlılık yöntemi kullanılmıştır (Lincoln ve Guba, 1985). Nitel çalışmalarda geçerliğin sağlanmasında araştırılan konunun bütün olarak incelenmesi ve görsel oluşturabilmek için toplanan verilerin tasdik edilmesine

yardımcı olacak katılımcı onayı, meslektaş onayı ve uzman incelemesi gibi ek yöntemlerin kullanılması gerekir (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 256). Bu araştırmada gerçeliğin sağlanmasında matematik eğitimi alanında uzman bir akademisyenden destek alınmıştır.

Nitel araştırmaların güvenilirliğinin sağlanması için en az iki araştırmacının verileri kodlayarak, kodların kendi aralarındaki tutarlılığın sağlanması gerekir (Lincoln ve Guba, 1985). Bu araştırmada iki araştırmacı verileri ayrı ayrı kodlamış ve kodlayıcı kişiler arasındaki tutarlılık incelenmiştir. Veri analizinin güvenilirliği Miles ve Huberman'ın (1994) Uzlaşma Yüzdesi=[Görüş birliği/ (Görüş birliği + Görüş ayrılığı) X 100] formülü ile hesaplanmıştır. Buna göre kodlayıcı kişiler arasındaki uzlaşma yüzdesi .85 çıkmıştır. Kodlama yapan kişiler arasındaki uzlaşma .70'ten yüksekse oluşturulan kodların güvenilir olduğu sonucuna varılabilir (Creswell, 2017). Bu çalışmada kodlayan kişiler arasında farklı kodlamaların olduğu durumlarda araştırmacılar tarafından ortak bir görüş ile kodlar belirlenmiştir.

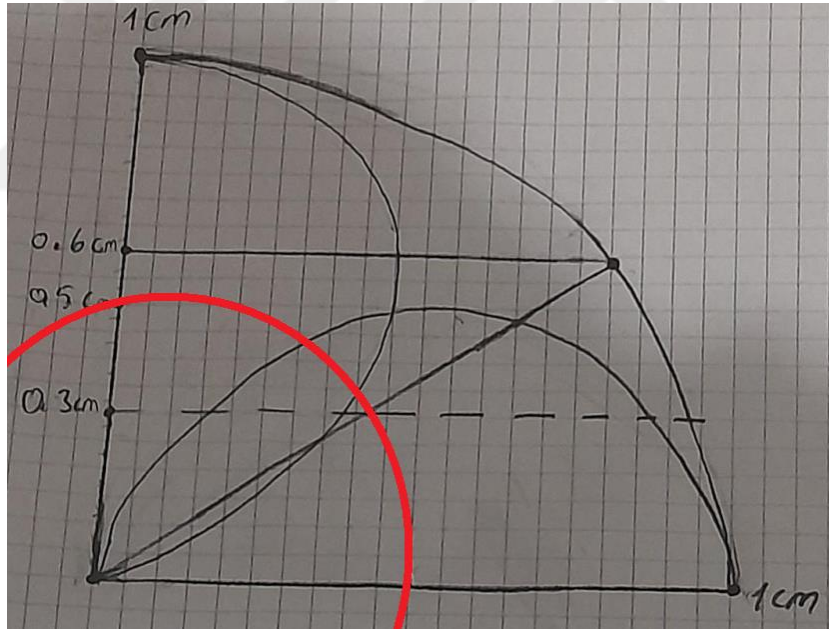
## 4. BULGULAR VE YORUMLAR

### 4.1. Rubu Tahtasında Çarpma İşleminin Modellenmesine İlişkin Bulgular

Rubu tahtasındaki çarpma işlemine yönelik öğretmen adayları tarafından yapılan açıklamalar, üç alt kategoride incelenmiştir. Bunlar işlem adımlarını eksik uygulamak, işlem adımlarını tam uygulamak ve işlemlerinin nedenleri açıklamak olarak tanımlanmıştır. Her kateriye ilişkin örnekler öğretmen adaylarının kendi çizimleriyle ve açıklamalarıyla desteklenmiştir. Farklı açıklamalara ilişkin örnekler ayrıca verilmiştir. Bu kısmın sonunda her kategoriye ilişkin sıklık tablosu verilmiştir.

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Çarpma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı sadece işlem adımlarını sırayla yazmıştır. Bu cevaplar incelendiğine işlemlerin nedenlerine ilişkin bir bulguyla karşılaşılmamıştır.



Şekil 4. 1. Rubu Tahtasında  $0.6 \times 0.5 = 0.3$  işlemine ilişkin eksik modelleme [ö1]

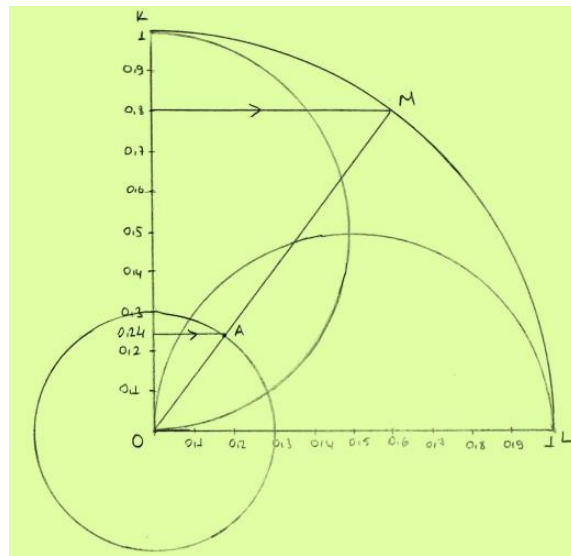
Başlangıçta yarı çapı 1cm'lik çeyrek çember, içine çapı çeyrek çemberin yarı çapı olan iki tane yarı çember çizdim. Sonra çeyrek çemberin yarı çapının üstünden iki nokta belirledim ve merkez noktaya olan uzaklıklarını belirledim. Daha sonra merkez noktaya uzak olan noktadan geçen ve çeyrek çemberin yarı çapına paralel olan bir doğru parçası çizdim, yayı kesme noktayı belirledim. Daha sonra çemberin merkezi, merkezden uzak olan nokta ve doğru parçasının yayı kestiği noktayı birleştirdiğimizde bir üçgen düşüyor. Daha sonra kısa olan noktayı (0,5cm) üçgenin hipotenüsüne taşıdım, taşıdığım noktanın iz düşümü 0,3cm noktasına geliyor. 0,6 ile 0,5 in çarpımı 0,3cm oluyor.

Şekil 4. 2. Rubu Tahtasında  $0.6 \times 0.5 = 0.3$  işlemine ilişkin açıklamalar [ö1]

Yukarıdaki Ö1'in yaptığı modelleme incelendiğinde 0.5'in üçgenin hipotenüs kısmına nasıl taşındığına ilişkin bir çizim bulunmamaktadır. Öğretmen adayının açıklamalarında da bunun nasıl taşınması gerektiğinden bahsedilmemiştir.

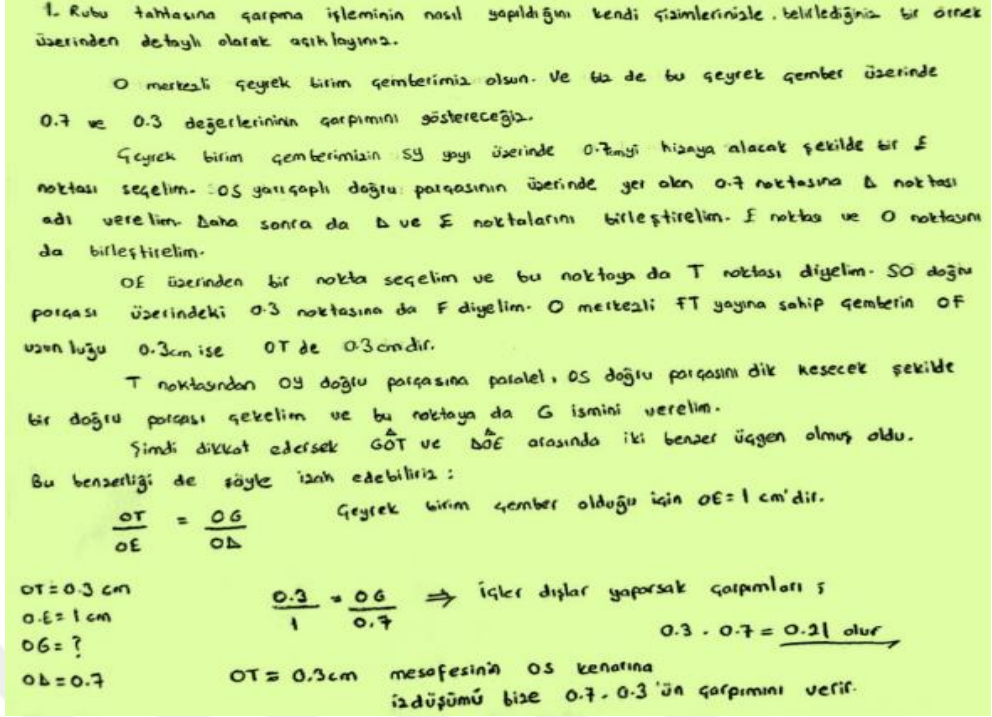
- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

Çarpma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı işlem adımlarını tam olarak vermiş, benzerlik kuralını uygulamıştır. Ancak neden bu kuralların uygulandığını üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik bir açıklama yapmamışlardır.



Şekil 4. 3. Rubu Tahtasında  $0.8 \times 0.3 = 0.24$  işlemine ilişkin modelleme [ö26]





Şekil 4. 6. Rubu Tahtasında  $0.7 \times 0.3 = 0.21$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö10]

Yukarıdaki Ö10'nun yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde GOT ve DOE üçgenleri arasında benzerlik kurulduğu,  $OD=0.7$  ve  $OT=0.3$  olarak belirlendiği, birim çemberin yarıçapının 1 birim olmasından dolayı sonucu temsil eden OG uzunluğunun benzerlikten dolayı bulunabileceğinin açıklandığı görülmektedir.

Tablo 4. 1. Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Çarpma İşlemine İlişkin Açıklamaları

Çarpma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö27, Ö34, Ö37, Ö40, Ö41, Ö42, Ö49, Ö50	19
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö6, Ö26, Ö28, Ö33, Ö38, Ö39, Ö44, Ö45, Ö47, Ö51	10
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö2, Ö4, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20, Ö23, Ö24, Ö25, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö35, Ö36, Ö43, Ö46, Ö48	22

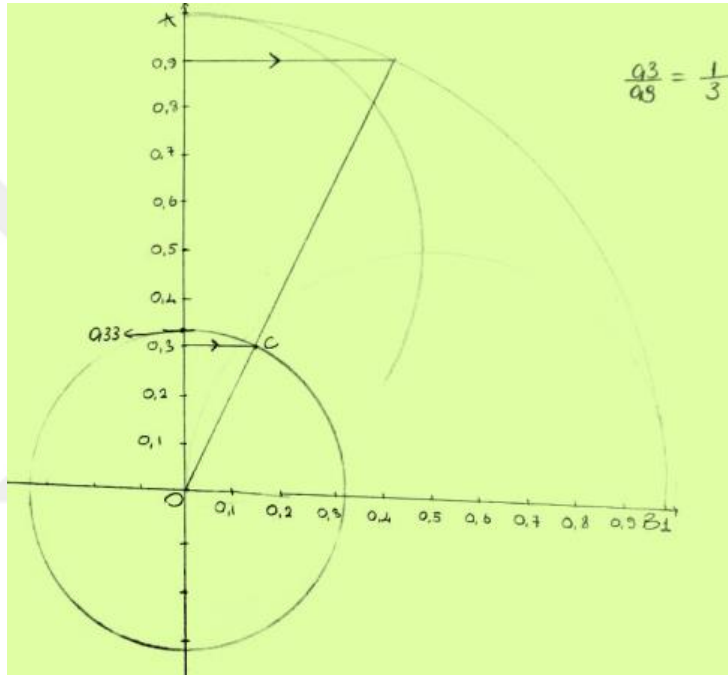
Tablo 4.1'e bakıldığında öğretmen adaylarının çoğunluğunun çarpma işleminin adımlarını çoğunluğunun eksik veya tam uyguladığı dolayısıyla üçgenlerde benzerlik,

sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik açıklamalar yapmadıkları görülmektedir.

#### 4.2. Rubu Tahtasında Bölme İşleminin Modellenmesine İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Bölme işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı sadece rubu tahtasının nasıl kullanıldığına yönelik bir açıklama yapmıştır.



Şekil 4. 7. Rubu Tahtasında  $0.3 \div 0.9 = 0.33\dots$  işlemine ilişkin modelleme [ö21]

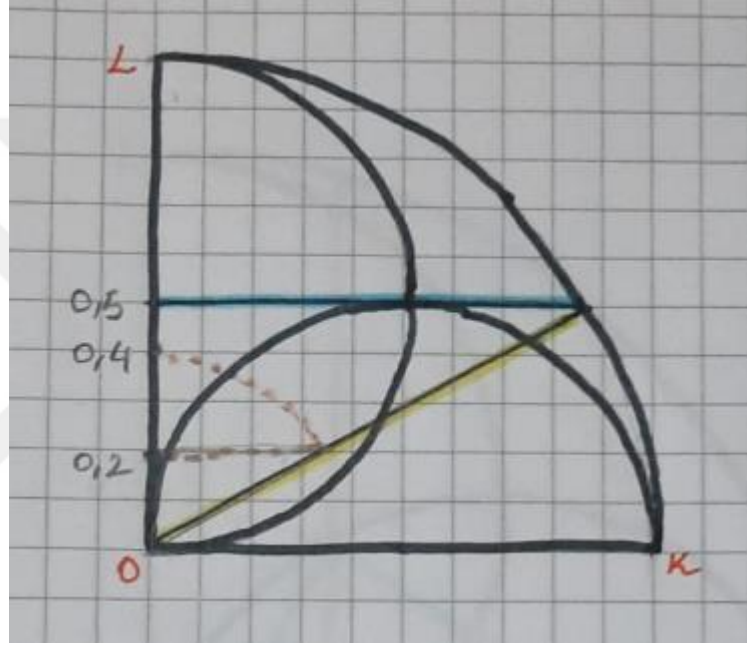
- ⇒ Bölme işlemi yapmak istediğimiz sayıları  $OA1$  üzerinde belirleriz. ( $0.3$  ve  $0.9$ )
- ⇒ Sonradan belirlenen sayıdan ( $0.9$ )  $OB1$ 'na paralel çizeriz.  $AB$ 'ni kestiği nokta ile  $O$  noktasını birleştirerek bir doğru oluştururuz.  $0.3$  noktasından  $OB1$ 'na paralel çizdiğimizde doğru kesen noktayı işaretleriz. Nokta  $C$  noktasıdır.
- ⇒ Son olarak  $OC$  doğru parçasını yarıçap kabul eden çemberi çizeriz. Çemberin  $OA1$ 'yı kestiği nokta bölme işleminin sonucudur.

Şekil 4. 8. Rubu Tahtasında  $0.3 \div 0.9 = 0.33\dots$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö21]

Yukarıdaki Ö21'in yaptığı açıklamada benzerlik kuralına yönelik herhangi işlem yapılmadığı, sadece yapılan çizimler sonucu bölme işleminin sonucunu veren nokta açıklanmaya çalışılmıştır.

- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

Bölme işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı işlem adımlarını tam olarak vermiş, benzerlik kuralını uygulamıştır. Ancak neden bu kuralların uygulandığını üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik bir açıklama yapmamışlardır.



Şekil 4.9. Rubu Tahtasında  $0.2 \div 0.5 = 0.4$  işlemine ilişkin modelleme [ö28]

Rubu tahtasında bölme işlemi yapılırken de yine yarıçapı tam olan çeyrek daire ile dairenin dik kenarlarının üzerine aynı tam olan yarı daireler çizilir. Bölünen ve bölen sayının konumları bulunur. Bu örneğimizde 0,2 sayısını 0,5 sayısına böleceğiz. 0,5 sayısından OK'ya paralel olacak şekilde bir doğru parçası çizerek başlıyoruz. Daha sonra OKL çeyrek dairesi ile kesim noktasını alıyoruz. O ile birleştiriyoruz ve bir dik üçgen elde ediyoruz. Bu oluşturulan dik üçgenin hipotenüsü rubu tahtasındaki ipi temsil ediyor. Daha sonra bölünen sayı yani 0,2'den OK'ya paralel olacak şekilde bir doğru parçası çiziyoruz ve üçgenin hipotenüsü ile kesiyoruz. Bu kesim noktasını da OL üzerine taşırsak bölme işleminin sonucuna ulaşırız. Bu hesaplama yönteminin adlıması da üçgende benzerlik oranına dayanıyor. 0,2'nin 0,5'e oranı, bölünen sonucu olan 0,4 sayının hipotenüse oranı 1'e eşit oluyor.

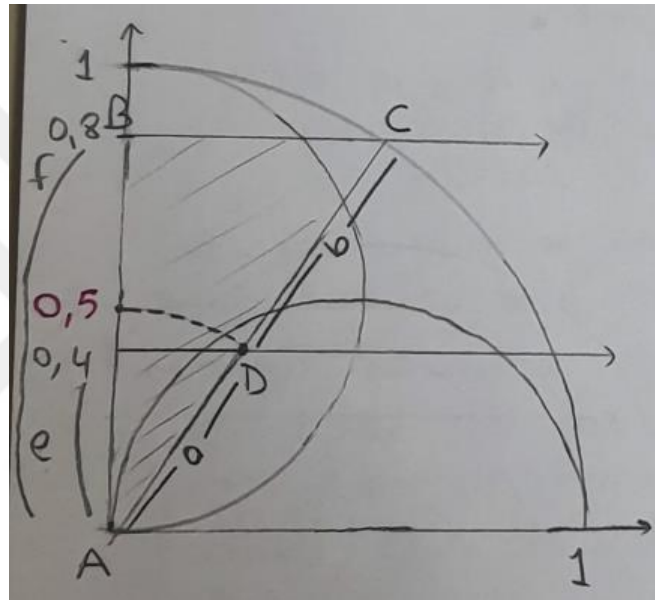
$$\frac{0,2}{0,5} = \frac{0,4}{1} = \text{bölüm}$$

Şekil 4. 10. Rubu Tahtasında  $0.2 \div 0.5 = 0.4$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö28]

Yukarıdaki Ö28'in yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde üçgenlerde benzerliğin kuralı uygulanarak sonuç doğru bulunmuştur. Ancak hangi üçgenlerin benzer olduğuna dair bir açıklama yapılmamıştır.

- İşlemlerin Nedenini Açıklamak

Bölme işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde bazı öğretmen adaylarının üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik açıklamalar yapıldığı görülmektedir.



Şekil 4. 11. Rubu Tahtasında  $0.4 \div 0.8 = 0.5$  işlemine ilişkin modelleme [ö4]

0,8 noktasından x'e paralel çizerek üçgen oluşturuyoruz.  
Daha sonra çarpma işlemindeki benzerliği kullanarak bölme işlemi yaparız.

$$\frac{e}{f} = \frac{a}{a+b} \rightarrow \frac{0,4}{0,8} = \frac{a}{1}$$

$a = 0,5$  birimdir.

0'yı y eksenine taşıdıgımızda sonuç bölmenin sonucudur.

**Şekil 4.12.** Rubu Tahtasında  $0.4 \div 0.8 = 0.5$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö4]

Yukarıdaki Ö4'ün yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde benzerlik kuralını uyguladığı üçgenlerin kenar uzunluklarını harfle ifade ederek gösterdiği, daha sonra bu benzerlik kuralını önce harflerle uygulayıp daha sonra harflere karşılık gelen sayıları yazdığı görülmektedir.

