T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ APARATLI MATEMATİK PROBLEMLERİNİ KEŞFETME SÜRECİNE YAKINDAN BAKIŞ: BİR DURUM ÇALIŞMASI

Elif TANRIVERDİ

İzmir
2020

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ APARATLI MATEMATİK PROBLEMLERİNİ KEŞFETME SÜRECİNE YAKINDAN BAKIŞ: BİR DURUM ÇALIŞMASI

Elif TANRIVERDİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Işıkhan UĞUREL

İzmir
2020

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "Matematik Öğretmen Adaylarının Aparatlı Matematik Problemlerini Keşfetme Sürecine Yakından Bakış: Bir Durum Çalışması" adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

26/11/2020

Elif TANRIVERDİ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 25/12/2020

Tez Başlığı:

Matematik Öğretmen Adaylarının Aparatlı Matematik Problemlerini Keşfetme Sürecine Yakından Bakış: Bir Durum Çalışması

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 195 sayfalık kısmına ilişkin, 25/12/2020 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (**Turnitin**-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin **benzerlik oranı % 8 dir.**

- http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/ adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum ☐

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) x	**Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30) ☐**
x Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, x Kaynakça hariç, x Alıntılar dâhil, x Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☐ Kaynakça dâhil, ☐ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. x **EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.** x	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Elif TANRIVERDİ
Öğrenci No : 2017950074
Anabilim Dalı : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Programı : Yüksek Lisans
Statüsü : Yüksek Lisans x Doktora ☐

ÖĞRENCİ	**DANIŞMAN**
Elif TANRIVERDİ	Prof. Dr. Işıkhan UĞUREL
25/12/2020	25/12/2020

Açıklamalar

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (☐) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya ali.tas@deu.edu.tr) başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı** , Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yanımda olan, değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, fikirleri ile ışık tutan danışmanım Prof. Dr. Işıkhan UĞUREL'e,

Beni bu günlere getiren, fikirlerimin, hayallerimin peşinden gitmemi sağlayan, her koşul ve şartta yanımda olan, desteklerini bir an olsun esirgemeyen babam Mehmet TANRIVERDİ, annem H. Serap TANRIVERDİ ve abim Deniz TANRIVERDİ'ye,

Düşüncelerime saygı duyan, hayallerimin gerçekleşmesi için çabalayan ve beni her konuda cesaretlendiren Halil İbrahim YÜCE'ye,

Çocukluğumdan bu yana yanımda olan ve beni destekleyen Beyza EFE'ye, Bornova Anadolu Lisesi'nin bana kazandırdığı Ender TUNALI, Mehmet MUTLU ve tez çalışmama katkılarından dolayı Elif ÇELİK ve Yasemin DURSUN'a,

Ve çalışmaya gönüllü olarak katılan Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği anabilim dallarında öğrenim gören matematik öğretmen adaylarına çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET vii

ABSTRACT ix

BÖLÜM I 1

1. GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu 1
1.2. Amaç ve Önem 4
1.2.1. Manipülatiflerin Matematik Başarısına Etkisi 4
1.2.2. Manipülatiflerin Matematik Öğrenme Sürecindeki Diğer Etkileri 6
1.2.3. Manipülatiflere Yönelik Öğretmenlerin Bilgileri, Becerileri, Algıları ve Yaklaşımları 7
1.2.4. Manipülatiflere Yönelik Öğretmen Adaylarının Bilgileri, Becerileri, Algıları ve Yaklaşımları 8
1.2.5. Matematik Manipülatiflerinin Öğretme-Öğrenme Sürecinde Kullanım Durumları 9
1.2.6. Matematik Öğretim Programları ve Diğer Resmi Dokümanlarda Manipülatiflerin Yeri 11
1.3. Araştırma Problemi ve Alt Problemleri 13
1.4. Sınırlılıklar 13
1.5. Varsayımlar 14
1.6. Tanımlar 14

BÖLÜM II 15

2. ARAŞTIRMANIN DAYANAĞI 15

2.1. Kavramsallaştırma1 15
2.2. Aparat ve Aparatlı Matematik Problemi 17
2.3. Matematiksel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi Temellinde Aparatlı Matematik Problemlerin Önemi ve İşlevleri 21
2.3.1. Düşünme ve Düşünme Biçimleri 21
2.3.2. Analitik Düşünme ve Bütüncül Düşünmenin Problemlere Yansıması 22
2.3.3. Matematiksel Düşünme Becerisi 23
2.3.4. Akıl Yürütme (Muhakeme) 24
2.3.5. Görsel-Uzamsal Akıl Yürütme ve Geometrik Düşünme Becerisi 25
2.3.6. Matematiksel Düşünmeyi Geliştirmede Aparatlı Matematik Problemlerinin Rolü 27

BÖLÜM III 35

3. YÖNTEM 35

3.1. Araştırmanın Deseni 35
3.2. Çalışma Grubu 36
3.3. Veri Toplama Süreci ve Veri Toplama Araçları 37
3.4. Uygulama Süreci 38
3.5. Verilerin Analizi 40
3.5.1. Yazılı Formlarının Analizi 40
3.5.2. Problem Çözme Etkinlikleri Analizi 41
3.5.3. Problem Kurma Etkinlikleri Analizi 62
3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği 63

BÖLÜM IV 64

4. BULGULAR 64
4.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular 64
4.2. İkinci Probleme Yönelik Bulgular 81
4.2.1. Kategori-A: Düşünme Eksenine Yönelik Bulgular 81
4.2.2. Kategori-B: Akıl Yürütme Boyutuna Yönelik Bulgular 88
4.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular 115
4.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular 125
BÖLÜM V 148
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 148
5.1. Sonuç ve Tartışma 148
5.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma 148
5.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma 149
5.1.3. Üçüncü Alt Probleme *Yönelik Sonuç ve Tartışma 151*
5.1.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma 152
5.2. Öneriler 154
KAYNAKÇA 155
EKLER 164
EK-1 Katılımcı Onam Formu 164
EK-2 Matematik Öğretiminde Kullanılan Somut Öğrenme Araçlarına Yönelik Görüş Formu 166
EK-3 Katılımcılara Uygulanacak Olan Aparatlı Matematik Problemleri 169
EK-4 Aparatlı Matematik Problemi Çözme ve Kurma Deneyimi Sonrası Katılımcı Görüşlerini Belirleme Formu 174
EK-5 Aparatlı Matematik Problemi Değerlendirme Anahtarı 177
EK-6 Öğrencinin Akademik Özgeçmişi 178

Tablolar Listesi

Tablo 1 37
Tablo 2 41
Tablo 3 66
Tablo 4 67
Tablo 5 69
Tablo 6 70
Tablo 7 73
Tablo 8 74
Tablo 9 76
Tablo 10 78
Tablo 11 79
Tablo 12 81
Tablo 13 82
Tablo 14 84
Tablo 15 85

Tablo 16 87
Tablo 17 89
Tablo 18 90
Tablo 19 92
Tablo 20 94
Tablo 21 95
Tablo 22 97
Tablo 23 99
Tablo 24 100
Tablo 25 102
Tablo 26 104
Tablo 27 105
Tablo 28 107
Tablo 29 109
Tablo 30 110
Tablo 31 112
Tablo 32 114
Tablo 33 117
Tablo 34 118
Tablo 35 120
Tablo 36 121
Tablo 37 123
Tablo 38 124
Tablo 39 126
Tablo 40 128
Tablo 41 130
Tablo 42 132
Tablo 43 134
Tablo 44 135
Tablo 45 137
Tablo 46 139
Tablo 47 141
Tablo 48 142
Tablo 49 144
Tablo 50 146
Tablo 51 147

Şekiller Listesi

Şekil 1 ÖA-12'nin problem 1.2.a çözümü. 46
Şekil 2 ÖA-12'nin problem 1.2.b çözümü 46
Şekil 3 ÖA-10'un problem 1.2.a çözümü. 47
Şekil 4 ÖA-10'un problem 1.2.b çözümü. 48
Şekil 5 ÖA-5'in problem 2.2 çözümü (birinci görsel). 49
Şekil 6 ÖA-5'in problem 2.2 çözümü (ikinci görsel). 49

Şekil 7 ÖA-3'ün problem 2.2 çözümü (birinci görsel). 50
Şekil 8 ÖA-3'ün problem 2.2 çözümü (ikinci görsel).....50
Şekil 9 ÖA-5'in problem 3.3 çözümü.....51
Şekil 10 ÖA-2'nin problem 3.3 çözümü.....52
Şekil 11 Araştırmanın dayanağı 60
Şekil 12 ÖA-5'in problem 3.4 çözümü.....62
Şekil 13. ÖA-9 tarafından oluşturulan aparatlı matematik problemi. 116
Şekil 14. ÖA-9 tarafından oluşturulan aparatlı matematik probleminin çözümü 117
Şekil 15. ÖA-8 tarafından kurulan aparatlı matematik probleminin çözümü.....120
Şekil 16. ÖA-7 tarafından kurulan aparatlı matematik probleminin çözümü.....122

Kısaltmalar ve Simgeler Sayfası

ÖA : Öğretmen adayı
AMB : Aparat manipülasyon becerisi
AİB : Aparat ile model inşa becerisi
MEB : Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM : National Council of Teachers of Mathematics
TIMSS : Trends in International Mathematics and Science Study
ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ÖZET

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ APARATLI MATEMATİK PROBLEMLERİNİ KEŞFETME SÜRECİNE YAKINDAN BAKIŞ: BİR DURUM ÇALIŞMASI

Elif TANRIVERDİ
Yüksek Lisans, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Prof. Dr. Işıkhan UĞUREL

Bu araştırmada literatürde yeni ve özgün bir kavram olan Aparatlı Matematik Problemleri konu edinilmiştir. Araştırmanın hem manipülatiflere yönelik var olan sınırlılıkların giderilmesine katkı sağlanması hem de yeni olan aparatlı matematik problemlerine yönelik literatürdeki çalışmaların arttırılmasına destek verilmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmanın verileri 2019-2020 öğretim yılı bahar döneminde toplanmış, veri toplama ve sonraki aşamalar Covid-19 pandemi döneminde yürütülmüştür. Bu nedenle verilerin tümü uzaktan eğitim platformları yoluyla çevrimiçi ve çevrimdışı (online ve offline) olarak toplanmıştır. Katılımcılar İzmir ilindeki bir devlet üniversitesi bünyesindeki eğitim fakültesi, matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan 6'sı ilköğretim (ortaokul), 6'sı ise ortaöğretim (lise) olmak üzere 12 matematik öğretmeni adayıdır. Araştırmada bir nitel araştırma deseni olan durum çalışması kullanılmıştır. Veri toplama araçları görüş formları, aparatlı matematik problemi çözme etkinlikleri ve aparatlı matematik problemi kurma etkinliklerinden oluşmaktadır. Araştırmanın problem çözme aşamasında kullanılan problemler Uğurel (2019b)'in problem setinden seçilmiştir. Veriler içerik analizi, doküman analizi ve bunları desteklemek için yapılan kısmi söylem analizi yöntemleri ile analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar matematik öğretmen adaylarının manipülatiflere yönelik belli düzeyde bilgi sahibi olduklarını fakat eğitim hayatlarında manipülatiflerle karşılaşma oranlarının az olduğunu ve bunun da manipülatif kullanım sıklıklarına, manipülatif kullanma, geliştirme ve değerlendirme becerilerini etkilediğini göstermektedir. Aparatlı matematik problemleri çözme etkinlikleri sürecinden

elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerini analitik düşünme ekseni ile mantıksal akıl yürütme, ileri görsel/uzamsal akıl yürütme ve ileri matematiksel akıl yürütme çerçevesine sahip olduklarını göstermektedir. Aparatlı matematik problemleri kurma etkinlikleri öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemi kurarken yeterince özgün problem kuramadıklarını göstermektedir. Diğer bir sonuç öğretmen adaylarının aparat ve aparatlı matematik problemlerine yönelik tanımlama ve açıklama düzeylerinin yeterli olmadığı, bu alanda destekleyici çalışmaların yapılması gerektiğidir.

Bu araştırma aparatlı matematik problemlerini konu edinen öncü çalışmalardan biridir ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilen ilk çalışma olma özeliği taşımaktadır. Bu nedenle araştırmanın alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aparat, aparatlı matematik problemi, manipülatifler, matematiksel düşünme, ortaokul ve lise matematik öğretmen adayı, matematik eğitimi.

ABSTRACT

A CLOSE VIEW TO THE PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS' EXPLORING THE PROCESS OF MATHEMATICS PROBLEMS WITH APPARATUS: A CASE STUDY

Elif TANRIVERDİ

M.Sc. Mathematics Education

Prof. Dr. Işıkhan UĞUREL

In this research, Apparatus Mathematical Problems which is a new and original concept in the literature, is the subject. The aim of the research is to contribute to the elimination of the existing limitations regarding manipulatives and to increase the number of studies in the literature regarding the new apparatus math problems.

The data of the study were collected in the spring semester of the 2019-2020 academic year and the data collection and subsequent stages were carried out during the Covid-19 pandemic period. Therefore, all of the data was collected online and offline through distance education platforms. Participants are 12 mathematics pre-service teachers, 6 of them primary education and 6 of them secondary education studying at the education faculty within a state university in İzmir province. A case study which is a qualitative research design, was used in the research. Data collection tools consist of opinion forms, apparatus math problem solving activities and apparatus math problem setting activities. The problems used in the problem solving phase of the research were selected from Uğurel (2019b) 's problem set. The data were analyzed using content analysis, document analysis methods and partial discourse analysis method to support them.

The results show that pre-service mathematics teachers have a certain level of knowledge about manipulatives, but the rate of encountering manipulatives in their education life is low, which affects their manipulative usage frequency, manipulative use, development and evaluation skills. The results obtained from the apparatus math problem solving activities process show that pre-service teachers have the framework of logical reasoning, advanced visual / spatial reasoning and advanced mathematical

reasoning with the analytical thinking axis. The activities for setting up apparatus math problems show that pre-service teachers could not pose enough original problems while setting up an apparatus math problem. Another result is that the preservice teachers' levels of definition and explanation for apparatus and apparatus mathematics problems are not sufficient, and supportive studies should be done in this area.

This research is one of the pioneering studies on apparatus mathematical problems and it is the first study conducted with prospective teachers. For this reason, it is thought that the research will make significant contributions to the field.

Key Words: Apparatus, problems with apparatus (MathAProblems), manipulatives, mathematical thinking, pre-service primary and secondary mathematics teachers, mathematics education.

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Somut nesneler/araçlar, geçmişten günümüze kadar her dönemde günlük hayatta karşımıza çıkan ve soyut kavramları somutlaştıran, problemleri çözmeye yardımcı olan araçlardır. Farklı medeniyetlerde somut nesnelerin matematiksel hesaplamaları yapmada ve günlük işleri yerine getirmede kullanıldığı görülmektedir. Ortadoğu medeniyetlerinde sayma tahtaları, Eski Roma ve Çin medeniyetlerinde abaküs, Maya ve Azteklerde ipe dizilmiş mısır tanecikleri bunlardan bazılarıdır (Boggan, Harper, Whitmire, 2010). Okullaşmanın ve formal eğitimin yaygınlaşması ile birlikte öğretim sürecinde somut nesnelerden yararlanma oranı da artmıştır. Yakın tarihe baktığımızda özelikle 1900'lerin ortalarından itibaren pek çok öğrenme nesnesinin okullarda kullanılmaya başladığı görülmektedir. Bu durumun oluşmasında en büyük etki dönemin önde gelen eğitimcilerinin ve araştırmacılarının somut öğrenme-öğretme araçlarına yönelik yaptıkları çalışmalar ve manipülatifleri yaptıkları vurgudur.

Bu alanda önemli çalışmalar yapmış olan eğitim araştırmacılarından Piaget, Bruner, Dienes ve Skemp'in çocukların nasıl öğrenebilecekleri üzerine araştırmaları vardır. Bu araştırmacılardan Piaget'e (1952) göre öğrenciler soyut matematiksel kavramları zihinlerinde canlandırabilmeleri, gözlem yapmaları ve somutlaştırabilmeleri için fiziksel deneyimlere ihtiyaç duymaktadırlar. Örneğin küçük çocuklar sayı kavramlarını öğrenebilmeleri için önce somut deneyimler yaşar, daha sonra sayı kavramını somut nesneden bağımsız bir şekilde düşünebilirler. Ya da 4 sayısını önce 4 elma olarak ele alır ve 4 kavramını öğrenir, daha sonra "dört" kavramını bağımsız olarak kullanabilirler. Bruner'e (1966) göre ise çocukların öğrenmelerinin sembolik, ikonik ve eylemsel olarak 3 aşamada gerçekleşmektedir (Moyer, 2001; Yetkin-Özdemir, 2008). Sembolik aşaması; matematiksel sembollerden oluşan yazı dilinin kullanıldığı, ikonik aşaması resimler, diyagramlar ve grafikler kullanıldığı, eylemsel aşaması ise öğrencilerin fiziksel nesneleri kullanarak, manipüle ederek öğrenci merkezli eğitimin yapıldığı aşama olarak örneklendirilmektedir. Dienes (1971) çalışmalarında, Piaget'nin düşüncelerini destekleyerek kavramları somutlaştıran deneyimlerin öğrencinin anlamasını desteklemek için gerekli olduğunu savunmuştur. Dienes'e göre öğrenciler aktif katılım sağlayarak nesneleri keşfetmekte ve matematiksel kavramları anlamaktadırlar. Dienes'in oluşturduğu Dienes çubukları ve küpleri, öğrencilerin

matematiksel kavramları anlamak için aktif rol oynadıkları manipülatifler olarak gösterilebilir (Demir, 2016). Skemp (1987) matematik eğitim alanında yaptığı çalışmalarda, çocukların erken yaşta yaşadıkları fiziksel deneyimlerinin, somut materyal kullanmalarının soyut kavramları anlamalarında yardımcı olduğunu savunmaktadır. Eğitim alanına yön vermiş olan araştırmacıların ışığında somut materyal kullanımına verilen önem gün yüzüne çıkmış, manipülatif kavramı yaygınlaşmış ve matematik eğitimi alanında da manipülatifler üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Matematik eğitimcilerinden ve manipülatif kavramının öncülerinden olan Friedrich Frobel, 19. yüzyılın başlarında matematik kavramlarını öğretebilmek için farklı duyulara hitap eden ve manipüle edilebilen materyaller tasarlamış ve ilerleyen dönemlerde anaokulu çağındaki çocukların doğada karşılarına çıkmakta olan geometrik şekilleri tanımaları için manipülatiflerin kullanıldığı ilk anaokulu programını geliştirmiştir. Maria Montessori ise, çocukların erken yaşlarda öğrenme nesneleri ile karşılaşmalarının çocukların öğrenme sürecini pozitif yönde etkileyeceğini savunmuştur. Bu düşüncesine paralel olarak çocukların matematiksel becerilerini ve zekâlarını geliştirmeye yönelik birçok manipülatif tasarlamıştır. Bunlardan bazıları; sayı çubukları, mekik kutusu, pullar vb. dir (Yıldız, 2018).

Yukarıda sıralanan ve onları izleyen alana yön vermiş eğitim bilimcilerin yönlendirmesi ile hem eğitimin genelinde hem de matematik eğitim sürecinde somut nesne/materyal kullanımı giderek yaygınlaşmış ve ticari olarak üretilip satılır hale gelmiştir.

Literatüre bakıldığında öğrenme sürecinde kullanılan materyallere yönelik farklı isimlendirmeler yapıldığı görülmektedir. Bunlardan bazıları; öğrenme aracı/nesnesi ve öğretim materyalidir. Bu kavramlar arasında en yaygın kullanılan ve genel kabul gören kavramın "öğrenme nesnesi/manipülatif" (manipulative) olduğu görülmektedir.

Manipülatifler; soyut matematik kavramlarını temsil etmek için tasarlanmış, öğrencilerin çeşitli duyularını harekete geçiren, dokunulabilen, hareket ettirilebilen ve yeniden düzenlenebilen taşınabilir, sosyo-kültürel ihtiyaçları içeren çeşitli duyulara hitap eden somut bir kavramı temsil eden veya üzerine o kavramın ilişkisinin uygulanabileceği herhangi bir nesne, resim veya çizim olarak tanımlanmaktadır (Moyer, 2001; Kennedy, 1986; Van de Walle, Lovin, Karp ve Bay-Williama, 2013). Manipülatiflerin somut ve uygulanabilir bir nesne olması öğrencilerin görerek, uygulayarak deneyim yaşamasını sağlamakta ve görsel, işitsel, dokunsal olan bir eğitim süreci öğrencinin daha iyi kavramasına, bilgiyi hatırlamasına yardımcı olmaktadır. Özellikle matematik gibi soyut kavramlar üzerinde anlatılan dersleri hayal etmekte ve kavramakta zorlanan öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlayabilmelerini

sağlamak için kavramları öğrenciler için somutlaştırmak yararlı olacaktır. Manipülatifler de öğrencilerin soyut matematiksel kavramlar arasında ilişki kurmalarına yardımcı olmaktadır (Holmes, 2013).

Literatürde matematik manipülatifleri üzerine yapılmış çok sayıda araştırma yer almaktadır. Araştırmalarda manipülatiflerin öğrenci başarısına etkileri, manipülatif kullanım sıklıkları, manipülatif kullanım seviyeleri gibi birçok konu incelenmiştir. Manipülatiflerin öğrenci başarısına etkileri kapsamında manipülatiflerin öğrenmeye olumlu etkilerini gösteren çalışmalar (Sowel, 1989; Kelly, 2006; Tuncer, 2008; Baki, Köse ve Güven, 2011; Tutak, Aydoğdu ve Erşen, 2014) ile olumsuz etkilerini gösteren çalışmalar (Mc Neil ve Jarvin, 2009; Van de Walle, 2007) mevcuttur. Manipülatif kullanım sıklıkları kapsamında manipülatiflerin yeterince kullanılmadığını gösteren çalışmalar vardır. Gökmen (2012) yaptığı çalışmada manipülatiflerin yeterince kullanılmadığı sonucuna ulaşmıştır. Manipülatif kullanım seviyeleri kapsamında okul öncesi ve ilköğretim ilk yıllarında daha fazla kullanılan manipülatiflerin öğretim kademeleri ilerledikçe kullanım oranlarının oldukça azaldığı gözlenmektedir. Bu durumun temel nedenlerinden bazıları; öğretmenlerin ortaokul ve lise düzeyleri için nitelikli manipülatifleri bulmada güçlük çekmeleri ve manipülatiflere yönelik mesleki gelişim eğitimlerine ihtiyaç duyuyor olmalarıdır (Tutak, Kılıçarslan, Akgül, Güder ve İç, 2012; Yetkin-Özdemir, 2008; Aydoğdu-İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu, 2016).

Yukarıda sıralanan ve diğer sınırlılıkların azaltılmasına/giderilmesine yönelik alternatif yaklaşımlara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu tür bir yaklaşım Uğurel (2019a) tarafından ortaya konulmuş ve yeni bir kavram tanımlanarak özgün bir yaklaşım geliştirilmiştir. Uğurel (2019a) manipülatif kavramı altında ele alınabilecek ancak kullanım ve geliştirme alanını sınırlandırarak ve işlevini özelleştirerek "aparat" ve "aparatlı matematik problemi" kavramlarını tanımlamıştır. Aparat "ağırlıklı olarak ya da tamamen problem çözme ve kurma amacı taşıyan, birden fazla kazanım, konu ya da beceri alanı için sıra dışı akıl yürütmeler gerektiren içerikler geliştirilmesine imkân tanıyan, çevirme, tutma, ölçme, döndürme, taşıma, dizme ve benzeri fiziksel eylemlerin (manipülasyonların) kolaylıkla gerçekleştirilebildiği somut nesnelerdir" (Uğurel, 2019a, s.8). Aparatlı matematik problemi ise "bir aparat üzerinde kurulan ve çözümünün verilen aparat kullanılarak yapılabileceği problemlerdir" (Uğurel, 2019a, s.8).

Literatüre yeni kazandırılmış olan "aparatlı matematik problemi" kavramı üzerine yapılan akademik çalışmalar az sayıda olup, bu yeni tür problemlerin matematik eğitimine yönelik etkileri, problemleri çözen ve uygulayan kişilere katkıları, öğretim sürecindeki işlevleri ve bu problemleri

çözen/kuran öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin görüş, düşünce ve tutumları gibi pek çok konu araştırılmayı beklemektedir.

Bu çalışmanın konusu aparatlı matematik problemlerini içermekte ve geleceğin matematik öğretmenlerinin aparatlı problemler ile tanışmalarını sağlayan kısa süreli bir deneyim sürecine dayalı olarak, onların aparatlı matematik problemlerine yaklaşımları çok yönlü şekilde irdelenmektedir.

1.2. Amaç ve Önem

Manipülatifler matematiksel kavramlar ifade edebilmek ve gerçek hayat ile kavramlar arasındaki bağlantıyı kurabilmeleri için dokunulabilen, hareket ettirilebilen ve yeniden düzenlenebilen nesnelerdir (Kennedy, 1986). Manipülatif kavramı 19. yüzyılın başından itibaren eğitim alanında kullanımı yaygınlaşmıştır. Bunun temel sebebi manipülatiflerin öğrencilerin deneyimleyerek öğrenmesini sağlaması ve bilgiyi bu şekilde inşa ediyor oluşlarının (Moyer, 2001) farkına varılmasıdır. Manipülatif kullanılmasının yaygınlaşması beraberinde manipülatiflere yönelik araştırmaların artmasına da etki etmiştir. Benzer şekilde araştırmaların artması manipülatif kullanımının daha yaygın hale gelmesine yardımcı olmuştur. Yapılan araştırmalarda manipülatiflerin öğrenci başarısına etkileri ve öğretmen/öğretmen adaylarının manipülatiflere yönelik bilgi, algı ve yaklaşımları gibi konuların incelendiği görülmektedir. İzleyen bölümde bu konulardaki çalışmalara yönelik kısa bir perspektif sunulmaktadır.

1.2.1. Manipülatiflerin Matematik Başarısına Etkisi

Alan yazın incelendiğinde manipülatiflerin matematik başarısı üzerindeki etkisini inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Öncelikle tekil çalışmalar incelendiğinde, Cain-Caston (1996) üçüncü sınıftaki 70 öğrenci ve 4 öğretmenin katılımıyla gerçekleştirdiği araştırmasında manipülatif kullanan öğrencilerin matematik dersini ve kavramları daha iyi anladığını ve matematik ders başarısının arttığını sonucuna ulaşmıştır (Boggan, Harper ve Whitmire, 2010). Aburime (2007) Nijerya'da 287 lise öğrencilerin katılımı ile gerçekleştirdiği çalışmada özellikle geometri alanında manipülatif kullanan öğrencilerin kullanmayan öğrencilere göre daha fazla başarı elde ettiği sonucuna ulaşmıştır. Aydoğdu, Erşen ve Tutak, 2014) 60 altıncı sınıf öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmasında manipülatif kullanan öğrencilerin kullanmayan öğrencilere göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Tuncer (2008) ise sekizinci sınıf öğrencileri ile Pascal üçgeni ve Binom açılımı konusu üzerine manipülatif kullanımını incelemiş, manipülatif kullanımının matematik başarısını arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Literatürde tekil çalışmaların yanında manipülatifler üzerine yapılmış meta-analiz çalışmaları da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan Sowell (1989) anaokulu düzeyinden lise ve üzeri seviyeye kadar toplam 60 araştırmayı inceleyerek gerçekleştirdiği meta analiz çalışmasında başarı ve kalıcılık açısından özellikle uzun süreli kullanımlarda somut manipülatiflerin daha etkili olduğunu sonucuna ulaşmıştır. Domino (2010) da manipülatiflerin matematik başarısına etkilerini inceleyen çalışmalar üzerine bir meta analiz gerçekleştirmiştir. Çalışmada ABD'de 1989-2010 seneleri arasında manipülatifler ile ilgili yayınlanmış 1035 makaleden 31 tanesi seçilerek bunlar üzerinde meta analiz yapmıştır. Analiz sonucunda, manipülatif kullanan öğrencilerin matematik başarılarının manipülatif kullanmayan öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bir başka meta analiz çalışması ise Carbonneau, Marley ve Selig (2013) tarafından yapılmıştır. Anaokulu düzeyinden üniversite düzeyine kadar farklı seviyeler üzerinde yapılmış toplam 55 çalışma seçilerek yapılan analiz sonucunda manipülatif kullanımının akılda tutma ve kalıcılık açısından önemli olumlu etkileri olduğu ancak problem çözme gibi etkinliklerde düşük etki meydana getirdiği sonucuna ulaşmıştır

Literatürde olumlu etkilerin yanında manipülatif kullanımının nötr ya da olumsuz etkileri olabileceğini gösteren araştırmalarla da karşılaşılmaktadır. Resnick ve Omanson (1987), manipülatif kullanımının çok basamaklı sayıların öğretimi ile ilgili yaptığı araştırmasında, manipülatif kullanımının matematik başarısında çok az etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Labinowicz (1985), üçüncü sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasında matematiksel hesaplama konusunda öğrenciye katkısının az olduğu sonucuna ulaşmıştır. McNeil ve Jarvin (2009) ise 113 dördüncü sınıf, 117 altıncı sınıf öğrencinin katılımıyla gerçekleştirdiği çalışmasında öğrencilerin materyal kullanarak paralar ile ilgili problemleri çözüm durumları incelemiş ve manipülatiflerin matematik problemi çözme performansında olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Çalışmada manipülatiflerin problem çözme sürecini olumsuz etkilemelerinin sebepleri algısal olarak zengin manipülatifleri kullanmak öğrencilerin dikkatini dağıtması ve soyut kavramları temsil etmek için kullanması zor olması olarak belirlenmiştir.

Yukarıdaki bilgilerden görüldüğü üzere literatürde manipülatiflerin matematik başarısına etkileri konusunda tam bir anlaşma olmadığı görülmektedir. Pek çok kaynakta matematik öğrenme sürecinde manipülatiflerin kullanılmasının olumlu etkileri olduğu ifade edilmekte ve kullanımlarına yönelik öneriler ve tavsiyeler bulunmaktadır. Buna karşın bu durumun araştırma boyutunda (başarıyı arttırma noktasında) homojen bir yapı göstermediği de görülmektedir.

1.2.2. Manipülatiflerin Matematik Öğrenme Sürecindeki Diğer Etkileri

Manipülatifler birçok duyguyu öğrenme sürecine entegre ederek çoklu öğrenme ortamı oluşturur, bireysel öğrenme ihtiyacını karşılar, dikkat çeker, konunun hatırlanmasını kolaylaştırır, soyut kavramları somutlaştırır, öğrenmeyi aktif hale getirir, gerçek hayat problemlerini deneyimletir, öğrencinin keşfetmesini, bireysel öğrenmesini ve aktif öğrenmesini destekler. Aynı zamanda deneyim üzerine kurulu matematik eğitimi ulusal standart sınavlarda başarı getirir. Diğer bir yandan manipülatifler işbirlikli öğrenmeyi, matematiksel fikirler hakkında yorum yapabilmeyi sağlar, problemlerin farklı çözüm yolları olabileceğini fark ettirir (Kocaman, 2015). Baki, Köse ve Güven (2011)'e göre manipülatifler matematiğin öğrenilmesinde kolaylık sağlar. Barrett (2013) manipülatiflerin yanlış anlaşılmış olan konu ve kavramlara açıklık getirdiğini, kavram yanılgılarını önleyerek öğrencilerde oluşan endişelerin üstesinden gelmeye yardımcı olduğunu belirtmiştir. Manipülatif kullanımı birden çok duyu organını harekete geçirdiği için kalıcı, kolay ve anlamlı eğitim sağlar. Kısaca manipülatifler somutlaştırır, basitleştirir anlamayı kolaylaştırır, motivasyonu arttırır, kalıcı öğrenme sağlar ve başarı getirir. Manipülatiflerin alt kademelerde kullanılması matematiksel temel oluşturduğuna inanmaktadır (Çetin, Aydın ve İbrahim, 2019). Barrett (2013) göre, matematik kaygısı çocuklarda ikinci veya üçüncü sınıftan itibaren başlamaktadır. Bu nedenle bu tür kaygıların giderilmesi için kendisi manipülatiflerin her seviyede kullanılmasını önermektedir. Fakat literatüre (Uribe, Florez ve Mcintosh, 2013) göre, manipülatiflerin alt seviyelerde kullanılmasının daha uygun olduğunu savunan öğretmenler de bulunmaktadır.

Manipülatiflerin olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkilerini de ortaya koyan araştırmalar vardır. Örneğin; Bozkurt ve Şahin'e göre (2013), manipülatif kullanımı sırasında öğrenciler görselliğe odaklanarak işlevselliği fark edemez, manipülatifler ile konunun bir kısmı öğretilebilir, öğrenci materyale sahip olamayabilir ve müfredatın yetişmesini zorlaştırabilir. Moyer (2001) ve Yıldız (2018) manipülatif kullanımının sınıf yönetimini zorlaştırdığını ve öğrencilerin sorumlu tutulduğu sınavlara uygun olmadığını belirtmişlerdir. Gökmen (2012) manipülatifler zaman kaybı yaratır, sınıf yönetim problemleri ortaya çıkarabilir, oyuncak olarak algılanabilir, materyallerin organizasyonu zor olabilir ve yeterli materyal bulunamayabilir demiştir.

1.2.3. Manipülatiflere Yönelik Öğretmenlerin Bilgileri, Becerileri, Algıları ve Yaklaşımları

Literatürde yer alan çalışmalardan bir kısmının bugünün ve geleceğin öğretmenlerin manipülatiflere yönelik bilgi, algı, görüş ve yaklaşımlarını konu edindiği görülmektedir.

Johns (2010) literatürdeki (Kuhs ve Ball, 1986; Ernest, 1989; Cooney, 1999) çalışmalarından yararlanarak öğretmen görüşlerinin pratiği şekillendiren, bilgiyi yönlendiren ve matematik öğretimi uygulaması üzerine önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Manipülatif kullanımında en önemli etkenlerden biri öğretmendir. Öğretmenlerin manipülatiflere yönelik bilgi, algı, görüş ve yaklaşımları ile öğrencilerin matematik dersinde manipülatifleri doğru ve anlamlı şekilde kurmaları arasından bir bağ bulunmaktadır (Moyer, 2001; Mcintosh, 2013; Swan ve Marshall, 2010).