**Tablo 4.2.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Bölme İşlemine İlişkin Açıklamaları

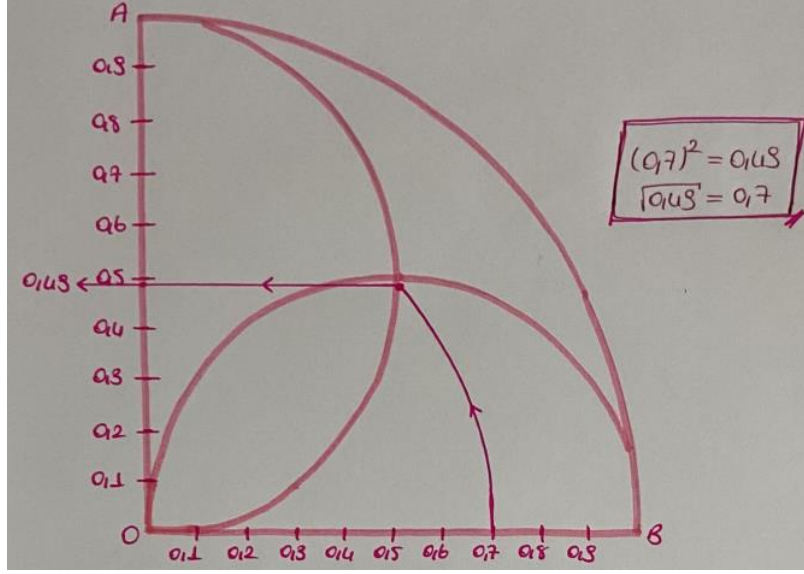
Bölme İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö27, Ö34, Ö37, Ö40, Ö41, Ö42, Ö49, Ö50	19
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö6, Ö26, Ö28, Ö33, Ö38, Ö39, Ö44, Ö45, Ö47, Ö51	10
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö2, Ö4, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20, Ö23, Ö24, Ö25, Ö29, Ö30, Ö31, Ö32, Ö35, Ö36, Ö43, Ö46, Ö48	22

Tablo 4.2'ye bakıldığında öğretmen adaylarının çoğunluğunun çarpma işleminde kullandıkları açıklama biçimlerini bölme işlemi için de kullandıkları dolayısıyla çoğunluğunun işlem adımlarını eksik veya tam uyguladığı ve üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik açıklamalar yapmadıkları görülmektedir.

### 4.3. Rubu Tahtasında Bir Sayının Karesinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Kare alma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı sadece rubu tahtasının nasıl kullanıldığına yönelik bir açıklama yapmıştır.



Şekil 4.13. Rubu Tahtasında  $(0.7)^2 = 0.49$  işlemine ilişkin modelleme [ö3]

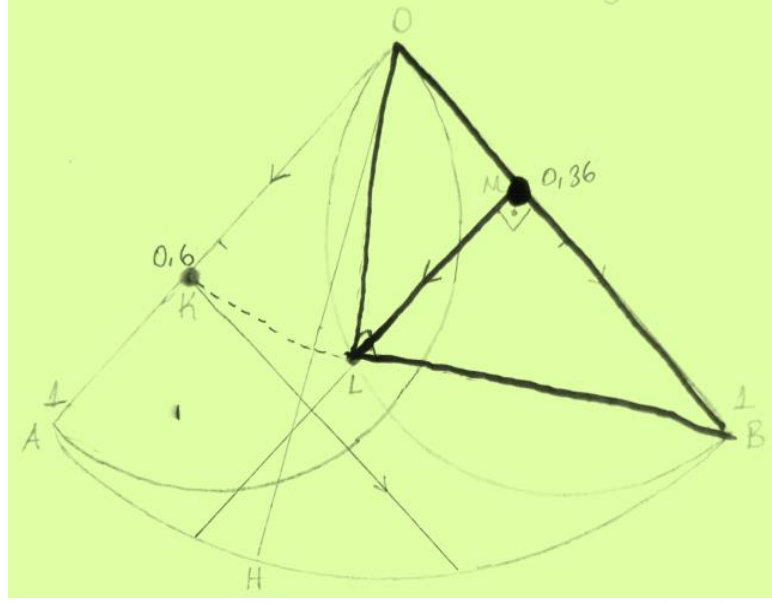
- ① Karesini alacağımız sayıyı (0.7)  $OB$  üzerinde işaretliyoruz ve  $OA$ 'yi yarıçap kabul eden bir çember çiziyoruz.
- ② Çizdiğimiz çemberin,  $OA$ 'yi çap kabul eden çember yayı üzerinde kestiği noktayı işaretliyoruz ve bu noktadan  $OB$ 'ye çizdiğimiz paralel doğru parçasının  $OA$ 'yi kestiği nokta  $0.7$ 'nin karesine denk geliyor. (0.49).

Şekil 4.14. Rubu Tahtasında  $(0.7)^2 = 0.49$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö3]

Yukarıdaki Ö3'ün yaptığı açıklamada benzerlik kuralına yönelik herhangi işlem yapılmadığı, sadece yapılan çizimler sonucu kare alma işleminin sonucunu veren nokta açıklanmaya çalışılmıştır.

- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

Kare alma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı işlem adımlarını tam olarak vermiş, benzerlik kuralını uygulamıştır. Ancak neden bu kuralların uygulandığını üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının ilişkisine yönelik bir açıklama yapmamışlardır.



Şekil 4. 15. Rubu Tahtasında  $(0.6)^2 = 0.36$  işlemine ilişkin modelleme [ö15]

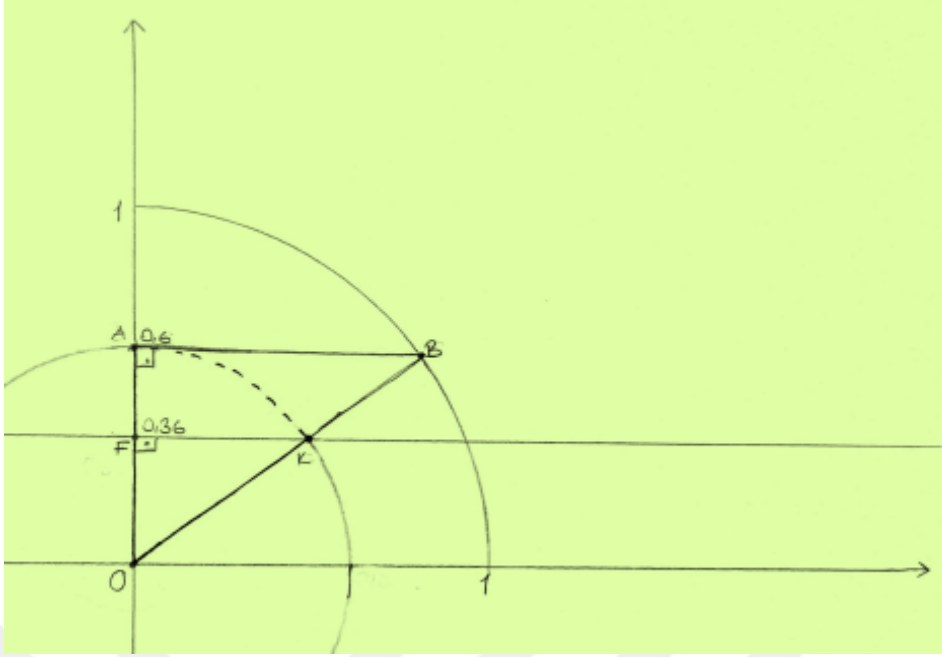
Rubu tahtasında  $|OK|$ 'yi yarıçap kabul edecek şekilde bir çember oluşturalım. O halde  $|OL|$  de bu çemberin yarıçapı olur.  $|OK| = 0,6$  olduğundan  $|OL| = 0,6$  olur.  $|OL|$ 'yi B noktası ile birleştirerek  $OLB$  dik üçgenini oluşturalım.  $L$  noktasından  $OA$ 'ya paralel bir doğru çekelim. O zaman  $LM$  ile  $OB$ 'nin kesiştiği nokta olan M noktası  $0,6$ 'nın karesine denk gelir. Şekle göre bu yöntemin arkasında öklid teoremi olduğu açıktır.  $OLB$  'de öklid teoremi uygularsak  $|OL|^2 = |OM| \cdot |OB|$   $(0,6)^2 = |OM| \cdot 1$   $|OM| = 0,36$  olacaktır. Böylece bu yöntemin arkasında öklid teoremi olduğunu görmüş olduk.

Şekil 4. 16. Rubu Tahtasında  $(0.6)^2 = 0.36$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö15]

Yukarıdaki Ö15'in yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış ve Öklid Teoremini kullanarak sonuca ulaşmıştır. Ancak Öklid Teoreminin temelinde yatan üçgende benzerlikle ilgili herhangi bir açıklama yapmamıştır.

- İşlemlerin Nedenini Açıklamak

Kare alma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde bazı öğretmen adaylarının üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik açıklamalar yapıldığı görülmektedir.



Şekil 4.17. Rubu Tahtasında  $(0.6)^2 = 0.36$  işlemine ilişkin modelleme [ö2]

- Karesi alınacak sayı belirlenir OB ipinden belirlenen sayıya dik doğru çizilir.

- O merkez olacak şekilde OA yarıçaplı çember çizilir.

- ip ile çemberin kesiştiği noktadan çizilen dik belirlenen sayının karesini verir.

Bu işlem Thales Teoreminden (benzerlik) gelir.

• AOB ve FOK üçgenlerine benzerlik uygulanır.

•  $\frac{OF}{OA} = \frac{OK}{OB}$

Şekle göre:  $OB = 1$   
 $OA = 0.6$  (belirlenen sayı)  
 $OK = OA = 0.6$  (AOK daire diliminden)

Buradan;

$$\frac{OF}{0.6} = \frac{0.6}{1} \quad OF = (0.6) \cdot (0.6)$$

$$OF = (0.6)^2$$

Seçtiğimiz sayının karesinin yukarıdaki anlattığımız şekildeki noktayı denk geldiğini görmüş olduk.

Şekil 4.18. Rubu Tahtasında  $(0.6)^2 = 0.36$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö2]

Yukarıdaki Ö2'nin yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde benzerlik uygulamak için uygun modelleme yaptığı, daha sonra bu model üzerinde benzerlik kuralını uygulayıp bir sayının karesini veren noktayı bulduğu görülmektedir.

**Tablo 4. 3.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Kare Alma İşlemine İlişkin Açıklamaları

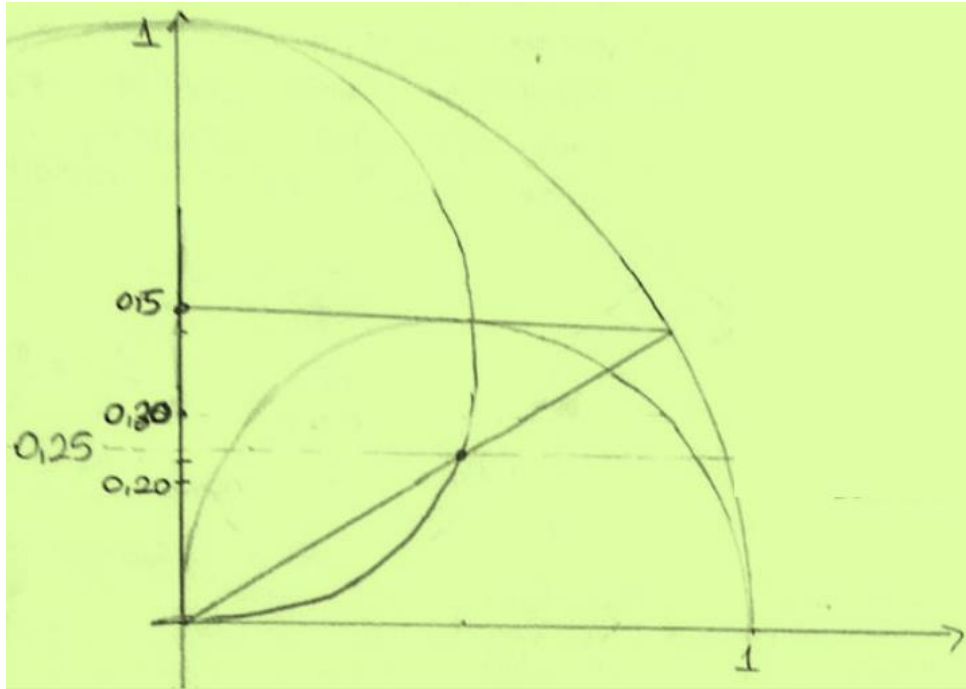
Kare Alma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö27, Ö31, Ö37, Ö38, Ö41, Ö45, Ö49, Ö50	22
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö1, Ö6, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö20, Ö26, Ö28, Ö29, Ö33, Ö34, Ö35, Ö39, Ö40, Ö43, Ö44, Ö46, Ö47	21
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö2, Ö25, Ö30, Ö32, Ö36, Ö42, Ö48, Ö51	8

Tablo 4.3'e bakıldığında öğretmen adaylarının kare alma işleminde çarpma ve bölme işlemlerine göre daha az neden açıklayabildikleri görülmüştür.

#### 4.4. Rubu Tahtasında Bir Sayının Karekökünün Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Karekök alma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı sadece rubu tahtasının nasıl kullanıldığına yönelik bir açıklama yapmıştır.



**Şekil 4. 19.** Rubu Tahtasında  $\sqrt{0.25} = 0.5$  işlemine ilişkin modelleme [ö23]



$$\sqrt{0,49} = 0,7 \text{ olduğunu gösterelim.}$$

$$|AY| = 0,49 = x^2 \text{ belirlemistik}$$

$$|AC| = 1 \text{ cm olduğundan}$$

$$|YC| = 1 - x^2 \text{ olur. } |AP| = a \text{ olsun.}$$

$$AP^2 = AY \cdot AC$$

$$a^2 = x^2 \cdot 1$$

$$a = x \text{ olur.}$$

$$0,49 = x^2 \text{ ise } x = 0,7 \text{ bulunmuş olur.}$$

$$AK = AP \text{ olduğundan}$$

$$|AK| = 0,7 \text{ olur.}$$

**Şekil 4. 22.** Rubu Tahtasında  $\sqrt{0.49} = 0.7$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö9]

Yukarıdaki Ö9'un yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış ve Öklid Teoremini kullanarak harfler yardımıyla genel bir sonuca ulaşmıştır. Ulaştığı genel sonuç yardımıyla 0.49 sayısının karekökünü bulmuştur. Ancak Öklid Teoreminin temelinde yatan üçgende benzerlikle ilgili herhangi bir açıklama yapmamıştır.

- İşlemlerin Nedenini Açıklamak

Karekök alma işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde bazı öğretmen adaylarının üçgenlerde benzerlik, sayılar ve işlemler öğrenme alanının nasıl ilişkili olduğuna yönelik açıklamalar yapıldığı görülmektedir.



**Tablo 4. 4.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Karekök Alma İşlemine İlişkin Açıklamaları

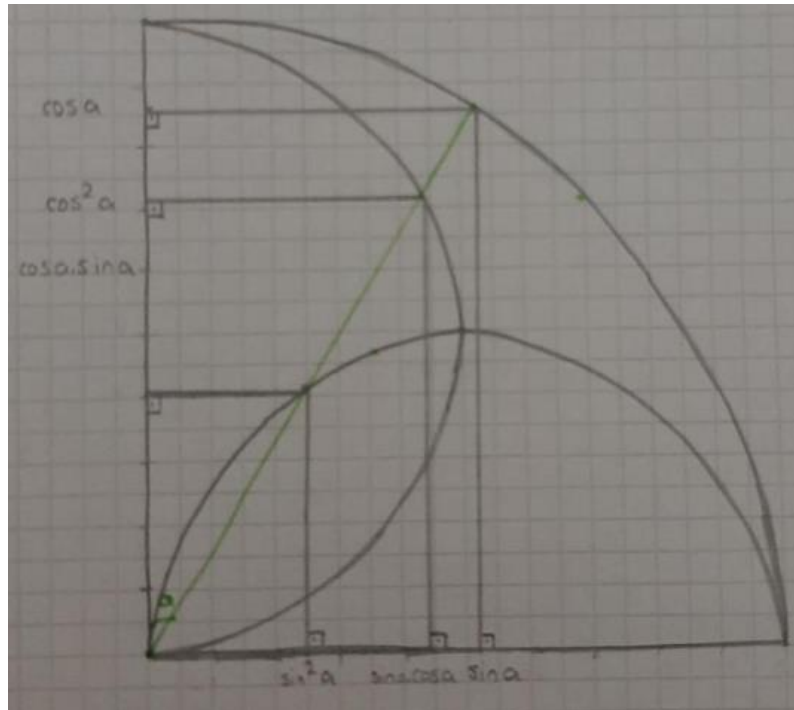
Karekök Alma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö13, Ö17, Ö18, Ö21, Ö25, Ö26, Ö29, Ö31, Ö37, Ö38, Ö45	16
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö1, Ö2, Ö4, Ö9, Ö14, Ö15, Ö16, Ö24, Ö33, Ö34, Ö36, Ö39, Ö40, Ö47, Ö48	15
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö30, Ö32, Ö50, Ö51	4
Açıklama Yapmamak	Ö3, Ö8, Ö12, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23, Ö27, Ö28, Ö35, Ö41, Ö42, Ö43, Ö44, Ö46, Ö49	16

Tablo 4.4'e bakıldığında 16 öğretmen adayının karekök alma işleminde açıklama yapmadığı görülmektedir. Bu durumun sebebi olarak öğretmen adaylarının karekök alma işleminin kare alma işlemi ile benzer olduğunu düşünmeleri gösterilebilir.

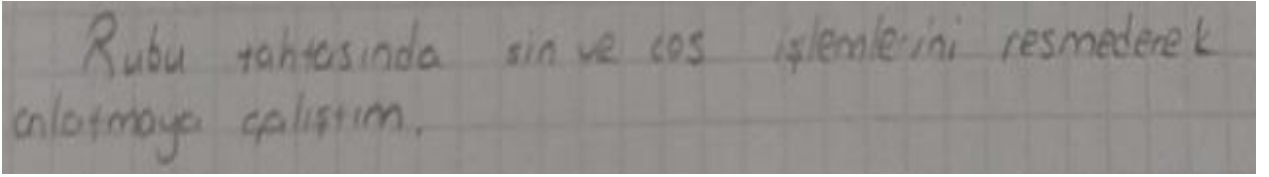
#### 4.5. Rubu Tahtasında Sinüs Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Sinüs değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı sinüs işlemini sadece modellemekle yetinmiştir.



Şekil 4. 25. Rubu Tahtasında  $\sin\alpha$  işlemine ilişkin modelleme [ö11]

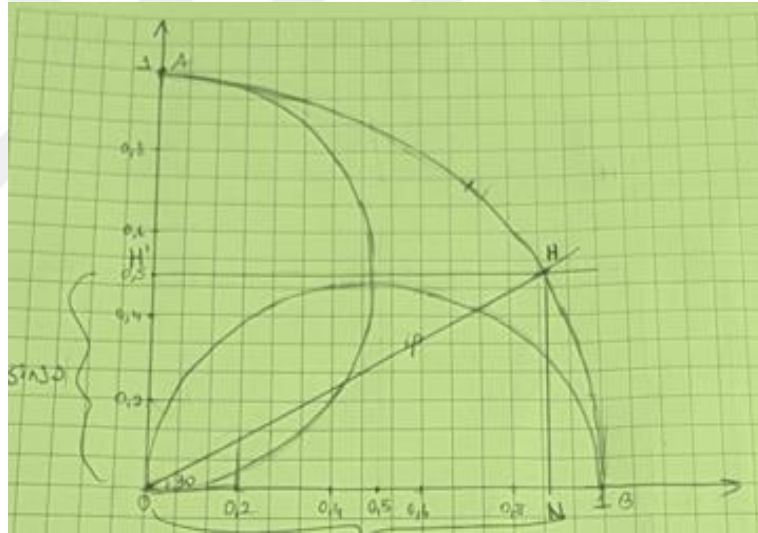


Şekil 4. 26. Rubu Tahtasında  $\sin\alpha$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö11]

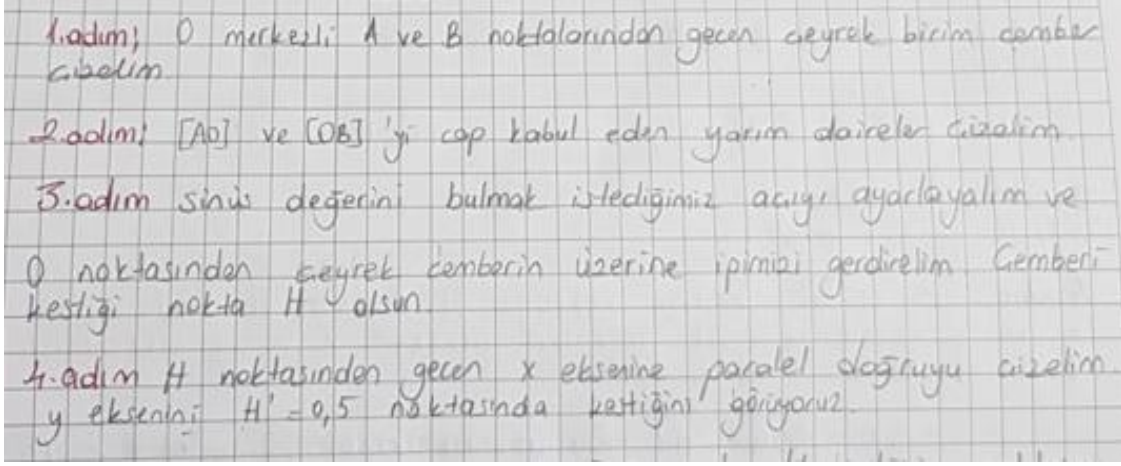
Yukarıdaki Ö11'in yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde sinüs işlemini sadece model üzerinde göstermiş, herhangi bir açıklama yapmamıştır.

- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

Sinüs değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı işlem adımlarını tam olarak vermiş, ancak sinüsün karşı dik kenar uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranına eşit olduğuna dair herhangi bir açıklama yapmamıştır.



Şekil 4. 27. Rubu Tahtasında  $\sin 30=0.5$  işlemine ilişkin modelleme [ö7]

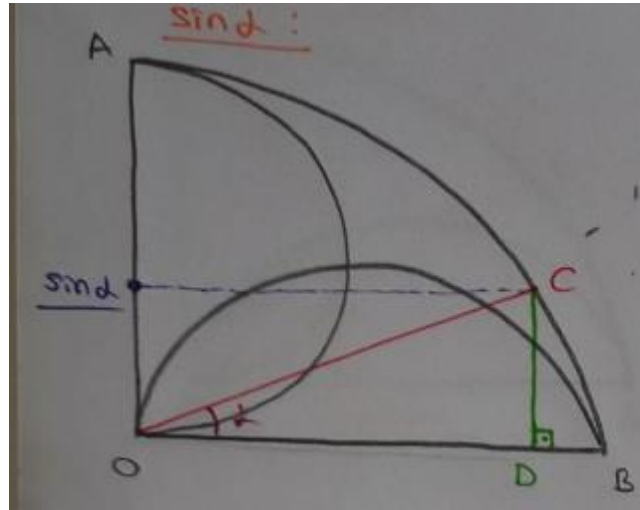


Şekil 4. 28. Rubu Tahtasında  $\sin 30=0.5$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö7]

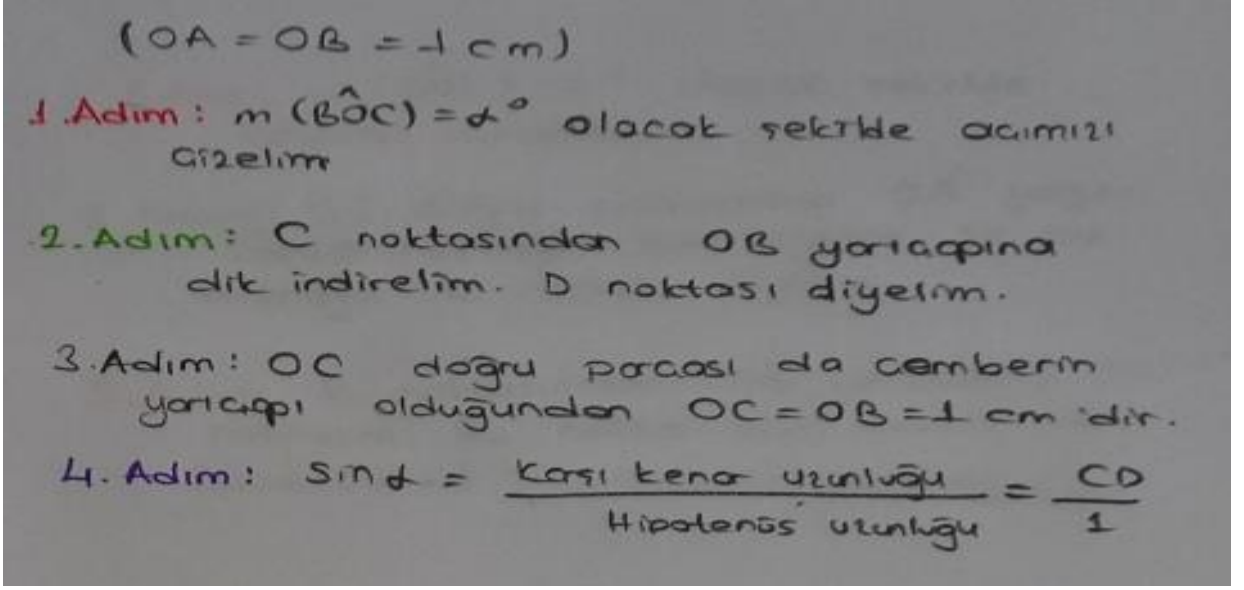
Yukarıdaki Ö7'nin yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış  $\sin 30$ 'un 0.5 değerine eşit olduğunu göstermiştir. Ancak sinüsün dik üçgende nasıl bulunduğu dair herhangi bir açıklama yapmamıştır.

- İşlemlerin Nedenini Açıklamak

Sinüs hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde bazı öğretmen adayları sinüsü veren uzunluğun dik üçgende karşı dik kenar uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranı ile ilişkilendirerek açıklamıştır.



Şekil 4. 29. Rubu Tahtasında  $\sin \alpha$  işlemine ilişkin modelleme [ö14]



**Şekil 4. 30.** Rubu Tahtasında  $\sin \alpha$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö14]

Yukarıdaki Ö14'ün yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış herhangi bir  $\alpha$  açısı için  $\sin \alpha$  değerinin hangi noktaya karşılık geleceğini sinüs değerinin karşı dik kenarın hipotenüse oranını kullanarak göstermiştir.

**Tablo 4. 5.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Sinüs Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları

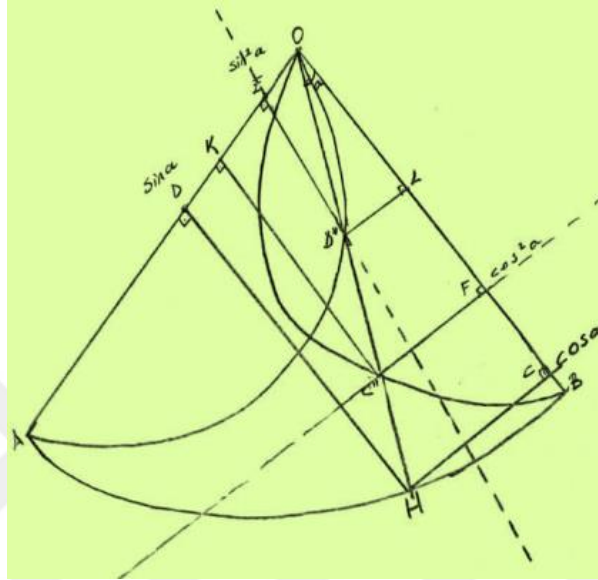
Sinüs Değeri Bulma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17, Ö20, Ö21, Ö22, Ö25, Ö26, Ö27, Ö30, Ö33, Ö37, Ö42, Ö45, Ö49, Ö50, Ö51	25
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö18, Ö36, Ö39, Ö40, Ö41, Ö44	6
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö1, Ö2, Ö6, Ö10, Ö14, Ö16, Ö19, Ö23, Ö24, Ö28, Ö29, Ö31, Ö32, Ö34, Ö35, Ö43, Ö46, Ö47, Ö48	19
Açıklama Yapmamak	Ö38	1

Tablo 4.5'e bakıldığında öğretmen adaylarından sadece bir tanesinin herhangi bir açıklama yapmadığı görülmektedir. Açıklama yapan diğer öğretmen adaylarının çoğunluğunun ise sinüs değeri bulma işlemi için herhangi bir neden açıklamadığı görülmektedir.

#### 4.6. Rubu Tahtasında Kosinüs Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Kosinüs değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı sadece rubu tahtasının nasıl kullanılacağı hakkında açıklama yapmıştır.



Şekil 4. 31. Rubu Tahtasında  $\cos \alpha$  işlemine ilişkin modelleme [ö42]

Birim çemberde açı kolunun çemberi kestiği noktanın apsisi cosinüsü; ordinatı sinüsü verir. Tanım gereği C noktası  $\cos \alpha$ ; D noktası  $\sin \alpha$  dir.

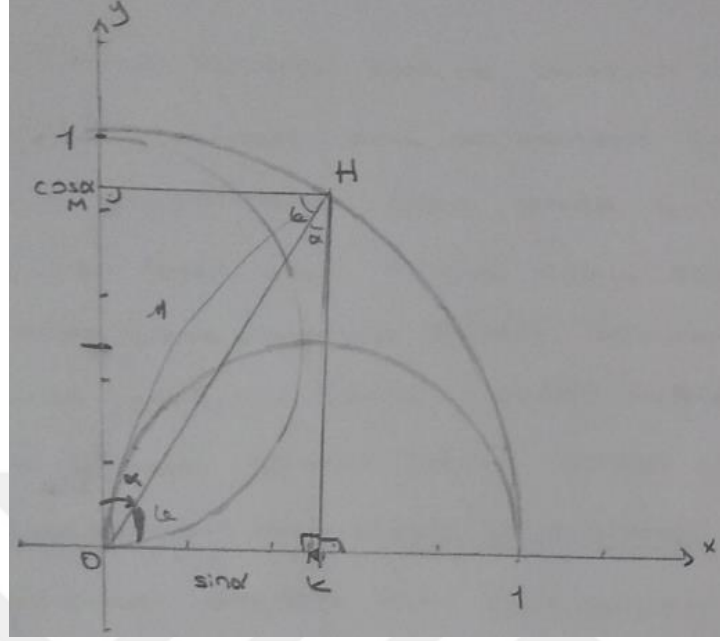
Şekil 4. 32. Rubu Tahtasında  $\cos \alpha$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö42]

Yukarıdaki Ö42'nin yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde kosinüs işlemini model üzerinde göstermiş, kosinüsün apsisi verdiğinden bahsetmiştir. Ancak kosinüsün dik üçgende komşu dik kenar uzunluğunu hipotenüse oranı olduğundan bahsetmemiş ve buna yönelik bir açıklama yapmamıştır.

- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

Kosinüs değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı işlem adımlarını tam

olarak vermiş, kosinüsün karşı dik kenar uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranına eşit olduğuna ve iki oranın eşitliğine dair herhangi bir açıklama yapmamıştır.



Şekil 4.33. Rubu Tahtasında  $\cos \alpha$  işlemine ilişkin modelleme [ö41]

İki tane yarım çember çizelim.  
 O noktasını merkez kabul eden çeyrek çember çizelim.  
 $\frac{\cos \alpha}{1} = \cos \alpha$      $\frac{\sin \alpha}{1} = \sin \alpha$   
 Birim çemberde çalıştığımızdan dolayı  $|OM| = \cos \alpha$  ,  $|OK| = \sin \alpha$  'dir.

$|HK|$  doğru parçası Ox eksenine diktir.  
 $|HM|$  doğru parçası Oy eksenine diktir.  
 $m(\widehat{MOH}) = \alpha$      $m(\widehat{HOK}) = \beta$   
 $\alpha + \beta = 90^\circ$   
 $m(\widehat{OHM}) = m(\widehat{CHK}) = \beta$      $m(\widehat{MHO}) = m(\widehat{HCK}) = \alpha$   
 $\triangle OHM \cong \triangle HOK$   
 OH doğru parçasının uzunluğu birim çemberden dolayı 1 'dir.

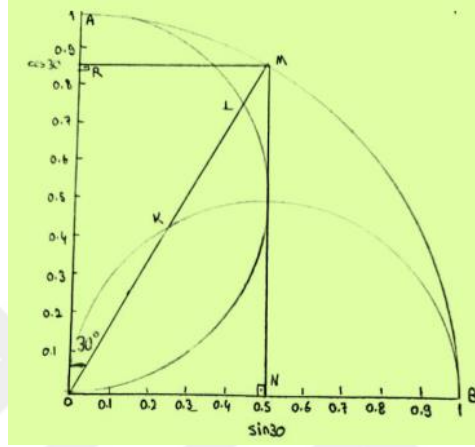
Şekil 4.34. Rubu Tahtasında  $\cos \alpha$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö41]

Yukarıdaki Ö41'ün yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış  $|OM| = \cos \alpha$  olduğunu söylemiştir. Ancak kosinüsün dik üçgende komşu

dik kenar uzunluğunun hipotenüse oranından ve bu oranın üçgende OM uzunluğunun 1'e oranına eşit olduğundan bahsetmemiştir.

- İşlemlerin Nedenini Açıklamak

Kosinüs hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde bazı öğretmen adayları kosinüsü veren uzunluğun dik üçgende komşu dik kenar uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranı ile ilişkilendirerek açıklamıştır.



Şekil 4.35. Rubu Tahtasında  $\cos 30^\circ = 0.86$  işlemine ilişkin modelleme [ö10]

Gözyemisi O noktasına koyalım ve OA doğru parçasıyla  $30^\circ$ 'lik bir açı oluşturacak şekilde O noktasından başlayarak sinüs ve kosinüs dairelerini de kesen, çeyrek birim çemberin AB yayı üzerinde M noktasında kesmiş olup OM doğru parçası çektir. Bu doğru üzerindeki sinüs dairesini kesen nokta K, kosinüs dairesini kesen nokta L'dir.

Şimdi de haydi gelin  $\cos 30^\circ$  ve  $\sin 30^\circ$  değerlerini nasıl bulacağımıza değinelim.

M noktasının OA doğru parçasına dik izdüşümünü çizelim. OA doğru parçası üzerinde kesen nokta R noktası diye adlandıralım. Bir de M noktasının OB doğru parçasına dik izdüşümünü çizelim. OB doğru parçası üzerinde kesen noktayı da N noktası diye adlandıralım.

Bizim çeyrek birim çemberimiz olduğu için  $OM = 1$  cm'dir.

$$\sin 30^\circ = \frac{RM}{OM} \Rightarrow RM = ON \text{ olduğu için } \frac{ON}{OM} = \frac{0.5}{1} = 0.5 \text{ cm'dir.}$$

$\sin 30^\circ \rightarrow N$  noktası olur.

$$\cos 30^\circ = \frac{RN}{OM} \Rightarrow MN = OR \text{ olduğu için } \frac{OR}{OM} = \frac{0.86}{1} = 0.86 \text{ cm'dir}$$

$\cos 30^\circ \rightarrow R$  noktası olur.

Şekil 4.36. Rubu Tahtasında  $\cos 30^\circ = 0.86$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö10]

Yukarıdaki Ö10'un yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış herhangi bir  $30^\circ$  derecelik bir açı için  $\cos 30^\circ$  değerinin hangi noktaya

karşılık geleceğini kosinüs değerinin komşu dik kenarın hipotenüse oranını kullanarak göstermiştir.

**Tablo 4. 6.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Kosinüs Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları

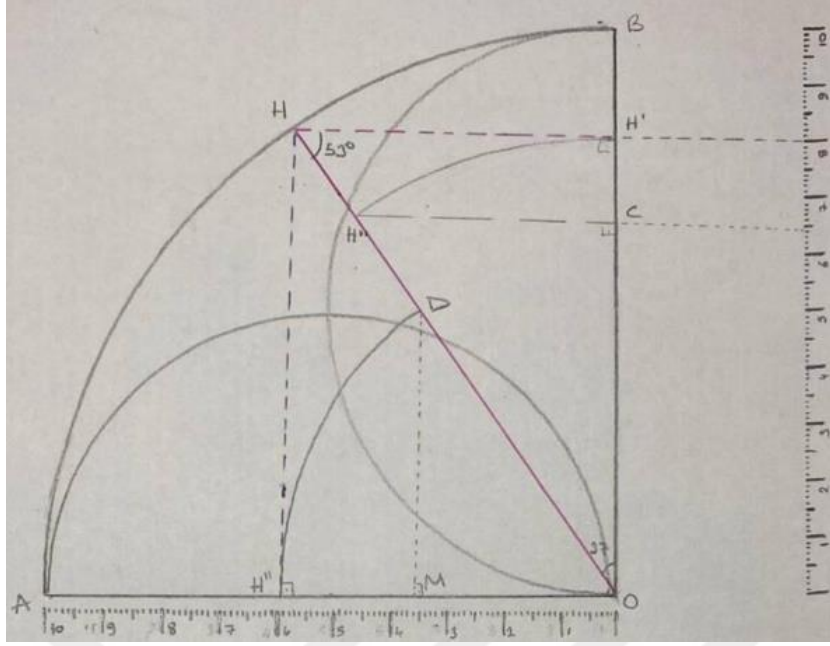
Kosinüs Değeri Bulma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö25, Ö26, Ö27, Ö30, Ö33, Ö37, Ö42, Ö45, Ö49, Ö50, Ö51	26
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö18, Ö36, Ö39, Ö40, Ö41, Ö44	5
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö1, Ö2, Ö6, Ö10, Ö14, Ö16, Ö19, Ö23, Ö24, Ö28, Ö29, Ö31, Ö32, Ö34, Ö35, Ö43, Ö46, Ö47, Ö48	19
Açıklama Yapmamak	Ö38	1

Tablo 4.6'ya bakıldığında öğretmen adaylarından sadece bir tanesinin herhangi bir açıklama yapmadığı görülmektedir. Açıklama yapan diğer öğretmen adaylarının çoğunluğunun ise kosinüs değeri bulma işlemi için herhangi bir neden açıklamadığı görülmektedir.

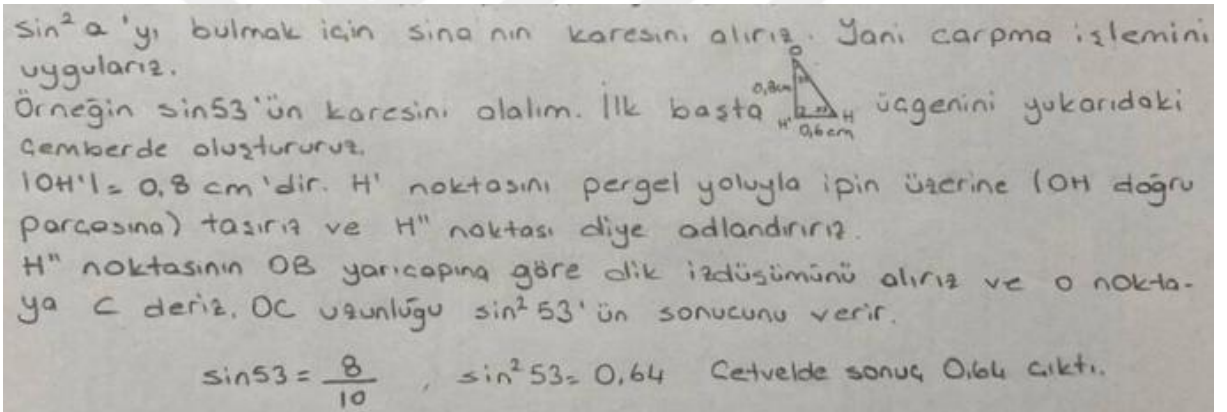
#### 4.7. Rubu Tahtasında $\sin^2x$ Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

$\sin^2x$  değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı rubu tahtasında uzunluk ölçümleri yaparak açıklama yapmıştır.