Manipülatif kullanımı konusunda bilgi sahibi olan öğretmenler, öğrencilere manipülatifleri daha etkili, doğru nasıl kullanacaklarını öğretir, her sınıf seviyesine uygun halde kullanır, kavram yanılgılarının oluşmamasını sağlar ve bilgi sahibi olmayan öğretmenlere göre daha fazla manipülatif kullanımını destekler ve kullanırlar (Mcintosh, 2013; Gilbert ve Bush, 1988; Bozkurt ve Akalın, 2010). Öğretmenlerin manipülatifler ile ilgili bilinçlendirilmesi ve algılarının arttırılması manipülatiflerin derse entegrasyonunu kolaylaştıracak, doğru entegrasyon sağlayacaktır. Çünkü öğretmenlerin dersleri planlarken öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerini düşünerek manipülatifler ile ders planı yapmaları gerekmektedir. Fakat çoğu öğretmen materyaller ve kavramlar arasındaki bağı net olarak belirlemeden manipülatif kullanmaktadır (Yetkin-Özdemir, 2008). Öğretmenlerin manipülatifler konusunda bilgi sahibi olmaları çok önemlidir. Buna rağmen literatürde (Gilbert ve Bush, 1988; Howard, Perry ve Tracey, 1997; Bozkurt ve Akalın, 2010; Ünlü, 2017) öğretmenlerin yeterli bilgi ve donanıma sahip olmadığı belirten pek çok çalışma bulunmaktadır. Gilbert ve Bush (1988) öğretmenlerin manipülatif kullanımı ile ilgili yaptığı çalışmada, öğretmenlerin bilgi eksikliği olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada Howard ve arkadaşları (1997) matematik öğretmenlerin manipülatiflere yönelik bilgilerine güvenmediklerini ve manipülatiflerin doğru kullanımı konusunda daha fazla eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Ülkemizde öğretmenlerle yapılan çalışmalardan bazılarında da (Bozkurt ve Akalın, 2010; Ünlü, 2017) öğretmenlerin manipülatif kullanım konusunda yetersizlik hissettiği, eğitim almak istedikleri ve hizmet içi eğitimler ile manipülatif kullanımı konusunda öğretmenlerin desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Swan ve Marshall (2010) öğretmenlerin manipülatif kullanma deneyimleri sonrası görüşlerini ve yaklaşımlarını; ilgiyi arttıran, motivasyon sağlayan ve eğlenceli olarak sıralamıştır. Aynı şekilde Howard ve arkadaşları (1997) ve Moyer (2001) de çalışmalarında öğretmenlerin manipülatifleri eğlenceli olarak tanımladığını belirtmektedir. Öğretmenlerin manipülatifleri eğlenceli olarak tanımlamaları, anlamlı matematik öğretimine bir engelleyici unsur olacağı, matematiği sınırlayacağı ve öğretmenlerin manipülatifleri sadece güdüleme aracı olarak kullanacaklarının endişesini getirmektedir (Howard ve ark., 1997; Moyer, 2001; Swan ve Marshall, 2010). Öğretmenlerin manipülatiflere yönelik yaklaşımlarından bir diğeri de manipülatiflerin zaman ve sınıf yönetimini zorlaştırdığı ve yeterli materyale sahip olmadıklarıdır (Gilbert ve Bush, 1988; Ünlü, 2017).

Bu durumlar göz önüne alınarak, öğretmenlerin manipülatiflere yönelik bilgi, beceri ve deneyimlerinin arttırılmasının gerekli ve yararlı olacağı düşünülmektedir.

1.2.4. Manipülatiflere Yönelik Öğretmen Adaylarının Bilgileri, Becerileri, Algıları ve Yaklaşımları

Manipülatiflerin kullanımında öğretmenin rolünün büyük olması dolayısı ile öğretmen adaylarının eğitim süreçlerinde manipülatif kullanma, geliştirme ve ders ile bütünleştirebilmeleri konularında aldıkları eğitimler çok önemlidir. Eğitim sürecinde manipülatif kullanan öğretmen adayları, öğretmen olduktan sonraki dönemde manipülatif kullanımı konusunda daha isteklidir ve manipülatifleri daha çok kullanmaktadırlar (Gökmen, Budak ve Ertekin, 2016; Çakıroğlu ve Yıldız, 2007). Aynı zamanda öğretmen adaylarına hizmete başlamadan önce, öğrencilerin düşünme tarzları hakkında bilgi sahibi oldukları takdirde hizmete başladıkları zaman manipülatifleri derste daha etkin kullanırlar (Yetkin-Özdemir, 2008). Bu nedenle öğretmen adaylarının daha fazla manipülatif kullanmalarını sağlamak için eğitim fakültelerinin 2. sınıfında Öğretim Teknolojileri ve Materyal tasarımı dersi konulmuştur (Ünlü, 2017).

Öğretmen adaylarının manipülatifler hakkında görüşlerini ve tutumlarını inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara (Yetkin-Özdemir, 2008; Mcintosh, 2013; Aydoğdu-İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu, 2016) göre, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin manipülatiflere karşı olumlu tutuma sahip olduklarını görülmektedir (Çetin, Aydın ve İbrahim, 2019). Öğretmen adaylarının manipülatifleri etkili görmeleri öğretmen adaylarının manipülatifleri etkili kullanmasında yeterli mi? sorusu ile karşılaşılmaktadır. Bu konu ile ilgili çalışmalar yapan Yetkin-Özdemir'e (2008) göre öğretmen adaylarının %44'lük kısmı etkili olduğunu düşünmemektedir. Öğretmen adaylarına

sorulduğunda manipülatifleri etkili kullanmaya yönelik bilgi ve becerilerinin yeterli olmadığı ve adayların göreve başlamadan önce bu konuda desteklenmeye ihtiyaç duydukları ortaya çıkmıştır (Yetkin-Özdemir, 2008). Bu duruma paralel olarak Çakıroğlu ve Yıldız (2007) ortaokul matematik öğretmeni adaylarının materyal kullanma deneyimleri incelemiştir ve öğretmen adayları manipülatiflerin kavramsal anlamayı nasıl destekleyeceği üzerinde durmadıkları görülmüştür. Ünlü, (2017)'ün araştırmasında ise öğretmen adaylarının manipülatifleri kullanmak istememe sebepleri arasında; manipülatifler konusunca beceri, bilgi eksikliği, kendilerini bu konuda yetersiz hissetmeleri ve manipülatiflerle öğrenimi gereksiz görmeleri yer almaktadır. Öğretmen adaylarının negatif düşüncelerini azaltmak, bilgi ve becerilerine yönelik gelişim sağlamak ve kendilerini yeterli hissetmelerine yardımcı olmak için manipülatif kullanımı konusunda desteklenmelidirler. Öğretmen adaylarının manipülatif konusunda desteklenmesi ve manipülatifleri nasıl kullanacakları öğretilmelidir (Çakıroğlu ve Tuncay, 2007).

1.2.5. Matematik Manipülatiflerinin Öğretme-Öğrenme Sürecinde Kullanım Durumları

Gökmen (2012) tarafından yapılan çalışmada katılımcı ilköğretim öğretmenlerine kullandıkları manipülatifler, bunları kullanma yüzdeleri sorulmuş ve çalışmada "öğretmenlerin %70 gibi büyük bir kısmının genel olarak manipülatif kullanımı ve tasarımı hakkında bilgi almak istedikleri" görülmüştür (s.41). Bir diğer araştırmada Çetin, Aydın ve İbrahim, (2019) katılımcı matematik öğretmenlerinin %65,8'lik kısmının manipülatifleri kullandıklarını belirtmiş ancak öğretmenlerin materyal kullanımındaki bilgi, beceri ve deneyimlerinin az olması sebebiyle materyal kullanımında desteklenmesi gerektiği vurgulamıştır. Aydoğdu-İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu, (2016) matematik öğretmen adaylarının manipülatif kullanımında ve manipülatifleri tanıma konusunda kendilerini yeterli bulduklarını, fakat manipülatifleri az kullandıklarını ifade etmiştir. Bu araştırmalardan yola çıkarak öğrenim sürecinde manipülatif kullanan öğretmen adaylarının kendi sınıflarında da manipülatifleri etkin kullandıkları gözlenmektedir (Çakıroğlu ve Yıldız, 2007).

Matematik öğretmen adaylarına verilecek olan eğitimlerde manipülatif kullanımının öğrenci merkezli olarak verilmesi ve öğretmen adaylarının donanımlı olarak yetiştirilmesi önerilmektedir (Gökmen, Budak ve Ertekin, 2016). Domino (2010) matematik öğretmen adaylarının eğitimleri sırasında manipülatifleri doğru şekilde kullanmayı öğrendikleri zaman, manipülatiflerin kullanılmasında ve hazırlanmasında daha istekli olacağı çıkarımını yapmıştır.

Çetin, Aydın ve İbrahim (2019)'in yaptığı araştırmada ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanma durumları incelenmiştir. Araştırmaya katılan ortaokul matematik öğretmenlerinin %33.6'sı manipülatiflerin tüm okul seviyelerine (1-8. sınıf) uygun olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Sowell'in (1989) yaptığı meta-analiz çalışmasına göre, manipülatifler ile ilgili çalışmalar ilkokul seviyelerinde fazla iken sınıf düzeyi ilerledikçe sayılarında azalma olduğu gözlenmiştir.

Manipülatiflerin öğrenmeye katkıları açıkça belirtilmiş olmasına rağmen öğretmenler manipülatifleri derslerinde etkin bir şekilde kullanmamaktadırlar. Ülkemizde yapılan bazı araştırmalarda da öğretmenlerin matematik derslerinde manipülatif kullanma düzeylerinin yüksek olmadığı belirlenmiştir (Pişkin, 2010). Ayrıca Gilbert ve Bush (2008) deneyimli öğretmenlerin deneyimsiz öğretmenlere göre daha az manipülatif kullandığını belirtirken, Mcintosh (2013) bunun tam aksini iddia etmektedir. Bozkurt ve Akalın'a (2015) göre literatürde (örneğin, Birol ve Ergin, 2000; Rıza, 2000; Alkan, 2005; Çelebi, 2005; Jan Gahala, 2005) manipülatiflerin etkin bir şekilde kullanılmama sebepleri ortaya konulmuştur. Sebeplerden bazıları; öğrenci ve öğretmen arasındaki ilişkinin azalacağı, öğretmenlerin fazladan çaba göstermek istememesi, öğrenme sürecinin mekanikleşeceği algısı, manipülatiflerin öğretmenin yerini alacağı algısı, öğretmenlerin manipülatif kullanımına olan isteksizliği ve yardım alabilecekleri kimsenin olmaması, öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmamasıdır (Bozkurt ve Akalın, 2010). Aynı zamanda öğretmenler manipülatif kullanımı sırasında öğrencilerin yorumları ve söylemleri ile matematiksel fikirleri bağdaştırmak ve de uygun öğrenim ortamları geliştirmekte de zorlanmaktadırlar (Moyer, 2001).

Kimi kaynaklarda (örneğin, Wearne ve Hibert, 1988; Sowel, 1989; Baroody, 1989; Baki ve Çelik, 2005; Yetkin-Özdemir, 2008) manipülatif kullanımının öğrenmeyi olumlu yönde etkilediği ortaya koyulsa da bu alandaki bir grup çalışmanın bulguları bu düşünce ile örtüşmemektedir (Bozkurt ve Akalın, 2010; McNeil ve Jarvin, 2009). Bu durumun sebepleri arasında manipülatiflerin kullanım şekli, manipülatiflerin yapısı, öğretmenlerin manipülatiflere yönelik bilgi ve deneyimleri gösterilebilir (Sowell, 1989; Yetkin-Özdemir, 2008; McNeil ve Jarvin, 2009; Bozkurt ve Akalın, 2010). Öğretmen manipülatif kullanımında yeterli beceri ve bilgiye sahip değilse öğrenciler de manipülatif kullanırken zorlanacaktır.

Manipülatif kullanımı konusunda başarılı olan öğretmenlerin manipülatiflerin öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerini nasıl etkileyeceğini gözlemlediği, çoğu öğretmenin ise derslerde manipülatifleri plansız bir şekilde kullanmaya çalıştıkları görülmektedir (Yetkin-Özdemir, 2008). Kullanılan manipülatiflerin pozitif yönde etkili olabilmesi için manipülatifler ile kavram ve semboller

arasındaki köprü kurulmalıdır. Kavram ile ilişkilendirilmeyen bir manipülatif, öğrenciler tarafından ezbere kullanılacak ve (kalıcı) öğrenme sağlanamayacaktır (Yetkin-Özdemir, 2008).

1.2.6. Matematik Öğretim Programları ve Diğer Resmi Dokümanlarda Manipülatiflerin Yeri

(Amerika) Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği (NCTM)'nin 2000 yılında yayınladığı "Okul Matematiği için Prensipler ve Standartlar" belgesinde manipülatif kullanımının her sınıf seviyesinde olması gerektiği belirtilmiştir. Benzer şekilde (Amerika) Ulusal Valiler Derneği ve Devlet Okul Yöneticiler Konseyi (NGA & CCSSO) (2010) manipülatiflerin matematik öğretimi için kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Kanada öğretim programında ise manipülatiflerin kullanımının yaygınlaştırılması, problem çözme sürecindeki önemi vurgulanmıştır ve kullanımları konusunda eğitimciler ve yönetim tarafından desteklenmesi önerilmiştir (OMoE, 2014). Bazı ülkelerde bulunan ve resmi organlarca desteklenen kimi eğitim toplulukları, eğitim siteleri ve projelerde de manipülatif kullanımını desteklemekte ve yaygınlaşmasını sağlamaya çalışılmaktadır. Aşağıda bu duruma yönelik birkaç örnek verilmektedir.

Danimarka'da "Eğitimsel Toplantı Birliği" adındaki web sitesi matematik öğretmenleri ve öğrenme materyallerini çevrimiçi olarak sağlamakta ve materyal kullanımını kolaylaştırmayı hedef almaktadır. Finlandiya'da yer alan "LUMA" merkezi öğretmenler tarafından yönetilmekte ve öğrenme materyallerini sağlamak için kaynak görevini üstlenmektedir. Çek Cumhuriyeti'nde yer alan "Meodika II" projesinde matematik ve birçok eğitim alanında öğrencilere dijital materyal imkânı sunmaktadır. Hollanda da "Elwier" eğitim portalı matematik öğretim materyallerini geliştirme imkânı sağlamaktadır. Portekiz'de matematik öğretmenlerinin eğitim programlarındaki amaçlarından biri okulu ulusal düzeydeki materyaller ile donatmaktır. İsveç'te Gothenburg Üniversitesi işbirliği ile "Ulusal Matematik Eğitim Merkezi'nin" (NCM) matematik eğitimindeki desteklerinden biri öğretim materyallerinin kullanımı ve geliştirilmesidir. Estonya'da da "Matematiği Seviyoruz" adındaki projenin amaçlarından biri anlamlı, ilgi çekici öğretim materyallerin ortaya konulmasıdır (Komisyonu, 2011).

Türkiye'de de diğer ülkelerde olduğu gibi ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretim programlarında manipülatiflerin kullanımı önerilmektedir. 2009, 2013 ve 2017 matematik öğretim programları incelendiğinde her üç müfredatta da matematik dersi uygulama basamaklarında somut materyaller kullanımının olduğu, üç programında aktif öğrenci katılımının olduğu, problem çözme ve akıl yürütmeye vurgu yapıldığı (Şen, 2017) görülmektedir. En son uygulamaya konan öğretim

programında, matematiksel bilginin inşa sürecinde, yeni kavram öğretiminde, ölçme ve değerlendirmede manipülatif kullanılmalıdır (MEB, 2018) ifadesi yer almaktadır. Ortaöğretim matematik uygulamaları dersi öğretim programında "MU.5.2.2.1 Çokgenleri farklı modellerle inşa eder" kazanımında öğrencilerden çokgen inşası için somut manipülatif (tangram, kareli-noktalı kağıt vb.) kullanması, "MU.6.4.2.1 araştırmanın sonuçlarını aritmetik ortalama ve açıklık kurarak yorumlar", "MU.8.3.1.1 üçgenlerin temel ve yardımcı elemanları ile ilgili problem çözer" gibi kazanımlarında öğrencilerin somut manipülatif kullanması beklenmektedir.

Yukarıda sunulan bilgilerden yola çıkarak şunu ifade etmek mümkündür. Manipülatiflerin matematik eğitimi sürecinde kullanılmasına yönelik öneri, tavsiye ve yönlendirmeler oldukça fazladır. Manipülatiflerin pek çok olumlu etkisi olduğunu (motivasyon, somutlaştırma, iletişim kurma, eğlenme, küçük kas gelişimi, vb.) ortaya koyan çalışmalar olmasına karşın öğrenci başarısına etkisi noktasında bir ayrışma olduğu görülmektedir. Kimi araştırmalar başarının arttırdığını rapor ederken kimi araştırmalar ise bunun sınırlı olarak sağlanabileceğini ya da tam aksine başarıyı arttırmadığını ifade etmektedir. Bu durum manipülatiflerin başarıyı arttırmadaki rolü ve etkisine yönelik genel bir fikir birliği oluşmamasına neden olmaktadır. İfade edilebilecek bir diğer nokta ise öğretmenlerin (ve öğretmen adaylarının) manipülatiflere yönelik bilgi, algı, görüş ve yaklaşımlarında da çeşitlilik gösterdiği ve tutarlı bir genel yapıya sahip olmadığıdır. Bu ve diğer kimi etkenlerle de ilişkili olarak öğretmelerin matematik öğretim sürecinde manipülatif kullanma durumlarının az olduğu ve ağırlıklı olarak okul öncesi ve ilköğretimin ilk yıllarını kapsadığını karşımıza çıkan bir diğer temel husustur.

İşte bu temel tespitlerden yola çıkarak kendi yaklaşımı çerçevesinde, manipülatiflerin kullanım ve işlevselliğini arttırmayı amaçlayarak Uğurel (2019a) yeni bir kavram tanımlamıştır. Bu kavram "Aparatlı Matematik Problemi"dir. Aparatlı matematik problemi genel olarak manipülatif kavramı altında yer alan ancak kendine has biçimsel ve işlevsel özelikleri ile yeni bir anlayış ve yaklaşım sunan bir kavramdır. Bu kavrama yönelik ayrıntılı bilgiler "*kavramsallaştırma*" bölümünde sunulmaktadır.

Matematik öğretiminde yer alan en önemli ögenin öğretmenler olması sebebiyle aparatlı matematik problemlerine yönelik matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerini, deneyimlerini, tutumlarını, performanslarını vb. konu edinen araştırmalara öncelikli olarak gereksinim olduğu düşünülmektedir. Bu araştırma bu düşünceden hareketle tasarlanmış ve araştırmada matematik öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerine yönelik yaklaşımları incelenmiştir. Pandemi (Covid-19 Salgını) döneminde gerçekleştirilen ve içerdiği konu alanında ilklerden biri olan bu araştırma,

Ege Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinin ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği anabilim dallarında öğrenim görmekte olan matematik öğretmen adaylarından seçilen bir katılımcı grup ile gerçekleştirilmiştir. Aparatlı matematik problemleri ile ilk kez karşılaşan öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerini keşfetme (tanıma, çözme, kurma ve yorumlama) süreçleri ve deneyimlerine dayalı görüşleri belirlenmiştir. Bu araştırma ile hem manipülatiflere yönelik var olan sınırlılıkların giderilmesine katkı sağlanması hem de yeni olan aparatlı matematik problemlerine yönelik literatürdeki çalışmaların arttırılmasına destek verilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma literatürde öğretmen adayları ile gerçekleştirilen ilk araştırma olup aynı zamanda pandemi dönemi uygulamaları nedeniyle tüm süreçlerinin uzaktan eğitim olanakları ile çevrimiçi (ve çevrimdışı) şekilde gerçekleştirildiği ilk araştırma olma özelliği taşımaktadır.

1.3. Araştırma Problemi ve Alt Problemleri

Araştırmada yanıtı aranacak problem "Ortaokul ve lise matematik öğretmeni adaylarının aparatlı matematik problemlerine yaklaşımları nasıldır?" biçimindedir.

Belirlenen alt problemler ise aşağıdaki gibidir;

Matematik öğretmeni adaylarının,

- Bildikleri/kullandıkları somut öğrenme nesnelerine (manipülatiflere) yönelik, bilgileri ve yeterlikleri ne düzeydedir?
- Aparatlı matematik problemlerine yönelik çözümleri ve akıl yürütme biçimleri nasıldır?
- Kurdukları/geliştirdikleri aparatlı matematik problemlerin özellikleri nelerdir?
- Aparat ve aparatlı matematik problemi kavramlarına yönelik görüşleri nelerdir?

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma Ege Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi matematik eğitimi anabilim dalında ilköğretim ve (ortaöğretim) matematik öğretmenliği programlarında, 2020 yılı bahar döneminde ikinci ve dördüncü sınıflarında öğrenim görmekte olan 12 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama süreci uzaktan eğitim olanakları çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup kayıt ve belgeler internet ortamında elde edilmiştir.

1.5. Varsayımlar

Araştırmaya gönüllü olarak katılan öğretmen adayları araştırma süresi boyunca samimi ve objektif görüşlerini yansıtmışlardır.

Araştırmaya katılan öğretmen adayları veri toplama araçlarındaki soruları doğru şekilde anlamış ve cevaplamışlardır.

1.6. Tanımlar

Manipülatif: Matematik kavramını ifade edebilmek ve gerçek hayat ile kavramlar arasındaki bağlantıyı kurabilmeleri için dokunulabilen, hareket ettirilebilen ve yeniden düzenlenebilen nesnelerdir (Kennedy, 1986: Reys, Hartshorn ve Boren, 1990).

Aparat: Ağırlıklı olarak ya da tamamen problem çözme ve kurma amacı taşıyan, birden fazla kazanım, konu ya da beceri alanı için sıra dışı akıl yürütmeler gerektiren içerikler geliştirilmesine imkân tanıyan, çevirme, tutma, ölçme, döndürme, taşıma, dizme ve benzeri fiziksel eylemlerin kolaylıkla gerçekleştirilebildiği somut nesnelerdir (Uğurel, 2019a, s.8).

Aparatlı Matematik Problemi: Bir aparat üzerinde kurulan ve çözümünün verilen aparat kullanılarak yapılabileceği problemlerdir (Uğurel, 2019a, s.25).

Problem: Problem, bireyin çözüme ulaşabilmek için çaba sarf ettiği ve kolayca ulaşılabilir matematiksel ifadelerden uzak sorulardır (Schoenfeld, 1994).

Düşünme: Amaca ve bulunulan durum hakkında bilgi edinmeye yönelik problem çözmenin gereksinimi olan problemi çözmeyi, muhakemeyi, yaratıcılığı, kavramsallaştırmayı, sınıflamayı, planlamayı içeren aktif zihinsel süreçtir (Siegler ve Wagner-Alibali, 2005).

Düşünme Biçimi: Düşünme sürecinin farklı şekillerde dışa yansıması, kişinin bilgi edinme, problem çözme, çıkarım yapılarak ilişki kurmak için benimsenen düşünmenin tercih edilen şeklidir (Sternberg ve Zhang, 2005; Stenberg,1994).

Matematiksel Düşünme: Matematiksel düşünme kişinin çevresindeki nesneler ile amacına uygun sistemli, doğru ve hızlı bir şekilde, problemi her yönden inceleyerek matematiksel bir bağ kurma olarak tanımlanabilir (Sevgen, 2002; Tall, 1995; Ferri, 2003).

Akıl Yürütme: Akıl yürütme durumu inceleme, keşfetme, tahminde bulunma süreçlerini içeren, sebep sonuç ilişkisi kurarak sonuca ulaşma ve sonucu açıklama olarak tanımlanabilir (Umay ve Arıol, 2011).

BÖLÜM II

2. ARAŞTIRMANIN DAYANAĞI

Bu bölümde araştırmamıza dayanak oluşturan ana boyutlar tanımlanarak bu boyutlara yönelik farklı yaklaşımlar ve derlenen literatür bilgileri sunulmaktadır. Birinci boyut kavramsallaştırma, yani Uğurel (2019a) tarafından ortaya konan aparat ve aparatlı matematik problemi kavramlarının tanımlanmasına neden ihtiyaç duyulduğunun ve bu iki kavram için yapılan tanımlama ve açıklamaların yer aldığı bölümü içermektedir. İkinci boyut ise düşünme, düşünme türleri ve matematiksel düşünme becerisinin geliştirilmesi çerçevesinde, aparatlı matematik problemlerin önemi ve işlevlerine dönük açıklamaları kapsamaktadır.

2.1. Kavramsallaştırma[1]

Literatürde öğrenme öğretme sürecinde kullanılan araçlara yönelik farklı terimlerin kullanıldığı görülmektedir. Özellikle İngilizce adlandırmalarda karşımıza çıkan çeşitlilik Türkçe adlandırmalardan çok daha fazladır. Öğrenme öğretme sürecinde kullanılan araçlara yönelik İngilizce literatürde "artefact, tool, instrument, equipment, concreate object, learning object, physical material, manipulatives, vd." gibi terimler kullanılırken Türkçe literatürde "araç, materyal ve doğrudan İngilizce'den uyarlanan manipülatif" terimlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu kavramlardan bazıları kimi kaynaklarda birbiri yerine kullanılırken, kimi kaynaklarda ise farklı anlamlarda ifade edilmektedir. Hem İngilizce hem de Türkçe literatürde en yaygın kullanılan kavram "manipulative/manipülatif"dir. "Manipulative" teriminin Türkçe literatürde kullanımına odaklanıldığında ise hem "*manipülatif*" terimi şeklinde hem de "*öğrenme nesnesi*" olarak iki türlü kullanımın olduğu gözlenmektedir. Bu araştırmada bizim kullanmayı tercih ettiğimiz terim "manipülatif" olacaktır.

Literatürde terimsel olarak var olan çeşitlilik yanında sadece manipülatif kavramı ele alındığında bile bu kavramı tanımlama noktasında da farklı anlayışların olduğu görülmektedir. Manipülatifler matematik kavramını ifade edebilmek ve gerçek hayat ile kavramlar arasındaki bağlantıyı kurabilmeleri için dokunulabilen, hareket ettirilebilen ve yeniden düzenlenebilen nesnelerdir (Heddens 2005; Kennedy, 1986). Hynes (1986) manipülatifleri matematiksel kavramları içeren, çeşitli duyulara hitap eden ve öğrenciler tarafından dokunulup hareket ettirilebilen somut modeller olarak

tanımlarken, Moyer'e (2001) göre manipülatif materyaller soyut matematiksel fikirleri somut ve açık bir şekilde temsil etmek için tasarlanmış nesnelerdir. Swan ve Marshall (2010), Hynes'in (1986) tanımında öğrencilerin manipülatiflerle etkileşime girmeleri gerektiği ve bu düşüncenin teşvik edilmesi gerektiğini yeterince yansıtmadığını düşünerek bu fikri kapsayan yeni bir tanım ortaya koymuşlardır. Onlara göre bir matematik manipülatifi bilinçli ve bilinçsiz olarak duyusal bir şekilde matematiksel düşünmenin geliştirileceği, bir birey tarafından ele alınabilen nesnedir (Swan ve Marshall, 2010). Larbi ve Mavis, (2016) şu tanımı yapmaktadır; manipülatifler, öğrencilerin matematiksel kavramları öğrenmek veya oluşturmak için kullanabileceği kendi ortamlarındaki materyallerdir. Başka bir deyişle, öğrencinin matematiği anlamasına yardımcı olan herhangi bir malzeme veya nesnedir. Punhcer, Taylor, O'Donnell ve Fick (2008)'in tanımı ise şöyledir; manipülatifler, matematiksel bir fikrin dışsal bir temsilini oluşturmak için kullanılan, birim küpler ve temel onluk bloklar gibi öğeleri içeren somut araçlardır. Bu ve bunlara eklenebilecek diğer tanımlara bakıldığında matematik manipülatiflerine yönelik tek bir tanım yapmanın güç olduğu ve var olan tanımların tanımı yapanlarca odaklanılan hususlara (somut nesne mi, resim mi?; somutlaştıran mı, örnekleyen mi?; kavramı temsil etmeyi sağlayan mı, problem çözmeyi geliştiren mi?; gerçek yaşamla bağlantı kuran mı, matematik yapıları ilişkilendiren mi?; özel üretim bir spesifik araç mı, var olan bir nesne mi?, … vb.) göre değişiklik gösterdiği ifade edilebilir.

Bu tür ayrışımlara ek olarak literatürde ayrıca manipülatifler üzerine sınıflandırmalar yapmaya çalışan çalışmalarla da karşılaşılmaktadır. Örneğin Spikell (1993) manipülatifleri üçe ayrılmıştır. Bunlar 1-günlük yaşamda tanıdık olan nesneler (örneğin, paralar, boncuklar), 2-ticari olarak üretilen ve birden fazla olası eğitim uygulamasına sahip olan nesneler (örneğin, legolar, yapbozlar) ve 3-matematik öğretiminde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış nesnelerdir (örneğin, örüntü blokları, birim küpler). McClung (1998) da manipülatifleri 1-katı modeller (somut nesneler veya nesnelerin temsillerini kullanan), 2-uzunluk modelleri (çubukları veya sayı doğrusunu kullanan) ve 3-alan modelleri (fayans veya resimler kullanan) olarak üç gruba ayırmıştır. Yapılan sınıflandırmalar da manipülatiflerin tek bir kavram altında ele alınması yerine onlara çok boyutlu olarak bakılması gerektiğinin bir göstergesidir.

Manipülatifleri kavramada ve tanımlamada karşımıza çıkan bir diğer güçlük ise manipülatif kavramı altında ele alınan çok sayıda aracın/nesnesin bulunması ve bunlara hâkim olmanın zor olmasıdır. Öğrenme öğretme sürecinde kullanılan araçlardan yola çıkılacak olursa nelerin manipülatif olarak kabul edilebileceği konusu da kitlelere göre çok net değildir. Kimilerine göre sınıf tahtası, kitaplar ve hesap makinesi gibi araçlar birer manipülatif olarak kabul edilebilirken kimileri taban blokları, simetri aynası, tangramlar, cebir karoları gibi araçları manipülatif olarak adlandırmaktadır. Uribe-Flórez

(2009) çalışmasında öğretmenlerin manipülatif kavramından ne anladıkları araştırmış ve sınıflarında kullanılan araçları tanımlamak için manipülatif kelimesini kullanan öğretmenlerin aynı cihazları kastetmeyebildiğini görmüştür. Benzer şekilde 25 ilkokul öğretmeni ile çalışan Sherman ve Richardson (1995), öğretmenlerin manipülatif terimi üzerinde farklı yorumlara sahip olduklarını belirtmiştir. Bazı öğretmenler için, manipülatifler öğrencilerin dokunabileceği herhangi bir somut malzemedir (kutular, hesap makineleri, kara tahta), diğer öğretmenler için manipülatifler geometri tahtaları, kâğıt şeritleri veya cetveller gibi araçlardır. Buradan da anlaşıldığı üzere nelerin manipülatif olabileceğine karar verme sürecinde öğretmenlerin ya da matematik eğitimcileri ile öğretmenlerin görüşlerinde de farklılıklar olabildiği görülmektedir.

Manipülatiflerin adlandırılmasına etki eden bir diğer husus ise teknolojinin gelişmesiyle birlikte manipülatifler üzerine anlamsal bir genişleme yaşanmış olmasıdır. Önceleri bir resim ya da bilgisayar ekran görüntüsünün bir manipülatif olup olmadığı tartışılırken (Moyer ve ark., 2002, Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016) teknolojik araçların ve programların gelişmesi ile birlikte hareketli/dinamik dijital nesnelerin birer manipülatif olarak kabul edilmesi gündeme gelmiş ve bu tür araçlar için sanal (virtual) manipülatif adlandırması (Mildenhall, Swan, Northcote ve Marshall, 2008; Hoffman ve Rosen, 2009; Moyer ve ark., 2002) yapılmıştır. Böylece manipülatif tanımlarının pek çoğunda kullanılan 'somut' olma durumu bir kısım nesne için geçerli kabul edilmeye başlamış ve sanal olan nesnelerin de manipülatif olma özellikleri taşıdığı kabul edilir hale gelmiştir. Günümüzde sanal manipülatifler oldukça yaygınlaşmış ve ayrı bir çalışma alanı haline dönüşmüştür.

Yukarıda sıralanan tüm hususlar manipülatifler üzerine terim-anlam bağlamında kavramsallaştırma yapmayı güçleştirmektedir. Bu düşünceden yola çıkarak literatür üzerinde geniş taramalar yapan Uğurel (2019a) kendi mesleki deneyimini de işin içine katarak manipülatifler altında ele alınabilecek ama kendine has özellikler ve işlevleri ile ayrı bir yer ayırmayı tercih ettiği iki yeni kavram tanımlamıştır. Bunlar APARAT ve APARATLI MATEMATİK PROBLEMİ kavramlarıdır. Şimdi bu kavramları tanımlayalım.

2.2. Aparat ve Aparatlı Matematik Problemi

Manipülatif kavramı altında ele alınabilecek olan aparat kavramı ağırlıklı olarak ya da tamamen problem çözme ve kurma amacı taşıyan, birden fazla kazanım, konu ya da beceri alanı için sıra dışı akıl yürütmeler gerektiren içerikler geliştirilmesine imkân tanıyan, çevirme, tutma,

ölçme, döndürme, taşıma, dizme ve benzeri fiziksel eylemlerin (manipülasyonların) kolaylıkla gerçekleştirilebildiği somut nesnelerdir (Uğurel, 2019, s.8).

Aparatları manipülatiflerden ayıran bazı temel özellikler bulunmaktadır. Uğurel'e (2019a) göre manipülatifler genellikle "öğretimde ya da problem çözme sürecinde ikincil görev alabilen (örnekleme, somutlaştırma, bir bilgiyi hatırlatma vb.), araçlar iken aparatlar tamamen ya da büyük oranda problem çözme ve kurma amaçlı kullanılan ve problemlerin çözülebilmesi için süreçte maksimum ya da tamamen kullanılması gereken birincil görevdeki bir düşünme nesnesidir" (akt. Arıkan, 2019, s.15). Bir somut nesnenin aparat olarak kabul edilebilmesi için bazı kriterler tanımlamaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir;

- Somut ya da somut formu (karton, ahşap, plastik, metal, vb.) kolayca üretilebilen ve de küçük (ellerimizi kullanarak rahatlıkla kullanabileceğimiz) boyutlarda olan (***yapı***),
- Ağırlıklı olarak ya da tamamen problem kurma ve çözme amacı taşıyan (***amaç***),
- Birden fazla kazanım, konu ya da beceri alanı için varyasyonlu, sıçramalı ve sıra-dışı akıl yürütmeler gerektiren içerikler (yani problemler) geliştirilmesine imkân tanıyan (***içerik***),
- Çok kısa bir zamanda kendisine hâkim olunarak (keşfedilerek/ kavranarak) problem kurma ve çözme sürecinde çevirme, tutma, ölçme, döndürme, taşıma, dizme ve benzeri fiziksel birkaç eylemi (manipülasyonu) gerektiren nesnelerdir (***kullanım***) (Uğurel, 2019a).

Bu 4 (yapı, amaç, içerik ve kullanım) kriterin hepsini aynı anda içeren,

- Ticari olarak satılan (öğretim materyali olan ya da olmayan) bir araç,
- Günlük yaşamda ya da bir başka bilim dalından alınıp kullanılan bir nesne,
- Bir oyunda yer alan oyuncak ya da o oyunun düzeneği,
- Sanal olarak var olan yani kitaplarda ya da dijital ortamlarda (web sayfaları gibi) bulunan bir ya da birkaç objenin somut ve küçük boyutlarda üretilmiş model(ler)i,
- Daha önce var olmayıp bizim bizzat (problem kurmaya ve çözmeğe dönük) ürettiğimiz yeni nesneler/ objeler birer "aparat" olarak nitelendirilir (Uğurel, 2019a).