Şekil 4.37. Rubu Tahtasında  $\sin^2 53^\circ = 0.64$  işlemine ilişkin modelleme [ö39]

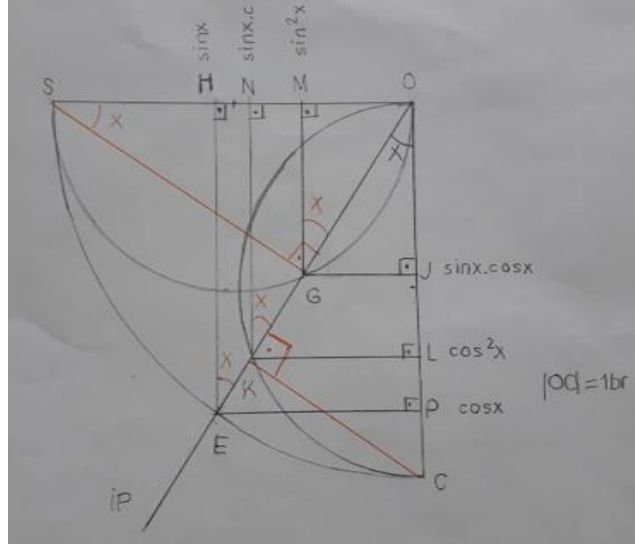


Şekil 4.38. Rubu Tahtasında  $\sin^2 53^\circ = 0.64$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö39]

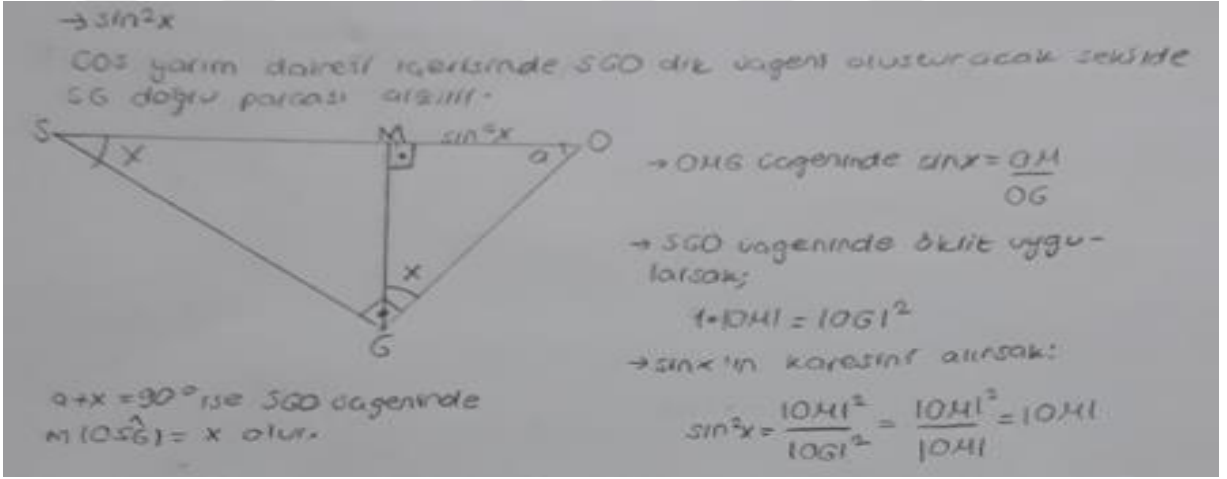
Yukarıdaki Ö39'un yaptığı modelleme incelendiğinde  $\sin^2 53^\circ$  işlemini model üzerinde göstermiştir. Ancak açıklamasında üçgende benzerlik ile sayılar ve işlemler öğrenme alanını ilişkilendirecek bir açıklama yapmamıştır.

- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

$\sin^2 x$  değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı işlem adımlarını tam olarak vermiş, sinüsün karşı dik kenar uzunluğunun hipotenüs uzunluğuna oranına eşit olduğuna ve üçgende benzerliğe dair herhangi bir açıklama yapmamıştır.



Şekil 4.39. Rubu Tahtasında  $\sin^2 x$  işlemine ilişkin modelleme [ö32]

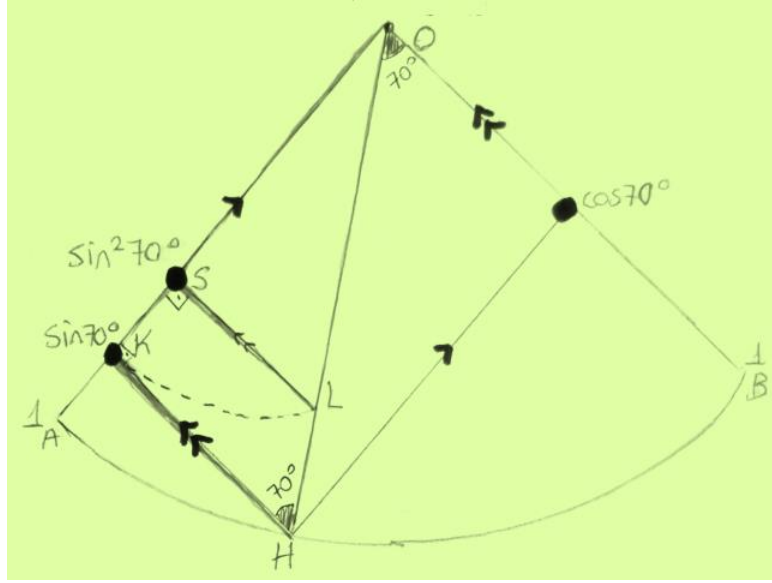


Şekil 4.40. Rubu Tahtasında  $\sin^2 x$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö32]

Yukarıdaki Ö32'nin yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde işlem adımlarını doğru uygulamış  $|OM| = \sin^2 x$  olduğunu bulmuştur. Ancak sinüsün dik üçgende karşı dik kenar uzunluğunun hipotenüse oranından  $|OG| = \sin x$  olduğunu ve üçgende benzerlikten dolayı  $|OM| = \sin^2 x$  olduğundan bahsetmemiştir.

- İşlemlerin Nedenini Açıklamak

$\sin^2 x$  hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde bazı öğretmen adayları  $\sin^2 x$  değerini veren uzunluğu üçgende benzerlik, açı ve çember bilgisi yardımıyla açıklamıştır.



Şekil 4. 41. Rubu Tahtasında  $\sin^2 70^\circ$  işlemine ilişkin modelleme [ö15]

Rubu tahtasının gergin ipini  $|OB|$  ile  $70^\circ$  açı yaparak şekilde açalım.  $Z$  kuralından  $m(\widehat{OHK}) = 70^\circ$  olur. O halde  $|OK| = \sin 70^\circ$  bulunur.  $|OK|$ 'yi yarıçap kabul edecek biçimde bir çember oluşturursak  $|OL|$  de çemberin yarıçapı olur ve  $\sin 70^\circ$ 'ye eşit olur.

$L$  noktasından  $|OB|$ 'ye paralel doğru çekersek ;

$$\triangle OSL \approx \triangle OKH \text{ olur. } \frac{|OS|}{|OK|} = \frac{|OL|}{|OH|} \Rightarrow \frac{|OS|}{\sin 70^\circ} = \frac{\sin 70^\circ}{1}$$

$$|OS| = \sin^2 70^\circ \text{ olur.}$$

Şekil 4. 42. Rubu Tahtasında  $\sin^2 70^\circ$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö15]

Yukarıdaki Ö15'in yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde  $70$  derecelik bir açı oluşturmuş ve bu açıya eş açıyı iç ters açılarının eşitliğini kullanarak bulmuştur. Daha sonrasında  $\sin 70^\circ$  ye karşılık gelen noktayı yazmış ve  $\sin 70^\circ$  yi yarıçap,  $O$  noktasını merkez kabul eden çember yayı çizmiştir. Bu çember yayının ipi kestiği noktadan  $OK$  doğru parçasına dikme indirdiğinde, oluşan  $OS$  doğru parçasının uzunluğunu üçgende benzerlik ve çemberin yarıçaplarının eşit olmasını kullanarak  $\sin^2 70^\circ$  bulmuştur.

**Tablo 4. 7.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan  $\sin^2x$  Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları

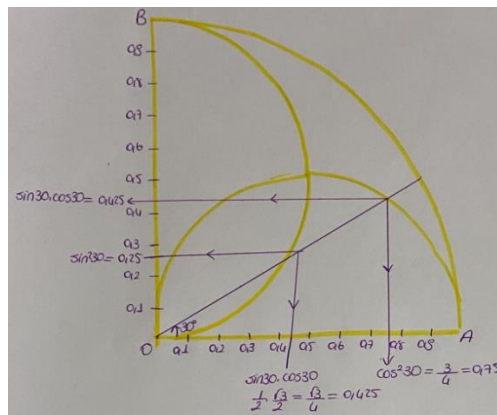
$\sin^2x$ Değeri Bulma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö33, Ö35, Ö39, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö47, Ö49, Ö51	29
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö1, Ö2, Ö6, Ö14, Ö16, Ö20, Ö24, Ö30, Ö31, Ö32, Ö34, Ö37, Ö40, Ö46, Ö48	15
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö9, Ö10, Ö15, Ö36, Ö50	5
Açıklama Yapmamak	Ö38, Ö41	2

Tablo 4.7'ye bakıldığında öğretmen adaylarından iki tanesinin herhangi bir açıklama yapmadığı görülmektedir. Açıklama yapan diğer öğretmen adaylarının çok büyük bir çoğunluğunun ise  $\sin^2x$  değeri bulma işlemi için herhangi bir neden açıklamadığı görülmektedir.

#### 4.8. Rubu Tahtasında $\cos^2x$ Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

$\cos^2x$  değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı belirli bir açı için  $\cos x$  değerini bulup daha sonra bu değerın karesini almışlar ve rubu tahtasının nasıl kullanılacağına dair açıklama yapmışlardır.



**Şekil 4. 43.** Rubu Tahtasında  $\cos^230^\circ$  işlemine ilişkin modelleme [ö3]



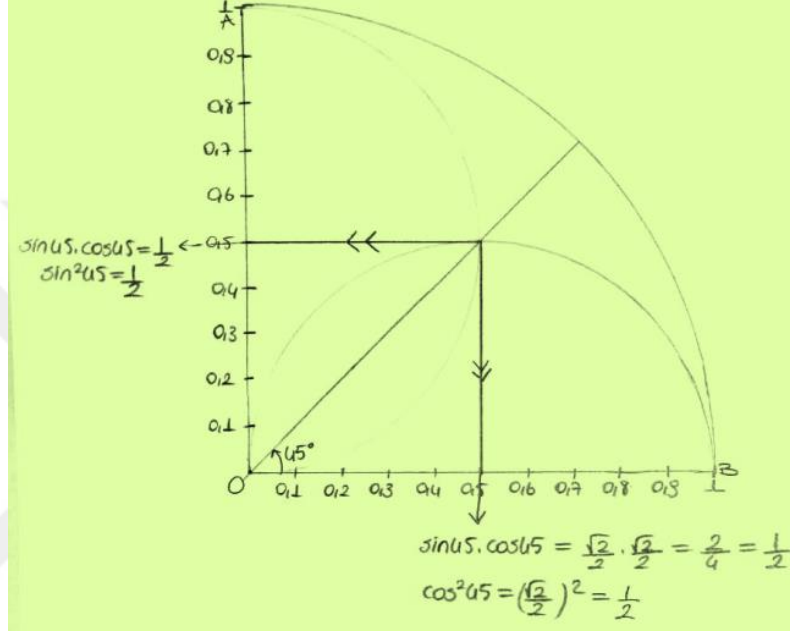




#### 4.9. Rubu Tahtasında Sinx·Cosx Değerinin Hesaplanmasına İlişkin Bulgular

- İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak

Sinx·Cosx değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı belirli bir açı için sinx·cosx değerini bulmuşlar ve rubu tahtasında bu değere karşılık gelen noktaya dair açıklama yapmışlardır.



Şekil 4. 49. Rubu Tahtasında  $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$  işlemine ilişkin modelleme [ö21]

⇒  $\sin 45^\circ$  ve  $\cos 45^\circ$  değerlerini bulmak için çizdiğimiz doğru parçasının OB'ni kestiği noktadan OA'ya çizilen paralel doğrunun kestiği nokta  $\cos^2 45^\circ$ , aynı noktadan OB'ye çizilen paralel doğrunun kestiği nokta  $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$  değerini verir.

Şekil 4. 50. Rubu Tahtasında  $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$  işleminin nedenine ilişkin açıklamalar [ö21]

Yukarıdaki Ö21'in yaptığı modelleme ve açıklama incelendiğinde  $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$  değerini  $\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$  ve  $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$  değerlerini çarparak  $\frac{1}{2}$  değerini bulmuş ve bu değere karşılık gelen noktayı göstermiştir.

- İşlem Adımlarını Tam Uygulamak

Sinx·Cosx değeri hesaplama işleminin Rubu tahtasında modellenerek, işlemlerin nedenini açıklanması istendiğinde öğretmen adaylarının bir kısmı dik üçgende





uzunlukların değerlerini yerlerine yazdığında  $|OM''| = 0.48 = \sin 53^\circ \cdot \cos 53^\circ$  verdiğini bulmuştur.

**Tablo 4. 9.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasında Yapılan Sinx·Cosx Değeri Bulma İşlemine İlişkin Açıklamaları

Sinx·Cosx Değeri Bulma İşlemine Yönelik Açıklamalara İlişkin Farklı Uygulamalar	Öğretmen Adayları	Frekans
İşlem Adımlarını Eksik Uygulamak	Ö1, Ö3, Ö7, Ö8, Ö11, Ö14, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö35, Ö37, Ö44, Ö45, Ö49	21
İşlem Adımlarını Tam Uygulamak	Ö2, Ö4, Ö6, Ö12, Ö13, Ö16, Ö17, Ö20, Ö25, Ö31, Ö32, Ö33, Ö34, Ö40, Ö43, Ö46, Ö47, Ö48, Ö51	19
İşlemlerin Nedenini Açıklamak	Ö9, Ö10, Ö15, Ö30, Ö36, Ö39, Ö42, Ö50	8
Açıklama Yapmamak	Ö5, Ö38, Ö41	3

Tablo 4.9'a bakıldığında öğretmen adaylarından üç tanesinin herhangi bir açıklama yapmadığı görülmektedir. Açıklama yapan diğer öğretmen adaylarının çok büyük bir çoğunluğunun ise sinx·cosx değeri bulma işlemi için herhangi bir neden açıklamadığı görülmektedir.

#### 4.10. Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına İlişkin Görüşler

**Tablo 4. 10.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına İlişkin Görüşleri

Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına İlişkin Kategoriler	Frekans
Çarpma ve Bölme	29
Üçgenler	20
Üçgende Benzerlik	33
Oran ve Orantı	10
Çember ve Daire	22
Kök ve Üs Alma	23
Trigonometri	35
Açılar	10
Ondalık Sayılar	3

Tablo 4.10'a bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının rubu tahtasında yapılan matematiksel işlemleri birçok konuyla ilişkilendikleri görülmektedir.

Ö2'e göre "Rubu tahtasında çarpma, bölme, bir sayının karesini veya karekökünü alma ve bazı trigonometrik hesap işlemleri yapılabilir. Bence bu işlemleri yaparken kullanılan temel konu eşlik ve benzerliktir. Üçgen ve dairenin özellikleri de kullanılır. Rubu tahtası çeyrek daire şeklinde olduğundan yapılacak işlemlerden,tahta üzerinde bulunan ipin de yardımıyla genellikle üçgen şekli oluşur. Bu şekilde işlemler uygulanırken eşlik ve benzerlik konusuyla ilgili olabilir."

Ö22'ye göre "Rubu tahtası ile yapılan işlemler genellikle tam sayılar ve kesirli sayılar üzerinden yapılıyor ve çarpma işlemi ile bölme işlemi daha çok kullanılıyor. Rubu tahtası üzerindeki doğrular, açılar, yaylar, çemberler, üçgenler ve bunların arasındaki ilişki matematikteki geometri konusuyla alakalıdır. Sinüs, kosinüs gibi terimler ve bu terimlerle yapılan işlemler trigonometri konusu ile ilgilidir. Bir sayının karesini bulurken üslü sayılar konusundan, bir sayının karekökünü bulurken de köklü sayılar konusundan yararlanır."

Ö47'ye göre "Rubu tahtası ile matematikteki trigonometri, sayıları çarpma, bölme, kare ve karekök alma, mimar ve matematikçilerin de kullandığı uzaklık, açı, yükseklik, eğim gibi işlemler yapılabilir. Örneğin trigonometri için derece ve taksimatları kullanarak sinüs ve kosinüs değerleri belirlenmiş, buradan da yola çıkarak trigonometrik değerlere ulaşabilmişlerdir. Çarpma ve bölme işlemlerinde ip kullanarak x ve y değerlerindeki değişimlere bakarak bu işlemleri yapmışlardır. Bu işlemlerin de trigonometriye uyarlanmasıyla tanjant, sekant gibi değerler hesaplanabilmiştir. Kare ve karekök alma da kosinüs dairesi denen bölmede ip ve dik üçgen yardımıyla hesaplanabilmiştir. Bu işlemler sinüs dairesi ile de olmaktadır. Buradan da trigonometrik değerler ile kare ve karekök almanın ilişkisini görmekteyiz."

#### 4.11. Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına İlişkin Görüşler

**Tablo 4. 11.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına İlişkin Görüşleri

Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına İlişkin Kategoriler	Frekans
Verimlilik	7
Görselleştirme	11
Anlaşılabilirlik	24

Motivasyon	22
Kalıcılık	22

Tablo 4.11'e bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının rubu tahtasının matematik öğretiminde kullanılabilirliğine ilişkin görüşlerinin verimlilik, görselleştirme, anlaşılabilirlik, motivasyon ve kalıcılık başlıkları altında toplandığı görülmektedir.

Ö10'a göre *“Evet iyi bir örnek teşkil eder.Çünkü rubu tahtası kullanılarak bizden istenen verilerin nasıl ve nerden gelmiş olduğunu gayet açık ve net bir şekilde açıkladık ve göstermiş olduk.Şöyle izah edelim.Bu verilerin direk şurdan böyle olur demek yerine mantığını ve yerini kavrayarak akıllarda kalıcılığı daha bir başka önem kazanır.Böylece matematikte yeri çok değerlidir ve yardımcı olur.”* Ayrıca kullanılabilirlik içinde değerlendirdiğimiz yararlılık konusunda açıklaması şu şekildedir: *“Evet bence çok yararlıdır.Çünkü direk şöyle söylemek isterim.Ben bu yapmış olduğumuz ödev sayesinde hiçbir şeyin gökten rastgele inmediğini her şeyin bir bağlantısı ve çıkış noktasının olduğu bilincine vardığımı hissettim.Rubu tahtasından aldığımız verimi diğer konulardan da bir randıman alabilirsek bizim için işler bambaşka noktalara taşınabilirdi.”*

Ö20'ye göre *“Rubu tahtası kullanılarak işlemleri anlatmak öğrencilerde matematiğin sadece sayılar üzerinden sonuca ulaşılmadığını göstermenin bir yolu olduğundan matematik öğretiminde kullanışlı ve öğrenimde dikkat çekici bir uygulama olabilir. Örnek olarak trigonometrik ifadelerde açı değerini bulmak için rubu tahtasını kullanmak öğrencide görsel ve uygulayıcı bir etkinlik olduğundan kalıcı bir öğretme olacaktır. Ve farklı bir öğretme olduğundan örnek bir uygulama gösterilebilir.”* Ayrıca kullanılabilirlik içinde değerlendirdiğimiz yararlılık konusunda açıklaması şu şekildedir: *“Matematik öğretimi için rubu tahtası kullanmak uygulamalı bir öğretim olduğu için öğrencilerin ilgisini çekip konuya dikkat kesilecekleri için yararlı bir uygulama olacaktır. Ayrıca ilkokul veya ortaokul öğrencisi için çarpma, bölme işleminde zorlandıkları için bu uygulamayı kullanarak onlara farklı bir teknik;öğretimde uygulama gösterdiğimizden öğrenmeleri kolaylaşacak ve konulara zor gözüyle bakmayacaktır.”*

#### 4.12. Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara İlişkin Görüşler

**Tablo 4. 12.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara İlişkin Görüşleri

Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara İlişkin Kategoriler	Frekans
---	---------

İşlevsellik	42
Zamanın Ötesinde Olma	19

Tablo 4.12’ye bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının rubu tahtasındaki ilgi çekici durumlara ilişkin görüşlerinin işlevsellik ve zamanın ötesinde olma başlıkları altında toplandığı görülmektedir.

Ö1’e göre “*Beni asıl şaşırtan durum bu kadar eski bir zamanda böyle bir aletin icadı. Namaz vakitleri, uzaklık, açığı, yükseklik, astronomi vb. konularda işimizi kolaylaştıran bu alet, o dönemin üstünde bir buluş olduğunu düşünüyorum.*”

Ö6’ya göre “*Evet gerçekten de rubu tahtası beni çok şaşırttı çünkü şu an günümüzde olan dijital araçların yaptığı birçok hesaplamayı rubu tahtası ile de yapabiliyoruz. Dijital bir ortam olmadan böyle hassas ölçümlerin yapılmasının imkânsız olduğunu düşünüyordum. Daha doğrusu hesaplamaların çok zaman alacağını düşünüyordum ama rubu tahtası ile tanışınca aslında çok daha basit birkaç çizgi ve ölçümler ile birçok işlemi yapabileceğini gördüm. Bir tahta parçası ve ipe böyle bir araç üretilmesi gerçekten de çok ilginçti. Bu kadar basit malzemelere sahip olmasına rağmen yaptığı iş çok büyük. Matematik alanına kattıkları yadsınamaz. O zamanın bilim insanlarının böyle bir araç bulmuş olmaları gerçekten çok güzel.*”

#### 4.13. Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtmaya Yönelik İstekliliğe İlişkin Görüşler

**Tablo 4. 13.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtma İstekliliğine İlişkin Görüşleri

Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtma İstekliliğine İlişkin Kategoriler	Frekans
Farklı Bir Bakış Açısı Kazandırma	28
Genel Kültür Bilgisi Edindirme	35

Tablo 4.13’e bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının rubu tahtasını başkalarına tanıtmaya yönelik istekliliğe ilişkin görüşlerinin farklı bir bakış açısı kazandırma ve genel kültür bilgisi edindirme başlıkları altında toplandığı görülmektedir.

Ö3’e göre “*Öğretmek isterim çünkü farklı bir yöntem ve ilgi çekici bir alet. Bu yüzden faydalı ve kullanılabilir bir tahta olduğundan genel kültür açısından kişiyi geliştirdiğini düşünüyorum.*”

Ö12'ye göre “Evet, isterim. Nasıl ki bir elin beş parmağı bir değilse her konunun ve dersin farklı anlatım metotları ve işleyiş biçimleri vardır. Kimimiz kolay yoldan, kimimiz meşakkatli yoldan, kimimiz istişare ederek, kimimiz tek başımıza bir nevi ipleri elimizde tutarak, kimimiz planlanmış bir yolda, kimimiz düşe kalka işlerimizi halletmeyi severiz. Farklılıklar güzeldir, bizi diğer kişilerden ayıran da budur. Tabiri caizse hayatımızı at gözlüğü takarak kendimizi soyutlama çabası içerisine girmek ömrümüzü boş geçirmemize ve hayal kırıklığına uğramamıza sebep olacaktır. Problemler için her zaman tek bir çözüm yolu bizi kurtarmayabilir. Farklı görüşlere açık olmak ve yeni yollar denemek hem hayata bakışımızı hem de başkalarına saygı duymayı öğrenerek öz saygımızı arttırmamıza vesile olur. Rubu tahtası ile işlem yapmak da hayatımıza yeni bir farklılık katıp başta kendimin sonra da arkadaşlarımın kişisel gelişimine katkı sağlayacağından yeni bir tecrübe ve deneyim olacaktır. Ayrıca işin zevkli ve eğlenceli boyutu da devreye gireceğinden ister istemez kendimizi farklı alanlarda da nasıl geliştirebiliriz sorusuna cevap arayışı içerisine girmemiz vazgeçilmez olacaktır.”

#### 4.14. Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara İlişkin Görüşler

**Tablo 4. 14.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara İlişkin Görüşleri

Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara İlişkin Kategoriler	Frekans
Anlama Düzeyindeki Farklılık	31
Öğretmenin Konu Hakimiyeti	32
Müfredatın Yoğun Olması	20

Tablo 4.14'e bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının rubu tahtasının kullanım sürecinde muhtemel sorunlara ilişkin görüşlerinin anlama düzeyindeki farklılık, öğretmenin konu hakimiyeti ve müfredatın yoğun olması başlıkları altında toplandığı görülmektedir.

Ö15'e göre “Bence öğretmenler derslerinde rubu tahtasını kullansalar zaman konusunda sıkıntı yaşayabilirler. Çünkü öğretmenin illa ki rubu tahtasını öğrencilere tanıtacak, işlemlerin nasıl yapıldığını anlatarak, denetecek vakti ayırması gerekir. Bu müfredat çok yoğun olduğu için konuların yetişmemesine neden olabilir.”

Ö49'a göre “Öğrenciler anlamayabilirler, onlara karmaşık da gelebilir. Öğretmenin rubu tahtasını iyi bilmesi ve öğrencilerin sorularını cevaplandırabilmeliler.”

#### 4.15. Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkisine Yönelik Görüşler

**Tablo 4. 15.** Öğretmen Adaylarının Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkisine Yönelik Görüşleri

Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkisine Yönelik Kategoriler	Frekans
Matematik ve Bilime Verilen Değer	42
Sınav Odaklı Anlayış	37

Tablo 4.15'e bakıldığında araştırmaya katılan öğretmen adaylarının rubu tahtası ve günümüz eğitim sistemi ilişkisine yönelik görüşlerinin matematik ve bilime verilen değer ve sınav odaklı anlayış başlıkları altında toplandığı görülmektedir.

Ö7'ye göre *“İnsanların yüzyıllar öncesinde böyle bir aleti icat etmesi geliştirmesi gerçekten takdir edilesidir. Köklü bir buluşun hala kullanılıyor olması, çok yönlü olması, birçok işlemi yapabilmesi gerçekten harika. Günümüz ezberci sistemine karşı uğraşılmış, pek çok şey denenmiş ve bulunmuş. Şu anki eğitim sistemimiz ezbere dayalı, pratik olduğunu düşündüğümüz işlemler yapıyoruz ve gerçekten kolaycı bir topluluğuz. Biraz uğraş verdiğimiz ve ürettiğimiz şeylerden ne yazık ki kaçınıyoruz. Umarım bizler yeni nesil öğretmenleri olarak daha çok üreten ve düşünen bir nesil yetiştiririz.”*

Ö8'e göre *“Bilim tarihine baktığımızda günümüzdeki matematiği oluşturmak için bir çok çalışma yapılmış. Rubu tahtası da bunlardan birisi. Aslında eskiden matematik ve diğer bilimlere adına bir şeyler bulmak için çabalarken günümüzde bu bilgilerin hazır bir şekilde gelmesi nasıl bulunduğu bilinmemesi bilgileri değersizleştirmekte ve insanların bir şeyler için çabalamadan elde etme düşüncesine kapılmasına neden olmakta. Bizim eğitim sistemimizde bu şekilde öğrencilere bazı bilgiler ezberletilmekte ve böylece öğrencilerin düşünmelerine gerek kalmadan bilgiye ulaşması sağlanmakta. Değişik fikirlerin çıkmasının önüne geçilmekte.”*

## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1. Rubu Tahtasında Çarpma İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında çarpma işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 19 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 10 tanesinin tam uyguladığı ve 22 tanesinin işlemlerin nedenini açıkladığı görülmüştür. Bu bağlamda öğretmen adaylarının çoğunluğunun işlemlerin altında yatan nedenleri açıklayamadığı söylenebilir. İşlemlerin nedenini açıklayamayan öğretmen adaylarından bazıları doğru modelleme yapamamışlardır. Osmanoğlu ve Özgeldi (2018)'nin kesirlerle ilgili yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının sadece %26'sının kesirlerde çarpma işlemini doğru modelleyebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla bu durum rubu tahtasında yapılan çarpma işleminine yönelik açıklamalarla paralellik göstermekte ve öğretmen adaylarının doğru modelleme yapma düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının işlemlerin nedenini açıklayamamalarının bir sebebi de sadece rubu tahtasının nasıl kullanılacağına dair yapmış oldukları açıklamalardır. Örneğin Ö33, “İlk önce rubu tahtasında çarpma işlemi için iki sayıyı seçiyoruz. Sonra büyük sayıyı kullanarak yarıçapa dik olacak şekilde doğru çizip çemberde karşılık gelen noktayı buluyoruz. Büyük sayıyı, rubu tahtasının merkezini ve büyük sayının çemberdeki karşılığını kullanarak üçgen oluşturuyoruz. İkinci noktanın üçgende karşılık gelen noktasını pergel yardımı ile buluyoruz. İkinci noktanın karşılığını seçtiğimiz sayıların bulunduğu yere dik olacak şekilde doğru çiziyoruz. Yarıçapta denk gelen sayı seçtiğimiz iki sayının çarpımı olur.” şeklinde açıklama yapmıştır. Ören Vural ve Aylar Çankaya (2020)'nin yaptığı çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğunun çarpma işleminde kullanılan geleneksel algoritmanın ezber ve sonuç odaklı olduğu dolayısıyla yapılan işlemlerin nedeninin açıklanmasında zorlanılacağını belirtilmiştir. Bu bağlamda direkt olarak rubu tahtasındaki işlemlerin nasıl yapıldığını öğrenmenin, işlemlerin altında yatan nedenleri görememeye sebep olduğu sonucuna varılabilir.

Çarpma işleminde kullanılan geleneksel yöntemler öğrenciler için sıkıcı ve karmaşık olarak görülmektedir (Burns, 2000; Mulligan, 1998). Yenilmez ve Uygan (2015) sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirdikleri çalışmada, öğretmen adaylarının çarpma işleminin öğretimine yönelik bilgilerinin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu bakımdan rubu tahtasıyla yapılan çarpma işlemi öğretmen ve öğretmen adaylarına geleneksel yöntemlerin

dışında farklı bir yöntem olarak sunularak öğretmenlik becerilerinin ve ders içeriklerinin zenginleşeceği düşünülmektedir.

## 5.2. Rubu Tahtasında Bölme İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında bölme işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 19 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 10 tanesinin tam uyguladığı ve 22 tanesinin işlemlerin nedenini açıkladığı görülmüştür. Bu durumda rubu tahtası ile yapılan bölme işleminin altında yatan nedenleri öğretmen adaylarının çoğunluğunun açıklayamadığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının neden açıklayamamalarının bir nedeni bilinen kuralları veya teoremleri direkt uygulamalarıdır. Örneğin Ö38'in rubu tahtasıyla yapılan bölme işleminin altında yatan nedene dair "*İlk olarak yapılan işlemler sonucunda ortaya çıkan ODC dik üçgeni işlemlerin daha net gösterilmesi için çeyrek çemberin yanına tekrardan çizilmiştir. Örnekte verilen 1 br yarıçaplı çeyrek çember olduğu için OC doğrusu da 1 br'dir. ODC dik üçgeninde Pisagor teoremi uygulanarak DC doğrusu uzunluğunu 0,8 olarak bulunacaktır. Daha sonra, OD doğrusu 0,6 ve OG doğrusu 0,3 olduğundan GD=0,3 bulunur. Benzerlik kuralı uygulanarak x=0,4 bulunur. Sonrasında OGE üçgeninde Pisagor teoremi uygulanarak OE=0,5 olur ve bu değer bölme işleminin sonucu ile aynı çıkararak sonucun rubu tahtası üzerinde de uygulanarak doğru olduğunu gösterir.*" şeklinde açıklama yapmıştır. Ancak öğretmenlerin kavramlar ve işlemler arasında ilişki kurarak, işlemler ve kuralların altında yatan nedenleri açıklamaları etkili ve kalıcı bir matematik öğretimi için son derece önemlidir (Simon, 1993). Bu nedenle öğretmen adaylarının rubu tahtasıyla yapılan bölme işleminin mantığını ve altında yatan nedenlerini anlamaları onların daha etkili öğrenme ve öğretme becerilerine sahip olacağı sonucu çıkarılabilir.

Bölme, dört işlem, kesir, rasyonel sayı gibi birçok konu ile ilgili olup matematiğin öğretiminde ve öğrenimindeki rolü büyüktür (Ball, 1990b). Baki (2013)'nin sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmada bölme algoritması altında yatan matematiksel anlamı 228 öğretmen adayından 87 tanesinin öğretimsel açıdan uygun olarak açıklayabildiği görülmüştür. Bu durumda bu öğretmen adaylarının çoğunluğu, öğretmen olarak göreve başladıklarında öğrencilerine bölme işleminin matematiksel anlamına uygun öğretmede zorluk yaşayacaklardır. Matematik öğretmen adayları ile yapılan bu çalışmada ise rubu tahtası ile yapılan bölme işleminin nedenleri ile birlikte yapılan açıklamalar, öğretmen

adaylarının bölme işleminin öğretimine yönelik gelişimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 5.3. Rubu Tahtasında Kare Alma İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında bir sayının karesini alma işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 22 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 21 tanesinin tam uyguladığı ve 8 tanesinin işlemlerin nedenini açıkladığı görülmüştür. Bu durumda rubu tahtası ile yapılan kare alma işleminin altında yatan nedenleri öğretmen adaylarının çok büyük bir çoğunluğunun açıklayamadığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının neden açıklayamamalarının bir nedeni üçgende benzerlik ve sayılar öğrenme alanını ilişkilendirememeleridir. Örneğin Ö50 “*Bir sayının karesini almak sayının kendisiyle çarpma işlemidir. O yüzden çarpmada uyguladığımız adımları kare almada uygulayacağız. Çarpanlar birbirine eşit olduğu için işlemimiz çok daha kolay olacaktır. x eksenine paralel ve çarpandan geçecek bir doğru çizeriz. Bu doğrunun yayı kestiği bölgeden ipimizi geçiririz ve bir üçgen oluştururuz. Sonra merkezi O noktası olacak ve  $r=x$  olacak şekilde bir çember çizeriz ve çemberin iple temas ettiği bölgenin OB üzerindeki izdüşümü sonucumuz olur. Bu işlemde Thales Teoreminde yani benzerlikten gelir.*” şeklinde açıklama yapmıştır.

İşlemsel ve kavramsal bilgilerin ilişkilendirilmemesi kavram yanılgılarına neden olmaktadır(NCTM, 2000). Satan vd. (2021)’nin “ $3^2 = 3 \times 2$ ” kavram yanılgısının nedenlerinin ne olabileceğine yönelik yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının %38,5’inin bu kavram yanılgısının öğretmen kaynaklı olduğu görüşünü belirtmişlerdir. Bu bağlamda rubu tahtasıyla yapılan bir sayının karesini alma işleminin öğretmen adaylarına nedenleri ile açıklanması, kare alma işleminin aynı sayının kendisiyle çarpılması anlamına geldiği üzerinde durulması bakımından öğretmen kaynaklı kavram yanılgılarının önüne geçileceği düşünülmektedir.

### 5.4. Rubu Tahtasında Karekök Alma İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında bir sayının karekökünü alma işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 16 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 15 tanesinin tam uyguladığı ve 16 tanesinin açıklama yapmadığı görülmüştür. Rubu tahtası ile yapılan karekök alma işleminin altında yatan nedenleri ise öğretmen adaylarının sadece 4 tanesinin açıkladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının birçoğu kare alma işlemine yönelik en azından eksik açıklama yapabilmişken karekök alma işlemine dair

açıklama yapmamıştır. Örneğin Ö19 “0,6 ‘nın karesini alalım. Çarpma işleminde yaptığımız gibi 0,6 dan  $x$  eksenine paralel bir doğru çizip daire dilimiyle orijini çizip bir üçgen elde ediyoruz. Orijini merkez alıp hipotenüsü kesecek şekilde yarıçapı 0,6 olan çember yayı çiziyoruz. Hipotenüsü kestiği noktadan  $x$  eksenine paralel doğru çizip  $y$  eksenini kestiği noktayı işaretliyoruz. Bu nokta 0,36 noktasıdır. Yani  $(0,6)^2$  işleminin sonucudur. Kök alma işleminde de bu işlemleri tersten giderek yapıyoruz.” şeklinde açıklama yapmıştır.

Shabanifar (2014)’ın matematik öğretmenleri ile yaptığı çalışmada köklü sayılar ile direkt ilişkili olan konularda öğretmenlerin yeterli bilgilerinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan bu çalışmayla paralel olarak rubu tahtasıyla yapılan karekök alma işlemine dair öğretmen adaylarının açıklama yapmamasının nedeni kareköklü sayılarla üslü sayılar arasındaki ilişki kuramamadan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarına rubu tahtasındasinda aynı şekil üzerinde karekök ve kare alma işlemi yaptırılarak, öğretmen adaylarının karekök ve kare almayı ilişkilendirmesi sağlanabilir.

### **5.5. Rubu Tahtasında Sinüs Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasında sinüs değeri hesaplama işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 26 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 5 tanesinin tam uyguladığı ve 1 tanesinin açıklama yapmadığı görülmüştür. Rubu tahtası ile yapılan sinüs değeri hesaplama işleminin altında yatan nedenleri ise öğretmen adaylarının 19 tanesinin açıkladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının neden açıklayamamalarının bir nedeni bilinen değerler üzerinden ezbere yaptıkları hesaplamalardır. Örneğin Ö18 “ $O$  merkezli çeyrek birim çember çizelim. Bu çeyrek çemberin içerisine,  $AO$  ve  $OB$  doğru parçalarını çap kabul eden iki yarım birim çember çizelim. Çeyrek çemberin merkezinden  $30^\circ$ ’lik açı yapacak şekilde çemberin kenarını kesen bir ip gerelim ve bu kesim noktası  $H$  olsun.  $H$  noktasından geçen ve  $x$  eksenine paralel olan doğruyu çizelim. Bu doğrunun  $y$  koordinatında denk geldiği nokta 0,5 yani  $\sin 30^\circ = 0,5$  olacaktır.” şeklinde açıklama yapmıştır. Bu çalışmayla paralel olacak şekilde Aydın (2007) yaptığı çalışmada Trigonometride çok fazla kuralın olduğu bu yüzden öğrencilerin çoğunlukla ezberleyerek öğrenmeyi tercih ettiği ve ezbere öğrenmeyi engelleyebilmek için ise kavram öğretiminin önemli olduğunu vurgulamıştır.

Tekin (2010) yaptığı çalışmada trigonometri kavramlarının öğrenilmesinde görselleştirmenin katkısını araştırmış, görselleştirmenin başarı ve kalıcılık düzeyine olumlu

yönde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda rubu tahtası ile trigonometrik oranların görselleştirilmesi ile sinüsün keşfedilmesi ve hesaplamaların yapılması sağlanarak, ezbere öğrenmenin önüne geçileceği düşünülmektedir.

## 5.6. Rubu Tahtasında Kosinüs Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında sinüs değeri hesaplama işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 26 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 5 tanesinin tam uyguladığı ve 1 tanesinin açıklama yapmadığı görülmüştür. Rubu tahtası ile yapılan sinüs değeri hesaplama işleminin altında yatan nedenleri ise öğretmen adaylarının 19 tanesinin açıkladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının neden açıklayamamalarının bir nedeni kosinüsün komşu dik kenarın hipotenüs uzunluğuna oranı olduğu tanımından uzaklaşmalarıdır. Örneğin Ö15 “*Rubu tahtasının gergin ipini OA uzunluğu ile  $30^\circ$  yapmak şartıyla yerleştirelim. H noktasından OB’ye paralel bir doğru çizelim ve OA ile kesiştiği nokta M olsun. O zaman M noktası  $\cos 30^\circ$ ’nin değerine karşılık gelir. Bu yöntemin arkasında yatan neden z kuralı ve Pisagor bağıntısıdır.  $m(\widehat{AOH})=30^\circ$  olduğundan z kuralından  $m(\widehat{OHM})=30^\circ$  olur.  $|OH|=1$  olduğu için Pisagor bağıntısından  $|OA|$   $30^\circ$ ’nin kosinüs değerine karşılık gelir.” şeklinde açıklama yapmıştır. Pektaş (2017)’a göre bu durum öğretmen adaylarının trigonometrik kavramları derslerde öğrendiği ve ezberlediği formüllerle kanıtlamaya çalışmasından kaynaklanmaktadır.*

Kanıt bir zihinsel sorgulama süreci sonrasında bireyin doğruluğuna inandığı tanımlar, çizimler ve matematiksel açıklamalardır (Eldekci, 2018). Bu tanımdan hareketle bireyin farklı kanıt şemalarına sahip olacağı kaçınılmazdır. Sowder ve Harel (1998) kanıt şemalarını dışsal, deneysel ve analitik olmak üzere üç ana başlıkta toplamıştır. Dışsal kanıt şemalarında bireyler öğrendiklerini öğretmen veya başka insanlara dayandırmaktadırlar (İskenderoğlu, 2010). Deneysel kanıt şemasında, kanıt için özel örnekler ve sezgisel durumlar kullanılır (Martin vd., 2005). Analitik kanıt şemasında ise genellemeler ve mantıksal çıkarımlar kanıt olarak sunulur (Sarı vd., 2007). Pektaş (2017)’nin öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada trigonometri konusunda öğretmen adaylarının hiçbirinin analitik kanıt şemasına uygun açıklamalar yapmadığı görülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının mantıksal çıkarım ve genellemelere dayalı kanıtlar yapmadığını göstermektedir. Bu çalışmada ise 51 öğretmen adayından 32’sinin kosinüs kavramına yönelik analitik kanıt şemasına dair kanıtlar öne sürmediği görülmüştür. Rubu tahtası ile analitik kanıt şemasının

oluşumuna dayalı etkinlikler ile öğretmen adaylarının analitik kanıt şemasına dayalı açıklamalar yapmasının sağlanabileceği düşünülmektedir.