Bir aparatın içerdiği nesne sayısı ve bu nesnelerin özelliklerine yönelik Uğurel şunu ifade etmektedir;

Bir aparat,

- Tek bir somut nesneden oluşabilir.
- Birden fazla somut nesneden oluşabilir (aynı somut nesnesin bir grubundan oluşabilir yani bir özdeş nesne grubu olabilir).
- Birden fazla nesneden oluşabilir ((renk, ölçü, şekil ve doku olarak) farklı somut nesnelerin bir grubundan oluşabilir).
- Birden fazla aparat ya da aparat bölümünden/parçasından oluşabilir. (Yani iki ya da daha fazla aparatın tümü ya da bir kısmı bir araya getirilerek yeni bir aparat elde edilebilir.)

Aparatlar ve diğer manipülatifler arasındaki farkları ortaya koyabilmek için Uğurel (2019)'in tanımladığı 4 kriter bağlamında aşağıdaki gibi bir karşılaştırma yapılabilir.

- Aparatlar yapı olarak küçük boyutlarda olan, somut ya da somut formu (karton, ahşap, plastik, vb.) kolayca üretilebilen nesnelerdir. Aparatlarda temel alınan boyut ellerimiz ile kolayca manipüle edebilir ölçülerdir. Manipülatifler farklı boyutlarda/ölçülerde olabilir ve bir resim ya da afiş bir manipülatif olarak kabul edilebilir. Hatta kimi manipülatifler (sanal manipülatifler gibi) somut nesneler olmak zorunda değildir.
- Aparatlarda asıl amaç, büyük oranda ya da tümüyle problem kurma ve çözmedir. Problem çözme sürecinde bir aparat eş zamanlı olarak matematiksel kavramları temsil etme ya da modelleme gibi ikincil işlevleri de yerine getirebilir. Manipülatifler ise daha çok bir konuyu/kavramı kavratmak ve anlamayı desteklemek için ikincil görevlerde (örnekleme, somutlaştırma, modelleme, temsil etme gibi) kullanılmaktadır.
- Aparatlar birden fazla konu ya da kazanım için farklı problemler üretilmesine (yani bir problem grubu oluşturulmasına) imkân tanıyacak nitelikte nesnelerdir. Bu nedenle kullanım alanları (bir aparat ile kurulan bir dizi problem aracılığı ile farklı konu ve kavramlara yönelik birden fazla bilgi ve beceri alanı işe koşulur) ve hedef kitleleri (bir aparatlı matematik problemi aynı anda farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilere yöneltilebilir) geniştir. Bu özellik bir aparata dayalı kurulan problemlerin varyasyonlu, sıçramalı, sıra-dışı akıl yürütmeler gerektirmesini sağlar. Böylece bütününde çözücülerin matematiksel düşünme becerisinin geliştirilmesi hedeflenir. Manipülatiflerin çoğu belli bir konu, kavram ya da kazanıma yöneliktir. Dolayısıyla kullanım alanları ve öğrenmeye etkileri sınırlıdır. Öğrenilecek konu ya da kavram sayısı arttıkça

kullanılması gereken manipülatif sayısı da artar. Bu durum manipülatiflere hâkim olma ve kullanma sürecini olumsuz etkileyen bir durumun oluşmasına neden olabilmektedir.

- Aparatlar basit yapıda kendisine kısa sürede hâkim olunan ve kullanım amacı net olan (problem kurma ve çözme sınırlandırılırmış) nesnelerdir. Dolayısı ile aparatların kullanımına yönelik çok sayıda ve uzun süreli eğitimlere ihtiyaç yoktur. Bu konuda temel eğitimlerin alınması yeterli olacaktır. Manipülatifler sayı ve çeşitlilik açısından geniş bir yelpazeye dağılmaktadır. Manipülatiflerin tüm türlerini ve özelliklerini bilmek, sınıflandırmak ve bunların hangi kazanım, konu ve beceri alanı için uygun olduğunu bilmek kolay değildir ve bu konuda bir dizi eğitime ihtiyaç duyulması doğal bir sonuçtur.

Aparatlı matematik problemi tanımı ise şöyledir; "bir aparat üzerinde kurulan ve çözümünün verilen aparat kullanılarak yapılabileceği problemlerdir" (Uğurel, 2019, s.8). Aparatlı matematik problemi bir aparat üzerinde kurulan bir dizi problemden her birine verilen isimdir. Aparatlı matematik problemlerinin amacı çözücülerin sergiledikleri akıl yürütmeler yardımıyla matematiksel düşünme becerisinin geliştirilmesini sağlamaktır. Bunun için aparatlı problemlerde varyasyonlu, sıçramalı, sıra-dışı akıl yürütmelerin kullanılması esas alınmaktadır. Genellikle bir aparat için en az 3-5 adet aparatlı problemin geliştirilmesi/kurulması ve her bir problemde söz konusu akıl yürütmelerin kullanılması esas alınmaktadır. Aparatlı matematik problemlerini çözme sürecinde zihinsel süreçler ve fiziksel eylemleri eş zamanlı olarak görev alır. Böylece duyusal ve bilişsel düzeyde var olan sürekli etkileşim ile matematiksel düşünme becerisinde gelişim hedeflenir. Aynı zamanda aparatlı matematik problemleri, çözücülerin farklı bir (bir grup) sıra-dışı problem ile belli bir zaman dilimi geçirmelerini sağlayarak, sadece çözüme değil çözüm sürecine de odaklanmalarını sağlar. Böylece çözücülerin bu tür problemleri çözmeye dönük motive olmalarını ve bir problem çözmenin kazanımlarını edinmeleri ve mutluluğunu yaşamalarını hedefler. Uğurel'e göre aparatlı matematik problemlerinin büyük bölümü açık uçlu ve rutin olmayan problem yapısında olmalıdır.

Uğurel akademideki matematik eğitimcileri, öğretmenler, öğretmen adayları ve (özellikle) ortaokul ve lise öğrencilerin aparatlı problemlerini kavraması ve kullanması için "Aparatlı Matematik Problemleri Öğrenme Seti" adını verdiği bir set geliştirmiştir. Bu set içerisinde 2 kitap, 6 farklı aparat (69 parça nesne) bulunmaktadır. Kitaplardan biri tümünü Uğurel'in geliştirdiği 90'dan fazla aparatlı matematik problemini (Uğurel, 2019b) içermektedir. Diğer kitap ise bir rehber niteliğinde olup (Uğurel, 2019a) aparatlı problemlerin ortaya çıkışını, tanımı ve özelliklerini, manipülatifler ile olan ilişkilerini, öğretim sürecinde verimli şekilde kullanılmasına yönelik önerileri, aparatlı problemlerin nasıl ölçülüp

değerlendirilebileceğine yönelik açıklamaları, 2 adet rubriği ve de araştırma literatürünün kısa bir özetini içermektedir. Bu tez araştırmasında öğretmen adaylarına uygulanan tüm aparatlı problemler Uğurel (2019b)'den yazarın izni ve onayı ile alınmıştır.

Daha öncede belirtildiği üzere aparatlı matematik problemi kavramı literatüre ilk kez Uğurel tarafından kazandırılmış olup yeni bir kavramdır. Bu nedenle aparatlı matematik problemleri üzerine yapılan akademik çalışmalar az sayıda olup, matematik eğitimine yönelik etkileri, problemleri çözen ve uygulayan kişilere katkıları, öğretim sürecindeki işlevleri ve bu problemleri çözen öğrenci ve öğretmenlerin görüş, düşünce ve tutumları gibi pek çok konu araştırılmayı beklemektedir. Bugüne kadar yapılan az sayıda çalışmada, Ortaokul öğrencilerinin aparatlı matematik problemlerine yönelik çözümleri (Uğurel ve Özer, 2019); Matematikte yetenekli öğrencilerin aparatlı matematik problemlerini çözme süreçlerinde sergilediği karakteristik yaklaşımlar (Arıkan ve Uğurel, 2019); Aparatlı matematik problemleri ile kısa süreli deneyim yaşayan BİLSEM'li öğrencilerin görüşleri (Uğurel ve Arıkan, 2019); Matematikte yetenekli öğrencilerin aparatlı matematik problemlerine yaklaşımlarını (Arıkan, 2019) konu edinen çalışmalarda öğrencilerin görüş ve deneyimleri incelenmeye çalışılmıştır.

İzleyen bölümünde bu tez araştırmasında veri toplama ve analizi sürecine temel dayanak oluşturan kavramsal arka plana yönelik kısa bilgiler sunulmaktadır. Yöntem bölümünde ise söz konusu analiz çerçevesi ayrıntılı şekilde tanıtılmaktadır.

2.3. Matematiksel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi Temellinde Aparatlı Matematik Problemlerin Önemi ve İşlevleri

Aparatlı matematik problemlerinin çözüm süreci bazı becerilerin aktif olarak kullanıldığı bir süreçtir. Bu becerileri; düşünme becerisi, matematiksel düşünme becerisi, akıl yürütme ve (gerekli ise) görsel-uzamsal akıl yürütme becerisi olarak sıralayabiliriz.

2.3.1. Düşünme ve Düşünme Biçimleri

Düşünme; Amaca ve bulunulan durum hakkında bilgi edinmeye yönelik problem çözmenin gereksinimi olan problemi çözmeyi, muhakemeyi, yaratıcılığı, kavramsallaştırmayı, sınıflamayı, planlamayı içeren aktif zihinsel süreçtir (Siegler ve Wagner-Alibali, 2005). Düşünme biçimleri; düşünme sürecinin farklı şekillerde dışa yansıması, kişinin bilgi edinme, problem çözme, çıkarım yapılarak ilişki kurmak için benimsenen düşünmenin tercih edilen şeklidir (Sternberg ve Zhang, 2005; Stenberg, 1994). Düşünme biçimleri kişiden kişiye değişiklik göstermekte ve bireyin özelliklerinden dış

çevreden etkilenebilmektedir (Sternberg, 1994). Düşünme biçimleri geçmişten günümüze kadar merak konusu olmuş bir araştırma teması oluşturmuş ve birçok araştırmacı düşünme biçimleri ile ilgili teoriler geliştirmiştir.

Sternberg (1994) düşünme biçimlerini 5 kategoriye ayırmıştır. Bu kategorilerden biri olan seviyeler (levels) kategorisi altında iki farklı düşünme biçimi ele alınmaktadır. Bunlar global ve lokal düşünmedir. Global düşünme seviyesinde bireyler konuyu yüzeysel ele alır ve ayrıntılara değinmez, lokal düşünme seviyesinde bireyler ayrıntıları ele alır ve daha fazla detay içeren problemler üzerinde çalışmayı severler. Global düzeydeki bireyler genelleme yaparken lokal düzeydekiler ayrıntılar üzerine odaklanır.

Umay ve Arıol (2011) Zihinsel Benlik Yönetim Kuramı'ndaki global ve lokal düşünmeyi "bütüncül" ve "analitik" olarak ele almıştır. Umay ve Arıol'a (2011) göre analitik düşünme; ayrıntı ve somut örnekler içerirken bütüncül düşünme genelleme ve soyut örnekler içermektedir. Ve bu iki kavram problem çözme yaklaşımına önemli farklılıklar getirmektedir.

Epstein, Pacini, Denes-Raj ve Herier (1996) Bilişsel Yaşantısal Benlik Teorisi'nde (Cognitive Experiential Self Theory) düşünme biçimlerini 2 yaklaşımda incelemiştir; analitik-rasyonel ve de sezgisel-deneyimsel düşünme. Sezgisel-deneyimsel düşünme bütüncüldür ve anlık duygulara bağımlıdır, analitik rasyonel düşünme ise analitik ve duygulardan bağımsızdır.

2.3.2. Analitik Düşünme ve Bütüncül Düşünmenin Problemlere Yansıması

Arıol (2009) analitik/bütüncül düşünme ve problem çözmeyi ilişkilendirerek problem çözümünde analitik ve bütüncül düşünme biçimlerini ortaya koymuştur. Analitik düşünme; bütünün parçalardan ayrılması, tanımlanması ve sınıflandırılma süreçlerini içeren, bireylerin problemlerdeki parçaları ve özelliklerin farkına vararak, problemleri alt problemlere ayırarak, süreci adımlayarak adımlarını anlatarak yaklaşımda bulunmayı içerir (Malloy ve Jones, 1998; Dewey, 1957). Sternberg'e (2006) göre ise analitik düşünmenin 4 basamağı vardır;

- Problemi parçalar ve parçaları anlar,
- Problemin çıkış sebebini ve çözüm basamaklarını açıklar,
- Edinilen bilgi ve durumu karşılaştırır,
- Ortaya çıkan veriyi değerlendirir.

Bütüncül düşünme; probleme bir bütün olarak bakılması, problemin çözümü sırasında bireyin sezgilerine ve deneyimlerine yönelik çözümler ürettiği bir düşünme süreci olarak tanımlanır (Dewey, 1957).

2.3.3. Matematiksel Düşünme Becerisi

Matematik sayı ve işlemler ile sınırlanmamış, günlük hayatta akıl yürütme, bağlantı kurma, olayları yorumlama, problemleri çözme becerilerinin kazandırılmasına yardımcı olan bir alandır (Umay ve Arıol, 2007). Matematiksel düşünme ise Ersoy'a (2012) göre kişinin problem ile karşılaştığında karar verme, çözüm yolu için düşünmeye başlama süreçlerini içeren problemi anlayarak sebeplerini ortaya koyarak tartışması ve değerlendirmesidir. Yani kişinin çevresindeki nesneler ile amacına uygun sistemli, doğru ve hızlı bir şekilde, problemi her yönden inceleyerek matematiksel bir bağ kurma olarak tanımlanabilir (Sevgen, 2002; Tall, 1995; Ferri, 2003). Buradan anlaşıldığı üzere özünde matematiksel düşünme (içerisinde bir takım alt becerileri de içeren) problemler ile meşgul olma (çözme ve kurma yaparak) sürecidir.

Matematiksel düşünmenin diğer düşünmelerden farkı, kişinin sahip olduğu matematiksel bilgi ve kavramlarla yeni bilgiye ulaşmak için soyutlama, tahminde bulunma, genelleme, hipotez kurup test etme, muhakeme, ispatlama ve betimleme sürecini takip etmesidir (Alkan ve Bukova Güzel, 2005). Tall (1995) bu süreci soyutlama, sentezleme, genelleme, modelleme, problem çözme ve ispat olarak tanımlarken, Mubark (2005) genelleme, tümevarım, tümdengelim, mantıksal düşünme, sembolleri kullanma, soyut düşünme; Mason, Burton ve Stacey (2010) uzmanlaşma, genelleme, tahminde bulunma, ikna etme olarak tanımlamıştır. Matematiksel düşünmenin gelişmesi için bireyin 'ne biliyorum, ne istiyorum ve nasıl kontrol edebilirim' sorularını sormaları gerekmektedir. Soruları incelemek (kavramları tartmak, tahminleri sorgulamak), kontrol etmek (kendini doğrulamak), eleştirmek (kendini eleştirmek ve farklı açılardan bakmak) matematiksel düşünme ortamının oluşması için gerekli olan unsurlardır (Mason, Burton ve Stacey, 2010).

Yukarıda sıralanan ve bunlara eklenebilecek diğerleri matematiksel düşünmenin alt becerileri olarak ifade edilebilir. Bir problemler ile meşgul olma sürecinde söz konusu alt becerilerin tümünün kullanılması gerekli değildir, problemden probleme değişiklik gösterebilir. Matematiksel düşünmenin temelini oluşturan problem çözme sürecindeki problemler, okul yıllarında öğrenciler için günlük yaşamdan, diğer disiplinlerden/derslerden ve de müfredattaki matematiksel içeriğin kendisinden elde edilebilir/üretilebilir. Matematikçiler için ise bu tür problemler büyük oranda ispatları ve ileri

matematiksel modellemeleri içerir. Hem bir temel beceri olup hem de problemler ile meşgul olma sürecinin genelinde çok önemli işlevleri olan en temel beceri "akıl yürütme" dir.

2.3.4. Akıl Yürütme (Muhakeme)

Akıl yürütme becerisinin öğrencilere kazandırılması için derslere entegre edilmeli ve dersin bir parçası haline gelmelidir (NCTM, 2000). Öğrenciler akıl yürütme sayesinde matematik öğretiminde genellemeler, çıkarımlar yapar, yaptığı çıkarımların doğruluğunu savunabilir ve sorgular. Bu sayede özgüveni artar ve akıl yürütme ile ilgili pozitif düşüncelere hâkim olurlar (MEB, 2013).

Akıl yürütme Umay ve Arıol' a (2011) göre durumu inceleme, keşfetme, tahminde bulunma süreçlerini içeren, sebep sonuç ilişkisi kurarak sonuca ulaşma ve sonucu açıklama olarak tanımlanmaktadır. NCTM'e (2000) göre tahmin oluşturma, çıkarımlar yapma, problem çözümünde uzamsal düşünebilme, sonuçları değerlendirme, tümevarım, tümdengelim ile durumları analiz etme sürecidir. Öğretim programımızda ise "*eldeki bilgilerden hareketle matematiğin kendine özgü araç (semboller, tanımlar, ilişkiler, vb.) ve düşünme tekniklerini (tümevarım, tümdengelim, karşılaştırma, genelleme, vb.) kullanarak yeni bilgiler elde etme süreci olarak*" (MEB, 2013, s.5) tanımlanmaktadır. Akıl yürütme ile öğrencilerin matematiksel kuralların, işlemlerin ve kavramların temelini anlamalarını sağlanır kalıcı ya da geliştirilebilir matematik bilgisi oluşturmalarına destek olunur (Umay ve Karf, 2005).

TIMSS (2019) değerlendirme raporunun akıl yürütme becerisi 6 bileşen altında ifade edilmiştir.

1. *Analiz etmek*: Sayılar, kavramlar ve şekiller arasındaki ilişkileri belirlemek, açıklamak veya kullanmak.
2. *Entegre Etmek/Sentezlemek*: Problemleri çözmek için farklı bilgi unsurlarını, ilgili sunumları birbirine bağlamak.
3. *Değerlendirmek*: Alternatif problem çözme stratejilerini ve çözümlerini değerlendirmek.
4. *Sonuç Çıkarmak*: Bilgi ve kanıta dayalı olarak geçerli çıkarımlar yapmak.
5. *Genellemek*: İlişkileri daha genel ve daha geniş ölçüde uygulanabilir terimlerle temsil eden ifadeler kullanmak.
6. *Gerekçelendirmek*: Bir strateji veya çözümü desteklemek için matematiksel argümanlar sağlamak (TIMSS, 2019).

Literatürde akıl yürütme türlerine yönelik farklı yaklaşımlar vardır. Analojik, tümevarımsal, tümdengelimsel ve problem çözücü olarak ayırırken ayrıca sosyal-bilişsel, bilimsel ve moral (ahlaki) akıl yürütme olarak çeşitlendirildiği de görülmektedir (Ergül, 2014).

Lithner'e göre (2008) akıl yürütme iki başlıkta incelenebilir; yansıtıcı (taklitçi) ve yaratıcı akıl yürütme. Yansıtıcı (taklitçi) akıl yürütme de ikiye ayrılır; ezberlenmiş ve algoritmik akıl yürütüme. Ezberlenmiş akıl yürütmede öğrenci tam cevabı hatırlar ve problemin çözümü hatırladığı cevaptan ibarettir. Algoritmik akıl yürütmede öğrenci ezberlediği prosedürü takip eder, verilen problemin nasıl çözüleceğini hatırlar ve yeni probleme uyarlar. Yaratıcı düşünme de ikiye ayrılır; global ve lokal yaratıcılık. Lokal yaratıcı akıl yürütmede öğrenci yansıtıcı akıl yürütmeye bağlı kalır, içinde az da olsa yaratıcı akıl yürütme vardır. Global yaratıcı akıl yürütmede öğrenci yaratıcı akıl yürütmeye bağlı kalır, içinde az da olsa yansıtıcı akıl yürütme vardır.

Mercan'a göre (2019) akıl yürütme sözel, sözel olmayan (görsel uzamsal) ve sayısal olarak üç kategoride ele alınmaktadır. Sözel akıl yürütmeler kelimelere dayalı anlama, değerlendirme ve yorumlama, görsel-uzamsal akıl yürütmeler görsel şekiller, sembolleri tanıma, hatırlama ve ilişkiyi anlama, bunlar doğrultusunda çıkarım yapabilme, sayısal akıl yürütmeler ise matematiksel tahminlerde bulunma, bilgileri sunma, matematiksel fikirler geliştirme ve değerlendirme olarak ele alınabilir (İnal ve Ömeroğlu, 2011). Uzamsal akıl yürütmeler geometrik cisimleri manipüle etme, döndürme becerilerini içeren problem çözmeye yardımcı olan becerilerdir (Klein, Adi-Japha ve Hakak-Benizr, 2010). Uzamsal akıl yürütme ile matematiksel problem çözme daha anlamlı olmaktadır. Örneğin Albert Einstein, muhtemelen tüm zamanların en tanıdık denklemini ($E=mc^2$) üreten görelilik teorisini, kendisini bir ışık demeti sürerken hayal ederek tasarlamıştır ya da Stephan Hawking, motor-kas becerisini kaybettiğinde evreni zihninde dolaşmaya ve işleyişini görselleştirmeye zorlamış ve böylece Stephan Hawking olmuştur. Ontario (Kanada) Öğretim Programına göre, uzamsal akıl yürütme bazı alt becerileri içinde bulundurur. Bunlar; nesneleri konumlandırma ve hatırlama, nesneleri manipüle etme, üç boyutlu ve iki boyutlu nesneler arasında bağ kurabilme, somutlaştırma yapabilme, perspektif bakış açısına sahip olma ve yer yön farkındalığıdır (OMoE, 2014).

2.3.5. Görsel-Uzamsal Akıl Yürütme ve Geometrik Düşünme Becerisi

Görsel uzamsal akıl yürütme görsel imgeleri, sembolleri, figürleri ilişkilendirme ve çıkarım yapma becerilerini içeren akıl yürütme çeşididir (İnal, 2010; İnal ve Ömeroğlu, 2011). Görsel uzamsal akıl yürütme; çevremizde dolaşmamıza, eşyalarımızı yerleştirmeye yardımcı olur ve dünyamızı

anlamamızı nesnelerin özellikleri ve nesneler arasındaki uzamsal ilişkileri fark ederek ve zihinde manipüle ederek sağlar (NCTM, 2000; Lowrie, Logan ve Ramful, 2016). Diğer yönden görsel uzamsal akıl yürütme birçok beceriyi içinde bulundurur; şekilleri kullanarak yeni şekil oluşturma, sözel olmayan akıl yürütmeyi kullanma, nesneleri konumlandırma ve konumlarını hatırlama, şekilleri anlamalı şekillere parçalama, nesneleri fiziksel ve zihinsel manipüle etme, üç boyutlu nesneleri iki boyutlu temsil edebilme, görselleştirme, nesnelerinde fiziksel değişimler yapma gibi (OMoE, 2014). Bu akıl yürütme çeşidi uzaklık ve boyutlar gibi uzayın farkına varılmasına, uzamsal bilginin diyagram haritalar gibi temsiline, problem çözmek için görsel uzamsal bilginin yorumlanmasına ve manipülasyonuna yardımcı olur (Lowrie, Logan ve Ramful, 2016).

Ontario Kanada Müfredatına (2014) göre görsel uzamsal akıl yürütme becerisinin desteklenmesi için; uzamsal düşünmeyi anlamak, bireyin bilgi sahibi olduğu alanı görsel uzamsal desteklemek, görsel uzamsal ve geometri farkındalığı kazandırmak, görsel uzamsal dili etkin kullanmak, görselleştirmeye teşvik etmek, çocukların kullanmasını desteklemek, iletişimi kuvvetlendirmek, görsel uzamsal akıl yürütme içerek oyunları oynamak, problemler çözmek, teknolojinin avantajlarından faydalanmak gerekir (Mercan, 2019).

Görsel uzamsal akıl yürütme becerisinin desteklenmesi matematiksel düşüncenin gelişimi için de önemlidir. Çünkü literatürde (Battista, 1990; Rasmussen ve Bisanz, 2005) görüldüğü üzere uzamsal düşünme ve matematiksel düşünme doğru orantılı olup matematik başarısında da pozitif yönde bir etkiye sahiptir (akt. Lowrie ve ark., 2016). Sherman (1979) çalışmalarında görsel uzamsal becerinin matematik performansını etkilediğini, Kaufmann (1990) matematiksel performans ve görsel uzamsal akıl yürütme arasındaki korelasyonunun matematiksel etkinliklerin karmaşıklığı ile arttığını ortaya koymuştur (akt. Hegary ve Kozhevnikov, 1999). Friedman (1995) meta analizinde ise görsel uzamsal ve matematiksel yetenekler arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (akt. Mercan, 2019).

Görsel uzamsal akıl yürütme çevremizde bulunan görsel nesnelerin, sembollerin özellikleri ile uzamsal ilişkilerini fark edip çıkarım yaptığımız gerek fiziksel gerek zihinsel manipülasyonlara yer verdiğimiz, günlük hayatta çokça kullandığımız bir akıl yürütme çeşididir. Görsel uzamsal akıl yürütmenin matematiksel düşünme ile doğrudan bir ilişkisi olduğunu ve yapılan çalışmalarda bu ilişkinin pozitif yönlü olduğu ortaya konulmuştur.

Özetleyecek olursak, matematik öğretiminin temel ve bütüncül amacı öğrenenlere matematiksel düşünme becerisi kazandırmaktır. Bu becerinin kazandırılmasında merkezi ve sürekli etkiye sahip olan en temel eylem problem çözmedir. Problem çözme sürecinde ortaya çıkan bir takım alt becerileri kapsayan ve bu becerilerin etkileşimi yoluyla matematiksel düşünmenin gelişimine hizmet eden

temel/ana beceri alanı ise akıl yürütmedir. Yani öğrenenler öğretim sürecinde farklı türde ve sayıda problemler ile çokça meşgul olarak (çözerek ve kurarak), problemlerin mahiyetine göre bir takım alt matematiksel becerilerini kullanır ve geliştirirler. Bu alt becerilerin gelişimi onların akıl yürütme becerisini geliştirir ki bu beceri de en nihayetinde (sürecin bir genel çıktısı olarak) bireylerin matematiksel düşünmeye sahip olmalarını sağlar. Akıl yürütme temel bir beceri alanı olduğu için bu becerinin geliştirilmesine ya da analiz edilmesine yönelik çalışmalara belirli bir (referans) sınıflandırma/kategorizasyonlar çerçevesinde yaklaşılması gerekmektedir.

2.3.6. Matematiksel Düşünmeyi Geliştirmede Aparatlı Matematik Problemlerinin Rolü

Bir önceki bölümde ifade edildiği üzere matematiksel düşünme becerisine sahip olmada ana çizgi, meşgul olunan problemler aracılığı ile akıl yürütme beceri alanını geliştirmektir. Akıl yürütme becerisinin kazanılması farklı akıl yürütme türlerine ve onların içerdikleri alt matematiksel becerilere sahip olarak mümkün olabilir. Buradan hareketle matematiksel düşünmenin geliştirilmesinde öğrenenlerin meşgul olacağı problemlerin türü, sayısı ve uygulanma biçiminin büyük bir öneme sahip olduğu söylenebilir. İşte bu noktada matematik öğrenenlerin problem evrenini genişletecek ve farklı akıl yürütme türlerine hizmet edebilecek yeni ya da entegre problemlere olan ihtiyaç gündeme gelmektedir. Bu ihtiyaca binaen geliştirilen yeni problem türlerinden biri "Aparatlı Matematik Problemleri"dir.

Uğurel'in düşüncesine göre aparatlı matematik problemleri hem öğretim sürecinde hem de literatürde var olan problemlerin hemen hepsinden farklı ve onlara entegre olabilecek işlevsel yeni tür problemlerdir. Daha önce var olan problemleri nesne temelli olarak üç ana grupta toplayabiliriz. 1-somut bir nesneden bağımsız problemler ve 2-somut bir nesne kullanımını içeren problemler ve 3-soyut bir nesne kullanımını içeren problemler. Birinci gruptaki problemler okul hayatı boyuna karşılaştığımız ve büyük bölümüne aşina olduğumuz ders kitapları, sınavlar ya da öğretmenlerin derslerde sundukları problemlerdir. Bu gruptaki problemlerin büyük bölümü kapalı uçlu ve rutin yapıda problemleri içerir. Bir kısmı ise rutin olmayan ve açık uçlu yapıdadır. İkinci gruptaki problemler ise diğerlerine nazaran oransal olarak çok daha az olup (somut) manipülatiflerin kullanımını içeren problemlerdir. Üçüncü grup ise sanal manipülatiflerin kullanımını gerektiren ve yine oransal olarak öğretimde az yer bulan problemlerdir. Üç gruptaki problemlerin de çok büyük bir bölümü konu ya da kazanım bazlıdır. Yani öğretim sürecinde belli bir sınıf düzeyine gelindiğinde, belli konular öğrenildikten sonra ve belli (öğretim programındaki ön şart) kazanımlar edinildikten sonra uygulanabilirler. İkinci gruptaki (manüpülatifleri içeren) problemler ile önceki bölümlerde değinildiği üzere daha çok okul öncesi ve

ilkokul yıllarında karşılaşılmaktadır. Bu durumun nedeni manipülatiflerin tanımlanma ve uygulanma biçimlerindeki sınırlı yaklaşımlardır. Literatürde ve öğretime dönük resmi kaynaklarda manipülatiflerin kullanımına yönelik fazlaca vurgu ve teşvik olmasına karşın kullanım şekline bakıldığında ilginç bir başka durum ile karşılaşılmaktadır. O da manipülatiflerin problem kurma ve çözme sürecinde kullanımını içeren akademik çalışmaların ve sınıf içi uygulamaların oldukça az olmasıdır (Kelly, 2006; Sherman ve Richardson, 1995; Howard ve arkadaşları, 1997). Bu durum bize manipülatiflerin problem çözme amacından çok diğer durumlarda (örnekleme, somutlaştırma, deneme, tanıma, alıştırma yapma, bazı özellikleri keşfetme, vb.) kullanıldığını ve araştırıldığını göstermektedir. Uğurel kitabında (2019a) ve öğretmen seminerlerinde bu tür kullanımları anlatırken "ikincil (amaçlı) kullanım" ifadesini kullanmaktadır. Manipülatifler işlevsel ve yararlı araçlar olmasına karşın özellikle ortaokul ve üzeri düzeyler için problem çözme ve kurma etkinliklerinde çok sınırlı bir kullanım alanına sıkışmaktadır. Üçüncü gruptaki problemlerin uygulanması öncelikle belli bir teknolojik alt yapıyı ve ortamı gerekli kılmaktadır. Bir başka gereksinim ise bunları kullanacak kişilerin teknolojik cihaz ve yazılımlara yönelik belli bir alt yapıya (kullanım deneyimi) ya da eğitime ihtiyaç duymalarıdır. Bu gereksinimler beraberinde kendi sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Üçüncü grupta yer alan problemlerin (büyük bölümünde) nitelikli ve kullanışlı olabilmesi için uzmanlarca geliştirilmesi sağlanmalı ve söz konusu uzmanlığın hem matematik hem de teknolojiyi kapsaması gerekmektedir. Bu durum ise bu tür problemlerin geliştirilmesini/kurulmasını, kullanılmasından/çözülmesinden daha zahmetli ve zor hale getirmektedir. Bir diğer sınırlı yan ise teknolojik ortamların gerektirdiği enerji, bakım, taşıma ve kullanım maliyetlerinin her hâlükârda diğer ortamlardan fazla olmasıdır. Dolayısıyla üçüncü gruptaki problemler de kendilerine süreçte yeterli yer bulamamaktadır.

Üç gruba ayırarak isimlendirdiğimiz problemlerin sınırlılıklarına yönelik tespitler elbette ki bu gruplardaki problemleri (tümüyle ya da büyük oranda) işlevsiz ve kullanışsız kılmaz. Bu tür problemlerin matematik öğrenme sürecine ve matematiksel düşünme becerisine farklı katkıları vardır. Ancak yapılan tespitler var olan problem türlerinin sınırlılıklarını azaltıcı/giderici yeni tür problemlere ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır. Aparatlı matematik problemleri bu tür bir problem grubudur.

- Aparatlı problemler konu ya da kazanım bazlı değildir,
- Aynı aparatlı problemler farklı yaş ve sınıf düzeyindeki kişilerce çözülebilir,
- Aparatlı problemler küçük boyutlardaki (ellerimiz kolayca manipüle edilebilir ölçülerde) aparatların kullanımını gerektirir. Üretilme, taşınma, kullanılma vb, maliyetleri oldukça azdır.

- Bir aparat ile çok sayıda aparatlı problem kurulabilir ve çözülebilir. Problemlerin sayısındaki ve içeriklerindeki çeşitlilik akıl yürütme becerisinin çok yönlü olarak geliştirilmesine hizmet eder. Bir aparat üzerinde kurulmuş olan farklı problemler ile düşünme sürecinde varyasyon ve sıçrama sağlanır. Aynı aparata yönelik geliştirilen problemlerin çeşitlenmesi ve sayıca çok olması bu problemlerin büyük bölümünü sıra-dışı hale getirir. Bir problemi çözen kişi aparata ya da onun temel kullanım şekline kısmen aşina olsa bile aynı aparata yönelik diğer problemleri gördüğünde yeni ve sıra-dışı problemler ile karşılaşır.
- Aparatlı problemlerin büyük bölümü açık uçlu ve rutin olmayan problemlerdir. Bir aparatlı problemin doğru cevabı genellikle birden fazladır. Aparatlı problemlerdeki aparat manipülasyonu problemin çözümünde çok önemli bir rol oynar. Manipülasyonda yeterli ve doğru bir aşamaya gelinmedikçe aparatlı problemlerin çözülmesi çok güçtür. Ayrıca herhangi bir problemdeki manipülasyon aynı aparata yönelik diğer problemlerdeki çözümü garantilemez. Yani aparat aynı olmasına karşın problem değiştikçe çözüm için gerekli olan manipülasyon türü ve düzeyi de (çoğu zaman) değişir. Bu durum her bir problemi rutin olmaktan uzaklaştırır ve düşünme sürecini aktif kılar.