### 5.7. Rubu Tahtasında $\sin^2x$ Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında  $\sin^2x$  değeri hesaplama işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 29 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 15 tanesinin tam uyguladığı ve 2 tanesinin açıklama yapmadığı görülmüştür. Rubu tahtası ile yapılan  $\sin^2x$  değeri hesaplama işleminin altında yatan nedenleri ise öğretmen adaylarının sadece 5 tanesinin açıkladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının neden açıklayamamalarının sebebi genellikle Öklid Teoremini kullanarak sonuca ulaşmaya çalışmalarıdır. Örneğin Ö14 “ $m(\widehat{BOC})=\alpha^\circ$  olacak şekilde açımızı çizelim.  $\sin\alpha^\circ$  olan kısmı belirleyelim.  $\sin\alpha^\circ$  başlayarak çeyrek çember çizelim.  $OB$  yayını kestiği noktayı işaretleyelim.  $K$  noktası diyelim.  $OK$  ve  $OB$  doğru parçalarını çizelim.  $m(\widehat{OKB})=90^\circ$  olur çünkü  $OB$  çapını görüyor.  $K$  noktasından  $OB$  yarıçapına dik indirelim. Bu noktaya  $D$  noktası diyelim.  $OD=\sin^2\alpha$ . Neden böyle?  $KD\perp OD$  olduğundan Öklid kuralı gereği  $OK^2=OD\cdot OB(OK=\sin\alpha)$   $\sin^2\alpha=OD\cdot 1$   $\sin^2\alpha=OD$ ” şeklinde açıklama yapmıştır. Bu çalışmayla paralel olarak Uygan vd. (2014)’nin yaptığı çalışmada öğretmen adayları kanıtı problem çözme olarak düşünmektedirler. Dolayısıyla öğretmen adaylarının kanıt yapma için kullandıkları yaklaşımlar dışsal kanıt şemasını temsil etmektedir(Harel ve Sowder, 1998).

Bu durum alan derslerinde yapılan öğretmen merkezli yapılan ispatlama yöntemlerinden kaynaklı olabilir. Dolayısıyla bu ispat yöntemlerinin öğretmen merkezli yapıdan öğrenci merkezli yapıya dönüşmesi sürecinde rubu tahtasının etkileşimli ortamda kullanılarak öğretmen adaylarından farklı kanıtlar sunmaları istenilebilir. Böylece öğretmen adaylarının birden fazla kanıt şemasına yöneleceği düşünülmektedir.

### 5.8. Rubu Tahtasında $\cos^2x$ Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç

Rubu tahtasında  $\cos^2x$  değeri hesaplama işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 27 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 17 tanesinin tam uyguladığı ve 2 tanesinin açıklama yapmadığı görülmüştür. Rubu tahtası ile yapılan  $\cos^2x$  değeri hesaplama işleminin altında yatan nedenleri ise öğretmen adaylarının sadece 5 tanesinin açıkladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının neden açıklayabilenlerin trigonometri konusundaki yapmış oldukları ilişki kurularak

muhakeme yapma alışkanlığı kaynaklanmaktadır. Örneğin Ö15 “*Rubu tahtasının gergin ipini  $|OB|$  ile  $40^\circ$  açı yapacak şekilde yerleştirelim. O zaman  $|OM|$  'yı yarıçap kabul edecek biçimde bir çember oluşturursak  $|OK|$  'da çemberin yarıçapı olduğu için  $|OK| = \cos 40^\circ$  olur. K noktasından  $|OA|$  'ya paralel doğru çektüğümüzde bu doğru ile  $|OB|$  'nin kesişim noktası  $\cos^2 40^\circ$  olur.  $OHM \approx OKL$  olduğu fark edilir. Buradan  $\frac{|OK|}{|OH|} = \frac{|OL|}{|OM|}$ ,  $\frac{\cos 40^\circ}{1} = \frac{|OL|}{\cos 40^\circ}$ ,  $|OL| = \cos^2 40^\circ$  bulunur. Yani L noktası  $\cos^2 40^\circ$  'ye denk gelir. Sonuç olarak bu yöntemin altında da üçgen benzerliği ortadadır.” şeklinde açıklama yapmıştır.*

İlişki kurma sürecinde bireyler aynı geometrik şekli oluşturan yapılar arasındaki ilişkileri, farklı geometrik şekiller arasındaki ilişkileri veya orantısal akıl yürütme becerilerini kullanırlar (Driscoll vd., 2008). Bu çalışmada öğretmen adaylarının çoğunluğunun trigonometri konusu ile oran-orantı ve geometri arasında ilişki kuramadığını göstermektedir. Ancak bu çalışmayla ayrışacak nitelikte olan Altıkardeş ve Yiğit-Koyunkaya (2022) trigonometri konusunda matematik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının trigonometri konusuyla geometri konuları arasında ilişki kurabildikleri sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışma ile paralel olacak nitelikte olan bir çalışmada ise öğrencilerin trigonometri konusu ile geometrik şekiller arasında ilişki kuramadıkları sonucuna ulaşılmıştır (Güntekin, 2010). Bu durumda Matematik Tarihi derslerinde öğretmen adaylarına rubu tahtasındaki trigonometrik işlemlerde kullanılması gereken konuları örnekler ve genel durumlar üzerinden açıklamaları sağlanarak, öğretmen adaylarına trigonometri konusuyla geometri ve oran-orantı konuları veya diğer konular arasında ilişki kurma alışkanlığı kazandırılabilirliği düşünülmektedir.

### **5.9. Rubu Tahtasında $\text{Sin}x \cdot \text{Cos}x$ Değeri Hesaplama İşleminin Modellenmesine Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasında  $\text{Sin}x \cdot \text{Cos}x$  değeri hesaplama işlemi ile ilgili açıklamalara ait elde edilen bulgular incelendiğinde 51 öğretmen adayından 21 tanesinin işlem adımlarını eksik uyguladığı, 19 tanesinin tam uyguladığı ve 3 tanesinin açıklama yapmadığı görülmüştür. Rubu tahtası ile yapılan  $\text{Sin}x \cdot \text{Cos}x$  değeri hesaplama işleminin altında yatan nedenleri ise öğretmen adaylarının sadece 8 tanesinin açıkladığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının çoğunluğu  $\text{Sin}x \cdot \text{Cos}x$  işleminin altında yatan nedeni açıklayamamasının bir sebebi birim çemberi tam anlamıyla kavrayamaması ve bunun sonucu olarak birim çemberdeki oluşturduğu yapılar arasında ilişki kuramamasıdır. Örneğin Ö49 “*Sin45° noktasından AD*

kenarına çizdiğimiz çember yayının kestiği  $E$  noktasından  $AC$  kenarına paralel bir doğru çizelim. Çizdiğimiz doğrunun  $AB$  kenarında kestiği nokta bize  $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$  in değerini verir.  $\cos 45^\circ$  noktasından  $AD$  kenarına çizdiğimiz çember yayının kestiği  $F$  noktasından  $AB$  kenarına paralel bir doğru çizelim. Çizdiğimiz doğrunun  $AC$  kenarını kestiği nokta bize  $\sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ$  in değerini verir.” şeklinde açıklama yapmıştır. Anlamli yani ilişkili öğrenmenin sağlanması için trigonometrik fonksiyonlar konusunun öğretiminde birim çember önemli rol oynamaktadır (Delice, vd, 2009). Bu bağlamda bu çalışmada yer alan rubu tahtasının birim çemberi temsil etmesi bakımından trigonometri konularının öğretiminde kullanılması anlamli öğrenmenin gerçekleşmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **5.10. Rubu Tahtasının İlişkili Olduğu Matematik Konularına Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasının ilişkili olduğu matematik konularına ilişkin görüşler incelendiğinde 29 öğretmen adayı çarpma ve bölme, 3 öğretmen adayı ise ondalık sayılar konusuyla ilişkili olduğuna dair görüş belirtmiştir. Örneğin çarpma ve bölme işlemine dair Ö5 “*Rubu tahtası gözlem, ölçü ve hesap aleti olarak kullanılmıştır. Matematikte ise hesap makinesi olarak kullanılan rubu tahtası çarpma ve bölme gibi konularla ilgilidir. Örneğin çarpma işlemlerinde çarpılacak iki sayı belirlenir. Rubu tahtasında  $90^\circ$ ’lik bir yay vardır. Belirlediğimiz sayının birinden  $x$ -ksenine paralel bir doğru çizeriz. Bu doğru ile yay bir noktada kesişirler. O noktadan rubu tahtasının orta noktasına bir doğru çizilir ve bir üçgen elde edilir. Belirlenen diğer sayının uzunluğu kadar bir çember çizilir. Bu çember üçgenin hipotenüsü ile bir noktada kesişir. O kesişen noktadan  $x$ -ksenine paralel bir doğru çizilir ve bu doğrunun  $y$ -ksenine denk geldiği nokta bize iki sayının çarpımını verir. Bu şekilde sayılar değişse bile rubu tahtası bize farklı sayıların çarpımını verir.*” şeklinde görüş belirtmiştir. Rubu tahtası genelde ondalık sayıların çarpılması ve bölünmesine yönelik işlemleri içerir. Yemen Karpuzcu vd. (2017)’nin yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının çoğunluğunun ondalık sayılarla çarpma ve bölme işlemlerinde kuralla dayalı strateji(kesre çevirme, virgüli belirlemede virgülden sonraki basamakları sayarak toplama vb.) kullandığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının ondalık gösterimlerde bölme işlemi yerine kesre çevirip daha sonra ters çevirip çarpma yöntemini kullandıkları görülmüştür (Unlu ve Ertekin, 2012). Bu bağlamda matematik eğitimine yönelik alan derslerinde rubu tahtası tanıtılarak, öğretmen adaylarına ondalık sayılarla çarpma ve bölme işlemlerinde ezber ve kuralla dayalı kullandıkları yöntemlerin dışında bir strateji oluşması sağlanabilir.

Rubu tahtasının ilişkili olduğu matematik konularına ilişkin başka bir görüş ise 20 öğretmen adayının belirttiği üçgenler konusudur. Örneğin Ö3 “*Verilen ya da çizdiğimiz açı yardımıyla üçgenin yüksekliği, kenar uzunluğu, çevresi gibi elemanlarını bulabilir ve sonuç doğru olduğundan öğrencilere daha somut verilerle bu konuları anlatabiliriz. Ayrıca alan bulma ve eşlik benzerlik konularını gösterebiliriz.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Yurtyapan ve Karataş (2020)’in yaptığı çalışmada ortaokul matematik öğretmenlerinin dik üçgende dik kenarların her ikisinin de yükseklik olduğunu gösteremedikleri ve yükseklik çiziminde sorun yaşadıkları gözlenmiştir. Bu sorunun giderilmesi için öğretmenlere veya öğretmen adaylarına üçgende yükseklik inşasına yönelik çalışmalar yaptırılabilir. Üçgende yükseklik inşasına yönelik rubu tahtası modelinin çiziminin faydalı olabileceği düşünülebilir.

Üçgende benzerlik konusunun rubu tahtasıyla ilişkili olduğuna dair 33 öğretmen adayı, oran-orantı konusuyla ilişkili olduğuna dair ise 10 öğretmen adayı görüş belirtmiştir. Örneğin Ö10 “*Rubu tahtasında işlem yaparken benzerlik ve oran orantı konularına değindik. Seçilmesi gereken noktaları seçtik ve bu noktaları birleştirdiğimizde paralellik de ortaya çıkınca oluşan üçgenler arasında benzerlik kurduk. Bu yapmış olduğumuz benzerlikler sayesinde bazı kenar uzunluklarını bulmuş olduk.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Aslan Seyhan (2017)’ye göre rubu tahtasındaki matematiksel işlemler geometrik orantıya dayanmaktadır. Buradaki geometrik orantıdan kasıt üçgende benzerlik kuralı gereği orantı teoremi kullanılmasıdır. Son (2013)’un yaptığı çalışmada öğrencilerin benzer dikdörtgenlere yönelik oran ve orantı kavramlarına ait yanlışlarını öğretmen adaylarının açıklamalarını istemiş, ancak öğretmen adaylarının istenilen düzeyde açıklamalar yapamadıkları ve kavram yanlışlarını tespit etmede eksikliklerinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda rubu tahtasındaki işlemler üzerinden öğretmen adaylarına bu işlemlerin nedenlerine yönelik açıklamalar yaptırılması öncelikle öğretmenlerin üçgende benzerlik ve oran orantı konularındaki kavram yanlışlarının tespiti için önemli olacaktır. Sonrasında bu konuda sınıf içinde bu kavramlara yönelik yapılacak tartışmalar öğretmen adaylarının meslek hayatında karşılaşılabilecekleri öğrencilere ait kavram yanlışlarına karşı bilinçli olmalarını sağlayabilir.

22 öğretmen adayı çember ve daire konusunun rubu tahtasıyla ilişkili olduğuna dair görüş belirtmiştir. Örneğin Ö3 “*Rubu tahtası bir dairenin  $\frac{1}{4}$ ’ü olduğundan çemberde açı, daire dilimin alanı, merkez açısı, çevre hesabı, yay uzunluğu gibi hesaplamalar yapılabilir.*” ve Ö21 “*Rubu tahtası çeyrek daireden oluşur. Kağıt üzerinde ise çeyrek çember çizerek*

oluştururuz. Bu yüzden daire ve çember özelliklerinin hepsini rubu tahtası sayesinde bulabiliriz.” şeklinde açıklama yapmıştır. Cantimer ve Şengül (2017)’in 7. ve 8.sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada çemberin tanımı ve çember örnekleri, merkez, yarıçap, çap, çember ve daire arası ilişkisinde öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Rubu tahtasının çeyrek daire şeklinde olması ve yapılan işlemlerde çember özelliklerinin sık kullanılması nedeniyle daire ve çember konusunda temel kavramların öğretiminde rubu tahtası kullanılması çember ve dairenin ilişkilendirilmesi ve temel kavramlar konusundaki kavram yanılgılarını gidermede yardımcı olacağı düşünülmektedir.

10 öğretmen adayı açılar ve 35 öğretmen adayı trigonometri konusunun rubu tahtasıyla ilişkili olduğuna dair görüş belirtmiştir. Örneğin açı konusuyla ilgili Ö15 “Rubu tahtası açılara bölündüğü için açı ölçümü yapabiliriz. Yani rubu tahtası bir nevi açıölçer görevi de görüyor.” şeklinde görüş belirtmiştir. Trigonometri konusuyla ilgili ise Ö10 “Trigonometrik değerlerden sinüs ve kosinüsün de tanımından yararlanarak çeyrek birim çemberin yarıçaplarının üzerinde yer alan konumlarını, sinüs kosinüs çarpımlarını ve bu sinüs, kosinüslerin karelerinin yerlerini bu sayede gösterebiliriz.” şeklinde görüş belirtmiştir. Rubu tahtası iki referans noktası arasındaki açılar ölçüsünü bulmak, bu açılara ait trigonometrik oranlar ve bu oranlarla hesaplamalar için kullanılır (Zainal ve Ismail, 2010). Bu bağlamda rubu tahtası okullarda trigonometri öğretiminde öğretmenler için alternatif bir araç olarak görülmektedir (Butar-Butar vd., 2020).

Son olarak rubu tahtasının kök ve üs alma konularıyla ilişkili olduğuna dair 23 öğretmen adayı görüş belirtmiştir. Ö14 kök ve üs alma konusunun rubu tahtasıyla ilişkili olduğuna dair “Çarpma işlemleri yapıldığından rubu tahtasında kare alma işlemi de yapılabilir ve kare işleminin tersinin yapılması sonucunda karekök işlemi de yapılabilir. Karekök işlevi olduğu gibi küp ve küpkök işlevleri de yapılır.” şeklinde açıklama yapmıştır. Aslan Seyhan (2017)’ye göre rubu tahtasında kök ve üs alma işlemlerinin yapılabilmektedir. Öyleyse rubu tahtasının üslü ve köklü ifadeler konusuyla direkt olarak ilgili olduğunu söylemek yadsınamaz bir gerçekliktir. Bu nedenle üslü ve köklü sayıların kavramsallaştırılmasında ve öğretiminde rubu tahtası derslerde kullanılabilir.

### **5.11. Rubu Tahtasının Matematik Öğretiminde Kullanışlılığına Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasının matematik öğretiminde kullanılışlılığına ilişkin görüşler incelendiğinde 7 öğretmen adayı verimli bir materyal olacağı yönünde, verimlilik kategorisi

altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö1 “*Yararlıdır. Ders sırasında konu ile ilgili, araç gereç ve çeşitli materyallerin kullanılması dersin daha akıcı ve verimli geçmesini sağlayacağını düşünüyorum.*” şeklinde görüş belirtmiştir. Sullivan (2000) matematik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada matematik tarihi bağlamında hazırlanan derslerin matematik öğretmeni adaylarının başarıları ve tutumları üzerinde pozitif yönde bir etki bıraktığını belirtmiştir. Bu bağlamda matematik tarihine derslerde yer vermek eğitim ve öğretim ortamını zenginleştirerek etkili ve verimli bir ortam haline dönüştürebilir (Çenberci ve Tol, 2019). Öyleyse matematik tarihinin bir parçası olan rubu tahtasına derslerde yer verilmesinin verimli bir ders ortamı oluşturacağını söylemek mümkündür.

Rubu tahtasının matematik öğretiminde kullanılmasına ait başka bir kategori olan görselleştirme kategorisi altında 11 öğretmen adayı, anlaşılabilirlik kategorisi altında ise 24 öğretmen adayı görüş belirtmiştir. Örneğin Ö9 görselleştirme kategorisi altında “*Bence faydalıdır. Çünkü rubu tahtası kullanırken gerek üçgenlerden gerekse çemberden yola çıkılarak bir çok bilgi görsel şekilde öğrenilmiş olur. Öğrencilerin öncesinde kağıt üzerinde yaptığı işlemleri sonrasında rubu tahtasında doğruluğunu kontrol etmesi yönünde de faydalıdır. Bunun dışında bir çok üçgenle ve çemberle ilgili bilgileri de öğrencilere görsel olarak öğretilir. Verilen ezber bir bilgi sonrasında görsel olarak rubu tahtası üzerinde ispatlanabilir.*” şeklinde görüş belirtken, anlaşılabilirlik kategorisi altında Ö18’in görüşü “*Matematik bilimi genel olarak soyut bilgilerin çoğunluk gösterdiği konular içerir. Ancak öğrenciler soyut bilgileri algulamakta zorluk çekerler. Bundan dolayı çarpma, bölme, karekök alma gibi işlemler rubu tahtasında gösterilerek anlatılması soyut bilgiyi somutlaştırmamızı sağlar ve böylece öğrenciler anlamakta kolaylık yaşarlar.*” şeklindedir. Matematikteki soyut durumları daha anlaşılır kılmak ve nesnelerin somutlaştırarak gösterilmeye çalışılmasına matematiksel görselleştirme denir (Guzman, 2000). Matematik eğitiminde görselleştirme için görsel materyaller kullanılabilir. Görsel materyaller olarak adlandırılan materyaller ile matematik kaygı düzeyinin düşürülmesi, formüle olan ihtiyacın azaltılması ve doğadaki matematiğin gözlenmesini sağlayacağı görüşü hakimdir (Şan, 2012). Bütün bu açıklamalar ışığında rubu tahtasının bir görsel materyal olarak matematik öğretimde kullanılması matematiksel görselleştirme ile birlikte matematiksel kavramların ve işlemlerin daha kolay anlaşılmasını sağlayacaktır.