Yine konuya, önceki bölümlerde ifade edilen *problem-akıl yürütme-matematiksel düşünme becerisi* ilişkisi bağlamında yaklaşıldığında aparatlı problemlerin matematik öğrenenlere ve öğretenlere sağlayacağı katkıların ve yararlı işlevlerin fazla olacağı düşünülmektedir. Akıl yürütme beceri alanına yönelik sınıflandırmalara bakıldığında bunların çok azında görsel-uzamsal akıl yürütme alt becerisinin dahil edildiği görülmektedir. Bu durumun temel nedeni görsel-uzamsal akıl yürütmenin ya kâğıt-kalem ile gerçekleştirilen ya da manipülatiflerin kullanılması ile yapılan bazı etkinlikler ile geliştirilmeye ve ölçülmeye çalışılması ve yine sınırlı ve dar bir alanda ele alınmasıdır. Ancak Uğurel'e göre aparatlı matematik problemleri görsel uzamsal akıl yürütme becerisinin geliştirilme ve araştırılma çerçevesini genişletmekte ve derinleştirmektedir. Böylece aparatlı problemler üzerinde deneyim arttıkça akıl yürütme beceri alanında ve sürecin bütününde de matematiksel düşünme becerisinde gelişme olması hedeflenir. Aparatlı problemlerde asıl amaç somut nesnenin (yani aparatın) problem çözme ve kurma sürecinin büyük bölümünde ya da tümünde görev alması ve böylece problemler ile meşgul olan kişinin bilişsel ve fiziksel eylemleri eş zamanlı ve sürekli olarak kullanmasını sağlamaktır. Aparat manipülasyonundaki varyasyon literatürde görsel uzamsal akıl yürütme alanında tanımlanan (konumlandırma, çevirme, döndürme, iki boyut ile üç boyut arasında bağ kurma ve perspektif, gibi)

hemen her eylemi ve mikro beceriyi (bir yapıyı bozup tekrar inşa etme, ya da geometrik modeller ile matematiksel işlemleri karşılıklı ve eş güdümlü gerçekleştirme gibi) daha fazlasını içerir yöndedir. Dolayısı ile aparatlı problemler bunları çözen ve kuran kişilere görsel-uzamsal akıl yürütme ile geometrik düşünmeyi ve (sayma, çevre, alan, hacim hesaplama, izdüşüm bulma, oran, kesir, yüzdelik belirleme, kaplama, simetri alma, vb. gibi) matematiksel akıl yürütmeyi ilişkilendiren bir çalışma alanı sağlar. Böylece aparatlı matematik problemleri bir yandan görsel uzamsal akıl yürütme alanını genişletilmesine hizmet ederken diğer yandan da akıl yürütme beceri alanının geliştirilmesine önemli katkılar yapmayı hedeflemektedir.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan yola çıkarak aparatlı matematik problemlerin tanımı ve özellikleri gereği yukarıda belirtilen sınırlılıkları azaltmaya ve kendine öğretim sürecinde kullanım alanı bulmaya aday niteliktedir. Nitekim yapılan sınırlı sayıda araştırma (Örn. Arıkan, 2019; Özer & Uğurel, 2019) ve öğretmen eğitimlerinde elde edilen informal görüşler ve gözlemler bu durumu destekler niteliktedir. Ancak yapılacak daha fazla bilimsel araştırma ile aparatlı matematik problemlerinin işlevlerinin ve etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Bu tez araştırması da bu düşünce temelinde kurgulanmış olup matematik öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerine yaklaşımları inceleme konusu yapılmıştır.

2.4. İlgili Araştırmalar

2.4.1. Manipülatiflere Yönelik Öğretmen Adayları ile Yapılmış Araştırmalar

Araştırmanın katılımcı grubu matematik öğretmen adaylarıdır. Bu kısımda manipülatiflere yönelik öğretmen adayları ile yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Rockenbach (1997), ilköğretim öğretmen ve öğretmen adaylarının sınıfta manipülatif kullanımına yaklaşımını araştırmıştır. Katılımcılar, Kuzeybatı Oklahoma'da ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 32 öğretmen adayından oluşan birinci grup ve hâlihazırda farklı kurumlarda farklı özgeçmişlerle çalışmakta olan 20 öğretmenden oluşan ikinci grup olmak üzere toplamda iki grup 52 kişiden oluşmaktadır. Öğretmen ve öğretmen adaylarına uygulanan Likert tipi bir ölçek ile veriler toplanmış. Dönem boyunca öğretmen adaylarında fikir değişikliği olup olmadığı, öğretmen ve öğretmen adaylarının sınıfta manipülatif kullanımı beklentilerinde, üst ve alt sınıf seviyeleri arasındaki farklar olduğu gözlemlenmiştir.

Bakkaloğlu (2007), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının somut materyalleri öğretimde kullanmaya yönelik öz yeterlilik inanışlarını incelemiştir. Katılımcılar 2006-2007 eğitim yılı bahar döneminde İzmir ve Ankara illerindeki iki üniversitede okuyan 77 ilköğretim matematik son sınıf öğretmen adaylarıdır. Veri toplama Likert tipi anket yardımıyla yapılmıştır. Anket kişisel bilgileri, somut materyaller hakkındaki bilgilerini ve bu konudaki öz yeterliliklerini incelemek üzere 3 bölümden oluşmaktadır. SPSS programı kullanarak ayırt edici istatistikler, okunan üniversite, öğretmen adaylarının cinsiyeti baz alınarak kategorize edilmiş bu şekilde veri analizi yapılmıştır. Analiz edilen veriler ışığında öğretmen adaylarının büyük ölçüde somut materyal kullanımına sıcak baktığını göstermiş. Somut materyallerle ilgili öz yeterliliklerinin cinsiyetle bağlantısı görülmezken üniversiteler arası fark gözükmektedir. Aynı zamanda somut materyallerden beklentileri de üniversite ve cinsiyetlere göre farklılık görülmüştür.

Yetkin-Özdemir (2008), sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımına ilişkin bilişsel becerilerini konu almıştır. Katılımcılar İç Anadolu Bölge'sindeki bir üniversitede sınıf öğretmenliği bölümü okuyan 57 üçüncü sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Veriler matematik öğretimi dersleri sürecinde araştırmacının gözlemleri ve öğretmen adaylarının haftalık verilen sorulara verdikleri cevapları ile toplanmıştır. Bu verilerin ışığında öğretmen adaylarının materyal kullanımına olumlu yaklaştığı görülmüş ancak nasıl kullanacakları hakkında çok fazla bilgi sahibi olmadıkları gözlenmiştir.

Behm (2008), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının müfredat materyallerini öğrenme ve etkileşimlerini konu almıştır. Araştırma iki bölümden oluşmakta olup ilk bölümde 23 ilköğretim

matematik öğretmen adayının müfredat materyallerinin analizini incelemiştir. İkinci bölümde ise 3 öğretmen adayının stajları süresince bu materyalleri nasıl kullandığı ele alınmıştır. Veriler gözlem ve yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi ile toplanmıştır. Veri analizi, veri toplamayla aynı anda başlanıp her gözlemden sonra analitik notlar alınarak öğretmen adayının karşılaştığı problemlerin hepsi dikkate alınarak yapılmıştır. Mülakat ve gözlemler birleştirilerek veri analizi sonuçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adayları müfredat materyalleri ile ne kadar iç içe olacaklarını fark etmiştir. Öğretmen adaylarının alışkın oldukları materyaller ve staj sırasında karşılaştıkları arasında fark göründüğü alışkanlıklarının dışına çıkarak adapte olmaları gerektiği görülmüştür.

Tutak, Kılıçarslan, Akgül, Güder ve İç (2012), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının somut öğretim nesnesi kullanımına yönelik bilgi düzeylerinin belirlenmesi üzerine çalışmıştır. Katılımcılar Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesinde 2011-2012 bahar yarıyılında okuyan rasgele seçilmiş 20 son sınıf matematik öğretmen adayıdır. Veri toplama aracı olarak yapılandırılmış mülakat yöntemi kullanılmış, öğretmen adaylarına somut öğretim nesneleri hakkında fikirlerini öğrenmek amacıyla 10 soru yöneltilmiştir. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adayları somut öğretim nesneleri bilmelerine rağmen nesneleri kullanmakta ve hazırlamakta zorluk çektikleri görülmüştür.

Aydoğdu-İskenderoğlu ve Taşkın (2015), ilköğretim öğretmen adaylarının özel öğretim yöntemleri dersinde somut materyalleri seçme ve kullanma nedenlerini araştırmıştır. Katılımcılar Karadeniz Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde okuyan üçüncü sınıftaki 91 ilköğretim matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak görüşme formu kullanılmış. Form öğretmen adaylarının somut materyallere yaklaşımı ve onlara olan katkılarını öğrenmeye yönelik sorular içermektedir. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda somut materyallerin ders işlenişini kolaylaştırma, kavramları somutlaştırma, konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olma ve benzeri alanlarında pozitif katkıları olduğu ifade edilmiştir.

Yazar (2015), öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersi hakkındaki görüşlerini konu almıştır. Katılımcılar Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı, Coğrafya, Tarih ve Sosyal Bilgiler Öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören 43 öğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcıların hepsi Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersini almıştır. Veriler öğretmen adaylarına yöneltilen bir görüşme formu yardımıyla toplanmış ve betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adayları Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersinin gerekli olduğunu, materyaller sayesinde dersi ilgi çekici kılabileceğini, öğrenimlerin

kalıcılığını arttırabileceğini ve soyut kavramları nasıl somutlaştırabileceklerini gördüklerini belirtmişlerdir.

Aydoğdu-İskenderoğlu, Türk ve İskenderoğlu (2016), ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma-kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarında yönelik öz yeterlilikleri üzerinde çalışma yapmıştır. Katılımcılar Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde öğrenimine devam eden 88 üçüncü sınıf ilköğretim matematik öğretmen adayından oluşmuştur. Veriler öğretmen adaylarına materyal kullanımındaki öz yeterlilikleri ve materyal kullanımından beklentileri hakkında olan sorulardan oluşturulmuş bir anket dağıtılarak toplanmıştır. Veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adayları kendilerini somut materyal kullanımında yeterli görürken, materyallerin kullanımına yer vermedikleri gözlemlenmiştir.

Ünlü (2017), matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşlerini incelemiştir. Katılımcılar bir devlet üniversitesinde 2013-2014 bahar döneminde okuyan 52'si ikinci sınıf 53'ü üçüncü sınıf ve 37'si dördüncü sınıf olmak üzere toplamda 142 öğretmen adayından oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak bir açık uçlu bir form kullanılmıştır. Formda yer alan sorular öğretmen adaylarının öğretim materyallerine yaklaşımını ele almaktadır. Toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının çoğunluğu meslek hayatlarında materyal kullanmak istediklerini belirtmiştir. Öğretimi kolaylaştırması, duyuşsal ve psikomotor alanlara yönelik öğrencileri geliştirmesi materyal kullanımının pozitif etkilerinden olduğunu belirten öğretmen adayları, maddi olanak gerekliliği, öğrencilerden ve yönetimden kaynaklanabilecek sorunlar ise negatif yanları olarak belirtmişlerdir.

Koparan ve Özbey (2018), matematik öğretmen adaylarının somut materyal geliştirme ve kullanma sürecine yönelik görüşlerinin incelemiştir. Katılımcılar Batı Karadeniz Bölgesi'nde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 28'i kadın 8'i erkek 36 ikinci sınıf öğretmen adayıdır. Veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarının geliştirdiği somut materyaller, görüş formu, gözlem ve değerlendirme notları kullanılmıştır. Toplanan veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının çoğunlukla somut materyal geliştirmeye ve kullanmaya olumlu baktığı görülmüştür.

2.4.2. Aparatlı Matematik Problemleri ile İlgili Yapılmış Araştırmalar

Arıkan (2019), tez çalışmasında matematikte yetenekli öğrencilerin aparatlı matematik problemlerine yaklaşımlarını araştırmıştır. Katılımcılar İzmir ilindeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde

eğitim alan matematikte yetenekli 6 yedinci sınıf, 5 sekizinci sınıf ve 7 dokuzuncu sınıf olmak üzere toplam 18 öğrenciden oluşmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme ve aparatlı problem çözme ve kurma etkinliklerindeki video kayıtları alınarak toplanmıştır. Öğrencilere 10 adet aparatlı problem çözme ve 2 adet aparatlı problem kurma etkinliği uygulanmıştır. Video kayıtlarını yazılı hale getiren Arıkan (2019) kendi alan notlarıyla birlikte bir içerik analizi gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda öğrenciler daha önce benzer problemlerle karşılaşmamış olmalarına rağmen stratejik ve planlı yaklaşımlarıyla çözüme büyük ölçüde ulaşabildikleri görülmüştür. Aparatlı matematik problemleri kurarken ise öğrencilerin zorlandıkları gözlemlenmiştir. Ulaşılan diğer bir sonuç da aparatlı matematik problemlerinin problem çözme sürecinde literatürde matematikte yetenekli öğrencilerde bulunduğu belirtilen (içgörü, örüntü ve ilişkileri arama, ekonomiklik, matematiksel hafıza, genelleme, esnek düşüme ve tersinir düşünme gibi) özellikleri ortaya çıkardığı ve bu özelliklerin problem çözümlerinde gözlenebilmiş olmasıdır.

Uğurel ve Arıkan (2019)'ın gerçekleştirdiği başka bir çalışmada BİLSEM öğrencilerinin aparatlı matematik problemlerine yaklaşımları incelenmiştir. Bu çalışma Arıkan'ın tez çalışması öncesinde farklı bir katılımcı grubu ile gerçekleştirilmiş olup tez çalışmasına da temel teşkil etmiştir. Çalışmaya İzmir ilindeki BİLSEM'lerde öğrenim gören (6'sı sekizinci, 6'sı dokuzuncu sınıfta olan) 12 öğrenci katılmıştır. Veriler öğrencilere uygulanan 13 adet aparatlı matematik probleme yönelik video kayıtları ve öğrencilerle yapılan görüşmeler ile toplanmıştır. Sonuçlar öğrencilerin aparatlı problemleri çözmeye istekli ve azimli şekilde yaklaştıklarını, problem çözümlerine stratejik yaklaştıkları, çözümlerini kontrol etme eğiliminde oldukları görülmüştür.

Diğer bir çalışma Uğurel ve Özer (2019) tarafından yapılmış olup ortaokul öğrencilerinin aparatlı matematik problemlerine yönelik çözümleri analiz edilmiştir. Çalışmada 5 farklı ilde 5. 6. 7. ve 8. sınıf düzeylerinde öğrenim görmekte olan 500 ortaokul öğrencisine katıldıkları bir sınavda uygulanan 2 adet aparatlı matematik problemine yönelik çözümleri incelenmiştir. Katılımcı öğrencilerin %63,6'sı problemleri çözmede başarısız olmuştur. Bu durumun nedenleri olarak zamanı verimli kullanamama, aparatı doğru kullanamama, istenen çizimleri oluşturamama, bu tür problemlere alışkın olmama, soruyu eksik anlama, problemde verileni tekrarlama ve çözmeye istek duymama şeklinde belirlenmiştir.

BÖLÜM III

3. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden (özel) durum çalışması deseni kullanılmıştır. Creswell'e (2013) göre durum çalışması araştırmanın hem ürünü hem de nesnesi olabilecek nitel araştırma içerisindeki bir desen türüdür. Durum çalışması araştırması, araştırmacının gerçek yaşam, güncel sınırlı bir sistem (bir durum) ya da belli bir zaman içerisindeki çoklu sınırlandırılmış sistemler (durumlar) hakkında çoklu bilgi kaynakları (örneğin gözlemler, mülakatlar, görsel-işitsel materyaller ve dokümanlar ve raporlar) aracılığıyla detaylı ve derinlemesine bilgi topladığı, bir durum betimlemesi ya da durum temaları ortaya koyduğu nitel bir yaklaşımdır (s.97). Subaşı ve Okumuş (2017) literatürdeki çalışmalar (Yin 1984; Gerring 2007 ve Merriam 2013) doğrultusunda durum çalışmasının, "nasıl" ve "niçin" sorularına odaklandığını, bir sistemi derinlemesine incelemek ve daha fazla durumu açıklamak için tek bir durum üzerinde derinlemesine çalışıldığını belirtmiştir. Yürütülen tez araştırmasında matematik öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerine yaklaşımlarının çok yönlü olarak incelenmesi amaçlandığından durum çalışması deseninin uygun olduğu düşünülmüştür. Yıldırım ve Şimşek (2011) durum çalışmalarında izlenecek 8 aşamadan söz etmiştir. Bunlar;

1. Araştırma problemlerinin geliştirilmesi
2. Araştırmanın alt problemlerinin geliştirilmesi
3. Analiz biriminin saptanması,
4. Çalışılacak durumun belirlenmesi,
5. Araştırmaya katılacak bireylerin seçimi,
6. Verilerin toplanması ve toplanan verilerin alt problemlerle ilişkilendirilmesi,
7. Verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması,
8. Durum çalışmasının raporlaştırılması biçimindedir.

Bu araştırmada 'ortaokul ve lise matematik öğretmeni adaylarının aparatlı matematik problemlerine yaklaşımları nasıldır?' sorusuna yanıt aranmıştır. Bu problemi cevaplamaya dönük belirlenmiş 4 alt problem bulunmaktadır. Araştırmada durum olarak seçilen birimler problemlerdir. Problem çözme ve kurma süreçleri problem bazında incelenmiş ve yorumlanmıştır. Araştırmamızın ana odağını öğretmen adaylarının aparatlı problemlerini çözme ve kurma süreçleri oluşturmaktadır.

Dolayısıyla katılımcıların aparatlı problemleri çözme ve kurma süreçleri araştırmanın ikinci ve üçüncü alt problemleri olarak belirlenmiştir. Ancak sadece problem çözme ve kurma süreçlerinin incelenmesi ile katılımcıların bu tür problemlere yaklaşımlarını incelemenin sınırlı kalacağı düşüncesi ile ayrıca katılımcı görüşlerinin alınmasına da karar verilmiştir. Söz konusu görüşleri belirlemek için iki kategorinin daha gerekli olduğu düşünülmüştür. Bunlardan ilki katılımcıların daha önceden duydukları, bildikleri ya da kullandıkları varsayılan manipülatiflere yönelik görüşlerinin alınması, ikincisi katılımcıların aparatlı matematik problemlerini çözme ve kurma deneyimleri sonrası aparatlı problemlere yönelik görüşlerinin alınmasıdır. Bu kategoriler de diğer alt problemleri oluşturmuştur.

Araştırma Covid-19 Pandemi sürecinde yürütüldüğü için tüm veri toplama süreci uzaktan eğitim platformları üzerinden çevrimiçi (online) ve çevrimdışı (offline) olarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte araştırmacı uygun teknolojik ortamın sağlanmasına azami ölçüde özen göstermiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın matematik öğretmen adayları ile yürütülmesine karar verildikten sonra ölçütler belirlenmiştir. Bunlar katılımcıların araştırmaya gönüllü katılımı olması, eğitim fakültesi matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim görüyor olmaları, katılımcı grubunun hem ilköğretim hem de ortaöğretim matematik öğretmenliği programı öğrencilerinden ve mümkünse farklı sınıf düzeylerinden seçilmesidir. Ölçütler belirlendikten sonra danışman öğretim üyesi ve araştırmacı Ege Bölgesi'ndeki bir eğitim fakültesinin matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğrencilere internet olanakları üzerinden ulaşarak yapılacak araştırma süresinden kısaca bahsetmiş ve gönüllü katılımcılar aradıklarını duyurmuştur. Akabinde gönüllü olan öğretmen adaylarından veri toplama süresi, veri çeşitliliğinin ve doygunluğunun sağlanması, uygulanacak olan adımlar ve problem sayısı dikkate alınarak 12 kişi seçilmesine karar verilmiştir. Gönüllü öğretmen adayları ile görüşülerek katılımcı grup 6'sı (3'ü ikinci sınıf, 3'ü dördüncü sınıf) ilköğretim, 6'sı ise (3'ü ikinci sınıf, 3'ü dördüncü sınıf) lise matematik öğretmenliği programlarında öğrenim gören kişilerden oluşturulmuştur. Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Aparatlı problemlere yönelik yaklaşımlarda sınıf ve program farklılıkları araştırmanın temel inceleme konularından biri olarak belirlenmemiştir. Bunun nedeni araştırma konusunun yeni ve öğretmen adaylarının öğrenimleri boyunca aldıkları eğitim içeriklerinde doğrudan yer almaması sebebi ile belirgin bir farklılık oluşturmayabileceği ve seçilen kişi sayısının bu yönde bir inceleme için az olduğu düşüncesidir. Sınıf ve program farklılarının yaklaşımlara yansıması tespit

edilecek olursa bu durumun bulgular ve yorumlar bölümünde belirlenen alt problemler altında ifade edilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür.

Tablo 1

Çalışma grubuna ait bilgiler

Numara	Program	Sınıf	Cinsiyet	Not Ortalaması
ÖA-1	İlköğretim	2	Kadın	3.11
ÖA-2	Ortaöğretim	4	Kadın	3.14
ÖA-3	Ortaöğretim	2	Kadın	2.00
ÖA-4	İlköğretim	2	Kadın	2.90
ÖA-5	İlköğretim	2	Kadın	3.02
ÖA-6	İlköğretim	4	Kadın	2.83
ÖA-7	İlköğretim	4	Kadın	3.30
ÖA-8	İlköğretim	4	Kadın	3.04
ÖA-9	Ortaöğretim	4	Kadın	2.88
ÖA-10	Ortaöğretim	4	Kadın	2.84
ÖA-11	Ortaöğretim	2	Erkek	3.71
ÖA-12	Ortaöğretim	2	Kadın	3.54

3.3. Veri Toplama Süreci ve Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada kullanılan veri toplama araçları; bireysel ve yazılı olarak cevaplanacak olan çevrimiçi formlar, çevrimiçi bireysel ve yüz yüze gerçekleştirilen problem çözme etkinlikleri video kayıtları, (çevrimdışı) problem kurma yazılı dokümanları ve bu dokümanlara yönelik çevrimiçi görüşme kayıtları ve sürecin geneline yönelik yapılan görüşme kayıtlarıdır.

Araştırmanın verileri, 2019-2020 eğitim öğretim yılı bahar döneminde toplanmıştır. Uygulamaların tamamı Mayıs ayı içerisinde araştırmacının kendisi tarafından gerçekleştirilmiştir. Ortaokul ve lise matematik öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler, öğretmen adaylarının ve araştırmacının uygun oldukları zamanda dilimlerinde önceden planlanarak yapılmıştır. Görüşme öncesinde öğretmen adayları süreç ile ilgili bilgilendirilmiş, problem çözümü ve soru formunda belirttikleri düşüncelerin doğru ya da yanlış olarak değerlendirilmeyeceği, kendilerini açık ve objektif olarak ifade etmelerinin ve düşüncelerini doğrudan aktarmalarının önemine vurgu yapılmıştır. Çevrimiçi görüşmeler, matematik öğretmen adaylarının izni doğrultusunda video kaydına alınmış ve bu video kayıtlarından elde edilen içerikler araştırmacı tarafından önce transkript edilmiş ve ardından gerekli analizler yapılmıştır.

3.4. Uygulama Süreci

Araştırma süreci belirlenen 4 alt probleme yönelik 6 aşamada planlanmış ancak son aşama olan odak grup görüşmesi aşaması sağlıklı şekilde yapılamadığı için değerlendirme sürecine dahil edilememiştir. Son durumda süreç 5 aşamadan oluşmuştur.

İlk aşamada katılımcı 12 öğretmen adayına bildikleri/kullandıkları somut öğrenme nesnelerinin (manipülatiflerin) neler olduğunu, bunlara yönelik bilgi ve yeterlik düzeylerinin ve bunları kullanma oranlarının nasıl olduğunu ve de bu araçların matematik öğrenme sürecine etkilerinin neler olduğuna yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlayan bir çevrimiçi form bireysel olarak uygulanmıştır (bkz. Ek-2). Sorular ilgili literatür incelenerek araştırmacı tarafından oluşturulmuş ve danışman öğretim üyesi tarafından gözden geçirilmiştir. Daha sonra form iki matematik öğretmeni ve bir matematik eğitimi doktora öğrencine gönderilerek ifadelerin anlaşılırlığı, kapsayıcılığı ve soru sayısının yeterliliği açısından incelemeleri istenmiştir. Elde edilen görüşler çerçevesinde gerekli düzenlemeler yapılarak forma son şekli verilmiştir.

İkinci aşamada her bir öğretmen adayına bireysel olarak ve tek tek bir dizi aparatlı matematik problemi verilmiş ve çözmeleri istenmiştir (bkz. Ek-3). Bu aşama öncesinde araştırmacı her katılımcıya 3 adet aparatı kargo yoluyla ulaştırmıştır. Gönderilen kargoda sadece aparatlar yer almış problemlere dair herhangi bir içerik gönderilmemiştir. Aparatlar tüm katılımcılara ulaştıktan sonra her bir katılımcı ile araştırmacı internet üzerinden tek tek çevrimiçi ve senkron görüntülü görüşmeler yapılarak aparatlı problemleri araştırmacının istediği sıra ile tek tek çözmelerini talep edilmiştir. Her aparatlı problem çözme uygulaması tek bir görüşme kaydı şeklinde tek kişi ile gerçekleşmiştir. Görüşme başlangıcında araştırmacı, problemi katılımcı öğretmen adayına (pdf dokumanı olarak) internet üzerinden göndererek ve öğretmen adayının problemi sesli şekilde okumasını ve elindeki aparatları kullanarak çözmesini istemiştir. Bu sürecin tümü kamera ile kayıt altına alınmıştır. Problem çözme aşamasında her bir katılımcıya 3 aparat ve her aparata yönelik 4 problem (toplam 12 problem) yöneltilmiştir. Uygulanacak olan problemler aparatlı matematik problemi kavramının literatüre kazandıran Uğurel (2019a) tarafından geliştirilmiş olan problem seti içerisinden kendisinin izni ve yönlendirmesi ile seçilmiştir. Problem seçiminde birden fazla aparata yönelik olmaları, farklı zorluk, manipülasyon, çözüm yaklaşımları ve problem tipinde olmalarına dikkat edilmiştir. Ayrıca hem problemlerin seçiminde hem de araştırma sürecinin kurgulanmasında daha önce bu konuda yapılmış olan Arıkan (2019) ve Uğurel ve Özer (2019) çalışmaları da dikkate alınmıştır. Seçilen problemler katılımcılara uygulanmadan önce iki matematik öğretmeni, matematik eğitim alanında doktora yapan bir ve yüksek lisans yapan bir öğrenciye uygulanarak problemlerin anlaşılırlığı, ortalama çözme süreleri, çözüm esnasında varsa

sormak istedikleri/ihtiyaç duydukları soruların neler olduğu ve (varsa) süreçte yaşadıkları sıkıntılar bağlamında görüşleri alınmıştır. Görüşleri alınan tüm kişilerin aparatlı matematik problemlerine yönelik bilgi ve kısa süreleri deneyimleri bulunmaktadır. Alınan görüşler doğrultusunda problemlerin uygulama süreci planlanmış ve süreç olanakların elverdiği ölçüde sağlıklı şekilde kayıt altına alınmaya çalışılmıştır.

Üçüncü aşamada öğretmen adaylarının her birinden ellerindeki aparatlardan seçecekleri 2'sini kullanarak (yani 2 aparata yönelik) 2'şer tane (toplam 4 tane) aparatlı matematik problemi kurmaları/geliştirmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarından bu görev istendikten birkaç gün sonra geliştirdikleri problemleri word/pdf belgesi olarak araştırmacıya e-mail ile göndermeleri istenmiştir. Tüm problemler araştırmacıya ulaştıktan sonra katılımcıların her biri ile internet üzerinden bireysel, çevrimiçi ve senkron tek seferlik görüşmeler yoluyla geliştirdikleri 4 problemi tanıtmaları ve aparatları kullanarak tek tek çözmeleri istenmiştir. Görüşmelerde katılımcılardan, sesli düşünmeleri istendiğinden her biriyle sesli düşünme protokolü tekniği yardımıyla görüşmeler yapılmıştır. Bu protokol, problem çözme gibi çalışmalarda katılımcının zihninden geçenleri, düşünceleri ve bilişsel süreçleri belirleyebilmek amacıyla yapılmaktadır (Patton, 2002). Bu şekilde katılımcı etkinlikle uğraşırken, görüşmeci etkinliğe dayalı sorular sorarak konu hakkında katılımcının neler düşündüğü ortaya çıkarmaya çalışmaktadır (Patton, 2002). Öğretmen adaylarının kurdukları aparatlı matematik problemlerini çözerken sürenin önemsiz olduğu vurgulanmış ve öğretmen adaylarından kendilerini rahat hissetmeleri istenmiştir. Bu süreçte adaylara yöneltilen sorular problem ve adayın yaklaşımına göre yani bireysel olarak değişiklik göstermiştir.

Dördüncü aşamada aparatlı problemleri çözme ve kurma deneyimleri sonrasında katılımcılardan bireysel olarak çevrimiçi bir form aracılığı ile görüşleri alınmıştır (bkz. Ek-4). Form uygulanmadan önce katılımcılara kullandıkları somut nesnelerin "aparat" çözdükleri problemlerin ise "aparatlı matematik problemi" kavramları ile ifade edildiği söylenmiştir. Bu açıklamanın ardından uygulanacak olan çevrimiçi formda **1**-aparat nedir, özellikleri nedir?, **2**-bir somut nesne ne zaman aparat olabilir?, **3**-manipülatifler ile aparatlar arasındaki ilişki (benzerlik, farklılık, vb.) nedir?, **4**-aparatlı matematik problemi nedir?, **5**-aparatlı matematik problemini diğer problemlerden ayıran özellik(ler) nelerdir?, **6**-aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere kazandıracakları nelerdir?, **7**-aparatlı matematik problemlerinin olumlu ve olumsuz yanları nelerdir? **8**-aparatlı matematik problemleri öğretim sürecinde nasıl uygulanabilir? **9**-uygulanan bir aparatlı matematik problemi nasıl ölçülüp değerlendirilebilir? **10**-aparat ve aparatlı matematik problemi hakkında varsa diğer görüşlerinizi ve önerilerinizi yazınız., soruları yöneltilmiştir. Formda yer alan sorular araştırmacı ve danışman öğretim

üyesi tarafından birlikte oluşturulmuştur. Sorular uygulama öncesinde matematik eğitimi alanında doktora yapan bir öğrenciye ve iki matematik öğretmenine gönderilerek anlaşılırlık, birbirini bütünleme ve amacı karşılama bağlamında görüşleri istenmiştir. Hem doktora öğrencisinin hem de öğretmenlerin aparatlı matematik problemlerine yönelik bilgi ve kısa süreli deneyimleri bulunmaktadır.

Beşinci aşamada araştırmacı ve danışman öğretim üyesi tarafından tüm katılımcılara araştırma konusuna yönelik bir bilgilendirme eğitimi verilmiştir. Bu eğitim tümüyle danışman öğretim üyesi tarafından organize edilmiş ve sunumda hem danışman öğretim üyesi hem de araştırmacı görev almıştır. Eğitim seminer şeklinde tüm katılımcılara yönelik tek bir oturum halinde çevrimiçi ve senkron olarak yürütülmüştür. Söz konusu eğitim yaklaşık 2.5 saat sürmüştür. Bilgilendirme eğitiminin içeriği şunları kapsamaktadır;

1- Matematik eğitiminde kullanılan manipülatifler,
2- Manipülatiflerin ortaya çıkış ve gelişim sürecine kısa bir bakış,
3- Bu süreçte önemli etkileri olan bazı eğitimcilerin tanıtılması,
4- Matematik manipülatiflerine genel bakış,
5- Aparat kavramı ve temel özellikleri, manipülatif ve aparat ilişkisi,
6- Aparatlı matematik problemi ve işlevleri,
7- Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere kazandıracağı hedef beceriler,
8- Aparatlı matematik problemlerini çözme ve kurma süreçlerinin nasıl ölçülüp değerlendirileceği,
9- Aparatlı matematik problemlerine yönelik yapılan araştırmalardan elde edilen özet bulgular ve sonuçlar.

Bu eğitimin amacı daha sonra gerçekleştirilecek olan odak grup görüşmesi öncesinde katılımcıları konu hakkında temel düzeyde bilgilendirmek ve varsa yöneltmek istedikleri sorulara cevap vermektir. Bu aşama sonrasında odak grup görüşmesi gerçekleştirilmeye çalışılmış ancak final sınavları ve son sınıftaki öğretmen adaylarının girecekleri KPSS sınavı nedeniyle yeterli katılımcıya ulaşılamadığından süreç sağlıklı şekilde tamamlanamamıştır. Bu nedenle odak grup görüşmesi kısmı değerlendirme dışı bırakılmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

3.5.1. Yazılı Formlarının Analizi

Açık uçlu soru formlarının analizi içerik analizi ile yapılmıştır. Öğretmen adayları elektronik formu doldurarak sistem üzerinden gönderdikten sonra toplanan cevaplar excel formatında kaydedilerek daha sonra word formatı çevrilmiştir. Elde edilen veriler kategorisel içerik analizi ile analiz edilmiştir. Kategorisel analiz genel olarak belirli bir mesajın önce birimlere bölünmesi ve ardından bu birimlerin

önceden saptanmış ölçütlere göre kategoriler halinde gruplandırılmasıdır (Tavşancıl ve Aslan, 2001). Analiz aşamasında belirlenen birim kelime/kelime gruplarıdır. İncelemeler soru bazlı olarak yapılmıştır. Araştırmacı önce formlarda yer alan her bir soruya yönelik verilen cevapları incelenerek anahtar kelime/kelime grupları belirlenmiş daha sonra kategoriler oluşturulmuştur. Oluşturulan kategoriler bir alan eğitimcisi tarafından incelenmiş ve görüşleri doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Daha sonra analiz kapsamında araştırmacı kategorilerin ve kategoriler altında yer alan ifadelerin frekanslarını belirlemiş ve yorumlamıştır.

3.5.2. Problem Çözme Etkinlikleri Analizi

Aparatlı matematik problemleri çözme görüşmeleri sırasında elde edilen video kayıtları bilgisayara aktarılmış, Youtube Studio üzerinden videolar paylaşıma kapalı olarak youtube'a yüklenmiş ve alt yazı sekmesi yardımı ile tüm videolara alt yazılar eklenmiştir. Eklenen altyazılar bilgisayara txt formatına çevrilmiştir. Ardından txt formatındaki metinler word dokümanına dönüştürülmüştür. Son aşamada ise txt ve word dokümanları üzerinde içerik analizi yöntemiyle çözümleme yapılmıştır. Söz konusu çözümleme için önce "araştırmanın dayağı" bölümünde ele alınan literatür kapsamında bir çerçeve geliştirilmiştir. Çerçevenin amacı katılımcı öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerini çözme sürecinde sergilediği akıl yürütme yaklaşımları analiz etmektir. Aparatlı problemlerin nihai amacı öğrenenlerde matematiksel düşünme becerisini geliştirmektir. Bu nedenle problem çözme sürecinde çözücülerin temel düşünme eksenlerinin belirlenmesi önemli görülmüştür. O nedenle çerçevenin ilk kategorisini *düşünme ekseni* oluşturmaktadır. İlgili literatür (Arıol, 2009; Malloy ve Jones, 1998; Dewey, 1957; Sternberg, 2006) kapsamında düşünme ekseni kategorisi "*bütüncül düşünme*" ve "*analitik düşünme*" olarak iki alt kategoride (bkz. Tablo 2.) incelenmiştir.

Tablo 2

Aparatlı matematik problemlerinde düşünme ekseni

KATEGORİ-A: *DÜŞÜNME EKSENİ*	
A.I. Analitik Düşünme	***A.II. Bütüncül Düşünme***
• Problemi parçalar ve anlar. • Problemin çözümüne aşamalı olarak ulaşmaya çalışır. • Sezgisel değil, mantıksal çıkarımlar yapar.	• Sonucu zihninde bir bütün olarak ele alır, ayrıntılara dikkat etmez ve problemin parçalarına odaklanmaz. • Problemin çözüme direkt olarak ulaşmaya çalışır.

• Problemi nasıl çözdüğünü anlatırken zorlanmaz.	• Problemi sezgilerine göre çözer ya da çözmeye çalışır. • Problemi nasıl çözdüğünü anlatırken zorlanır.

Düşünme ekseninin iki alt kategorisi tüm problemler için aynı kapsamda belirlenmiş olmasına rağmen alt kategorinin bileşenleri, her aparatlı problemin parçaları ve çözüm aşamaları farklı olduğu için her problem için tek tek belirlenmiştir. Bileşenlerin belirlenmesini örneklemek için aşağıda bazı aparatlı problemlere ait açıklamalar ve transkript örnekleri sunulmuştur.

Problem 1.1 için analitik düşünme ekseni; problemde verilen renk koşullarını, ayrıt kavramının içeriğini, üstten görünüşün inşasını ve kat koşulunu tek tek incelemesi, bu parçaları mantıksal çıkarımlar yaparak problemin basamaklarını oluşturması ve çözümünü sebep sonuç ilişkisi kurarak anlatması olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni, problemi çözebilmesi için analitik düşünmede belirlenen parçaları ortaya koymadan şekli üstten görünüşüne göre inşa etmeye başlaması, şekli oluştururken deneme yanılma yaparak, sezgilerine güvenerek, plansız bir şekilde çözüme direkt olarak ulaşması/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanması olarak belirlenmiştir.

Problem 1.2.a ve Problem 1.2.b için analitik düşünme ekseni; problemde verilen küp sayılarını, tabanı nasıl oluşturması gerektiğini, birinci, ikinci ve üçüncü yüzeylerde oluşacak izdüşümlerini ve kat koşulunu tek tek incelemesi, bu parçaları mantıksal çıkarımlar yaparak problemin basamaklarını oluşturması ve kendi çözümünü sebep sonuç ilişkisi kurarak anlatması olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni, problemi çözebilmesi için analitik düşünmede belirlenen parçaları ortaya koymadan izdüşüm alanı oluşturmaya odaklı bir yapı inşasına başlaması, yapıyı deneme yanılma yaparak, sezgilerine güvenerek, plansız bir şekilde çözüme direkt olarak ulaşması/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanması olarak belirlenmiştir.

Problem 1.3 için analitik düşünme ekseni; problemde verilen görünümlerdeki ortak küpleri, görünümlerdeki küpleri yerleştirirken aynı doğrultuda olmayabileceğini tek tek incelemesi, bu parçaları mantıksal çıkarımlar yaparak problemin basamaklarını oluşturması ve kendi çözümünü sebep sonuç ilişkisi kurarak anlatması olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni, problemi çözebilmesi için analitik düşünmede belirlenen parçaları ortaya koymadan verilen görünümdeki ortak küpleri, küplerin aynı doğrultuda dizilmeme ihtimalini belirlemeden her bir görünümü kendi içinde bir bütün olarak ele alıp inşaya başlaması, yapıyı deneme yanılma yaparak, sezgilerine güvenerek, plansız bir şekilde çözeme direkt olarak ulaşması/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanması olarak belirlenmiştir.

Problem 1.4 için analitik düşünme ekseni; problemde verilen yapıyı renklerine göre oluşturacağını, zeminin alanın sayısal değerini tek tek incelemesi, oluşan yapıları küp sayısını ve zemin sayısı arasında ilişkilendirmesiyle mantıksal çıkarımlar yaparak problemin basamaklarını oluşturması ve kendi çözümünü sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatması olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni, problemi çözebilmesi için analitik düşünmede belirlenen parçaları ortaya koymadan zemini direk elde ettiği küpler ile kaplamak istemesi ve zemin ile küpler arasında bir ilişki kurmaksızın sezgilerine güvenerek, deneyerek direkt çözüme ulaşması/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanması olarak belirlenmiştir.

Problem 2.1.a için analitik düşünme ekseni; dörtgen özelliklerini, köşe, kenar, doğrusal olma kavramlarını tek tek incelemesi, bu parçaları kullanarak problem çözüm basamakları oluşturması, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşması ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatması olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni, analitik düşünmeden belirlenen parçaları ortaya koymadan aklına gelen dörtgenleri oluşturmaya başlaması, köşe, kenar ve doğrusal olma kavramları ile ilişkilendirmeden deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşması/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanması olarak belirlenmiştir.

Problem 2.1.b için analitik düşünme ekseni; konveks, konkav çokgen özelliklerini düşünme, doğrusal olma kavramlarını tek tek inceleme, bu parçaları kullanarak problem çözüm basamaklarını oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde bütüncül düşünme ekseni ise; analitik düşünmede belirtilen parçaları ortaya koymadan konkav çokgenleri, çokgen özelliklerini düşünmeden sadece konveks çokgenler üzerinde düşünme, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 2.2 için analitik düşünme ekseni; verilen görselde yerleştirilmiş olan dörtgenleri görselin kenar uzunluklarına, açılarına bakarak zihninde parçalama, bu parçaları kullanarak problem çözüm basamakları oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni; analitik düşünmenin tersine görsele bütün olarak bakma, açı, kenar uzunluklarına dikkat etmeksizin şekle bakıp deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 2.3 için analitik düşünme ekseni; dörtgenin kenar uzunluklarını, yerleştirilen dörtgenlerin birbiri ile yaptıkları açıları belirleme, bu parçaları kullanarak problem çözüm basamakları oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak

anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni; problemi çözerken verilen görseli oluşturma ya da görsele benzer bir şeklin sadece kenar uzunluğunu kullanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 2.4 için analitik düşünme ekseni; eşkenar dörtgen özelliklerini belirleme, altıgen özelliklerini belirleme ve iki geometrik şekli aparatlarla ilişkilendirme bu parçaları kullanarak problem çözüm basamakları oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adayının bütüncül düşünme ekseni; sadece altıgen yapı oluşturmaya odaklanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 3.1 için analitik düşünme ekseni; üçgen özelliklerini, iki üçgen yardımı ile oluşan iki farklı üçgen (dar açılı, geniş açılı) olduğunu, oluşan yeni üçgenin simetri kullanarak oluştuğunu, diğer üçgenlerin belli bir kurala göre oluşacağını belirleme, bu parçaları kullanarak problem çözme basamaklarını oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adaylarının bütüncül düşünme ekseni; sadece üçgen özelliklerini kullanarak üçgenler oluşturmaya odaklanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 3.2 için analitik düşünme ekseni; konkav ve konveks çokgenlerin özelliklerini irdeleme, belirli düzgün çokgenlerin dışına çıkarak konveks çokgen oluşacağını düşünme ve düzgün çokgen özelliklerini ortaya koyma bu parçaları kullanarak problem çözme basamaklarını oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adaylarının bütüncül düşünme ekseni; konveks çokgen kavramında kare, dikdörtgen ve altıgen gibi genel çokgen yapılarını düşünme, düzgün çokgen ve çokgen farkını irdelemeden çokgenler oluşturmaya odaklanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 3.3.a için analitik düşünme ekseni; verilen görüntüdeki yapıyı elindeki üçgenler ile ilişkilendirerek üçgenlere göre parçalama, daha fazla üçgen kullanarak ulaşan şekli benzerlik kavramı ile ilişkilendirme, bu parçaları kullanarak problem çözme basamaklarını oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde bütüncül düşünme ekseni; verilen görseldeki şeklin benzerini şekle bakarak yapmaya

çalışma, üçgen dizilimine dikkat etmeden yapıyı oluşturmaya odaklanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 3.3.b için analitik düşünme ekseni; düzlemsel şekil kavramını irdeleme, üçgenin uzunluklarını belirleme, çevre kavramı ile ilişkilendirme, bu parçaları kullanarak problem çözme basamaklarını oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde bütüncül düşünme ekseni; düzlemsel şekil kavramını irdelemeden belirli geometrik şekilleri oluşturmaya odaklanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

Problem 3.4 için analitik düşünme ekseni; altıgen yapının özelliklerini irdeleme, dıştan çevreleyen yapıyı altıgen yapmak için üçgenlerin birbiri ile yaptığı açıyı ve üçgenlerin kenar uzunluklarına odaklanma, bu parçaları kullanarak problem çözme basamaklarını oluşturma, mantıksal çıkarımlar yaparak sonuca ulaşma ve ulaştığı sonucu sebep-sonuç ilişkisi kurarak anlatma olarak belirlenmiştir. Aynı problemde öğretmen adaylarının bütüncül düşünme ekseni; altıgen özelliklerinden yola çıkarak üçgenlerin birbirileri ile yaptıkları açıya ve uzunluklarına dikkat etmeksizin altıgen yapı inşa etmeye odaklanma, deneme yanılma yaparak direkt çözüme ulaşma/ulaşma isteği ve kendi çözümünü anlatırken zorlanma olarak belirlenmiştir.

3.5.2.1. Düşünme Ekseni Analizlerine Yönelik Örnek Transkriptler

3.5.2.1.1. Problem 1.2 Analitik Düşünme Ekseni İçin Örnek Transkript

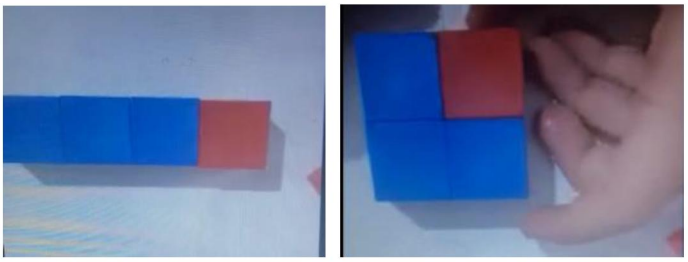
(Soruyu okuyor)

A: çizim yapmak zorunda değilsin.

ÖA-12: Şimdi on beş taneyi kullanacağım sekiz tane küp istiyorum tabanda şimdi rastgele o zaman iz düşümünün küçük olmasını istiyorsam üç iz düşümünün de o zaman ben ne yaparsam? Mesela şöyle düşüneyim; şuradan önce bir ön yorum yapacağım dizmeden önce bana toplam dört tane küp verilse üç bir iz düşümünde toplam alanın en küçük olması istense yan yana dizersem şu an bu cepheden dört tane gözüküyor.

ÖA-12: Kare alanı olarak bu cepheden bir tane kalan üst yüzeyden de bu cepheden de dört yani toplam dokuz olmuş oldu. İz düşüm alanı ama ben bunları şu şekilde toparlarsam yani kenar alanları hani kenar uzunluklarını birbirine yakın seçersem dört. Burada iki yanda, iki yanda daha sekiz oluyor o zaman ben şekilde tabana sekiz tane küpü birbirine yakın olacak. Yani o zaman tam bir kare şeklinde tamamlamaya çalışacağım hocam. Sekiz taneyse şöyle seçeyim diyorum. Bu beyaz yokmuş gibi gözüküyor şöyle koyayım. Şu an sekiz oldu. On beş taneyi kullanacağım o zaman ben ne yaparsam ve üç katlı olmasını istiyorum. Şu an buraya bir üç kaça tamamlayım. Şekli şu şekilde tamamlarsam kaç olur acaba. Şu an burası da üç, üçüncü kat tamamlandı. O zaman kalan bir tane herhangi bir köşeye komam fark eder mi? şuraya koyayım şu an nasıl oldu acaba. Şimdi bu cepheden şu yani şu cepheden bakarsak bu cepheden baktığımda toplam dokuz

tane yüzey alanı görüyorum. Yani dokuz oluyor. Bu cepheden bakarsam bir, iki, üç, dört, altı, yedi şuradan yedi, buradan dokuz üstten de görüldüğü gibi sekiz çıkıyor.



Şekil 1 ÖA-12'nin problem 1.2.a çözümü.

A: Toplam yirmi dört dedin.

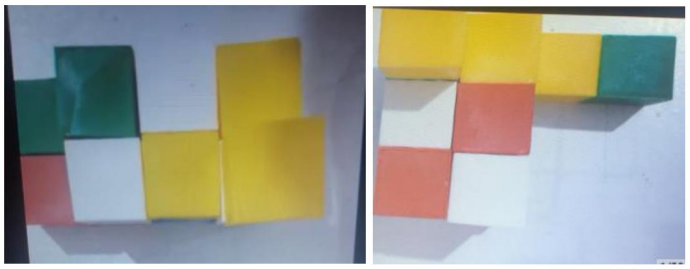
ÖA-12: Evet şu an toplam yirmi dört. Peki, bir değişiklik yaparsam yani bunların üç katlı olmasını istiyorum bir köşeyi üç kat yapayım. Kalanları şöyle etrafa dizeyim. Bir tanede ortaya koyayım.

A: Neden değiştirdin? Mesela neden bu karara vardın şu an?

ÖA-12: Şu an daha düşük bir şey çıkabilir mi onu düşündüm. Neden böyle yaptım. Çünkü şunu fark ettim. Şurayı çok doldurdum üç katıda bu sefer hani bu yüzeyi toplam dokuz tane alan görmüş oldum yani şunu fark ettim. Olabildiğince katları doldurarak gitmeliyim.

A: Peki farklı bir dizilim mümkün mü?

AÖ-12: Kesinlikle hocam.



Şekil 2 ÖA-12'nin problem 1.2.b çözümü

3.5.2.1.2. Problem 1.2 Bütüncül Düşünme Ekseni İçin Örnek Transkript

ÖA-10: Tabanında 8 tane küp olan demiş yani taban alanının 8 olması gerekiyor bu da yani bunu baz ayarlayabilirim.

A: Şu an tabanında 8 küp mü var?

ÖA-10: Hı hı. Evet, şey gerçi bunun şey olması gerekmiyor. Bir küp elde etmeyeceğim. Ben bir küp elde edecekmişim gibi düşündüm de bir an.

A: Soruda x y z koordinatlarındaki izdüşümlerinin en az olması isteniyor.

ÖA-10: Tamam.

(Deneme yanılma yapıyor)

A- Bir daha okur musun soruyu?

ÖA-10: Yok yok bitirmedim daha.

A: Tamam.

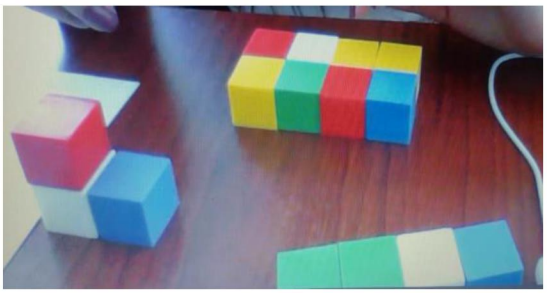
ÖA-10: Şurada şey üçe ikili oluyor sadece düşünüyorum ne olabilir başka. Başka bir yöntem gelmedi burası olmuyor sonuçta böyle bir şekil olamaz.

A: Niye? Sen şu an ne düşünüyorsun soru için?

ÖA-10: Ben şu an daha düzgün bir prizma olarak düşünüyorum. Düzgün prizma derken bir prizma şekli olabileceğini düşündüm hani bu şekilde. Bir durum olamaz diye düşünüyorum ama yanlış mı düşünüyorum?

A: Neden öyle düşünüyorsun?

ÖA-10: Belki şekilden dolayı olabilir verilen görselde. Daha düzgün bir şekil var ya tüm köşelere kare mi dikdörtgen mi saymadım ama ondan dolayı böyle bir düşünceye kapıldım sanki bu olmaz gibi geldi



Şekil 3 ÖA-10'un problem 1.2.a çözümü.

A: Şu an küpün ikinci problemine bakıyoruz değil mi?

ÖA-10: Hı hı. Evet evet.

A: Onlar izdüşüm yani şeyler sorudaki koordinatlar, şöyle düşün sen fener tutuyorsun o duvarda kaç tane çıkabilir soru o aslında. Düzgün olup olmamasını önemsemiyor o düzgün gözüken şeyler aslında izdüşüm yüzeyleri dikdörtgen olarak algılama onları.

ÖA-10: O zaman böyle diyorum.

A: Tamam öyle diyorsun sebebi ne? Neler yaptın bunu çözerken?

ÖA-10: Yani 8 tane dediği için tabanda 8 tane bu yüzeyde dört tane olduğu için dörtlü ayırdım burası da iki tane olduğu için iki tane ayırdım kenarların yansıması olarak yani

A: Bir daha anlatır mısın? Anlamadım ne demek istediğini.

ÖA-10: Tabanın sekiz tane küp kullanmamız gerekiyor bu yüzden 4'e 2'lik küp kullandım bir köşesi yani bir kenarı 4 birim olduğu için birini 4 birim olarak ayırdım şu kenarda iki birim olacak şekilde ayırdım bu da fazla olduğu için üstüne koydum.

A: Sen onları ayrı ayrı yaptın yani bu bana doğru olan 3. yüzeye yansıyan mı?

ÖA-10: Evet evet.

A: anladım peki dizilimin üç katlı dizilim yapıyor diyor üç katlı dizilim?

(Düşünüyor)

ÖA-10: Yani o zaman bence böyle.



Şekil 4 ÖA-10'un problem 1.2.b çözümü.

3.5.2.1.3. Problem 2.2 Analitik Düşünme Ekseni İçin Örnek Transkript

ÖA-5. İlk şeklin şu tarafı bence böyle olacak.

Sadece dört şekilden. Şunu da şuraya koysam olacak herhalde.

A: Evet nasıl yaptın hemen öyle.

ÖA-5: İlk önce en soldaki şurası var ya (verilen görselin sol çıkıntısını gösteriyor) buradan başladım önce burayı belirledim.

A: Neye göre belirledin onu?

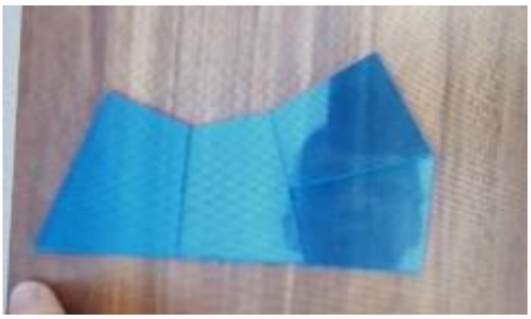
ÖA-5: Şekle göre, çıkıklığa göre.

A: Çıkıntıya göre köşeye göre yani?

ÖA-5: Aynen. Ya bu dörtgenin şekline göre belirledim oradan kendim öyle olacağını düşündüm benzettim daha doğrusu. Daha sonrasında da alt tarafın üç tane şeklin birleşiminden oluşan bir doğrusal olduğunu düşündüm çünkü uzun. Ama iki tane değildir yani üçtür diye düşündüm. Direkt üç tanesini doğrusal yaptım altta. Daha sonra da ikinci orta kısma geldim. Yukarı doğru çıkıntı yapmış şekilde bunu diğer türlü koymuştum. Yani şöyle koymuştum. Yo başka şekilde mi koymuştum şöyle koydum herhalde. Sonra çıkıntı yapsın diye geri böyle yaptım. Geriye de bir tek bu kalmıştı bunu da uyabileceği bir şurası vardı. Böyle koyunca şeklin aynısı oldu.

A: Tamam çok teşekkür ederiz.

(Küçükken tangram ve kâğıt kaplama yaptığını belirtti)



Şekil 5 ÖA-5'in problem 2.2 çözümü (birinci görsel).

ÖA-5: Oldu mu?

A: Oldu sanırım. Dur yakından bakayım.

ÖA-5: Şurası daha mı eğik olmalı?

A: Senin açından bakayım. Oldu evet. Burada nereden yola çıktın?

ÖA-5: Şey yaptım yine şu köşeden başladım en soldan şurayı denedim ama burayı oturtamadım ters baktığım için sonra dedim ki şu taraf daha belirleyici şu köşeyi yerleştirdim sonra bunu yerleştirdim geriye de bu kaldı zaten onu da ona göre yerleştirince oldu.

A: Köşeleri nelere göre yerleştirdin ne düşünerek yerleştirdin? Yerleştirdim diyorsun ya neden diğer tarafta değil de böyle?

ÖA-5: İlk önce işte şunu belirleyemedim 90 olup olmadığını, daha doğrusu bunu yapamadım düzgün bakmadığım için. O yüzden dörtgenin şu köşesinin verilen şekle uyacağını düşündüm. İlk onu aldım temel olarak. Diğerleri iki kenar değil mesela sağa bakarsam üç tane kenar var belirleyici diğerinde de üç bunda da üç ama en soldaki köşede sadece iki kenar o yüzden bunu yerleştirmek daha kolay ilk önce onu koydum. En azından bir şekil ortadan çıkarsa diğerlerini götürmek daha kolay olur. Sonra sağdakine geçtim sağdaki de çok belirgin zaten yani şeklin bir şurası var bir burası var dörtgenin şurası da bariz ortada şöyle olduğu ve şöyle indiği. Şekilleri benzeterek gittim daha doğrusu öyle desem daha mantıklı herhalde.



Şekil 6 ÖA-5'in problem 2.2 çözümü (ikinci görsel).

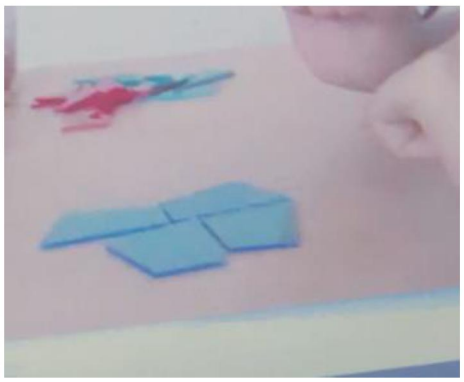
3.5.2.1.4 Problem 2.2 Bütüncül Düşünme Ekseni İçin Örnek Transkript

(Deneme yapıyor)
ÖA-3: Sanki şu an oldu mu? Hayır olmadı.
(Denemeye devam ediyor)
ÖA-3: Birinciyi yapamadım bunu geçelim oluşturamadım.
A: Tamam geçebiliriz istediğin zaman.
ÖA-3: Bir paralellik var mı aşağısı dümdüz değil mi?
A: Aşağısı dümdüz evet.
ÖA-3: Ben birin doldurulabileceğinden pek emin değilim bayadır uğraştım. Olmadı.



Şekil 7 ÖA-3'ün problem 2.2 çözümü (birinci görsel).

(Diğer şekle geçti)
ÖA-3: Sanki yaptım.
A: Neyden yola çıkarak yaptın?
ÖA-3: Bir taban belirledim yani hepsinde düz olan bir taban belirledim. Ben aslında gördüğümü yapıyorum. Tamamlayacak şekilde oluşturmaya çalışıyorum. Ne görüyorsam onu deniyorum.



Şekil 8 ÖA-3'ün problem 2.2 çözümü (ikinci görsel)

3.5.2.1.5. Problem 3.3 Analitik Düşünme Ekseni Örnek Transkript

Soruyu okuyor.

ÖA-5: Oluşunca göstermiyor muyuz zaten? İlk önce dört parçayı kullanarak bir şekli oluşturmalıyım.

Şunu öyle bir koyayım ki olsun orda dörtgen. Şurası dikdörtgen oldu. Böyle yapmalıyım. Tamam. Dört tanesi ile yaptım.

A: Alan oranı ne olurdu?

ÖA-5: Şuraya 1 desem şurası 2 oluyor zaten. Hipotenüs kök 5. O zaman alanı 5.

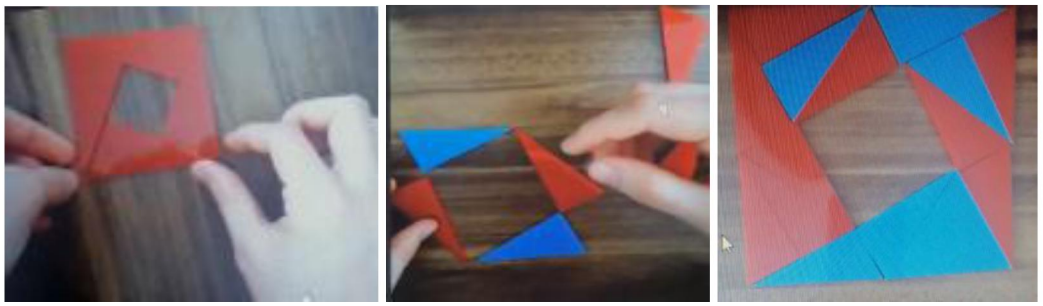
A: Cevabım 5 mi?

ÖA-5: Ben şimdi verilen şekli yaptım, şimdi istediği şekli yapacağım.

(Soruyu tekrar okuyor.)

ÖA-5: Zaten hepsiyle kare oluşmuyordu, hepsini kullanmama gerek yok. Şeklin ortasındakini sabit bırakıp üçgenlerle kaplasam bir kare olur mu ki? Ama o zaman dışarıdaki kare değişiyor. Bir kat gidince içerideki ile aynı eğiklikte olur. O zaman bir kat daha kare yapsam? Hımmm. Ama bir kat daha kare nasıl yapacağız.

(Şekli bozup tekrar başladı)



Şekil 9 ÖA-5'in problem 3.3 çözümü.

ÖA-5: Ben dışarıyı kare yapacağım. Şuraları dikdörtgen yapsam? İki köşeyi dikdörtgen haline getirsem yani? Birbirlerini tamamlarlar mı? Tamamlamaz. Burası çok küçük kalıyor. Yapabildiğim kadar geniş açılı yaparsam, eğer bunları öyle bir yerleştirirsem yerleştirmek daha kolay olacak. Şurası dik gelir belki ama kere elde ettirmez bana. Evet, şöyle yapsam, oluyor mu olmuyor.

(Denedi)

ÖA-5: Tam bozuyordum. Bakış açısı, ne kadar önemli. Arttı ama. Zaten hepsini kullanmayacaktım. Bence şu anda oldu. Aaa şurayı ters koymuşum. Şurayı nasıl yapmışım? Olmuyor mu yoksa?

A: Neresi olmuyor?

ÖA-5: Şöyle koydum şurası tamam şurası tamam. Üçgen oluşturarak gidiyormuş. Şurası da olmalı. Düzgün koyayım burası olmalı. Oldu. Evet.

A: Sence cevap ne?

ÖA-5: Şimdi buralara kök beş dedim burası iki kök beş alanı beş. Bir önceki kare ile orası bir öncekinin kök beşti. Bunun alanı yirmi, bir öncekinin alanı beşti. O zaman alanlarının oranları dört.

A: Soruyu nasıl çözdün?

ÖA-5: Ben boşluğa göre oluşturdum. Bir de üçgenleri ekleyince bu şekil oluşuyor. Aynı şekildeki üçgenleri aynı dizilimle ekleyerek oluşturacağım. Ama köşeleri 90 yapacağız bu önemli. Üçgenlerin alanı arttığı için bunun da alanı arttı.

3.5.2.1.6. Problem 3.3 Bütüncül Düşünme Ekseni Örnek Transkript

(Şekli oluşturmaya çalışmaya başlıyor kararsız kalıyor)
(soruyu tekrar okuyor)
ÖA-2: Kafam karıştı.
A: Sakince bir daha oku soruyu istersen.
(deneme yapıyor ama yanılıyor)
ÖA-2: Aradaki boşlukları anlamadım. Benim şu an yaptığıma göre ortadaki kare tüm kenarlara değiyor o yüzden benimki yanlış.
A: Soruyu bir daha okumalısın bence o yüzden.
(soruyu anlamak adına sorular soruyor)
ÖA-2: Ö şekli nasıl oluşturabilirim ki 4 parçayı kullanarak? Nasıl yapacağımı anladım ama yapabilir miyim emin değilim tam olarak.
(Denemeye devam ediyor)



Şekil 10 ÖA-2'nin problem 3.3 çözümü.

ÖA-2: Yaptım. Nasıl benzerini oluşturmalıyım peki aynı şekle mi benzeyecek?
A: Evet benzer olmalılar.
ÖA-2: Ben ne yapacağımı anlamadım.
A: O şekle benzer bir şekil daha oluşturacaksın içi kare olan dışı kare olan.
ÖA-2: Biraz önce oluşturduğum gibi oluştursam olmaz mı?
A: Soruyu tekrar oku istersen.
(4 üçgenler denemeye devam ediyor)
A: Mesela bunu da 4 üçgenle oluşturdun ya diğer şekil nasıl olmalı?
ÖA-2: Anladım içini doldurmayı deneyeceğim üçgenlerle.
(tekrar baştan deniyor)

ÖA-2: Neyse geçelim oluşturamadım.

Öğretmen adaylarının aparatlı problemleri çözme süreçlerinde sergiledikleri akıl yürütme yaklaşımlarını analiz edebilmek için literatürde var olan akıl yürütme becerisi sınıflandırmalarından birinin temel alınabileceği görülmüştür. Araştırmada uygulanan problemlere en uygun olan sınıflandırmanın Mercan (2019) tarafından ifade edilen üçlü yapı olduğuna karar verilmiştir. Bunun nedeni aparatlı problemlerin hem sözel hem görsel-uzamsal hem de matematiksel yönlerinin olmasıdır. Dolayısıyla geliştirilen analiz çerçevesinin ikinci kategorisine *akıl yürütme boyutu* denilmiş ve ilgili literatürde belirtilen (Mercan, 2019; İnal, 2010, İnal ve Ömeroğlu, 2011) üç alt kategori üzerinde araştırmacı ve danışman öğretim üyesinin gerekli uyarlamaları yapması ile analiz sürecinde kullanılmıştır. Bu alt kategoriler; 1-sözel akıl yürütme, 2-görsel-uzamsal akıl yürütme ve 3-sayısal akıl yürütmedir. Mercan'a (2019) göre sözel akıl yürütme kelimeler ile bilgileri anlama, değerlendirme, yorumlama ve aktarma iken, sayısal akıl yürütme ise matematiksel becerileri etkin kullanma, matematiksel tahmin oluşturma, matematiksel bilgileri sunma, matematiksel tartışmaları geliştirme ve değerlendirme şeklinde ifade edilmektedir. Görsel akıl yürütme ise görsel imgeler, semboller veya figürler aracılığıyla ilişki kurma, bu ilişkilere bağlı olarak çıkarsamalar yapabilme becerisi olarak ifade edilir (İnal ve Ömeroğlu, 2011'den aktaran Mercan, 2019). Görsel akıl yürütme altında yer alan beceriler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Şekilleri kullanarak yeni şekiller oluşturma,
- Sözel olmayan akıl yürütmeyi kullanma,
- Harita, grafik ve verinin diğer görsel formlarını oluşturma ve okuma,
- Nesneleri konumlandırma ve konumlarını hatırlama,
- Şekilleri anlamsal farklı şekillere ayırma,
- Fiziksel veya zihinsel olarak nesneleri dönüştürme,
- Nesnelerin uzayda hareket ettiklerini hayal etme, zihinsel dönüştürme ve aktarma,
- Nesneleri karşılaştırma, diyagram kullanma, anlama,
- Üç boyutlu nesneyi iki boyutlu temsil edebilme,
- Süreci grafik kullanarak temsil etme,
- Soyut görselleştirmeleri kullanma,
- Nesnelerin boyutlarında değişim yapma,

- Üç boyutlu figürleri ve iki boyutlu temsilleri görme,
- Nesneleri oluşturma/yaratma veya tasarım yapma,
- Perspektif farkındalığı,
- Görselleştirme,
- Uzayda/alanda birisinin vücudunu hareket ettirmesi,
- Aşağı veya yukarı ölçekleme, nesne veya miktarları artırma veya azaltma,
- Yer yön bulma (OMoE, 2014'den aktaran Mercan, 2019, s.26).

Mercan (2019)'ın ele aldığı biçimde akıl yürütme alt kategorileri örnekler ve derinlemesine açıklamalar ile desteklenmemektedir. Bu nedenle akıl yürütme boyutu için belirlenen üç alt kategori için araştırmacı ve danışman öğretim üyesi transkriptler üzerinde birlikte çalışarak alt boyutlara dair kendi açıklamalarını ve ayrışım noktalarını belirlemişlerdir. Bunlar aşağıdaki gibidir.

- Sözel akıl yürütmelerde bireylerin problem çözme sürecindeki söylemlerinin karakteristik özelliklerine bakılır. Karakteristik özelliklerin söylemin geneline yayılmış olması ya da baskın yapıda olması durumuna göre hangi alt bileşen/ayrışım altında değerlendirileceği belirlenir. Sözel akıl yürütme için belirlenen iki alt bileşen *1-destekleyici-sözel akıl yürütme* ve *2-mantıksal-sözel akıl yürütmedir*. Mantıksal-sözel akıl yürütme ise kendi içinde iki alt bileşene sahiptir. Bunlar; *2.1-açıklayıcı-sözel akıl yürütme* ve *2.2-doğrulayıcı-sözel akıl yürütmedir.*

Destekleyici-sözel akıl yürütme, çözücünün problem çözme sürecinde gerçekleştirdiği matematiksel adımlarına, işlemlerine ya da aparat manipülasyonlarına spontane/üzerine düşünmeden eşlik eden söylemleri içerir. Bu tür söylemler yapılan işlemin/manipülasyonun gerekçesini, önceki ya da sonraki adım ile olan ilişkisini içermez. Söylemlerin amacı daha çok yapılan matematiksel ya da uzamsal işlemlerin sözel dilde bir ya da birkaç kelime grubu ile desteklenmesidir. (Örneğin; *bununla bunu bileştirdim*, *kenarları değmeyecek diyor soruda*, *başka ne yapılabilir*, *belki çıkar bu şekilde, acaba bu şekilde bir şey çıkar mı*).

Mantıksal-sözel akıl yürütme ise çözücünün problem çözme sürecinde gerçekleştirdiği matematiksel adımlarına, işlemlerine ya da aparat manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri, ilişkilendirmeleri, neden-sonuç ilişkilerini, düşünme ya da eylemdeki değişim noktalarını ortaya koyan söylemleri içerir. Bu tür söylemlerin görevi çözünün düşünme ve eylem şeklinin arka planını göstermek

ve söylemi akıl yürütme alanının temel bir parçası haline getirmektir. (Örneğin; *dörtgen oluşmak için önce kareyi seçiyorum, karenin bir köşesi dik olduğundan şu parçayı seçerek başlıcam, bunu denemekten vazgeçtim çünkü çevreyi minimum yapmıyor, bir küpü sabit tutarak yapıyı oluşturucam böylece sağlamam gereken kriter azalmış olacak, önce temel bir yapı/figür belirleyip onu yansıtıp döndürücem sonra onu genişleticem*).

Açıklayıcı-sözel akıl yürütmelerin tümü mantıksal çerçevededir. Mantıksal açıklamaların yanı sıra ispatlamaya, doğrulamaya dair bir içeriğe sahip olan söylemler doğrulayıcı-sözel akıl yürütme alt kategorisine girer. Bu tür söylemlerde düşünceyi ve aparat eylemini genelleme eğilimi vardır. Yine bu tür söylemlerde matematiksel işlemler için manipülasyonlar ya da manipülasyonlar için matematiksel işlemler/adımlar bir doğrulama/ispatlama aracı olarak da görev yapar. Bu tür söylemler diğer türlere göre daha az ortaya çıkabilir. Doğrulayıcı söylemlerin temel karakteristiği yapılan zihinsel ya da fiziksel eylemin basit bir örnek ile doğrulanmasından ziyade, doğrulamanın kritik örneklerle yapılması ya da genelleme düşüncesinin ön planda olmasıdır. İçeriğinde, problem çözümü esnasında yapılan eylemlerin tekil olarak işe yarayıp yaramadığına değil örüntüsel bir özellik gösterip göstermediğine yönelen söylemler de bu alt kategori altında değerlendirilir. (Örneğin; *kareyi elde ederken ikili bloklar halinde ki parçanın belli şekilde döndürülmesinin işe yaradığı farkettim, bu yöntemin diğer dörtgenler için de kullanılabileceğini düşünüyorum, küplere ait minimum alanlı izdüşüm için bir gösterim buldum cevap bu aslında ama acaba diğer gösterimler için de sabit bir baz dizilim var mı onu merak ettim şimdi, bence en az dört doğru cevap var ve hepsinde şu parça hep köşede olmalı*).