Motivasyon kategorisine ilişkin 22 öğretmen adayı görüş belirtmiştir. Bu öğretmen adaylarından biri olan Ö12 “*Evet, yararlıdır. Kendi öğrencilik hayatımdan da edindiğim*

*tecrübe ve gözlemlere dayanarak demek isterim ki dersi ilgi çekici kılan, aldığımız ders ve öğrendiğimiz konuların hayatımızın hangi alanlarında hangi zamanlarında işimize yarayacağını söyleyen, derslerinde öğrencilerini merkezde tutup öğrencilerinin de fikir ve görüşlerini önemseyip rahatça soru sorabilmelerine ve kafasına takılanları sorgulayabilmelerine olanak sağlayan öğretmenlerin dersi hem daha çok sevilir hem daha başarılı olunur. Kişi; sevdiği alanda ne kadar zaman geçirdiğinin farkında olmadığı ve o alanda elinden geldiğince uzmanlaşmaya çalışma çabasına gireceğinden ne kadar çalışırsa çalışsın yorulmayacak, daha doğrusu yorulduğunu farkına bile varmayacaktır. Öğretmen; öğrencilerine anlatacağı konuların günlük hayatta da karşılıklarına çıkabileceğini, öğrendikleri her konunun belli bir amacı ve boşuna öğrenme çabasına girmediklerini idrak ettirdiği zaman öğrencileri önce dersini, sonra öğretmenlerinin sevmeye başlayacaktır. Sevdiği zaman da bırakmak istemeyecek, elinden geldiğince matematik ve matematikle ilgili alanlarda zaman ve emek harcamaya başlayacaktır. Bu da öğrenciye başarıya ulaşan kapının yollarını açacağından hem öğrenciyi sevindirecek hem de öğretmeni gururlandıracak, her iki tarafın da verdiği emeklerin karşılığını fazlasıyla almaya başladığı görülecektir.” şeklinde rubu tahtasının matematik öğretiminde kullanışlılığına ilişkin görüş belirtmiştir. Matematik derslerine karşı motivasyonu yüksek olan öğrencilerin, matematiği daha iyi öğrenerek akademik başarılarında artış gözlenme olasılığı yüksektir (Akçakın, 2018). Öğrenci motivasyonunu arttırmak için matematik öğretiminde Matematik Tarihi’ne yer verilmesi etkili olacaktır (Mersin ve Durmuş, 2020). Nitekim Lim ve Chapman (2015) yaptığı çalışmada Matematik Tarihi etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu bağlamda Rubu tahtasını matematik öğretiminde kullanmanın Matematik Tarihi’nin matematik eğitime entegresine katkı sağlayacağı ve öğrenci motivasyonu üzerinde olumlu yönde etkili olacağı beklenmektedir.*

Matematik Tarihi’nin matematik derslerinde kullanılması, öğrencilerin bazı kavramları hatırlamadaki kalıcılık düzeyini arttırmaktadır (Kathumba, 2017; Smestad, 2009). Bununla ilgili olarak 22 öğretmen adayı rubu tahtasının matematik öğretimindeki kullanışlılığına ilişkin kalıcılık kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö43 “*Elbette ki yararlıdır. Günümüzde çoğu şeyin yerini teknoloji aldı artık evet kullanım olarak daha yavaş olacak ama hesap makinalarına hesaplatmak yerine kendi elimizle düşünerek yaptığımız rubu tahtasını kullanmak daha önemlidir öğrenmede. Kalıcı öğrenmede de daha etkilidir çünkü hesap makinesiyle yaptığımız sadece rakamları yazmaktan ibaret sonucu kendisi veriyor ama rubu tahtasında öyle değil sonuca senin ulaşmanı bekliyor. Böyle olunca*

da yaparken zaten aynı zamanda da öğrenmiş oluyorsun.” şeklinde kalıcılık konusunda açıklama yapmıştır. Bu görüş Matematik Tarihi bağlamında düşünüldüğünde, Mersin ve Durmuş (2020)’un yaptığı çalışmadaki katılımcı matematik öğretmen adaylarının Matematik Tarihi kullanılarak öğretimde kalıcılığı sağlayabilecekleri görüşüyle örtüşmektedir. Öyleyse rubu tahtasındaki işlemlere ait kavramların rubu tahtasıyla öğretimi sonucunda öğrencilerin bu kavramları daha uzun süre hatırlamaları sağlanabilir.

### **5.12. Rubu Tahtasındaki İlgi Çekici Durumlara Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasındaki ilgi çekici durumlara ilişkin görüşler incelendiğinde 42 öğretmen adayı işlevsellik kategorisi ve 19 öğretmen adayı zamanın ötesinde olma kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö12 “*Evet, oldu. Yüzyıllar öncesinde hesap makinesinin daha ortaya çıkmadığı zamanlarda akıl ve fikir yürütme çabası ile daha çok geometri bilgisi kullanarak her seferinde doğru sonucu veren bir yöntem geliştirmeleri takdire şayan bir durumdur. Üstelik geliştirdikleri rubu tahtası adı verilen alet sadece hesap makinesi olarak değil yükselim açısı, zaman ölçümleri, bulunulan t zamanının belirlenmesi, namaz vakitlerinin belirlenmesi, kible yönünün belirlenmesi gibi pek çok alanda teknolojik imkânlar henüz gelişmemişken doğru sonuçlar elde edebiliyordu.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Ö12’nin bu açıklaması hem işlevsellik hem de zamanın ötesinde olma kategorisine ait bir açıklama olarak değerlendirilmiştir. Rubu tahtası usturlaptan üretilmiş, usturlaba göre küçük ve daha pratik bir alettir (Arslan, 2015). Ayrıca rubu tahtası küçük olmasına rağmen bir çok hesap ve ölçüm yapabilen modern dönemlerin öncesindeki tek alet olup bugünkü bilgisayarların yerine kullanılmaktadır (Zainal ve Ismail, 2010; Unat, 2013). Bu açıklamalar ışığında rubu tahtasının bir çok işleve sahip olup olduğunu ve zamanın ötesinde bir alet olduğunu söylemek mümkündür.

### **5.13. Rubu Tahtasını Başkalarına Tanıtma İstekliliğine Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasını başkalarına tanıtma istekliliğine ilişkin görüşler incelendiğinde 28 öğretmen adayı farklı bir bakış açısı kazandırma kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö23 “*Evet isterim. Çünkü bakış açısı olarak farklı açılardan bakmaya imkan sağladığını düşünüyorum. Ayrıca eski insanların işlem yapmak için neleri kullanarak ne sonuca vardığını görmelerini isterdim. Bir nevi bir hesap makinesi olan bu rubu tahtasını görüp bazı işlemleri direkt hesap makinesinden yapıp sonuca ulaşmak değil altında yatanı görmeleri beni mutlu ederdi. İşlemleri o şekilde yapmayı öğrenmek onlara fayda da sağlardı bu yüzden isterdim.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Fauvel (1991)’e göre matematik tarihinin

matematik öğretiminde yer almasının geçmiş ile günümüzdeki matematiksel bakış açısını karşılaştırmayı sağlaması matematik tarihinin avantajlı yönlerinden biridir. Bu bağlamda matematik tarihinin matematik eğitime entegre yöntemlerinden biri olan mekanik metaryaller tarihsel bir bakış açısının oluşumunda ve günümüz bakış açısı ile bu tarihsel bakış açısının ilişkilendirilmesini sağlayabilir (Maschietto ve Trouche, 2010). Dolayısıyla bir mekanik metaryal olan rubu tahtası hem tarihsel hem de günümüz matematiksel bakış açılarını inceleme ve karşılaştırma fırsatı sunacaktır.

Genel kültür bilgisi edindirme kategorisi, rubu tahtasını başkalarına tanıtmaya istekliliğine ilişkin görüşlere ait bir başka kategoridir. 35 öğretmen adayı genel kültür bilgisi edindirme kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö44 *“Öğretmek isterim çünkü bildiğim bir şeyi başkalarına anlatmak hoşuma gidiyor. Ayrıca rubu tahtasında işlem yapabildiğimi onlara da göstermek benim kullanımımı da pekiştireceğinden daha yararlı olacağını düşünüyorum. Arkadaşlarımın da en azından kültür bilgisinin artacağını ve bunun her iki tarafa da yararlı olacağını biliyorum.”* şeklinde açıklama yapmıştır. Bu bulgulara paralel olacak nitelikte olan Ulusoy ve Girit Yıldız (2019)’ın öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada, öğretmen adayları öğretmenlerin matematik tarihini bilmelerinin bir gerekçesi olarak genel kültür bilgisi kazanma olduğunu belirtmişlerdir. Ancak öğretmen adayları matematik tarihinin genel kültür kazandırma yani aslında matematik tarihinin bir amaç olarak kullanma düşüncesinden vazgeçebilirler (Jankvist, 2009). Bu bağlamda rubu tahtasının derslerde araç olarak kullanılmasına daha çok önem verilmesi yararlı olacaktır.

#### **5.14. Rubu Tahtasının Kullanım Sürecinde Muhtemel Sorunlara Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtasının kullanım sürecinde muhtemel sorunlara ilişkin görüşler incelendiğinde 31 öğretmen adayı anlama düzeyindeki farklılık kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö1 *“Yaşayabilirler. Çünkü her öğrenci aynı anlama kapasitesinde değildir. Bir öğrenci anlarken diğer öğrenci anlamayabilir.”* şeklinde görüş belirtmiştir. Bu durum öğretmenin rubu tahtasını kullanma konusundaki hakimiyetinden kaynaklanabilir. Nitekim bu nedenden kaynaklı olacak ki 32 öğretmen adayı rubu tahtasının kullanım sürecinde muhtemel sorunlara ait öğretmenin konu hakimiyeti kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö10 *“Eğer rubu tahtası ilmini çok iyi bilen nerde nasıl kullanılacağını ayırt edebilen bilen bir öğretmen tarafından derste kullanılırsa öğretmenin bir sorun yaşayacağını düşünmüyorum. Ama maalesef tabiki her öğretmen bir değil. Yeterli donanıma sahip olmayan, pratiği iyi olmayan, hayal gücünü tam kullanamayan bir öğretmenin rubu*

*tahtasını bizden istenen şekilde kullanılmasını pek mümkün göremeyiz. Bu gibi durumlardan dolayı bazı sıkıntılar yaşanabilir.*” şeklinde öğretmenin konu hakimiyeti kategorisi adı altında görüşünü açıklamıştır. Öğretmenlerin Matematik Tarihini derslerde nasıl kullanabileceğine yönelik bilinç düzeyleri düşük olup, öğretmenler bu konuda hizmet içi eğitime ihtiyaç duymaktadırlar (Baki ve Yıldız, 2017). Lisans düzeyindeki eğitimlerinde öğretmenlere Matematik Tarihi’ni derslerinde nasıl kullanılacağına yönelik yeterli düzeyde bir beceri kazandırılmamışsa öğretmenlerin Matematik Tarihi’n derslerinde yer vermeyeceği açıktır (Burns, 2010; Horton, 2011). Öyleyse rubu tahtasına üniversitelerdeki Matematik Tarihi derslerinde yer vermek ve bu konuda öğretmenlere hizmet içi eğitim sunmak Matematik Tarihinin matematik öğretiminde nasıl kullanılabileceğine dair öğretmen ve öğretmen adaylarına yol gösterecektir.

Rubu tahtasının kullanım sürecinde muhtemel sorunlara ilişkin görüşlere ait başka bir kategori olan müfredatın yoğun olması kategori için ise 20 öğretmen adayı görüş belirtmiştir. Örneğin Ö15 *“Bence öğretmenler derslerinde rubu tahtasını kullansalar zaman konusunda sıkıntı yaşabilirler. Çünkü öğretmenin illaki rubu tahtasını öğrencilere tanıtarak, işlemlerin nasıl yapıldığını anlatarak, denetecek vakti ayırması gerekir. Bu müfredat çok yoğun olduğu için konuların yetişmemesine neden olabilir.”* şeklinde görüş belirtmiştir. Müfredatta çok fazla konunun ve bu konuların öğretimi için kısıtlı bir zamanın olması sebebiyle öğretmenler, Matematik Tarihini derslerinde kullanmanın olumlu getirileri olsa bile imkansız olacağını düşünmektedirler (Fried, 2001). Bu çalışmaya paralel nitelikte olan Mersin ve Durmuş (2020)’un matematik öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada öğretmen adayları Matematik Tarihi’nin derslerde uzun zaman alacağı için konuların yetişmesinde aksaklıklara neden olabileceği yönündeki olumsuzluklardan bahsetmişlerdir. Rubu tahtası için bu durum düşünüldüğünde müfredatta rubu tahtasının kullanımına yönelik kazanımlara yer verilerek bu olumsuzlukların önüne geçilebilir.

### **5.15. Rubu Tahtası ve Günümüz Eğitim Sistemi İlişkisine Dair Tartışma ve Sonuç**

Rubu tahtası ve günümüz eğitim sistemi ilişkisine dair görüşler incelendiğinde 42 öğretmen adayı matematik ve bilime verilen değer kategorisi altında görüş belirtmiştir. Örneğin Ö20 *“Bu yapıyı öğrendiğimde dönemimizde teknoloji sayesinde her işlemi saniyeler içerisinde kolayca yaptığımızın farkına vardım. Oysa ki eskiden bu gibi işlemlerin bir materyal sayesinde yapmanın yolları aranarak ve yapıda işlemleri yapmak için birtakım zaman gerektirecek uygulamaların yapıldığını gördüm. Ve bu zamanı ayırmanın matematiğe*

*o dönemlerde ne kadar değer verildiğini anlamış oldum.” şeklinde açıklama yapmıştır. Matematik Tarihi matematiğin sürekli gelişmekte olduğu, bu gelişimde farklı kültürlerin ve insanların etkili olduğunu göstermek için kullanılıyorsa bu kullanım amaç olarak isimlendirilmektedir (Baki ve Bütüner, 2013). Bu bağlamda rubu tahtasını derslerde amaç olarak kullanarak öğrencilerin tarihsel zaman içinde rubu tahtasının gelişimini görmeleri sağlanabilir.*

Sınav odaklı anlayış kategorisi rubu tahtası ve günümüz eğitim sistemi ilişkine ait başka bir kategoridir ve bu kategoriye ait 37 öğretmen adayı görüş belirtmiştir. Örneğin Ö3 *“Rubu tahtasının mantığını anlamanın çok faydalı olacağını ayrıca çocukların neden-sonuç ilişkisi oluşturabilmesi için güzel bir yöntem olabileceğini düşünüyorum. Ancak günümüzde eğitim sistemi sınav odaklı olduğundan bu tahtanın kullanımını öğrenmek öğrenciler için eğlenceli görülse de müfredat durumu düşünüldüğünde zaman açısından sıkıntı yaratabileceğini düşünüyorum.”* şeklinde görüş belirtmiştir. Bu durum günümüz eğitim sistemindeki sınava hazır olma kaygısından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim Yıldız ve Baki (2016)’nin ortaokul matematik öğretmenleriyle yaptığı çalışmada öğretmenler Matematik Tarihi’ni derslerde kullanamamalarının tek nedeninin merkezi sınavların üzerlerindeki baskısı olduğu bu yüzden 8.sınıfta değilde 6. ve 7. sınıfta daha çok Matematik Tarihi’ne yer verebildiklerini belirtmişlerdir. Bu durumda öğrenci ve öğretmenler üzerindeki bu sınav yükü kaldırılarak, Matematik Tarihi bağlamında rubu tahtasının derslerde yer alması daha etkili bir sonuç ortaya çıkaracaktır.

## 6. ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın sonuçlarına dayandırılarak oluşturulan öneriler, öğretmenlere yönelik öneriler ve öğretmen adaylarına yönelik öneriler başlıkları altında maddeler halinde verilmiştir.

### 6.1. Öğretmenlere Yönelik Öneriler

- Rubu tahtasının matematik öğretiminde nasıl entegre edileceğine ve rubu tahtasının tanıtımı amacıyla öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimler düzenlenebilir.
- Öğretmenleri merkezi sınavlara hazırlayan bir rolden çıkaracak şekilde sınav sistemini düzenleyerek, öğretmenlerin rubu tahtasını derslerinde kullanmasının önü açılabilir.
- Matematik Tarihi'ne dayalı ortaokul ve lise düzeyinde bir ders oluşturularak matematik öğretmenlerinin bu anlamda ders vermeleri sağlanabilir. Bu derse ait kazanımlarda rubu tahtasına yer verilebilir.
- Aday öğretmenlik sürecinde alınan seminerlerde matematik öğretmenlerine yönelik rubu tahtası konulu seminer düzenlenebilir.
- Rubu tahtası prototipi veya GeoGebra gibi dinamik geometri yazılımlarıyla rubu tahtası modeli oluşturmaları, bu sayede rubu tahtasının oluşum aşamasını da incelemeleri sağlanabilir.

### 6.2. Öğretmen Adaylarına Yönelik Öneriler

- Üniversitedeki Matematik Tarihi derslerinde rubu tahtası öğretmen adaylarına tanıtılabilir. Bu tanıtımdan sonra derslerde tartışma ortamı yaratılarak öğretmen adaylarının rubu tahtası üzerinde derinlemesine düşünmeleri gerçekleştirilebilir.
- Öğretmen adaylarının rubu tahtasının kullanılacağı etkinlikler geliştirmeleri ve bu etkinlikleri Matematik Tarihi derslerinde gerçekleştirmeleri sağlanabilir.
- Öğretmen adaylarına rubu tahtası konusunda bilimsel araştırmalar yaptırılarak, rubu tahtası konusunda bilgi ve farkındalık kazanmaları sağlanabilir.
- Öğretmen adaylarına yönelik rubu tahtası konulu konferanslar ve sempozyumlar düzenlenebilir.
- Üniversitede yer alan derslerde öğretmen adaylarına rubu tahtası materyal olarak tasarlatılabilir.

## 7. KAYNAKÇA

1. Acar, M. Şinasi, Atilla Bir ve Mustafa Kaçar. Rubu Tahtası Yapım Klavuzu (Rubu Dâirenin Esâsı ve Usûl-i Tersimi). İstanbul: Ofset, 2014.
2. Akçakın, V. (2018). Matematik öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeğinin Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20(1), 259-277.
3. Akın, Adem. "Takiyüddîn er-Râsîd'ın Rub'u Dairesi (Rub'u Müceyyeb) ile Çarpma ve Bölme İşlemlerinin Nasıl Yapılacağına İlişkin Urcuze li'l-Ceyb ve'd-Darb ve'l-Kısme Adlı Manzum Eseri." Osmanlı Bilimi Araştırmaları 24, 1 (2023): 217-229
4. Aktaş, E., & UZUNER YURT, S. (2015). TÜRKÇE EĞİTİMİ ALANINDAKİ MAKALE ÖZETLERİNE YÖNELİK BİR İÇERİK ANALİZİ. *International Periodical for The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(7), 73-96.
5. Altıkardeş, E. & Yiğit-Koyunkaya, M. (2022). Matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin geometrik alışkanlıklarının incelenmesi: Trigonometri örneği. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 9(2), 514-540. DOI: 10.21666/muefd.1032938
6. Arslan, Taha Yasin (2015). *On altıncı yüzyıl Osmanlı astronomisi ve Memlük etkisi*. Yayınlanmış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
7. Arslan, Taha Yasin, "Vakti Fethetmek: Mikât İlmi Geleneğinde Rub'ü'l-mukantarât Yapım Kılavuzu Örneği Olarak Muhammed Konevî'nin Hediyetü'l-mülûk'u", *Nazariyat İslâm Felsefe ve Bilim Tarihi Araştırmaları Dergisi* 2/4 (Nisan 2016): 103-148.
8. Aslan Seyhan, İ. (2017). OSMANLI DÖNEMİNDE KULLANILAN İKİ ANALOG BİLGİSAYAR: RUBÛ' EL-MÜCEYYEB VE PERGÂR-I NİSBE . Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi , 57 (1) , 407-421 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dtcfdergisi/issue/66797/1044620>
9. ATILLA BİR, MUSTAFA KAÇAR, "RUBU' TAHTASI", TDV İslâm Ansiklopedisi, <https://islamansiklopedisi.org.tr/rubu-tahtasi> (03.02.2023).
10. Aydın, N. (2007). İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Trigonometri Konusunda Karşılaştıkları Sorunlar. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
11. Baki, A. & Yıldız, C. (2017). *Öğretmenlerin matematik tarihinin derslerde kullanımına yönelik hizmet içi eğitime ihtiyaç durumlarının belirlenmesi*: Trabzon örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 62-77.
12. Baki, A. (2008). Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi (Genişletilmiş 4. Baskı), Ankara: Harf EğitimYayıncılığı.
13. Baki, A. (2014). Matematik tarihi ve felsefesi. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
14. Baki, A. ve Bütüner, S. Ö. (2013). 6-7 ve 8. sınıf matematik ders kitaplarında matematik tarihinin kullanım şekilleri. *İlköğretim Online*, 12(3), 849-872.
15. Baki, M. (2013). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bölme İşlemi ile İlgili Matematiksel Bilgileri ve Öğretimsel Açıklamaları. *EĞİTİM VE BİLİM*, 38(167).
16. Ball, D. L.,(1990) The mathematical understanding that prospective teachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, 90(4), 449-466.