KATEGORİ-A : DÜŞÜNME EKSENİ
- A.I. Analitik Düşünme Ekseni
- A.II. Bütüncül Düşünme Ekseni

KATEGORİ-B : AKIL YÜRÜTME BOYUTU
- B.I. Sözel Akıl Yürütme
  - B.I.1. Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme
  - B.I.2. Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme
    - B.I.2.1. *Açıklayıcı-sözel akıl yürütme*
    - B.I.2.2. *Doğrulayıcı-sözel akıl yürütme*

Akıl yürütme yani B kategorisinin ikinci alt boyutu görsel-aparat temelli akıl yürütmeyi içermektedir. Öğretmen adaylarının aparatlı problemleri çözme sürecindeki görsel-aparat temelli akıl yürütmelerini analiz edebilmek için yine literatürden yararlanılarak bir alt kategorizasyon yapılmıştır. Literatürde manipülatifler ile görsel-uzamsal becerilerin ilişkilendirildiği ve uzamsal becerilerin üç grupta ele alındığı görülmektedir. Bunlar uzamsal görselleştirme, zihinsel rotasyon ve uzamsal yönelimdir (Lowrie ve ark., 2017; Carroll, 1993). Kimi kaynaklarda ise bazı uzamsal akıl yürütme stratejileri olduğu belirtilmekte ve bunlar; holistik, analitik ve örüntü temelli olarak sıralanmaktadır (Hsi, Linn ve Bell, 1997). Bu başlıklar altında yapılan açıklamalar ve örneklemeler incelendiğinde aparatlı problemlerin çözümünde gerekli olan ya da ortaya çıkabilecek alt becerileri/stratejileri tam olarak karşılamadığı görülmüştür. Örneğin mekânsal yönelim ve haritalandırma gibi noktalar aparatlı problemlerde gerekli değilken, kişinin zihninde sadece uzaysal imgeler yaratması ya da rotasyon yapması da yeterli değildir. Bu imgelerin aparat kullanılarak nesne manipülasyonuna aktarılması gerekmektedir. Aparatlı problemlerde nesneden/aparattan bağımsız bir çözüm yolu tercih edilmez ve olmamasına çalışılır.

Yine kimi kaynaklarda uzamsal beceriler dışında farklı bir kavram kullanılarak üç boyutlu nesnelerin manipülasyonları için gerekli olan eylemler/stratejiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kavram "*üç boyutlu geometrik düşünme*"dir (Pittalis ve Christou, 2010). Üç boyutlu geometrik düşünme, üç boyutlu nesneler üzerinde, öğretim programı çerçevesinde çeşitli etkinlikleri (tasks) yerine getirme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu tür etkinlikler şu şekilde örneklendirilmiştir; üç boyutlu nesnenin düzlem açılımını yapmak, üç boyutlu nesneyi iki boyutta temsil etmek, katı cisimleri ve bunların ögelerini tanımak, küp dizilimlerini yapılandırmak, cisimlerin alan ve hacimlerini hesaplamak ve özelliklerini karşılaştırmak (NCTM, 2000). Üç boyutlu düşünme etkinliklerinin bir bölümü aparatlı problemlerin inşası ve çözüm süreçlerinde de kullanışlı görünmekle birlikte bu tür etkinliklerin konu ya da kazanım bazlı olması ve yine kimi zaman nesne manipülasyonunu çok az ya da hiç gerekli kılmaması sebebiyle aparatlı problemler için kapsayıcı bir çerçeve sağlamamaktadır. Literatür bize yararlı bilgiler sunmasına karşın bütünüyle kullanılabilir bir çerçeve sağlamaması sebebiyle biz B kategorisine kendi adlandırmamızı yaparak "görsel-aparat temelli akıl yürütme" ismini verdik. Bu kategori altında iki alt kategori tanımladık bunlar *1-görsel akıl yürütme* ve *2-aparat temelli akıl yürütmedir*. Aparat temelli akıl yürütme kategorisi kendi içinde de iki alt kategoriyi barındırmaktadır. Bunlar, *1-aparat manipülasyon becerisi* ve *2-aparatlar ile yapı/model inşa etme becerisidir*.

B.II. Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme

B.II.1. Görsel akıl yürütme

B.II.2. Aparat temelli akıl yürütme

B.II.2.1. *Aparatlar ile yapı/model inşa etme becerisi*

B.II.2.2. *Aparat manipülasyon becerisi*

Görsel akıl yürütme, problemde (varsa) verilen görseli (grafik, şekil, diyagram, fotoğraf, resim, vb.) anlama ve yorumlama; (varsa) 3 boyut ile 2 boyut arasındaki geçişleri/ilişkileri kurabilme, ifade edebilme ve (gerekli ise) görsel ürüne (çizim, boyama, vb.) dönüştürebilmeyi içerir. Görsel akıl yürütme becerisinin incelenmesi problemden probleme değişiklik gösterebilir. Bir aparatlı problemde sadece görselin anlaşılması/yorumlanması yeterli iken başka bir problemde ise aparat ile oluşturulan/inşa edilen modele yönelik çizim yapılması gerekebilir. Görsel akıl yürütmenin amacı aparat manipülasyonuna ve modeline hizmet etmek olduğundan ikincil beceri grubunu oluşturur. Bu nedenle görsel akıl yürütmenin analiz edilmesinde iki tür değerlendirme yapılması tercih edilmiştir. Bunlar; *yeterli* ve *yetersiz* görsel akıl yürütmedir. Problemde (varsa) bir ya da birkaç görselin anlaşılması, yorumlanması, ilişkilendirilmesi ve ürüne dönüştürülmesinde uygun adımları yerine getiren kişi yeterli bunun dışındaki durumlar yetersiz olarak nitelendirilir.

Aparatlar ile yapı/model inşa etme becerisi, aparatlar ile 3B (üç boyutlu) başlangıç/ön-tahmini modelini inşa etme; 3B prototip/kritik modeli inşa etme ve nihai/ürün olan 3B modele ulaşma/inşa etme becerilerini içerir. Bir aparatlı problemde söz konusu modellerin tümü bir arada ya da bir hiyerarşik çizgide geliştirilmek zorunda değildir. Örneğin bir kişi başlangıç modelini inşa etmeden kritik ya da nihai modele ulaşabilir. Ya da başka biri önce nihai modeli oluşturarak sonra kritik ya da başlangıç modeline geçebilir. Aparatlar ile model inşa etme becerisi incelenirken problem çözüm sürecinde hangi modelin inşa edildiğine, bir ya da birden fazla model inşa edilip edilmediğine, birden fazla model varsa bunlar arasında geçiş yapılıp yapılmadığına bakılır. Problem çözen kişi nihai/sonuç modelini inşa etmiş ise beceri düzeyi *yeterli*; modeli inşa edememiş ancak kritik modeli üretmiş ya da birden fazla başlangıç modeli denemiş ve bunları belli bir gelişimsel düşünce temelinde yapmış ise *kısmen yeterli*; sadece tek bir başlangıç modelini inşa etmiş ise *yetersiz* olarak nitelendirilir. Kritik model problem çözen kişinin nihai modele giden yolu, yapının temel özelliklerini fark etmesini sağlayan, süreci hızlandıran ve mantıksal bir düşünme alt yapısı olan modeldir. Genellikle bir kritik model belli bir düşünme süreci

sonunda gelişen ve rastgele olmayan modeldir. Başlangıç modellerinin büyük bölümü ise genellikle rasgele deneme yanılma ürünüdür ve dayandığı düşünme temeli zayıf ya da hiç yoktur.

Aparat manipülasyon becerisi; aparatlar ile uygun manipülasyonları (dizme, sıralama, kaydırma, üst üste koyma, çevirme, döndürme, öteleme, birleştirme, vb.) yapma, aparat ile herhangi bir 3B modeli inşa ettikten sonra bu model üzerinde gerekli deformasyonları (3B modeli kısmi ayırma/ bölümleme, tam ayırma/parçalama, kısmi birleştirme, tam birleştirme, bütüncül manipülasyon (bütün modeli döndürme, çevirme, vb.) gibi) yapmayı içerir. Aparat manipülasyon becerisi tümüyle model inşa etme becerisine hizmet eder ve bu süreçte oldukça önemlidir. Aparatlı problemlerde aparat manipülasyonu düşünme biçimini ve modele yönelik fiziksel eylemlerin niteliğini belirlediği için analiz etme sürecinin üç şekilde yapılabileceğine karar verilmiştir. Bunlar; *yetersiz*, *orta* ve *ileri* düzeydir.

Mercan (2019)'ın sayısal akıl yürütme olarak adlandırdığı kategori bu araştırmada *matematiksel akıl yürütme* olarak isimlendirilmiştir. Bunun nedeni sayısal akıl yürütmenin kavramsal boyuta yeterince vurgu yapmaması ve aparatlı problemlerin hem işlemsel hem de kavramsal bilgileri gerektirmesidir. Aparatlı matematik problemleri konu ya da kazanım bazlı olmamasına karşın belli düzeyde kavramsal ve işlemsel alt yapı gerektirir. Gerekli olan kavramsal bilgi (çevre, alan, hacim, simetri, kesir, oran, dönme, öteleme, yansıma, simetri, izdüşüm, örüntü, boyut, üçgen, kare, küp, prizma, vb.) ana ve onlara dayalı alt kavramlar ve (ölçme, hesaplama, tahmin etme, hamle yapma, grafik çizme, düzlemde ya da belli bir alanda konumlandırma, kaplama, yüzde alma, vb.) temel işlemlerdir. Bu bağlamda matematiksel akıl yürütme kendi içerisinde iki alt kategoriden oluşmuştur. Bunlar *işlemsel* ve *kavramsal* akıl yürütmedir. Aparatlı problemlerin çözümündeki gerekli olan kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeler problemin sonucunun doğruluğunu etkilediğinden ve ön şart niteliği taşıdıklarından bunların değerlendirmelerinin *yeterli* ve *yetersiz* olmak üzere iki şekilde yapılmasına karar verilmiştir. Problemin çözümüne yönelik gerekli işlemsel ve kavramsal bilgi ve beceri tam olarak var ise/sergilenmiş ise yeterli diğer durumlarda yetersiz olarak değerlendirme yapılmıştır.

B.III. Matematiksel Akıl Yürütme

B.III.1. İşlemsel akıl yürütme

B.III.2. Kavramsal akıl yürütme

Böylece aparatlı matematik problemlerini çözme sürecine yönelik analiz çerçevesi tamamlanmış olup tüm çerçeve aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur (bkz. Şekil-11).

KATEGORİ-A : DÜŞÜNME EKSENİ

A.I. Analitik Düşünme Ekseni

A.II. Bütüncül Düşünme Ekseni

KATEGORİ-B : AKIL YÜRÜTME BOYUTU

B.I. Sözel Akıl Yürütme

B.I.1. Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme

B.I.2. Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme

B.I.2.1. *Açıklayıcı-sözel akıl yürütme*

B.I.2.2. *Doğrulayıcı-sözel akıl yürütme*

B.II. Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme

B.II.1. Görsel akıl yürütme

B.II.2. Aparat temelli akıl yürütme

B.II.2.1. *Aparat manipülasyon becerisi*

B.II.2.1. *Aparatlar ile yapı/model inşa etme becerisi*

B.III. Matematiksel Akıl Yürütme

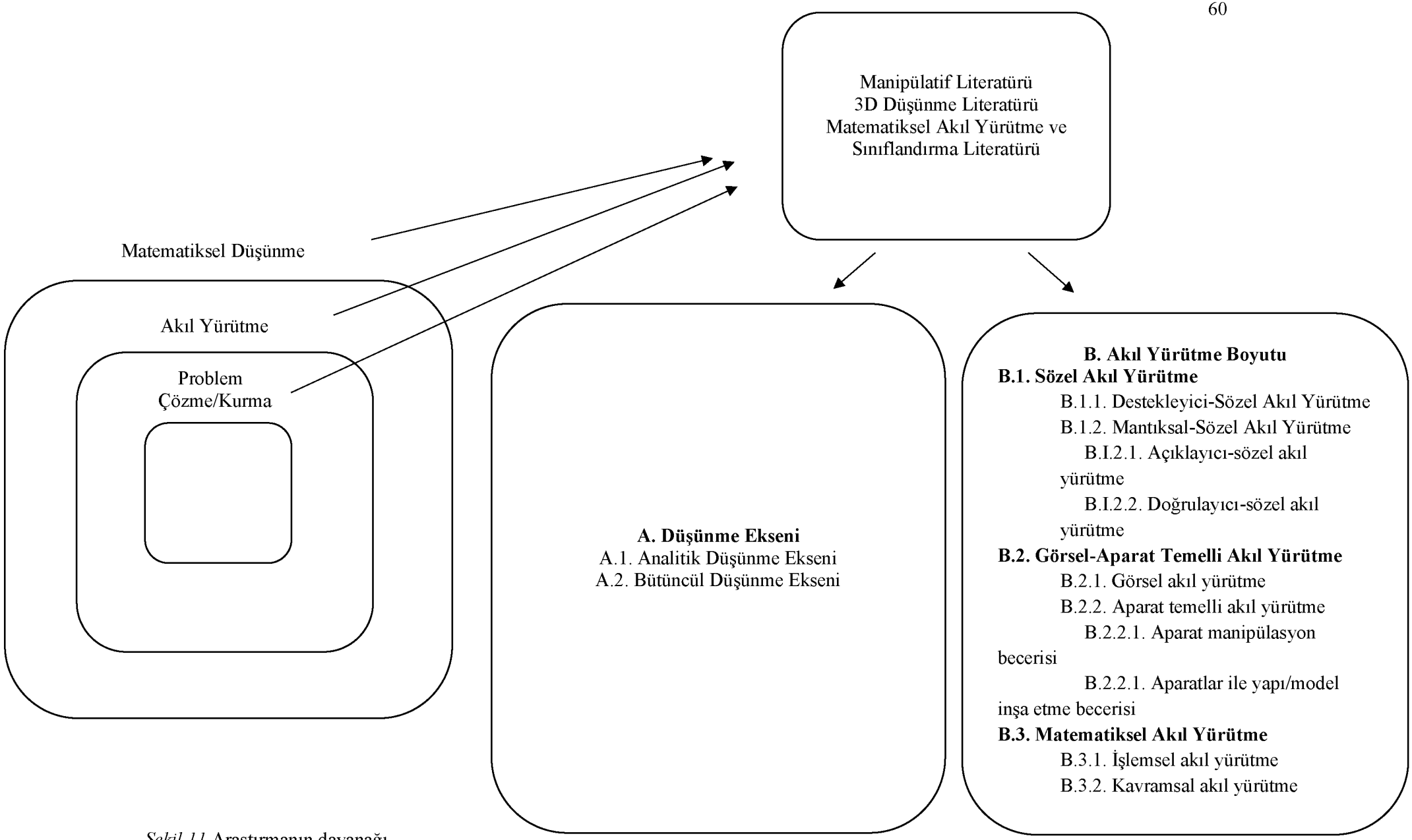
B.III.1. İşlemsel akıl yürütme

B.III.2. Kavramsal akıl yürütme

3.5.2.2. Akıl Yürütme Çerçevesine Örnek Soru Analizi

Problemde öğretmen adayı yaptığı işlemleri düşüncelerine dayandırarak açıklayarak anlatıyorsa açıklayıcı sözel akıl yürütme, öğretmen adayı yaptığı işlemleri genelleme yaparak anlatıyorsa doğrulayıcı akıl yürütme, öğretmen adayı herhangi bir düşünceye dayandırmadan, genellemeye yapmadan rasgele yaptığı, problem sürecini açıklayamıyorsa destekleyici sözel akıl yürütme sergilemektedir. Problem 3.4'de ÖA-5 problemi çözerken yaptığı adımları neden yaptığını ve ulaştığı noktaları tek tek anlatmaktadır. Bu nedenle ÖA-5 bu problemde açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sergilemiştir.

Problemde öğretmen adayı verilen görseli anlıyor ve yorumlayabiliyor ise görsel akıl yürütme becerisine sahiptir. Fakat eğer problemde görsel yok ve öğretmen adayından herhangi bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. istemiyor ise problemde görsel akıl yürütme becerisi değerlendirilmeyecektir. Bu problemde görsel akıl yürütme becerisi değerlendirilmemiştir.



Şekil 11 Araştırmanın dayanağı

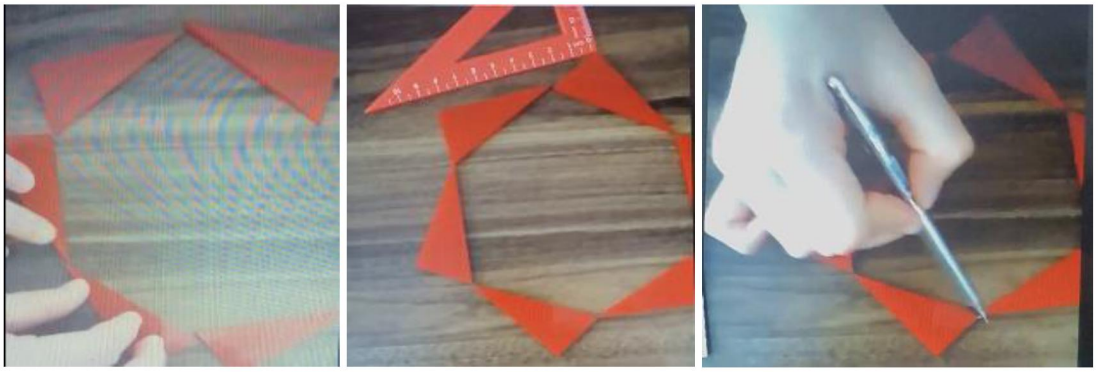
Problemde öğretmen adayı problemi çözmek için gerekli olan aparat manipülasyonlarını yerine getiriyor ise aparat manipülasyonu yeterli, gerekli manipülasyonların bir kısmını yerine getiriyor ise kısmi yeterli, gerekli manipülasyonları yerine getiremiyor ise yetersiz aparat manipülasyon becerisine sahiptir. Problemde öğretmen adayı gerekli modeli inşa etmiş ise yeterli, kritik modeli inşa etmiş ama nihai modele ulaşamamış ise orta, herhangi bir model inşa edememiş ya da başlangıç seviyesi modeli inşa etmiş ise yetersiz aparat ile model inşa becerisine sahiptir. Bu problemde ÖA-5 kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları yaptığı için aparat manipülasyon becerisinde yeterli, istenilen modeli inşa edebildiği için aparat ile model inşa becerisinde yeterli düzeydedir.

Problemde öğretmen adayı gerekli kavramları kullanıyor ise kavramsal ve bu kavramlar doğrultusunda gerekli işlemleri yapıyor ise işlemsel akıl yürütme becerisine sahiptir. Problemde öğretmen adayı üçgen, altıgen, alan, dönme, öteleme, örüntü, açı, oran kavramlarından bahsetmiş ve cetvel ile kenarları ölçerek altıgenin alan formülünden alan oranlarını hesaplamıştır. Öğretmen adayı bu problemde yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütme kullanmaktadır.

3.5.2.2.1. Problem 3.4 Transkripsiyonu

ÖA-5: Altı kenarı olacak. Altıgen olmasına gerek yok ki bu yapıda her üçgen bir başka üçgene sadece bir köşeden değecek.
(tekrar okuyor)
ÖA-5: Altı üçgen ve altı kenarlı bir şey oluşturacağım ve sadece bir köşeden değeceğim.
Nasıl olacak o? şöyle yapsam (üçgenlerin aynı olan köşelerini birbirine değdiriyor) öyle de aynı şey çıktı. Dört oldu mesela bir tanesinde burası fazla çıkar o zaman. (oluşturduğu yapının kenar sayılarını sayıyor)
A-: Sorudan ne anladın?
(Soruyu tekrar okuyor)
ÖA-5: İçi altıgen olacak dışı değil. Tamam. Zaten hep hipotenüsleri içeri koymuşum. Tamam bunu bir denerim şimdi biraz kafama otursun da. Burada bir sorun çıktı (altıgenin iç açıları farklı olduğunu gösteriyor) böyle olmayacakta biraz anladım sanırım.
(soruyu tekrar okuyor)
ÖA-5: O zaman şu taraflar hep düz olacak bence hem dışarısı hem içi altıgen bir köşeden değeceğim.
(soruyu tekrar okuyor)
ÖA-5: Kenarı ölçmek için mi cetvel istiyor benden? Dışarısı altıgen içi de altıgen. Olur herhalde bu soru şuradan yapayım. Böyle altıgen olmuyor. İçteki yeri şöyle düz koysam (hipotenüsleri belli bir örüntüde dizmeye başlıyor) şunu da şöyle düz koysam şunun devamı. Düzgün altıgen olacak ya bu böyle bir şey de var. İçerideki bütün kenarların uzunluğu… Böyle olmaz ya dur bir dakika istediğim gibi yapayım. Şöyle bir şekil yaptım. Altıgen de oldu. Buranın alanı….
(Cetvel ile kenarları ölçüyor)
ÖA-5: Buranın alanı… Burası 8,5. Diğerinin alanı da… 6,5 ama başka türlü çokgen de olabilirdi belki. Çok küsuratlı bir şey çıkacak bu herhalde.

(Düzgün altıgenin alan formülünden hesaplama yapıyor)
ÖA-5: 289/169 çıktı alan.
A: Nasıl yaptın şekli? Alan hesaplamayı?
ÖA-5: Şekli bir kere düzgün altıgen olması için kenarlarının eşit olması lazımdı o yüzden iç tarafta üçgenleri hep aynı şekilde yerleştirdim. Hepsini böyle yerleştirdim (üçgenleri aynı örüntüde yerleştirdiğini gösteriyor) o zaman içerisi de düzgün altıgen oldu dışarısı da. Çünkü şu açıdan şu kenarlarla birlikte hem açıyı kullanıp hem kenarları kosinüs teoremi yapabiliyorduk eğer öyle düşünürsek hem açı daha eşit olacak mantıken çünkü bu bir düzgün altıgen hem de kenarlar eşit gören kenarlar açının yanındaki kenarlar. O yüzden bunları açının karşısındaki kenar eşit olacaktı o yüzden dışarıdaki de düzgün altıgen.



Şekil 12 ÖA-5'in problem 3.4 çözümü.

Problem çözme sürecinin düşünme ekseni ve akıl yürütme çerçevesi ile ilgili yapılan kodlamalar danışman öğretim üyesi tarafından incelenmiştir.

3.5.3. Problem Kurma Etkinlikleri Analizi

Aparatlı matematik problemleri kurma/oluşturma etkinlikleri öğretmen adayları tarafından çevrimdışı (offline) olarak gerçekleştirilmiştir. Adaylar kurdukları problemleri araştırmacıya elektronik ortamda göndermiş ve araştırmacı bu problemleri ayrıntılı olarak incelemiş alan notları tutmuştur. Daha sonra araştırmacı her bir aday ile kurduğu problemlere yönelik çevrimiçi ve yüz yüze görüşmeler gerçekleştirmiştir. Kurulan problemlerin analizinde Uğurel (2019)'in geliştirdiği "Aparatlı Problem Kurma için Puanlama Anahtarı" (rubrik) kullanılmıştır (bkz, Ek-5). Adaylarca kurulan problemlerinin analizinde puanlama anahtarı esas alınmış ayrıca araştırmacı alan notları ve adaylarla yapılan görüşme kayıtlarından da yararlanılarak gerekli yerlerde ayrıntılandırma/örnekleme yapılmıştır. Bu aşamada rasgele seçilen 4 öğretme adayına ait 2 problem hem araştırmacı hem de başka bir yüksek lisans öğrencisi tarafından ilgili rubriğe göre puanlanmıştır. Sekiz problem kapsamında iki kodlayıcı

arasındaki uyuma bakışmış ve uyuşma yüzdesinin %90 ve üzeri olduğu görülmüştür. Bu oranın ilgili kodlayıcı güvenirliği için yeterli olduğunu düşünülmüştür.

3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği

Bu araştırma bir nitel durum çalışması olduğu için çoklu veri toplama yoluna gidilmiş ve araştırma probleminin bu veriler doğrultusunda cevaplanmasına çalışılmıştır. Araştırmanın her aşamasında kullanılan araçlara yönelik araştırmacı dışında diğer kişilerden (alan uzmanı, aparatlı problemler üzerine bilgisi olan lisansüstü öğrencileri, bu konuda kısa süreli eğitim almış matematik öğretmenleri) görüş alınmıştır. Ayrıca araştırmada kullanılan aparatlı matematik problemleri danışman öğretim üyesi Uğurel (2019) tarafından geliştirilmiş ve pek çok öğretmen eğitiminde sahada uygulanmış problemlerdir. Sahadan elde edilen deneyimler ve Uğurel'in yönlendirmesi ile araştırmada en az 3 aparat ve her bir aparata yönelik 4 problem uygulanarak bu tür problemler ile ilk kez karşılaşan öğretmen adaylarının yeterince problemi çözmesi hedeflenmiş ve katılımcı görüşlerinin elde edilmesi için kapsam geçerliğinin sağlanmasına çalışılmıştır. Bu aşama sonrasında problem kurma etkinlikleri uygulanmış ve öğretmen adaylarının problem kurma sürecine yönlendirme yapılmaksızın temel oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan aparatlı problemler dışında ikinci alt probleme yönelik analiz çerçevesinin geliştirilmesinde danışman öğretim üyesi ile birlikte çalışılmış ve bu süreç öncesinde öğretmen adaylarının problem çözme video kayıtları birlikte ve bir kaz kez incelenmiştir. Analiz çerçevesi hem ilgili literatür hem video kayıtları hem de danışman öğretim üyesi yönlendirmesine dayanmaktadır. Ayrıca adaylarca kurulan aparatlı problemlerin analizinde yine Uğurel (2019) tarafından geliştirilen bir puanlama anahtarı kullanılmıştır. İlgili anahtar daha önce sahada kullanılmadığı için anahtara dayalı kodlama sürecinde başka bir kodlayıcının görev alması sağlanmış ve kodlayıcılar arasındaki uyuşmanın yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmada cevaplanmak istenen alt problemler ile veri toplama araçlarının uyumlu olmasına, araştırma tasarımının veri doygunluğu ve çeşitliliğini sağlamasına, alt problemlerin bütünde araştırma problemini kapsamlı şekilde cevaplamasına azami ölçüde özen gösterilmiştir. Dolayısıyla araştırmada geçerlik ve güvenirlik koşullarının yeterli düzeyde sağlandığı düşünülmektedir.

BÖLÜM IV

4. BULGULAR

Bu bölümde bulgular araştırmadaki alt problemler çerçevesinde ve sırasında sunulacaktır.

Alt problemler aşağıdaki gibidir; (Ortaokul ve lise) matematik öğretmen adaylarının,

- Bildikleri/kullandıkları somut öğrenme nesnelerine (manipülatiflere) yönelik bilgileri ve yeterlikleri ne düzeydedir?
- Aparatlı matematik problemlerine yönelik çözümleri ve akıl yürütme biçimleri nasıldır?
- Kurdukları/geliştirdikleri aparatlı matematik problemlerin özellikleri nelerdir?
- Aparat ve aparatlı matematik problemi kavramlarına yönelik görüşleri nelerdir?

4.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

Birinci alt probleme ait bulgular, öğretmen adaylarına uygulanan çevrimiçi forma verdikleri yanıtlardan elde edilmiştir. Formda katılımcılara manipülatiflere yönelik bilgi ve becerilerine yönelik bir dizi soru yöneltilmiştir.

Bu kısımda oluşturulan kategoriler için yapılan çıkarımlardan ikişer örnek seçilerek oluşturulan kategoriler açıklanacaktır.

İlk olarak "*Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnesi, manipülatif ne demektir? Tanımlayınız.*" sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Genel İşlevler kategorisi iki alt çıkarımda incelenmiştir; öğrenme-öğretme sürecine destek olma ve matematiği anlamayı kolaylaştırma.
    - Öğrenme-öğretme sürecine destek olma çıkarımı "öğrenme-öğretme yardımcı elemanıdır", "öğretmeye yardımcı nesnelerdir", öğrencilerin kavramları daha iyi anlaması, gözünde canlandırması", "öğrenmesini sağlayan materyaller" tanımlamalarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

      Örnek ÖA-3'ün tanımı "*Matematiksel kavramları somut olarak göstermeye yarayan, öğrenmeye yardımcı nesnelerdir.*" biçimindedir.

- Matematiği anlamayı kolaylaştırma çıkarımı öğretmen adaylarının "öğrencinin anlamasını kolaylaştıran araçlardır", "anlamlandırmayı kolaylaştıran araçlardır" tanımlamalarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek ÖA-5'in tanımı *"Matematik eğitiminde soyut kavramları somutlaştırıp, zihinde canlandırmayı ve anlamlandırmayı kolaylaştıran araçlardır."* biçimindedir.

- Özel işlevler kategorisi beş alt çıkarımda incelenmiştir; somutlaştırma, ilişkilendirme, dikkat çekme, zihinde canlandırma, kavram yanılgısı giderme.
  - Somutlaştırma çıkarımı öğretmen adaylarının "kavramları somut olarak göstermeye yardımcı olan", "konunun somut hale getirilmesini sağlayan", "somutlaştırmaya yarayan", "soyut kavramları gözünde canlandırmaya yardımcı olan", "soyut olan konuları somutlaştıran" tanımlamalarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

    Örnek ÖA-3'ün tanımı *"Matematiksel kavramları somut olarak göstermeye yarayan, öğrenmeye yardımcı nesnelerdir."* biçimindedir.
  - Kavram yanılgısını giderme çıkarımı öğretmen adaylarının "kavram yanılgılarının önüne geçebilmek için kullanılan malzeme" tanımından yola çıkarak oluşturulmuştur.

    Örnek ÖA-10'un tanımı *"Matematik daha çok soyut kavramlardan oluşan bir alan olduğu için bazı durumlarda öğrencilerin kavramı daha iyi anlaması, gözünde canlandırabilmesi ve kavram yanılgılarının önüne geçebilmek için ders içinde kullanılan malzemeler olarak genelleyebilirim."* biçimindedir.

- Yapısı ve kullanım alanı kategorisi beş alt çıkarımda incelenmiştir; somut nesne/materyal/araç, 2B/3B model, küçük boyut, ders içi kullanım ve ölçme aracı.
  - Somut nesne/materyal/araç çıkarımı öğretmen adaylarının "araçlardır", "yardımcı nesnelerdir", "derste kullanılan malzemeler", "kullanışlı aletler", "birtakım materyaller", "her türlü araç-gereç", "kullanılan nesneler", "kolaylaştıran araçlar", "kullanılan çeşitli araçlar" tanımlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-8'in tanımı *"Matematikteki soyut kavramları daha anlaşılır hale getirmek amacıyla kullanılan nesneler."* biçimindedir.

- Ders içi kullanım çıkarımı öğretmen adayının "dersin etkinliğini arttırmak için kullanılabilen nesne" tanımından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek ÖA-9'un tanımı *"Dersin etkinliğini arttırmak için kullanılabilen, bazılarını konunun daha somut hale getirilmesi amacıyla kullanıldığı ve öğrencilerin kendilerinin yaparak yaşayarak öğrenmesini sağlayan materyaller ya da ufak kullanışlılığı yüksek aletlerdir."* biçimindedir.

Tablo 3

Öğretmen adaylarının manipülatif tanımları

Kategoriler	Frekans
Kategori-1: Genel İşlevler	6
Öğrenme-öğretme sürecine destek olma	4
Matematiği anlamayı kolaylaştırma	2
Kategori-2: Özel İşlevler	12
Somutlaştırma	6
Zihinde canlandırma	3
İlişkilendirme	1
Dikkat çekme	1
Kavram yanılgısını giderme	1
Kategori-3: Yapısı ve Kullanım Alanı	**13**
Somut nesne/materyal/araç	**9**
2B / 3B model	1
Küçük boyutta	1
Ders içi kullanım	1
Ölçme aracı	1

Verilen cevaplara göre öğretmen adayları manipülatiflerin genel işlev bakımından en çok öğrenme öğretme sürecine destek verdiğini, özel işlev bakımından en çok somutlaştırmaya yardımcı olduğunu, yapı ve kullanım bakımından en çok somut nesne olduğunu düşünmektedir. Kategoriler kapsamında değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının en çok yapı ve kullanım alanına odaklandığı, genel işlevlerine daha az odaklandığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının frekansı yüksek yanıtlarından yola çıkarak yapılabilecek manipülatif tanımı; Öğrenme-öğretme sürecine destek olan, kimi zaman matematiği anlamayı kolaylaştıran, somutlaştırma, zihinde canlandırma sağlayan somut nesnelerdir.

Adaylara yöneltilen ikinci soru; "*Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesneleri nelerdir? Bildiklerinizin isimlerini sırayla yazınız.*" sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 4 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Somut nesneler kategorisi dokuz alt çıkarımda incelenmiştir; 2B/3B modelleri, ölçme ve çizme araçları, kesir takımları, geometri tahtası, abaküs, birim küpler, taban blokları, simetri aynası ve tangram.
    - 2B/3B modelleri çıkarımı öğretmen adaylarının "katı cisim maketleri", "prizma", "geometrik şekiller", "katı cisimler ile ilgili materyaller", "geometrik şekillerin materyalleri", "prizma maketleri", "geometrik cisimler", "plastik geometrik cisimler", "geometrik şekiller" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek ÖA-3'ün yanıtı "*Geometrik şekiller, matematik yazılımları, pergel, cetvel gibi ölçme araçları*" biçimindedir.
    - Ölçme ve çizme araçları çıkarımı öğretmen adaylarının "gönye, iletki, pergel", "ölçme aletleri", "cetvel, pergel" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek ÖA-12'nin yanıtı "*Gönye, iletki, pergel, küp, silindir, cetvel, hesap makinası, prizma*" biçimindedir.
- Özel cihazlar/araçlar kategorisi üç alt çıkarımda incelenmiştir; akıllı tahta/tablet bilgisayar, hesap makinası ve ders posterleri.
    - Akıllı tahta/tablet bilgisayar çıkarımı öğretmen adayının "akıllı tahta, tabletler" yanıtlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

      Örnek ÖA-7'nin yanıtı "*Çok fazla var sadece birkaçını yazacağım. Geometri çubukları, birim küpler, kesir kağıtları, çivili tahta, hacim formüllerini öğretmede kullanılan plastik geometrik cisimler, öğretmenin kendisinin yaptığı/geliştirdiği materyaller, akıllı tahta, tabletler vb.*" biçimindedir.
    - Hesap makinası çıkarımı öğretmen adayının "Hesap makinası" yanıtından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

      Örnek ÖA-12'nin yanıtı "*Gönye, iletki, pergel, küp, silindir, cetvel, hesap makinası, prizma*" biçimindedir.
- Matematik yazılımları kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; geogebra.
    - Geogebra çıkarımı öğretmen adayının "geogebra" yanıtından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

Örnek ÖA-5'in yanıtı "*Cetvel, pergel, geometrik şekiller, öğretici kartlar, geogebra*" biçimindedir.

- Diğer araçlar kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; öğretmenin kendi geliştirdiği araçlar.
    - Öğretmenin kendi geliştirdiği araçlar çıkarımı öğretmen adayının "öğretmenin kendisinin geliştiği/yaptığı materyaller" yanıtından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

      Örnek ÖA-7'nin yanıtı "*Çok fazla var sadece birkaçını yazacağım. Geometri çubukları, birim küpler, kesir kağıtları, çivili tahta, hacim formüllerini öğretmede kullanılan plastik geometrik cisimler, öğretmenin kendisinin yaptığı/geliştirdiği materyaller, akıllı tahta, tabletler vb.*" biçimindedir.

Tablo 4

Öğretmen adaylarının verdiği manipülatif örnekleri

Kategoriler	**Frekans**
Kategori-1: Somut Nesneler	**33**
2B/3B Modelleri	**10**
Ölçme ve çizim araçları (cetvel, gönye, iletki, pergel)	7
Kesir takımları	4
Geometri Tahtası	3
Abaküs	3
Birim küpler	3
Taban blokları	1
Simetri aynası	1
Tangram	1
Kategori-2: Özel Cihazlar/ Araçlar	3
Akıllı tahta / Tablet bilgisayar	1
Hesap makinesi	1
Ders posterleri	1
Kategori-3: Matematik Yazılımları	1
GeoGebra	1
Kategori-4: Diğer Araçlar	1
Öğretmenin kendi geliştirdiği araçlar	1

Öğretmen adaylarının sıraladıkları manipülatif örnekleri Tablo 4'te verilmiştir. Öğretmen adaylarının bildikleri manipülatifler en çok somut nesneler kategorisinde bulunan manipülatiflerdir. Bunlardan en bilinen manipülatifler 2B/3B modeller, ölçme ve çizim araçları, kesir takımları, geometri tahtası, abaküs ve birim küplerdir. Öğretmen adayların verdiği manipülatif örnekleri ağırlıklı olarak

somut nesneler kategorisine ait olup, özel cihaz/araçlar, matematik yazılımları ve diğer araçlar kategorilerinden daha az örnek içermektedir. Özellikle matematiksel yazılım ve diğer araçlar kategorisi altında öğretmenin geliştirdiği araçlar olduğunu düşünen birer öğretmen adayı bulunmaktadır. Kategorik olarak dağılımın oluşması olumlu bir durum iken bu kategoriler altındaki ayrışımların ve yığılım noktalarının az olması bir sınırlılık göstergesi olarak düşünülebilir.

Adaylara yöneltilen üçüncü sorunun ilk şıkkı; "*a-Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerini kullanma sıklığınızı nasıl tanımlarsınız?*" biçimindedir. Bu sorunun beraberinde adayların seçim yapabilecekleri 6 seçenek sunulmuştur.

Çok sık kullanım seçeneği haftada birkaç (örn. 2-3) kez, sıklıkla kullanım seçeneği haftada bir kez; ortalama kullanım seçeneği iki üç haftada bir, iki kez; nadiren kullanım seçeneği ayda bir iki kez; çok az kullanım seçeneği birkaç ayda bir, iki kez kullanımı ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde 1 öğretmen adayının sıklıkla, 3 öğretmen adayının ortalama, 3 öğretmen adayının çok az ve 5 öğretmen adayının nadiren manipülatif kullandığını belirttiği görülmektedir. Çok sık ve hiç seçeneklerini belirten aday olmamıştır.

Tablo 5

Öğretmen adayları manipülatif kullanma sıklıkları

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Çok sık	0
K.2-Sıklıkla	1
K.3-Ortalama	3
K.4-Nadiren	**5**
K.5-Çok az	3
K.6-Hiç	0

Tablo 5'deki bilgilere göre adayların büyük bölümü (11'i) ortalama ile çok az arasındaki kullanım aralığında yer almaktadır. Öğretmen adaylarının kulanım sıklıkları en çok nadiren kategorisinde yığılma göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının manipülatif kullanma sıklıkları ortalamanın altında olduğu belirtilebilir. Kullanma sıklıkları yönünde ilköğretim matematik öğretmen adayları ve orta öğretim matematik öğretmenleri arasında belirgin bir farklılık olup olmadığına bakılmış ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarının sıklıkla, ortalama, nadiren,

ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının ise ortalama, nadiren ve çok az manipülatif kullanım sıklığına sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum lise öğretmen adaylarının daha az kullandıklarına işaret etse de katılımcı sayısının azlığı nedeniyle belirgin bir fark olarak değerlendirilemez.

Adaylara yöneltilen üçüncü sorunun ikinci şıkkı; "*Manipülatif kullanım sıklığına etki eden temel neden(ler) nelerdir? Açıklayınız.*" sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 8 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Öğretime olumsuz etkileri kategorisi öğretmen adaylarının "kalabalık sınıflarda uygulanabilirliğinin kolay olmaması", "öğrencilerin çabuk dağılıp konudan uzaklaşabilmesi" "zaman", "materyallerin zaman gerektirmesi" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-8'nın yanıtı *"Bazı materyallerin fazla zaman gerektirmesi, öğrencilerin çabuk dağılıp konudan uzaklaşabilmesi çok sık materyal kullanımının öğrencilerin bir süre sonra ilgilerini çekmeyeceğini düşünmem aynı zamanda her konunun materyal ya da somut araçlara uygun olmaması daha sık kullanmamamı engelliyor."* biçimindedir.
- Düşük kullanım oranı öğretmen adaylarının "kullanma şansının olmaması", "kendi öğretimimde bu aletleri yoğun kullanmadık.", "öğretmenlerin öğretim sürecinde kullanmaması" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Kendi öğretimimde bu aletleri yoğunlukla kullanmadık. Bence eğitim sistemimizin ezberciliği bu materyallerin kullanma sıklığını azaltıyor."* biçimindedir.
- Bilgi ve beceri yetersizliği öğretmen adaylarının "materyalleri nasıl kullanacağımdan emin olmamak", "öğretmen bilgisi ve ilgisinin yetersizliği" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı *"Anlatacağım konunun içinde materyalleri nasıl kullanacağımdan emin olmamak."* biçimindedir.
- Öğrenim kademesine uygunluk öğretmen adaylarının lise düzeyinde kullanılabilecek çok fazla somut materyal olduğunu düşünmüyorum.", "lise düzeyi için çok fazla somut materyal bulunmaması" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-9'un yanıtı *"Lise düzeyi için çok fazla somut materyal bulunamaması bunda etkilidir."* biçimindedir.

- Eğitim sistemimiz kategorisi öğretmen adaylarının "Türkiye'de verilen eğitimin materyaller üstüne olmaması", "materyalleri ders planı ile ilişkilendirememe" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-11'in yanıtı *"Türkiye'de verilen eğitimin bu materyaller üzerine olmadığı veya üzerinde çok durulmadığı için olduğunu düşünmekteyim. Hangi seviye olursa olsun genel olarak bu materyaller kullanılmıyor."* biçimindedir.
- Materyal/Araç yetersizliği kategorisi öğretmen adayının "yetersiz malzeme" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-4'un yanıtı *"Yetersiz malzeme"* biçimdedir.
- Maliyet fazlalığı öğretmen adayının "maliyet açısından ekonomik olmaması" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Kalabalık sınıflarda uygulanabilirliğinin kolay olmaması zaman ve maliyet açısından ekonomik olmaması öğretmen bilgisi ve ilgisinin yetersizliği"* biçimdedir.
- Her konu ve kazanım için kullanılabilir olmaması öğretmen adayının "her konuya ait somut materyal olmaması" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-8'in yanıtı *"Bazı materyallerin fazla zaman gerektirmesi, öğrencilerin çabuk dağılıp konudan uzaklaşabilmesi çok sık materyal kullanımının öğrencilerin bir süre sonra ilgilerini çekmeyeceğini düşünmem aynı zamanda her konunun materyal ya da somut araçlara uygun olmaması daha sık kullanmamamı engelliyor."* biçimdedir.

Tablo 6

Öğretmen adayları manipülatif kullanım sıklıklarını etkileyen faktörler

Kategoriler	**Frekans**
***K.1*-Öğretime olumsuz etkileri**	**4**
***K.2*-Düşük kullanım oranı**	3
***K.3*-Bilgi ve beceri yetersizliği**	2
***K.4*-Öğrenim kademesine uygunluk**	2
***K.5*-Eğitim sistemimiz**	2
***K.6*-Materyal/Araç yetersizliği**	1
***K.7*-Maliyet fazlalığı**	1
***K.8*-Her konu ve kazanım için kullanılabilir olmaması**	1

Öğretmen adaylarının kullanım sıklığına eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörün öğretime olumsuz etkileri olduğunu düşünen 4 öğretmen adayına göre manipülatif kullanımı sınıf kontrolü ve zaman yönetimi alanında öğretimi zorlaştırmakta ve bu durum manipülatif kullanım sıklığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu faktörün manipülatiflerin düşük kullanım oranı olduğunu düşünen 3 öğretmen adayı eğitim hayatlarında manipülatifleri yeterince kullanmadıkları için bu durumun manipülatif kullanım sıklığını olumsuz yönde etkilemektedir. Manipülatiflere yönelik bilgi ve beceri konusunda yetersiz olduğunu düşünen 2 öğretmen adayı hem öğretmenin hem de öğrencilerin bu alanda bilgi sahibi olmadığını ifade etmektedir. Bu faktörü, her öğrenim kademesine uygun olmadığını düşünen 2 öğretmen adayı izlemektedir. Bu iki kişi lise matematik öğretmeni adayıdır ve lise düzeyine yönelik yeterli manipülatif olmadığını düşünmektedirler. Eğitim sistemimizin manipülatif kullanımını sağlamadığını öne süren 2 öğretmen adayı manipülatiflerin ders planlarına entegre edilmediğini ve eğitim sisteminde manipülatiflere yer verilmediğini düşünmektedir. Birer öğretmen adayı ise manipülatiflerin sayıca yetersiz, maliyetlerinin fazla ve her konu için uygulanabilir olmadığını düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının kullanım sıklıklarını etkileyen faktörler karşılaştırıldığında sıklıkla yanıtını veren öğretmen adayının manipülatif kullanımının etkileyen faktörün 'öğrenim kategorisine uygunluk' olduğunu ve bu adayın öğrencilerin erken yaşlarda temel oluşturmak için daha fazla manipülatif kullanılması gerektiğini düşündüğü görülmektedir. Ortalama yanıtını veren öğretmen adaylarının 'öğretime olumsuz etkileri, bilgi beceri yetersizliği ve eğitim sistemimiz' kategorilerinde yer aldığı görülmektedir. Nadiren yanıtını veren öğretmen adayları sekiz kategorinin de kullanım sıklığını etkilediğini belirtmiştir. Çok az yanıtını veren öğretmen adaylarının 'öğrenim kademesine uygunluk ve düşük kullanım oranı' kategorilerinde yer aldıkları görülmektedir.

Dört, beş ve altıncı sorularda öğretmen adaylarına manipülatifleri geliştirme, kullanma ve ölçme-değerlendirme beceri düzeyleri sorulmuştur. Bu üç soru için 5 beceri düzeyi tanımlanmış ve bunlar Alt-1, Orta alt-2, Orta-3, Orta üst-4 ve Üst-5 puan şeklinde kodlanmıştır. Üst düzey, tamamen hâkim olmayı ve yeni ürünler geliştirebilmeyi içerir. Orta üst düzey, büyük oranda hâkim olmayı ve var olanı tama yakın olarak uygulayabilmeyi içerir. Orta düzey, genel düzeyde hâkim olmayı ve uygulamada bazı sıkıntılar yaşamayı içerir. Orta altı düzey, belli/sınırlı oranda hâkim olmayı ve uygulamada fazla sıkıntı yaşamayı içerir. Alt düzey ise, var olana çok az hâkim olmayı ya da hiç hâkim olmamayı ve uygulamada çok büyük sıkıntılar yaşamayı içerir.

Adaylara yöneltilen dördüncü soru; "*Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerini **geliştirme becerinizi** nasıl tanımlarsınız*?

Beşinci soru; *Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerini **kullanma becerinizi** nasıl tanımlarsınız?*

Altıncı soru ise; *Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerine yönelik **ölçme ve değerlendirme yapma becerinizi** nasıl tanımlarsınız?* biçimindedir.

Katılımcıların verdiği yanıtlar çerçevesinde Tablo 7 hazırlanmıştır.

Tablo 7

Öğretmen adayların manipülatif kullanma/geliştirme ve değerlendirme beceri düzeyleri

Düzey	**Beceri Alanı**		
	Kullanma Becerileri (frekans)	**Geliştirme Becerileri (frekans)**	**Ölçme-Değerlendirme Becerileri (frekans)**
(5) ÜST	0	0	0
(4) ORTA ÜST	4	2	3
(3) ORTA	**6**	**6**	**5**
(2) ORTA ALT	1	2	2
(1) ALT	1	2	2

Tablo 7 incelendiğinde öğretmen adaylarının hiçbirinin kendisini manipülatif kullanma, geliştirme ve ölçme-değerlendirme yapma açısından üst düzey beceriye sahip olarak görmediği gözlenmektedir. Her üç beceri alanı için de en fazla ifade edilen düzey "orta"dır. Orta düzeyde kullanma becerisi 4, geliştirme becerisi 6 ve ölçme-değerlendirme becerisi 5 kişi tarafından seçilmiştir. Orta üstü beceri alanında en yüksek sayı "kullanma" alanında iken bunu "ölçe-değerlendirme" ve "geliştirme" izlemektedir.

Kullanım sıklıkları ve manipülatif kullanma, geliştirme ve ölçme değerlendirme becerileri bütüncül bir bakış açısı ile incelendiğinde çok az kullanan öğretmen adaylarının manipülatif kullanma, geliştirme ve ölçme becerileri orta, orta alt ve alt düzeyde oldukları gözlemlenirken, sıklıkla yanıtını veren öğretmen adayı kullanma, geliştirme ve ölçme değerlendirme becerilerinin orta ve orta üst düzeyde oldukları gözlenmektedir. Kullanım sıklıkları ve manipülatif kullanma, geliştirme ve ölçme değerlendirme becerileri arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu, kullanım sıklığı arttıkça beceri düzeylerinde de bir artış olduğu gözlenmektedir.

Adaylara yöneltilen yedinci soru *"Manipülatif kullanma becerinizi bu düzeyde tanımlamanızın sebebi(sebepleri) ne(ler)dir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Manipülatif kullanım yetersizliği kategorisi öğretmen adaylarının "kullanım sıklığımın düşük olması", "çok kullanmamış olmam", "materyal kullanma şansım olmadı", "eğitimimin bu materyaller üzerine olmadığı", "ilgili eğitimi almamış olmam" yanıtlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Henüz çok fazla somut materyal kullanma şansım olmadı. Bu sebeple alt düzeyde olduğunu düşünüyorum."* biçimindedir.
- Öğretmen adaylarının kendine güvenleri kategorisi öğretmen adaylarının "kullanmaktan çekiniyorum", "iyi tasarlanmış materyal olursa etkili kullanabilirim", "iyi olabileceğimi düşünüyorum", "materyal kullanarak ders anlatmada iyi olduğumu düşünüyorum" yanıtlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-7'nin yanıtı *"Var olan materyalleri kullanarak dersi anlatmada iyi olduğumu düşünüyorum bunu verdiğim özel derslerde ve staj da çocukların, (materyal ile) anlattığım konuyu anlamalarından ve olumlu geri bildirim (özellikle özel ders verdiklerimin test başarılarında gözle görülür bir artış olmuştu) almama dayanarak söylüyorum."* biçimdedir.
- Manipülatif bilgi yetersizliği kategorisinde öğretmen adaylarının "farklı yaratıcı bir şekilde de kullanılabileceği görüşündeyim henüz bu aşamada yetersizim", "nasıl kullanılması gerektiğini biliyorum", "planlama yaparken zorlanıyorum, planlama konusunda yeterli bilgim yok" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Materyallerin ne için ve nasıl kullanılması gerektiğini biliyorum. Yeni bir materyalle karşılaştığımda kullanımı hakkında fikir yürütebiliyorum."* biçimindedir.

Tablo 8

Öğretmen adayları manipülatif kullanım beceri düzeylerini etkileyen faktörler

Kategoriler	**Frekans**
***K.1*-Manipülatif kulanım yetersizliği**	**5**

K.2-Öğretmen adaylarının kendine güvenleri	4
K.3-Manipülatif hakkındaki bilgi birikimleri	3

Tablo 8'de görüldüğü üzere kullanım düzeyini etkileyen en önemli faktör adayların kendilerinin manipületifleri daha önce az kullanmış olmalarıdır. Manipülatif kullanım beceri düzeylerinde *orta, orta alt ve alt* kullanım düzeyine sahip olduğunu düşünen 5 öğretmen adayı, manipülatif kullanım beceri düzeylerini etkileyen faktörler eğitim hayatlarında manipülatifleri az kullanmış olmaları ve bu konuda eğitim almamış olduklarıdır. Manipülatif kullanım becerilerinin *orta üst* olduğunu belirten 3 öğretmen adayı manipülatif kullanım alanında kendilerine güvendikleri için, *orta* olduğunu belirten 1 öğretmen adayı kendisine güvenmediği için bu düzeyde olduklarını düşünmektedir. *Orta üst* kullanım düzeyine sahip 1 öğretmen adayı manipülatifler hakkında bilgi sahibi olmasının, *orta ve orta alt* kullanım düzeyine sahip 2 öğretmen adayı ise bilgi birikimlerinin yetersiz olmasını gerekçe göstermektedir.

Adaylara yöneltilen sekizinci soru *"Manipülatif geliştirme becerinizi bu düzeyde tanımlamanızın sebebi(sebepleri) ne(ler)dir? Açıklayınız."* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 4 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Materyal kullanım yetersizliği kategorisi öğretmen adaylarının "materyallerle çalışma sıklığım düşük olduğu için", "daha önce böyle bir etkinlik yapmamış olmam", "çok fazla geliştirme fırsatımız olmadı", "bu tarz materyalleri çok görmedim" yanıtlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-12'un yanıtı *"Materyallerle çalışma sıklığım düşük olduğu için kendimi bu alanda nesne geliştirmek için uygun bulmuyorum."* biçimindedir.

- Öğretmen adaylarının hayal güçlerine olan güvenleri kategorisi öğretmen adaylarının "yaratıcı olmamam", "hayal gücümü kullanabildim", "yaratıcılık gerektirdiği için" yanıtlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'un yanıtı "*Öğretmenlerimin derslerimde materyal geliştirmeye yönelik ödevlendirmeleri oldu. Bu ödevlendirmeler sürecinde zorluk yaşamadım, materyal kullanmakta hayal gücümü kullanabildim. Ödevlerimden yüksek notlar aldım."* biçimindedir.

- Öğretim programına hâkim olunmaması kategorisi öğretmen adaylarının "konuları ve kazanımlara tam olarak hâkim olmamam", "konulara çok yüzeysel halim olduğumu yeterli bilgiye sahip olmadığımı fark ettim" yanıtlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Konulara ve kazanımlara tam olarak hâkim olmamam ve öğrencileri hangi konuda ne tür ihtiyaçları olduğunu gözlemlemede deneyimsiz olmamdan dolayı verimli bir materyal geliştirme becerisini tam olarak kazanmış olduğumu düşünmüyorum."* biçimindedir.
- Dikkatsizlik kategorisi öğretmen adayının "materyal geliştirirken ufak bir ayrıntıyı gözden kaçırabiliyorum" yanıtından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-7'nin yanıtı "*Bazen bir materyal geliştirirken ufak bir ayrıntıyı gözden kaçırabiliyorum. Bu da çocukta kavram yanılgısına yol açabilecek bir ayrıntı olabiliyor. Veya yapılabilecek daha ekonomik (zaman, para, emek açısından) bir çalışma varken ben onu gözden kaçırıp daha uzun ve zor yollar seçebiliyorum."* biçimindedir.

Tablo 9

Öğretmen adaylarının manipülatif geliştirme beceri düzeylerini etkileyen faktörler

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Materyal kullanım yetersizliği	**4**
K.2-Öğretmen adaylarının hayal güçlerine olan güvenleri	3
K.3-Öğretim programına hâkim olunmaması	2
K.4-Dikkatsizlik	1

Tablo 9'a göre geliştirme becerisine en çok etki eden faktör yine manipülatif kullanım yetersizliğidir. *Orta, orta alt ve alt* düzeyde olduğunu düşünen 4 öğretmen adayı eğitim hayatlarında manipülatif kullanım oranının az olmasının manipülatif geliştirme beceri düzeyini etkilediğini belirtmiştir. *Orta üst düzeyde* olduğunu düşünen 2 öğretmen adayı hayal gücüne sahip olmalarının, *orta alt düzeyde* olduğunu düşünen 1 öğretmen adayı hayal gücüne sahip olmasının manipülatif geliştirme düzeyini etkilediğini belirtmiştir. *Orta alt ve alt* düzeyde olduğunu düşünen 2 öğretmen adayı müfredat konusundan bilgi eksikliği olmasının kullanım becerilerini etkilediği dile getirmiştir. *Orta* düzeyde olduğunu düşünen 1 öğretmen adayı ise yaptığı dikkatsizliklerin manipülatif geliştirme düzeyini etkilediğini belirtmiştir.

Adaylara yöneltilen dokuzuncu soru *"Ölçme-değerlendirme becerinizi bu düzeyde tanımlamanızın sebebi(sebepleri) ne(ler)dir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Kendine olan güven kategorisi öğretmen adayının "genelde ortalama soruları çözüyorum", "ortalamanın üstünde bir değerlendirme becerisine sahip olacağımı düşünüyorum", "değerlendirme aşamasında zorlanabilirim", "materyallerin ne kadar etkili olduğunu yorumlayabilirim", "sorulara verdiğim cevaplar ölçme ve değerlendirme yapmamda etkili" yanıtlarından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Materyallerin yerine ve zamanına göre, amacına uygun kullanılıp kullanılmadığını değerlendirebilirim. Ayrıca materyalin öğretimde ne kadar etkili olduğunu yorumlayabilirim."* biçimindedir.

- Bilgi düzeyi kategorisi öğretmen adayının "materyal kullanımı hakkında bilgim yok", "nasıl değerlendireceğime hâkim değilim", "kazanılan öğretimi ölçmek için yereli bilgiye sahip değilim", "gördüğüm eğitimle ilgili" yanıtlarından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı "*Materyal kullanımı hakkında fazla bilgimin olmaması.*" biçimindedir.

- Deneyim kategorisi öğretmen adayının "henüz çok fazla materyal kullanma şansım olmadı", "materyallerle ölçme deneyimlemedim", yanıtlarından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Yapmış olduğum ders planlarında kullandığım materyallerle ilgili ödev boyutunda ölçme değerlendirmeler kullandım fakat bu materyallerle henüz deneyimlemedim o yüzden tüm sınıfa yönelik bir ölçme değerlendirme yapabilir miyim bilmiyorum."* biçimindedir.

- Sınıf mevcudu kategorisi öğretmen adayının "okullardaki staj deneyimlerine dayanarak söylüyorum, kalabalık sınıflarda değerlendirme yapmak zor" yanıtından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

Örnek olarak ÖA-7'nin yanıtı "*Özel derste bir sıkıntı yaşamamıştım. Fakat staj sınıfına dayanarak söylüyorum; kalabalık sınıflarda değerlendirme yapması zor olabiliyor.*" biçimindedir.

Tablo 10

Öğretmen adaylarının ölçme-değerlendirme beceri düzeylerini etkileyen faktörler

Kategoriler	**Frekans**
***K.1*- Öğretmen adaylarının kendine güvenleri**	**5**
***K.2*-Bilgi Düzeyi**	4
***K.3*-Deneyim**	2
***K-4*-Sınıf mevcudu**	1

Tablo 10'a göre adayların ölçme-değerlendirme yapma becerilerini en çok etkileyen faktör kendilerine güvendir. Bunu bilgi düzeyi ve deneyim izlemektedir. Öğretmen adaylarının ölçme değerlendirme beceri düzeyleri ve beceri düzeylerini etkileyen faktörlere göre *orta üst* düzey yanıtını veren 3 öğretmen adayı ölçme ve değerlendirme alanında kendilerine güvendikleri, *orta düzey* yanıtını veren 2 öğretmen adayı ölçme ve değerlendirme alanında kendine güvenmediklerini belirtmiştir. *Orta altı* ve *alt* düzey yanıtını veren 4 öğretmen adayı ölçme-değerlendirme ve materyal kullanımındaki bilgi eksikliklerinin beceri düzeylerini etkilediğini dile getirmiştir. *Orta* düzey yanıtını veren 2 öğretmen adayı daha önce manipülatiflerle ölçme-değerlendirme deneyimi olmamasını, 1 öğretmen adayı ise sınıf mevcudunun fazla olmasının ölçme-değerlendirmeyi zorlaştırdığını belirtmiştir.

Adaylara yöneltilen onuncu soru *"Somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnesi, manipülatif kullanımının matematik öğretimine yönelik **"olumlu"** etkileri nelerdir / neler olabilir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Soyut kavramları/konuları somutlaştırmaya yardımcı olur kategorisi öğretmen adayının "soyut kavramların anlamlanmasına yardımcı", "soyut bir konuyu gözünde canlandırabilmesi açısından yararlı", "soyut kalan kavramların öğretilmesi", "soyut kavramları somutlaştırarak", "kavramları somutlaştırarak", "soyut bir konu veya kazanımı somut hale getirmede" yanıtlarından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

Örnek olarak ÖA-9'un yanıtı *"Soyut kavramları somutlaştırarak anlaması güç konuları anlaşılır kılması, Eğlenceli ve dikkat çekici olması, Dokunarak, görerek yani duyu organlarını uyararak daha kalıcı bir öğrenme sağlaması gibi özellikleri sıralayabilirim."* biçimindedir.

- Kalıcı öğrenmeye yardımcı olur kategorisi öğretmen adayının "daha kalıcı-etkili öğrenmeleri sağlanacaktır", "kavramların öğrenci tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlar", "daha kalıcı olarak öğrenebilirler", "kalıcı öğrenme sağlaması"," kalıcılık sağlar" yanıtlarından çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek ÖA-5'in *yanıtı "Öğretimi kolaylaştırır. Kalıcılık sağlar. Tek yönlü eğitimi engeller. Öğrencinin birden çok yolla kazanım elde etmesini sağlar. Matematiğin anlaşılmasını kolaylaştırır."* biçimindedir.

- Öğrencinin ilgi ve dikkatini toplamasına yardımcı olma kategorisi öğretmen adayının "güdülenmesini ve dikkatlerini çekmeye yarar", "ilgilerini çekmek için", "dikkat ve içsel güdülenme sağlaması", "matematiği de kendine uzak bulmayacaktır", "matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme", "derse ilgi ve dikkatlerini toplamayı, motivasyonu arttırmayı", "dikkat çekici olması" ifadelerinden çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek ÖA-4'ün yanıtı *"Soyut kavramları somutlaştırarak anlaması güç konuları anlaşılır kılması, eğlenceli ve dikkat çekici olması, dokunarak, görerek yani duyu organlarını uyararak daha kalıcı bir öğrenme sağlaması gibi özellikleri sıralayabilirim."* biçimindedir.

Tablo 11

Öğretmen adaylarına göre manipülatiflerin olumlu etkileri

Kategoriler	**Frekans**
***K.1*-Soyut kavramları/konuları somutlaştırmaya yardımcı olur**	**8**
***K.2*-Kalıcı öğrenmeye yardımcı olur**	5
***K.3*- Öğrencinin ilgi ve dikkatini toplamasına yardımcı olur**	5

Tablo 11'e göre manipülatiflerin öğretime yönelik en çok olumlu etkisi somutlaştırmayı sağlamasıdır. Kalıcı öğrenmeye ve öğrencilerin ilgi ve dikkatini toplamasına yardımcı olma faktörleri ise diğer etkenlerdir.

Adaylara yöneltilen on birinci soru *"Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnesi, manipülatif kullanımının matematik öğretimine yönelik **"olumsuz"** etkileri nelerdir / neler olabilir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 5 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Zaman alıcı olması kategorisi öğretmen adayının "zaman alması", "zaman açısından vakit alabileceğini düşünüyorum", "zaman alıcı olması", zaman yönetimi açısından sorun olabiliyor", "zaman" ifadelerinden çıkarım yaparak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı "*Zaman alması büyük gruplara uygulanmanın gruplarla ilgilenmeyi zorlaştırması*" biçimindedir.

- Maliyetli olması kategorisi öğretmen adayının "maliyetli olabilir", "maddi olarak ulaşmada zorlanması", "para bakımından ekonomik olmayabilir", "araç gereci edinemedikleri için" ifadelerinden çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Olumsuz etkilerinin çok olduğunu düşünmüyorum ancak illa örneklemek istersek zaman alıcı olması, maddi olarak ulaşmada zorlamasını sayabilirim."* biçimindedir.

- Doğru kullanılmaması durumunda yanlış öğrenmelere yol açması kategorisi öğretmen adayının "doğru öğrenme olmazsa kafada yerleşen yanlış öğrenmeyi değiştirmek güçleşebilmektedir", "yanlış kullanılması dâhilinde yanlış öğrenmelerin gerçekleşmesi", "iyi ve dikkatli bir şekilde hazırlanmazsa kavram yanılgısına yol açabiliyor" ifadelerinden çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-12'nin yanıtı *"Doğru öğrenme olmazsa kafada yerleşen yanlış öğrenmeyi değiştirmek güçleşebilmektedir."* biçimindedir.

- Manipülatiflerin sınırlı olması kategorisi öğretmen adayının "lise düzeyinde yetersiz olacağını düşünüyorum", "geometrik şekiller ile sadece geometrinin temel özeliklerini öğrenebilirler. Geometrinin ileri seviye kazanımları bu materyaller ile elde edemezler." İfadelerinden çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Olumsuz olarak değil ama lise düzeyinde yetersiz olacağını düşünüyorum. Lise düzeyi için interaktif uygulamalar çok daha yararlı ve gelişmiş*

düzeyde. Somut materyaller ilköğretim düzeyindeki bir öğrenci için yeterli ve yararlı olur diye düşünüyorum." biçimindedir.

- Sınıf yönetiminin zor olması kategorisi öğretmen adayının "büyük grupla uygulamanın gruplarla ilgilendirmeyi zorlaştırması", "sınıf yönetiminin bu süreçte zor olması" ifadelerinden çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.
  Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Sınıf yönetiminin bu süreçte zor olması Yanlış kullanılması dâhilinde yanlış öğrenmelerin gerçekleşmesi "* biçimindedir.

Tablo 12

Öğretmen adaylarına göre manipülatiflerin olumsuz etkileri

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Zaman alıcı olması	**5**
K.2-Maliyetli olması	4
K.3-Yanlış kullanımda kavram yanılgısına yol açması	4
K.4-Manipülatifin sınırlı olması	2
K.5-Sınıf yönetiminin zor olması	2

Tablo 12 incelendiğinde manipülatiflerin olumsuz etkilerine yönelik sıralamada en fazla belirtilen noktalar; zaman alıcı olması, maliyetli olması ve yanlış öğrenmelere yol açabileceğidir. Katılımcılardan ikisi manipülatiflerin her konuya yönelik olmadığı için sınırlı olduğunu ve derslerde sınıf yönetimini zorlaştıracağını belirtmişlerdir. Bir önceki tablo ile bu tablo birlikte değerlendirildiğinde manipülatiflerin öğretime yönelik olumlu etkilerinin yığılım gösterdiği faktörlerdeki sayısal değerlerin olumsuzlardan daha fazla ifade edildiği görülmektedir. Olumlu faktörler daha az çeşitlilikte sıralanırken olumsuz etkenlerin çeşitliliği daha fazladır.

4.2. İkinci Probleme Yönelik Bulgular

4.2.1.Kategori-A: Düşünme Eksenine Yönelik Bulgular

İkinci alt problemde katılımcı öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemi çözme yaklaşımları incelenmiştir. Söz konusu inceleme için araştırmacı ve danışman öğretim üyesi ile birlikte geliştirilen 'analiz çerçevesi' kullanılmıştır. Bu çerçevenin birinci kategorisi "Düşünme Ekseni" olarak

adlandırılmış ve bu kategori iki alt kategori (analitik ve bütüncül) altında incelenmiştir. Öğretmen adaylarının çözümlerinden elde edilen bulgular hem problemler bazında hem de kişisel yani öğretmen adayları bazında incelenmiştir.

4.2.1.1. Küp Takımı Aparatına Yönelik Problemlerin Çözümleri

İlk olarak küp takımı aparatı ile kurulan toplam 5 adet aparatlı matematik problemine yönelik öğretmen adaylarının çözümlerindeki düşünme eksenleri ortaya konacaktır.

Tablo 13

Küp takımı aparatına yönelik aparatlı problemlerde öğretmen adaylarının düşünme eksenleri

Öğretmen Adayı	**Problem 1.1**	**Problem 1.2**		**Problem 1.3**	**Problem 1.4**	**Toplam**
		1.2.a	**1.2.b**			
ÖA-1	Analitik	Bütüncül	Analitik	Analitik	Bütüncül	3A, 2B
ÖA-2	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	5B
ÖA-3	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	4A, 1B
ÖA-4	Bütüncül	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	3A, 2B
ÖA-5	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	Analitik	3A, 2B
ÖA-6	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	3A, 2B
ÖA-7	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	4A, 1B
ÖA-8	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	4A, 1B
ÖA-9	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	4A, 1B
ÖA-10	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	Analitik	3A, 2B
ÖA-11	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	3A, 2B
ÖA-12	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	4A, 1B
Toplam	**10A**, 2B	8A, 4B	9A, 3B	5A, **7B**	6A, 6B	

Tablo 13 incelendiğinde öğretmen adaylarının problem 1.1.'i çok büyük oranda analitik (10 analitik ve 2 bütüncül); problem 1.2.a'yı büyük oranda analitik (8 analitik ve 4 bütüncül); problem 1.2.b'yi yine çok büyük oranda analitik (9 analitik ve 3 bütüncül); problem 1.3'ü büyük oranda bütüncül (5 analitik ve 7 bütüncül) ve problem 1.4'ü ise yarı yarıya bir oranda (6 analitik ve 6 bütüncül) düşünme ekseninde çözdükleri görülmektedir. Problem 1.1.'de analitik düşünen 10 öğretmen adayı problemi renk koşullarına, ayrıt kavramının içeriğine, üstten görünüşün inşasına ve kat koşuluna dikkat ederek yaklaşım göstermiş, basamaklar oluşturmuş, mantıksal çıkarımlar yapmış ve çözüme ulaşmışlardır. Yani problemin parçalarını birleştirerek bütüne gitmeyi hedeflemişlerdir. Bütüncül düşünen 2 öğretmen adayı ise problemde verilen görünüme takılı kalmış, problemi parçalamadan sadece üstten görünüşe dikkat

çekerek yapıyı inşa etmeye çalışmışlardır. Problemin inşasını deneme yanılma yaparak başlamış, verilen koşulları ve ayrıt kavramını yapıyı inşa etmeye başladığında göz ardı etmiş ve direkt çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Problem 1.2'ye analitik düşünme çerçevesinde yaklaşan adaylar, küp sayılarını, yüzeylerde oluşacak izdüşüm alanlarını, kat koşulunu ve tabanda oluşacak izdüşüm alanının en az nasıl olabileceğini tek tek düşünmüş, mantık çerçevesinde basamaklar oluşturmuş ve bütüne ulaşmışlardır. Bütüncül düşünen öğretmen adayları ise izdüşüm alanı oluşturmak için bir yapı inşa etmeye odaklanmışlardır, yapıyı inşa ederken problemi bütün olarak ele almış bundan dolayı deneme yanılma yaparak çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmışlardır.