17. Başıbüyük, K. (2018). Cebir ve Sayılar Öğretiminde Matematik Tarihi Kullanımının Başarı ve Tutuma Etkisi ve Sınıf İçi Yansımalar. Erzurum: Doktora Tezi
18. Bir, Atilla. "M. Şinasi Acar'ın Eskişehir Enlemi İçin İmal ettiği Rubu Tahtası." *Osmanlı Bilimi Araştırmaları* 23, 2 (2022): 431-433.
19. Blackett, N. ve Tall, D. O. (1991). Gender and the versatile learning of trigonometry using computer software. In F. Furinghetti (Ed.), *Proceedings of the 15th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.1, pp. 144–151). Assisi, Italy: PME.
20. Burns, B. A. (2010). Pre-service teachers' exposure to using the history of mathematics to enhance their teaching of high school mathematics. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers: The Journal*, 4, 1-9.
21. Burns, M. (2000). *About teaching mathematics*, New York: Math Solutions Publications.
22. Butar-Butar, A. J. R., Setiawan, H. R., & Hidayat, M. (2020). Pemanfaatan Media Rubu'Al-Mujayyab Pada Pembelajaran Matematika di Sekolah. *Idrak: Journal of Islamic Education*, 2(2), 223-238.
23. Butar-Butar, A.J.R. (2016). *Astronomy Khazanah of Islam in the Middle Century*. Purwokerto: UMP Press.
24. Büyüköztürk, Ş., Kılıç, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. (6. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
25. Çaldak, S. (2005). Taşköprülüzâde'nin Mevzû'âtu'l Ulûm'undaki İlimler Tasnîfi Üzerine. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 115-146.
26. Cantimer, G. G., & Şengül, S. (2017). Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin çember konusundaki kavram yanlışları ve hataları, *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi (GEBD)*, 3(1), 17-27.
27. Çenberci, S. & Tol, H. Y. (2019). Senaryo Tabanlı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Matematik Öz Yeterlik Algısı, Tutum ve Kaygılarına Etkisi . *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , 7 (4) , 149-159 . DOI: 10.18506/anemon.523065
28. CEVAT İZGİ, "HİYEL", TDV İslâm Ansiklopedisi, <https://islamansiklopedisi.org.tr/hiyel--mekanik> (13.04.2023).
29. Chmiliar, I. (2010). Multiple-case designs. In A. J. Mills, G. Eurepas & E. Wiebe (Eds.), *Encyclopedia of case study research* (pp 582-583). USA: SAGE Publications.
30. Clark, K., Kjeldsen, T., Schorcht, S., Tzanakis, C., & Wang, X. (2016). History of mathematics in mathematics education. Recent developments. Presented at the History and Pedagogy of Mathematics, Montpellier, France. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01349230/document>
31. Cohen, L., Manion, L., ve Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.
32. Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* ( 2. Baskı). USA: SAGE Publications.
33. Creswell, J. W. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş*. M. Sözbilir (Çev.) Ankara: Pegem.
34. Delice A.; Adatoz-Sidi, B.. & Aydın, E. (2009). "Investigating forms of understandings in the context of trigonometry" *Journal of the Korea Society of*

- Mathematical Education Series D Research in Mathematical Education, 13(2), 151-170.
35. Demir, Remzi. "Eski Bir Hesap Aleti: Rub'u'l-Müceyyeb ve Takiyüddin ibn Maruf'un Rub'u'l-Müceyyeble Yapılan İşlemler Manzumesi Adlı Risalesi." *Bilim ve Felsefe Metinleri* 1.1 (1992): 29-52.
  36. Driscoll, M. J., DiMatteo, R. W., Nikula, J., Egan, M., Mark, J., & Kelemanik, G. (2008). *The fostering geometric thinking toolkit: A guide for staff development*. Portsmouth, NH: Heinemann.
  37. During the Early Renaissance (Doktora Tezi). Simon Fraser University, Department of Mathematics and Statistics.
  38. Eldekci, S. (2018). Matematik Eğitimi Öğretmen Adaylarının Kanıt Şemalarının Ortaya Çıkarılması . *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi* , 9 (2) , 119-136.
  39. Fauvel, J. (1991). Using history in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 11(2), 3-6. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40248010>
  40. Fauvel, J. (1991). Using history in mathematics education. *For the Learning of Mathematics*, 11(2), 3-6.
  41. Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. New York: Mc Graw-Hill.
  42. Fried, M. N. (2001). Can mathematics education and history of mathematics coexist?. *Science & Education*, 10, 391-408.
  43. Fried, M. N. (2001). Can mathematics education and history of mathematics coexist? *Science Education*, 10, 391-408. doi: 10.1023/A:101120501
  44. Genç, M., & Karataş, İ. (2018). *Matematik tarihinin matematik öğretimine entegrasyonu: Hârezmî'nin tam kareye tamamlama yöntemi. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 219-230. doi: 10.24106/kefdergi.378181.
  45. Gskenderoglu, T. (2010). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının kanıtlamayla ilgili görüşleri ve kullandıkları kanıt şemaları. *Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye*.
  46. Güntekin, H. (2010). Trigonometri Konusunda Öğrencilerin Sahip Olduğu Öğrenme Güçlüklerinin ve Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum
  47. Guzman, M. (2002). The role of visualization in the teaching and learning of mathematical analysis. *In Proceedings of International Conference on the Teaching of Mathematics (at the Undergraduate Level)*, Hersonissos, Greece. (ERIC Document Reproduction Service No.ED 472 047).
  48. Harel, G., & Sowder, L. (1998). Students' proof schemes: results from exploratory studies. *CBMS Issues In Mathematics Education*, 7.
  49. Ho, W. K. (2008). Using history of mathematics in the teaching and learning of mathematics in Singapore. 1st RICE, Singapore: Raffles Junior College.
  50. Horton, L. B. (2011). *High school teachers' perceptions of the inclusion of history of mathematics in the classroom*. Unpublished doctoral dissertation, University of Massachusetts Lowell, Lowell, Massachusetts, United States of America.
  51. <http://www.scienceinislam.com/duvar-kadrani/>
  52. <https://islamansiklopedisi.org.tr/rubu-tahtasi>

53. [https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim\\_ogretim\\_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Ilkogretim\\_Matematik\\_Lisans\\_Programi.pdf](https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-Yetistirme-Lisans-Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf) (Erişim tarihi: 2023, 15 Ocak)
54. Jankvist, T. U. (2009). A categorization of the whys and hows of using history in a mathematics education. *Educational Studies in Mathematics Education*, 71(3), 235-261.
55. Jankvist, T. U. (2009). A categorization of the whys and hows of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics Education*, 71(3), 235–261.
56. Jankvist, U. T. (2009). *A categorization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education. Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 235-261.
57. Jankvist, U. T. (2009). A categorization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 71, 235–261. doi: 10.1007/s10649-008-9174-9.
58. Jankvist, U. T., & Kjeldsen, T. H. (2011). New avenues for history in mathematics education: Mathematical Competencies and Anchoring. *Science & Education*, 20, 831-862. doi: 10.1007/s11191-010-9315-2.
59. Kathumba, C. (2017). *Investigating the role of history of mathematical concepts in learning mathematics in upper secondary school level in malawi*, doctoral dissertation, University of Malawi.
60. Keser, H. (2019). BİLGİSAYARIN EVRİMİ . Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES) , 24 (2) , 411-422 . DOI: 10.1501/Egifak\_00000000679
61. Kılıç, S. (2013). Örneklemeye yöntemleri . *Duygudurum Bozuklukları Dergisi* , 3 (1), 44-6 . DOI: 10.5455/jmood.20130325011730.
62. Lim, S. Y., & Chapman, E. (2015). Effects of using history as a tool to teach mathematics on students’ attitudes, anxiety, motivation and achievement in grade 11 classrooms. *Educational Studies in Mathematics*, 90(2), 189-212.
63. Lincoln, YS. ve Guba, EG. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
64. Martin, T. S., McCrone, S. M. S., Bower, M. L. W. ve Dindyal, J., 2005. The Interplay of Teacher and Student Actions in the Teaching and Learning of Geometric Proof, *Educational Studies in Mathematics*, 60, 95–124.
65. Maschietto, M., & Trouche, L. (2010), Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: the productive notion of mathematics laboratories, *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 42(1), 33-47.
66. Maschietto, M., & Trouche, L. (2010). Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: The productive notion of mathematics laboratories. *ZDM Mathematics Education*, 42, 33-47. doi: 10.1007/s11858-009-0215-3.
67. Mersin, N. & Durmuş, S. (2020). Matematik Tarihi Destekli Matematik Derslerine Yönelik Motivasyon Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması . *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi* , 4 (2) , 110-147 . DOI: 10.32960/uead.764576
68. Mersin, N. & Durmuş, S. (2020). Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Tarihinin Matematik Eğitimindeki Rolüne Yönelik Algıları Üzerine Bir

- İnceleme. Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , 9(2) , 258-317 . <https://dergipark.org.tr/en/pub/amauefd/issue/58078/750140> adresinden alınmıştır.
69. Michalowicz, K., Daniel, C., FitzSimons, G., Ponza, M., & Troy, W. (2002). *History in support of diverse educational requirements – opportunities for change*. In J.Fauvel & J. Maanen (Eds.), *History in Mathematics Education* (6 ed., pp.171-200). Springer Netherlands.
70. Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California: Sage.
71. Mulligan, J. T. (1998). A research-based framework for assessing early multiplication and division strategies, *In Proceedings of the 21st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 2, 404-411.
72. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Overview of principles and standards for school mathematics. Retrieved December 13, 2015, from <http://www.nctm.org/standards/content.aspx?id=16909>.
73. Ören Vural, D. & Aylar Çankaya, E. (2020). Bilgi, İnanç ve Öğretim: Çarpma ve Kesirlerde Çıkarma İşlemleri Üzerine Bir Çalışma . *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi* , 9 (1) , 1-27
74. Osmanoğlu, A. & Özgeldi, M. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Kesirlerde Çarpma ve Bölme İşlemlerine Yönelik Kavramsal Anlamalarının İncelenmesi . *İlköğretim Online* , 17 (4) , 1812-1829 . DOI: 10.17051/ilkonline.2019.506846
75. Pearce, W. L. (2018). History of science. *Encyclopedia Britannica*, <https://www.britannica.com/science/history-of-science>.
76. Pektaş, O. (2017). *Öğretmen adaylarının trigonometri konusunda kullandıkları kanıt şemalarının öğrenme stillerine göre incelenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
77. Radford, L., Bartolini Bussi, M. G., Bekken, O., Boero, P., Dorier, J. L., Katz, V., Vasco, C. (2002). Historical formation and student understanding of mathematics. *History in mathematics education: The ICMI study*, 143-170.
78. Şan, İ. (2012). Matematik Öğretiminde Görselleştirme, *Journal of Qafqaz University*, 34.
79. Sarı, M., Altun, A. ve Aşkar, P., 2007. Üniversite Öğrencilerinin Analiz Dersi Kapsamında Matematiksel Kanıtlama Süreçleri: Örnek Olay Çalışması, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40, 2, 295-319.
80. Satan, N. , Aksakal, K. & Ay, Z. (2021). Üslü İfadelerde Yaşanan Kavram Yanılgılarının Olası Nedenleri ve Önlem Önerilerinin Öğretmen Adaylarının Görüşlerine Dayalı Olarak İncelenmesi . *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 9 (1) , 32-48 .
81. Shabanifar, S. (2014). Matematik öğretmenlerinin köklü sayılar konusundaki pedagojik alan bilgilerinin öğrenci zorlukları bağlamında incelenmesi. *Yayımlanmış Doktora Tezi*. Erzurum.
82. Simon, M. A. (1993). Prospective elementary teachers' knowledge of division. *Journal for Research in Mathematics education*, 233-254.
83. Smestad, B. (2009). *Teachers' conceptions of history of mathematics*. Retrieved August 20, 2010 from <http://home.hio.no/~bjorsme/HPM2008paper.pdf>

84. Son, J. W. (2013). How preservice teachers interpret and respond to student errors: Ratio and proportion in similar rectangles. *Educational Studies in Mathematics*, 84, 1, 49-70.
85. Stanley, R. D. (1994). Quadrant Constructions and Applications in Western Europe
86. Sullivan, K. M. (2000). *Pre-service secondary mathematic teachers' attitudes about the history of mathematics*. Unpublished Master's Thesis. Londra: Nevada University.
87. TEVFİK FEHD, "İLM-i FELEK", TDV İslâm Ansiklopedisi, <https://islamansiklopedisi.org.tr/ilm-i-felek> (03.02.2023).
88. Tokay, E. (2019). Sayılar ve İşlemler ile Bazı Geometrik Kavramların Öğretiminde Matematik Tarihi Kullanımının, İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Karaman.
89. Toomer, G. (1984). Ptolemy's Almagest. London: Duckworth.
90. Tzanakis, C. ve Arcavi, A., 2000. Integrating History of Mathematics in the Classroom: An Analytic Survey, in J. Fauvel, and J. Van Maanen (eds.), History in Mathematics Education, 201 – 240, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
91. Tzanakis, C., Arcavi, A., Correia de Sa, C., Isoda, M., Lit, C-K., Niss, M., et al. (2000). Integrating history of mathematics in the classroom: An analytic survey. In J. Fauvel and J. Van Maanen (Eds.), History in mathematics education: The ICMI study (pp. 201-240). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
92. Ulusoy, F. & Girit Yıldız, D. (2019). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Sahip Oldukları Matematik Tarihi Bilgileri ile ilgili Değişen Algıları: Pedagojik Deneyimlerin Rolü . Kastamonu Eğitim Dergisi , 27 (6) , 2729-2746 . DOI: 10.24106/kefdergi.3736
93. Unat, Yavuz. İlk Çağlardan Günümüze Astronomi Tarihi. Ankara: Nobel, 2013.
94. Unlu, M., & Ertekin, E. (2012). Why do pre-service teachers pose multiplication problems instead of division problems in fractions?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 490-494.
95. Yemen-Karpuzcu, S., Kandil, S. & Işıksal-Bostan, M. (2017). Prospective middle school mathematics teachers' use of computational strategies in multiplication and division of decimals. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 96-109.
96. Yenilmez, K. ve Uygan, C. (2015). Sınıf öğretmenleri adaylarının doğal sayılarda çarpma işleminin öğretimine yönelik sembol-problem-model bağlamında geliştirdikleri etkinliklerin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 283-292.
97. Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri Ankara: Seçkin Yayıncılık
98. Yıldız, C. & Baki, A. (2016). Tarihi Matematiğin Derslerde Kullanımını Etkileyen Faktörlere İlişkin Öğretmen Görüşleri . Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi , 17 (2) , 451-472 .
99. YÖK, (2018). Yeni Öğretmen Yetiştirme Programları, Programların Güncelleme Gerekçeleri, Getirdiği Yenilikler ve Uygulama Esasları
100. Yurtyapan, M. İ. & Karataş, İ. (2020). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Üçgenler ve Dörtgenler Konusuna İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin İncelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi (TURCOMAT)*, 11(1), 53-90 . DOI: 10.16949/turkbilmat.443825

- 101.** Zainal, B., & Ismail, M. R. (2010). Trigonometric Solutions Using Sine Quadrant. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 8, 721-728.



## EK-1

**FEN VE MÜHENDİSLİK BİRİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU**  
**SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU**  
**FR-586- Etik Kurul Değerlendirme ve Karar Formu'nun ONAYLI Taranmış Hali**



**KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**ETİK KURUL DEĞERLENDİRME VE**  
**KARAR FORMU**



Değerlendirme Talebinde Bulunan Kişi/Kurum	Ahmet AKKAŞ		
Değerlendirme Başvuru Tarihi	01.12.2021		
Değerlendirilmesi Talep Edilen Eserin/Araştırmanın Adı	Rubu Tahtası İle Yapılan Matematiksel İşlemlere Yönelik Geogebra İle Tasarlanmış Etkinliklerin Geliştirilmesi Ve Ortaokul BİLSEM Öğrencileri Üzerindeki Yansımalarının İncelenmesi		
Değerlendirilmesi Talep Edilen Araştırma/Ölçek/Anket/Görüşme Formu			
Değerlendirmeyi Yapan Etik Kurul	KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU		
Değerlendirme Toplantı Bilgileri	Yeri	Tarihi	Saati
	İİBF Dekanlığı Makam Odası	23.12.2021	11:30
Karar No	Karar Tarihi	23.12.2021	
	Karar No	2021/9/10	
Karar Sonucu	(X) Kabul	<input checked="" type="checkbox"/> Oy Birliği	
		<input type="checkbox"/> Oy Çokluğu	
	( ) Ret	<input type="checkbox"/> Oy Birliği	
		<input type="checkbox"/> Oy Çokluğu	

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

**Karar ve Gerekçesi**

Ahmet AKKAŞ'a ait "Rubu Tahtası İle Yapılan Matematiksel İşlemlere Yönelik Geogebra İle Tasarlanmış Etkinliklerin Geliştirilmesi Ve Ortaokul BİLSEM Öğrencileri Üzerindeki Yansımalarının İncelenmesi" konulu proje araştırmasının bilimsel araştırmalar etiği açısından değerlendirilmesinde kabulüne, ancak YÖK Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi 4. Maddesininin 2/g fıkrasına göre araştırma verilerinin yayınlanabilmesi için araştırma yapılan kurumdan resmi izin alınması sorumluluğunun araştırmacıya ait olduğuna *oy birliğiyle karar verilmiştir.*

**Etik Kurul Başkanı**  
**Prof. Dr. Nur ÇETİN**

## ÖZGEÇMİŞ

<b>KİŞİSEL BİLGİLER</b>	
<b>Adı Soyadı:</b>	Ahmet AKKAŞ
<b>Uyruğu:</b>	T.C.
<b>Orcid Numarası:</b>	0009-0002-4473-2644

<b>EĞİTİM BİLGİLERİ</b>	
<b>Lisans</b>	
<b>Üniversite:</b>	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
<b>Fakülte:</b>	Eğitim Fakültesi
<b>Bölümü:</b>	İlköğretim Matematik Öğretmenliği
<b>Mezuniyet Yılı:</b>	2020
<b>Yüksek Lisans</b>	
<b>Üniversite:</b>	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
<b>Enstitü:</b>	Fen Bilimleri Enstitüsü
<b>Anabilim Dalı:</b>	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı
<b>Mezuniyet Yılı:</b>	2023

<b>Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler</b>
Uluslararası Konferans ve Sempozyumlarda Sunulan Bildiriler “Rubu Tahtasının Bilgisayar Destekli Ortamda Simülasyonu” TÜRK BİLMAT 5 ÇALIŞTAYI