Problem 1.3'e bütüncül düşünme ekseninde yaklaşan öğretmen adayları problemde verilen görünümleri bir bütün olarak ele almış, küplerin dizili olacağı yerlerin ihtimalini düşünmemiş ve yüzeylerden görünen ortak küpleri tek tek ele almamışlardır. Görünümleri bir bütün olarak çözmeye çalışmış ve bunu yaparken deneme yanılma yaparak çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmışlardır. Analitik düşünen 5 aday ise yüzeyleri tek tek irdelemiş, ortak küpleri göstermiş, mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır.

Problem 1.4'e analitik düşünme çerçevesinde yaklaşan adaylar problemde verilen yapıyı renklerine göre ayırmış ve tabanın sayısal değerini irdelemiş, mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 6 öğretmen adayı ise problemde verilen yapıyı oluşturmuş fakat küplerin yerleştirilmesi gereken zemin yapısını düşünmeden deneme yanılma yolu ile çözüme ulaşmaya çalışmış ya da ulaşmıştır.

Öğretmen adayları bazında bakıldığında tüm problemleri analitik eksende çözen bir adayın olmadığı görülmektedir. Adaylardan beşi 4A ve 1B, altısı 3A ve 2B ve biri (ÖA-2) ise 5B düşünme çerçevesinde yaklaşım göstermiştir. Bu bulgu katılımcıların ilk aparata yönelik problemlerde düşünme ekseni bağlamında (biri hariç) birbirine benzer yaklaşımda olduklarını ortaya koymaktadır.

4.2.1.2. Dörtgen Bulmaca aparatına Yönelik Problemlerin Çözümü

İkinci olarak dörtgen bulmaca aparatı ile kurulan toplam 5 adet aparatlı matematik problemine yönelik öğretmen adaylarının düşünme eksenleri ortaya konacaktır.

Tablo 14

Dörtgen bulmaca aparatına yönelik aparatlı problemlerde öğretmen adaylarının düşünme ekseni

Öğretmen Adayı	Problem 2.1		Problem 2.2	Problem 2.3	Problem 2.4	Toplam
	2.1.a	2.1.b				
ÖA-1	Analitik	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	3A, 2B
ÖA-2	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	5B
ÖA-3	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	Analitik	2A, 3B
ÖA-4	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	1A, 4B
ÖA-5	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	5A
ÖA-6	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	3A, 2B
ÖA-7	Bütüncül	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	4A, 1B
ÖA-8	Analitik	Bütüncül	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	2A, 3B
ÖA-9	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	Analitik	5A
ÖA-10	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	5B
ÖA-11	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	Analitik	4A, 1B
ÖA-12	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	Analitik	4A, 1B
Toplam	**8A**, 4B	7A, 5B	5A, **7B**	6A, 6B	7A, 5B	

Problem 2.1.a incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısından fazla olduğu gözlenmektedir. Bu problem ikinci aparata yönelik problem grubundaki en fazla analitik yaklaşım gösterilen problemdir. Analitik düşünen 8 öğretmen adayı dörtgen özelliklerini, köşe, kenar, doğrusal olma kavramlarını incelemiş ve mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 4 öğretmen adayı ise kavramlar ile ilişkilendirmeden sadece dörtgen yapılar inşa etmek için deneme yanılma yolu ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Problem 2.1.b incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısından yine fazla olduğu gözlenmektedir. Analitik düşünen 7 öğretmen adayı konkav, konveks çokgenleri ve özelliklerini, doğrusal olma kavramını incelemiş, probleme yönelik mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 5 öğretmen adayı ise sadece konveks çokgenleri oluşturmayı düşünmüş, deneme yanılma yolu ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Problem 2.2 incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısından az olduğu gözlenmektedir. Bu problem ikinci aparata yönelik problem grubundaki en fazla bütüncül yaklaşım gösterilen problemdir. Analitik düşünen 5 öğretmen adayı görselde verilen şekli elindeki dörtgenin kenar uzunluklarına, birbirleri ile yaptıkları açılara göre

parçalamış, mantıksal çıkarımlar yaparak problem basamakları oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 7 öğretmen adayı verilen görseldeki şekilleri bütün olarak incelemiş, açı, kenar uzunluklarını düşünmeden verilen görseli oluşturmaya odaklanmış ve deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Problem 2.3 incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen sayısına eşit olduğu gözlenmektedir. Analitik düşünen 6 öğretmen adayı dörtgenlerin kenar uzunluklarını ve birbiri ile yaptıkları açıları düşünerek istenilen dörtgenleri mantıksal çıkarımlar ile basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmışlardır. Bütüncül düşünen 6 öğretmen adayı görselde verilen şekle bağlı kalmış ya da dörtgenlerin birbiri ile yaptığı açıyı önemsemeden direkt istenilen yapıyı inşa etmeye odaklanmış ve deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Problem 2.4 incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısından fazla olduğu gözlenmektedir. Analitik düşünen 7 öğretmen adayı eşkenar dörtgen ve altıgen özelliklerini incelemiş, birbiri ile ilişkilendirmiş, mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 5 öğretmen adayı sadece altıgen oluşturmaya odaklanmış, dörtgen özelliklerini düşünmeden deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Öğretmen adaylar bazında bakıldığında tüm problemleri analitik eksende çözen iki (ÖA-5 ve ÖA-9) adayın ve tüm problemleri bütüncül eksende çözen yine iki (ÖA-2 ve ÖA-10) adayın olduğu görülmektedir. Çözümlerinde yaklaşımları 4A ve 1B olan üç kişi; 3A ve 2B olan iki kişi; 2A ve 3B olan iki kişi ve 1A ve 4B olan bir kişi bulunmaktadır. Bu bulgu dörtgen bulmaca aparatına yönelik düşünme yaklaşımlarının dağınık bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu gruptaki problemlerde bir önceki problem grubuna nazaran bütüncül düşünme eğiliminin daha fazla olduğu gözlenmektedir.

4.2.1.3. Üçgen Seti Aparatına Yönelik Problemlerin Çözümleri

Üçüncü olarak üçgen seti aparatı ile kurulan toplam 5 adet aparatlı matematik problemine yönelik öğretmen adaylarının düşünme eksenleri ortaya konacaktır.

Tablo 15

Üçgen seti aparatına yönelik aparatlı problemlerde öğretmen adaylarının düşünme eksenleri

Öğretmen	Problem 3.1	Problem 3.2	Problem 3.3	Problem 3.4	Toplam

Adayı			3.3.a	3.3.b		
ÖA-1	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	Analitik	3A, 2B
ÖA-2	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	5B
ÖA-3	Analitik	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	3A, 2B
ÖA-4	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	1A, 4B
ÖA-5	Analitik	Bütüncül	Analitik	Bütüncül	Analitik	3A, 2B
ÖA-6	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	4A,1B
ÖA-7	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	4A, 1B
ÖA-8	Analitik	Analitik	Analitik	Bütüncül	Analitik	4A, 1B
ÖA-9	Analitik	Analitik	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	3A, 2B
ÖA-10	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	5B
ÖA-11	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	Bütüncül	Analitik	2A, 3B
ÖA-12	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Bütüncül	Analitik	1A, 4B
Toplam	8A, 4B	5A, 7B	5A, 7B	1A, **11B**	**9A**, 3B	

Bu problem grubunda en fazla analitik düşünmenin görüldüğü problem 3.4 iken en faz bütüncül düşünme sergilenen problem ise 3.3.b dir. Problem 3.1 incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısından fazla olduğu gözlenmektedir. Analitik düşünen 8 öğretmen adayı üçgen özelliklerini, oluşan üçgenlerin açılarına göre iki farklı şekilde oluşabildiğini, simetri ve benzerlik kurallarını birbiri ile ilişkilendirmiş, mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 4 öğretmen adayı sadece üçgen özelliklerini kullanarak yeni üçgenler oluşturmaya odaklanmış, deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Problem 3.2 incelendiğinde bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısının analitik düşünen öğretmen adayı sayısından fazla olduğu gözlenmektedir. Bütüncül düşünen 7 öğretmen adayı kendi belirlediği konveks çokgen ve düzgün çokgenleri (altıgen, kare, dikdörtgen) inşa etmeye odaklanmış, deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır. Analitik düşünen 5 öğretmen adayı konveks ve düzgün çokgenleri genel yapıları ile ele almış, mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır.

Problem 3.3.a incelendiğinde bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısının analitik düşünen öğretmen adayı sayısından fazla olduğu gözlenmektedir. Bütüncül düşünen 7 öğretmen adayı, verilen görseldeki şeklin benzerini oluşturmuş ya da yapıyı üçgenlere parçalamamış, deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır. Analitik düşünen 5 öğretmen adayı verilen görseldeki şekli elindeki üçgenler doğrultusunda parçalamış, şeklin benzerini üçgenlerin dizilimindeki benzerlik ile ilişkilendirmiş ve mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır.

Problem 3.3.b incelendiğinde bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısının analitik düşünen öğretmen adayı sayısından oldukça fazla olduğu gözlenmektedir. Bütüncül düşünen 11 öğretmen adayı düzlemsel şekil kavramını irdelememiş ya da kenar uzunluklarını incelememiş belirli dörtgenleri inşa etmeye odaklanmış, deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır. Analitik düşünen 1 öğretmen adayı ise düzlemsel şekil kavramını irdelemiş, üçgen uzunluklarını belirlemiş, çevre kavramı ile ilişkilendirmiş ve mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır.

Problem 3.4 incelendiğinde analitik düşünen öğretmen adayı sayısının bütüncül düşünen öğretmen adayı sayısından fazla olduğu gözlenmektedir. Analitik düşünen 9 öğretmen adayı altıgen özelliklerini, dıştan çevreleyen yapıyı oluştururken üçgenlerin birbiri ile yaptığı açıyı irdelemiş, kenarları eşit olan üçgenlerin aralarındaki açılar eşit olduğu sürece tüm üçgenlerdeki karşı kenarın eşit olacağını belirtmiş, düzgün altıgen alan formülü ile ilişkilendirmiş ve mantıksal çıkarımlar yaparak basamaklar oluşturmuş ve çözüme ulaşmıştır. Bütüncül düşünen 3 öğretmen adayı, altıgen özelliklerini düşünerek altıgen yapı oluşturmaya odaklanmış fakat üçgenler arasındaki açı ve üçgen kenar uzunluklarına odaklanmamış, deneme yanılma ile çözüme ulaşmış ya da ulaşmaya çalışmıştır.

Öğretmen adaylar bazında bakıldığında tüm problemleri analitik eksende çözen kişinin olmadığı ancak bütüncül eksende çözen iki (ÖA-2 ve ÖA-10) adayın olduğu görülmektedir. Çözümlerinde yaklaşımları 4A ve 1B olan üç kişi; 3A ve 2B olan dört kişi; 2A ve 3B olan bir kişi ve 1A ve 4B olan iki kişi bulunmaktadır. Bu bulgu dörtgen bulmaca aparatında olduğu gibi üçgen seti aparatında da düşünme yaklaşımlarının dağınık bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu gruptaki problemlerde genel düşünme eksenlerinin birbirine yakın ancak küçük bir farkla biraz daha bütüncül düşünme eğiliminde olduğu gözlenmektedir.

Öğretmen adaylarının tüm aparatlı problemlerdeki düşünme ekseninin genel durumunu görmek için Tablo 16 oluşturulmuştur.

Tablo 16

Üç aparatına yönelik tüm aparatlı problemlerde öğretmen adaylarının düşünme eksenleri

	P.1.1	**P.1.2.a**	**P.1.2.b**	**P.1.3**	**P.1.4**	**P.2.1.a**	**P.2.1.b**	**P.2.2**	**P.2.3**	**P.2.4**	**P.3.1**	**P.3.2**	**P.3.3.a**	**P.3.3.b**	**P.3.4**	**Toplam**
ÖA-1	A	-	A	A	-	A	A	-	-	A	A	-	-	A	A	A: 9
	-	B	-	-	B	-	-	B	B	-	-	B	B	-	-	B: 6

ÖA-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A: 0
	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B: **15**
ÖA-3	A	A	A	-	A	-	-	-	A	A	A	A	-	-	A	A: 9
	-	-	-	B	-	B	B	B	-	-	-	-	B	B	-	B: 6
ÖA-4	-	A	A	-	A	A	-	-	-		A	-	-	-	-	A: 5
	B	-	-	B	-	-	B	B	B	B	-	B	B	B	B	B: 10
ÖA-5	A	-	-	A	A	A	A	A	A	A	A	-	A	-	A	A: 11
	-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	B	-	B: 4
ÖA-6	A	A	A	-	-	A	A	A	-	-	A	A	A	-	A	A: 10
	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	-	B: 5
ÖA-7	A	A	A	-	A	-	A	A	A	A	A	A	A	-	A	A: **12**
	-	-	-	B	-	B	-	-	-	-	-	-	-	B	-	B: 3
ÖA-8	A	A	A	A	-	A	-	A	-	-	A	A	A	-	A	A: 10
	-	-	-	-	B	-	B	-	B	B	-	-	-	B	-	B: 5
ÖA-9	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	A	-	-	A	A: **12**
	-	-	-	B	-	-	-	-	-	-	-	-	B	B	-	B: 3
ÖA-10	A	-	-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A: 3
	-	B	B	-	-	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B: 12
ÖA-11	A	A	A	-	-	A	A	-	A	A	-	-	A	-	A	A: 9
	-	-	-	B	B	-	-	B	-	-	B	B	-	B	-	B: 6
ÖA-12	A	A	A	A	-	A	A	-	A	A	-	-	-	-	A	A: 9
	-	-	-	-	B	-	-	B	-	-	B	B	B	B	-	B: 6
	10	8	9	5	6	**8**	7	5	6	7	8	5	5	1	**9**	
Toplam	2	4	3	7	6	4	5	7	6	5	4	7	7	**11**	3	**A: 99**
			A: 38					A: 33					A: 28			**B: 81**
			B: 22					B: 27					B: 32			

Tablo 16 incelendiğinde katılımcı öğretmen adaylarının düşünme yaklaşımları birinci aparata yönelik 5 problemin tümünde 38A ve 22B, ikinci aparata yönelik 5 problemin tümünde 33A ve 27B ve de üçüncü aparata yönelik 5 problemin tümünde ise 28A ve 32B biçiminde dağılım göstermiştir. Birinci aparat grubundan üçüncü gruba doğru analitik düşünme sayısı azalmış bütüncül düşünme artış göstermiştir. Genel toplama bakıldığında 99A ve 81B gibi birbirine yakın ancak analitik düşünmenin daha fazla olduğu bir durum gözlenmektedir. Tüm problemler genelinde en fazla analitik düşünme yaklaşımı sergileyen öğretmen adayı ÖA-9 (12A) iken an fazla bütüncül düşünme sergileyen öğretmen adayı ise ÖA-2 (15B) dir.

4.2.2. Kategori-B: Akıl Yürütme Boyutuna Yönelik Bulgular

Bu bölümde analiz çerçevesindeki ikinci kategori olan "akıl yürütme boyutuna" yönelik bulgular sunulmaktadır. Akıl yürütme boyutu kendi içerisinde üç alt kategori içermektedir. Bunlar; "sözel akıl yürütme", "görsel-aparat temelli akıl yürütme" ve "matematiksel akıl yürütme"dir. Bu üç alt

kategoriye yönelik bulgular her bir aparatlı problem için ayrı ayrı hazırlanmış olan tablolar yardımıyla sunulmuştur.

Tablo 17

Problem 1.1 için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AIB		
ÖA-1		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici		Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici		Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	2DS	10A	12Y	6Y, 4KY, 2YS	6İ, 4O, 2YS	10Y	12Y

Tablo 17 incelendiğinde problem 1.1. için sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun mantıksal-sözel akıl yürütme kategorisindeki açıklayıcı akıl yürütme becerisine, sadece iki öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmektedir. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçelerini ortaya koymuş fakat genellemelere başvurmamışlardır, destekleyici sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları ise problemin çözümünde aparat manipülasyonuna yönelik gerekçeleri bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine fazla düşünmeden söylemler geliştirmişlerdir.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında tüm öğretmen adaylarının görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeyde oldukları, aparat temelli akıl yürütmenin alt kategorisi olan aparat manipülasyon becerisinde 6 öğretmen adayının yeterli, 4 öğretmen adayının kısmen yeterli, 2 öğretmen

adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 6 öğretmen adayının ileri, 4 öğretmen adayının orta, 2 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları görülmüştür. Tüm öğretmen adayları problemde bulunan görseli anlamış ve doğru yorumlamıştır.

Manipülasyon becerisinde yeterli düzeydeki öğretmen adaylarının yarısı aparatları 3B modeli tam parçalama, tam birleştirme, üst üste koyma gibi bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları yeterli düzeyde yapmış, kısmi yeterli düzeydeki öğretmen adayları 3B modeli tam parçalama, tam birleştirme, üst üste koyma gibi bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları kısmen gerçekleştirmiş, yetersiz öğretmen adayları ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

Aparatlar ile model inşa becerisinde yeterli düzeydeki öğretmen adayları koşullara ve üstten verilen izdüşüm alanına uygun tek türü olmayan nihai modelleri inşa edebilmiş, kısmi yeterli düzeydeki öğretmen adayları renk koşullarına uygun olmayan kritik model inşa edebilmiş ya da yapının tek türlü olduğunu belirtmişlerdir. Yetersiz düzeydeki öğretmen adayları ise herhangi bir yapı inşa edememişlerdir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında izdüşüm kavramından bahsetmiş ya da kullanmış, tahmin etme, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli, gerçekleştiremediler ise yetersiz olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 18

Problem 1.2.a. İçin akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AIB		
ÖA-1	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli

ÖA-4		Açıklayıcı	Yeteri	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici		Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	-	Yetersiz
ÖA-11		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	3DS	2D, 7A	11Y	5Y, 6KY, 1YS	5İ, 6O, 1YS	11 Y	11 Y, 1 YZ

Problem 1.2.a için Tablo 18 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun mantıksal-sözel akıl yürütme alt kategorisi olan açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 2 öğretmen adayının doğrulayıcı akıl yürütme becerisine, 3 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları genellemelere başvurmuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine yeterince düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunun görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeyde, 1 öğretmen adayının ise yetersiz düzeyde olduğu görülmüştür. Yeterli düzeyde olan öğretmen adayları verilen görseli doğru olarak anlamış ve yorumlamıştır.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 5 öğretmen adayının yeterli, 6 öğretmen adayının kısmen yeterli, 1 öğretmen adayının yetersiz oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 5 öğretmen adayının ileri, 6 öğretmen adayının orta, 1 öğretmen adayının yetersiz oldukları ortaya çıkmıştır. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları dizme, sıralama, üst üste koyma, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları dizme, sıralama, üst üste koyma, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen modeli doğru inşa etmiş ve izdüşüm alanları toplamını doğru bulmuştur. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş, nihai sonuca ulaşamamışlardır. Bu düzeyde bulunan

öğretmen adayları düşünme süreci sonunda kritik model inşa etmiş fakat istenilen yapıyı inşa edememiş ve izdüşüm alanları toplamını doğru bulamamışlardır. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları başlangıç modeli inşa etmiş ya da herhangi bir yapı inşa edememişlerdir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında izdüşüm kavramından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli, gerçekleştiremediler ise yetersiz olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 19

Problem 1.2.b için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AIB		
ÖA-1	Destekleyici	Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2			Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4		Açıklayıcı	Yeteri	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10		Açıklayıcı	Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	-	Yetersiz
ÖA-11		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	1DS	2D, 9A	11Y, 1YS	10Y, 1KY, 1YS	10İ, 1O, 1YS	11 Y	11 Y, 1 YZ

Problem 1.2.b incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun mantıksal sözel akıl yürütme olan açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 2 öğretmen adayının doğrulayıcı akıl yürütme becerisine, 1 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları genellemelere başvurmuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunun görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeyde, 1 öğretmen adayının yetersiz düzeydedir. Yeterli düzeyde olan öğretmen adayları verilen görseli doğru olarak anlamış ve yorumlamıştır. Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 10 öğretmen adayının yeterli, 1 öğretmen adayının kısmen yeterli, 1 öğretmen adayının yetersiz oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 10 öğretmen adayının ileri, 1 öğretmen adayının orta düzeyde, 1 öğretmen adayının yetersiz oldukları ortaya konulmuştur. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları dizme, sıralama, üst üste koyma, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları dizme, sıralama, üst üste koyma, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır. İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen modeli doğru inşa etmiş, izdüşüm alanları toplamını doğru bulmuş ve farklı dizilimleri göstermiştir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş, nihai sonuca ulaşamamış. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları düşünme süreci sonunda kritik model inşa etmiş fakat nihai yapıyı inşa edememiş, izdüşüm alanları toplamını doğru bulamamış ya da farklı dizilimleri gösterememişlerdir. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen başlangıç seviyesinde bulunan öğretmen adayları başlangıç seviyesinde yapı inşa etmiş ya da herhangi bir yapı inşa edememişlerdir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında izdüşüm kavramından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise

yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli, gerçekleştiremediler ise yetersiz olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 20

Problem 1.3 için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici		Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-3	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici		Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9	Destekleyici		Yetersiz	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-10		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-11	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	7DS	5A	9Y, 3YS	2Y, 7KY, 3YS	9İ, 3YS	9 Y	12 Y

Problem 1.3 için Tablo 20 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun destekleyici sözel akıl yürütme becerisine, 5 öğretmen adayının mantıksal-sözel akıl yürütme alt kategorisi olan açıklayıcı akıl yürütme becerisi sergiledikleri görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunun görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeyde, 3 öğretmen adayı yetersiz düzeydedir. Yeterli düzeyde olan öğretmen adayları verilen görseli doğru olarak anlamış ve yorumlamıştır. Aparat temelli akıl yürütmenin

aparat manipülasyon becerisinde 2 öğretmen adayının yeterli, 7 öğretmen adayının kısmen yeterli, 3 öğretmen adayının yetersiz oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 9 öğretmen adayının ileri, 3 öğretmen adayının yetersiz oldukları ortaya konulmuştur. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları dizme, üst üste koyma, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları dizme, üst üste koyma, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde beş farklı yönden görünümü verilen yapıyı inşa etmiştir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş, nihai sonuca ulaşamamış. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları düşünme süreci sonunda beş farklı yönden görünü verilen yapının birkaç görünümünü doğru inşa etmiş fakat istenilen yapıyı elde edememiştir. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen başlangıç seviyesinde bulunan öğretmen adayları başlangıç seviyesinde yapı inşa etmiş ya da herhangi bir yapı inşa edememişlerdir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında izdüşüm kavramından bahsetmiş ya da kullanmış, tahmin etme, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 21

Problem 1.4 akıl için yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli

ÖA-2	Destekleyici		Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-4		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-8	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11	Destekleyici		Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
Toplam	5DS	1D, 6A	12Y	2Y, 10KY	2İ, 10O	12 Y	12 Y

Problem 1.4 için Tablo 21 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunluğunun mantıksal-sözel akıl yürütme kategorisinde olan (6A) açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 1 öğretmen adayının doğrulayıcı akıl yürütme becerisine, 5 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları genellemelere başvurmuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında tüm öğretmen adayları görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeydedir. Yeterli düzeyde olan öğretmen adayları verilen görseli doğru olarak anlamış ve yorumlamıştır. Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 2 öğretmen adayının yeterli, 10 öğretmen adayının kısmen yeterli oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 2 öğretmen adayının ileri, 10 öğretmen adayının orta düzeyde oldukları ortaya konulmuştur.

Aparat manipülasyon ve aparat ile model inşa becerisinde yetersiz öğretmen adayı bulunmamaktadır. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları dizme, sıralama, çevirme, döndürme, öteleme, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları dizme, sıralama, çevirme, döndürme, öteleme, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen 4x4'lük taban üzerine yapı inşasını tamamlamış ve farklı dizilimler olabileceğini göstermişlerdir. Orta düzeyde

aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş, nihai sonuca ulaşamamış. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları düşünme süreci 4x4'lük tabanı istenilen şekillerle doldurmuş fakat farklı dizilimleri gösterememişlerdir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında alan, dönme, öteleme, simetri kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma, düzlemde belli bir alanda konumlandırma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 22

Problem 2.1.a için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-3	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-4		Açıklayıcı		Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7	Destekleyici			Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-11		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
Toplam	4DS	8A	--	4Y, 5KY, 3YS	4İ, 5O, 3YS	9 Y	12 Y

Problem 2.1.a Tablo 22 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun mantıksal-sözel akıl yürütme alt kategorisi olan (8A) açıklayıcı akıl yürütme

becerisine, 4 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 4 öğretmen adayının yeterli, 5 öğretmen adayının kısmen yeterli, 3 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 4 öğretmen adayının ileri, 5 öğretmen adayının orta, 3 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları ortaya konulmuştur. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen dörtgenleri inşa etmiştir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen dörtgenlerin tamamını inşa edememiş, iki dörtgeni birleştirip bütüncül manipülasyon sağlamadığı için nihai modellere ulaşamamıştır. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayı herhangi bir dörtgen elde edememiştir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında dörtgen, kare, paralel kenar, eşkenar dörtgen, yamuk, dikdörtgen, simetri, dönme, öteleme kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 23

Problem 2.1.b için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	Sözel Akıl Yürütme		Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme			Matematiksel Akıl Yürütme	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AIB		
ÖA-1		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-3	Destekleyici			Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-11		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	5DS	7A	--	6Y, 2KY, 4YS	6İ, 2O, 4YS	8 Y	12 Y

Problem 2.1.b için Tablo 23 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun mantıksal-sözel akıl yürütme alt kategorisi olan açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 5 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparat manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine yeterince düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 6 öğretmen adayının yeterli, 2 öğretmen adayının kısmen yeterli, 4 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 6 öğretmen adayının ileri, 2 öğretmen adayının orta, 4 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları görülmüştür. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen

adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen yedigen, dokuzgenleri oluşturmuş, oluşturulamayan çokgenleri bulmuştur. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen yedigen ve dokuzgenlerin tamamını oluşturamamış ya da oluşturulamayan çokgenleri bulamamışlardır. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen istenilen yedigen ve dokuzgenleri oluşturamamış ve oluşturulamayacak çokgenleri bulamamıştır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında çokgen, simetri, dönme, öteleme, yansıma kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 24

Problem 2.2 için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1	Destekleyici		Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici		Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-3	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeteri	Orta	Yeterli	Yeterli

ÖA-4	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeteri	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici		Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-11	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeteri	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12	Destekleyici		Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	7DS	5A	12Y	8Y, 3KY, 1YS	8İ, 3O, 1YS	11 Y	12 Y

Problem 2.2 için Tablo 24 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun destekleyici sözel akıl yürütme (7DS) becerisine, 5 öğretmen adayının mantıksal sözel akıl yürütme alt kategorisi olan açıklayıcı akıl yürütme becerisi sergilediği görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeyde oldukları, aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 8 öğretmen adayının yeterli, 3 öğretmen adayının kısmen yeterli, 1 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 8 öğretmen adayının ileri, 3 öğretmen adayının orta düzeyde, 1 öğretmen adayının yetersiz oldukları ortaya konulmuştur.

Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları çevirme, döndürme, birleştirme, inşa edilen 3B model üzerinde parçalama, birleştirme vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları çevirme, döndürme, birleştirme, inşa edilen 3B model üzerinde parçalama, birleştirme vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde verilen görsele uygun olarak dörtgenleri manipüle ederek yapıyı inşa ederek verilen görsellere uygun yapıları inşa etmişlerdir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları istenilen modeli doğru inşa edememiş, düşünceleri doğrultusunda kritik modeller oluşturmuşlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları düşünme süreci sonunda dörtgenleri manipüle etmiş fakat aparatların ayrıtlarına dikkat etmedikleri ve yeterli manipülasyon yapmadıkları için istenilen görsele uygun yapılar inşa

edememişlerdir. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen başlangıç seviyesinde bulunan öğretmen adayları başlangıç seviyesinde yapı inşa etmiş ya da herhangi bir yapı inşa edememişlerdir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında sırasında çokgen, dönme, öteleme, yansıma kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, , hamle yapma, ölçme, tahmin etme, düzlemde belli bir alanda konumlandırma, kaplama ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 25

Problem 2.3 akıl için yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AIB		
ÖA-1		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-2		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-4		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Doğrulayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
Toplam	--	12D	12Y	4Y, 8KY	12O	12 Y	12 Y

Problem 2.3 için Tablo 25 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tamamı mantıksal sözel akıl yürütmenin altında yer alan doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları çözümlerinde genellemelere yer vermiş, dış köşeleri çevreleyen sekizgenin büyük olması için oluşan şekilde her zaman uzun kenarlarının dışta olması gerektiğini ya da açının geniş açı olması gerektiği şeklinde genellemelerde bulunmuşlardır.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tamamı görsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeydedir. Yeterli düzeyde olan öğretmen adayları verilen görseli doğru olarak anlamış ve yorumlamıştır.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 4 öğretmen adayının yeterli, 8 öğretmen adayının kısmen yeterli düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde tüm öğretmen adaylarının orta düzeyde ortaya konulmuştur. Aparat manipülasyon becerisinde yetersiz düzeyde, aparat ile inşa becerisinde ileri ve yetersiz düzeyde hiçbir öğretmen adayı bulunmamaktadır. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamıştır.

Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen nihai yapıyı oluşturamamış, düşünceleri doğrultusunda kritik yapılar inşa etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları kenar uzunluklarından yola çıkarak dışta kalan kısımlara uzun kenarları bırakarak köşelerinden çevreleyen düşündüğü en büyük sekizgeni oluşturmuş, bazı öğretmen adayları açıyı düşünerek geniş açı karşısında bulunan uzun kenardan düşündüğü en büyük sekizgeni oluşturmuştur. Fakat kenar ve açıyı aynı anda ele alıp istenilen yapıyı oluşturamamışlardır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında sırasında alan, çevre, dönme, öteleme, yansıma kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, ölçme, hesaplama, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 26

Problem 2.4 için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	Sözel Akıl Yürütme		Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme			Matematiksel Akıl Yürütme	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1		Açıklayıcı		Kısmi Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici			Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici			Kısmi Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6	Destekleyici			Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8	Destekleyici			Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici			Kısmi Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	5DS	7A	--	9Y, 3KY	9İ, 3O	12 Y	12 Y

Problem 2.4 için Tablo 26 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunluğunun mantıksal sözel akıl yürütme alt kategorisinde olan (7A) açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 5 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 9 öğretmen adayının yeterli, 3 öğretmen adayının kısmi yeterli düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 9 öğretmen adayının ileri, 3 öğretmen adayının orta düzeyde oldukları ortaya konulmuştur.

Aparat manipülasyon becerisinde ve aparat ile inşa becerisinde yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı bulunmamaktadır. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, orta düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları kısmi olarak gerçekleşmiştir.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen ortasındaki boş kısmı eşkenar dörtgen olan altıgen bir yapı inşa etmişlerdir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen içi boş eşkenar dörtgen altıgenleri inşa edememiş, kavram bilgi eksikliği ve yetersiz manipülasyon becerisi dolayısıyla kritik yapılar inşa etmesine rağmen istenilen nihai yapıyı inşa edememişlerdir. Aparat manipülasyon becerisi ve aparat inşa becerisi bu problemde doğru orantılı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında sırasında eşkenar dörtgen, çokgen, simetri, dönme, öteleme kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hamle yapma ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 27

Problem 3.1 akıl için yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Doğrulayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli

ÖA-8		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
Toplam	4DS	2D, 6A	--	4Y, 8KY	4İ, 8O	12 Y	12 Y

Problem 3.1 Tablo 27 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunluğunun mantıksal -özel akıl yürütme alt kategorisinde olan (6A) açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 2 öğretmen adayının doğrulayıcı, 4 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları genellemelere başvurmuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 4 öğretmen adayının yeterli, 8 öğretmen adayının kısmen yeterli, aparatlar ile model inşa becerisinde 4 öğretmen adayının ileri, 8 öğretmen adayının orta düzeyde oldukları ortaya konulmuştur.

Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları dizme, çevirme, döndürme, öteleme, birleştirme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları dizme, çevirme, döndürme, öteleme, birleştirme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamıştır. İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen üçgenleri bulmuştur.

Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen üçgenleri tamamını oluşturamamıştır. Aparat manipülasyon becerisi ve aparat inşa becerisi bu problemde doğru orantılı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında üçgen,

simetri, dönme, öteleme, yansıma, örüntü, kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma, ölçme ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 28

Problem 3.2 için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yetersiz
ÖA-5	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Doğrulayıcı		Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yetersiz
ÖA-11	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yetersiz
Toplam	7DS	1D, 4A	--	7KY, 5YS	7O, 5YS	7 Y	9 Y, 3 YZ

Problem 3.2 için Tablo 28 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun destekleyici sözel akıl yürütme (7DS) becerisine, 4 öğretmen adayının açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine, 1 öğretmen adayı doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları genellemelere başvurmuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 7 öğretmen adayının kısmen yeterli, 5 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde, 7 öğretmen adayının orta, 5 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları ortaya konulmuştur.

Aparatlar ile model inşa becerisinde ileri seviye öğretmen adayı bulunmamaktadır. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayı bulunmaktadır bu durumun sebebi öğretmen adaylarının kavramsal bilgi eksikleri olmasıdır.

İleri düzeyde inşa becerisine sahip öğretmen adayı da bulunmamaktadır bu durumun sebebi kavramsal eksikliklerinden dolayı yeterli manipülasyon becerisine sahip olamamalarıdır. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen düzgün ve konveks çokgenleri oluşturamamış, kritik yapılar inşa etmişlerdir. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları düzgün ve konveks çokgenleri oluşturamamış, başlangıç seviyesi yapılarda kalmışlardır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında konveks-konkav çokgen, düzgün çokgen, simetri, dönme, öteleme, yansıma, örüntü, kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma, ölçme ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli, gerçekleştiremediler ise yetersiz olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 29

Problem 3.3.a için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	Sözel Akıl Yürütme		Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme			Matematiksel Akıl Yürütme	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1	Destekleyici		Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici		Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-3	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici		Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9	Destekleyici		Yeterli	Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici		Yeterli	Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-11		Açıklayıcı	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı	Yeterli	Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	6DS	1D, 5A	12Y	5Y, 4KY, 3YS	5İ, 1O, 6YS	6 Y	12 Y

Problem 3.3.a için Tablo 29 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının çoğunluğunun (6DS) destekleyici sözel akıl yürütme becerisine, 5 öğretmen adayının açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine, 1 öğretmen adayı doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları genellemelere başvurmuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tümünün yeterli beceri düzeyinde oldukları görülmüştür.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 5 öğretmen adayının yeterli, 4 öğretmen adayının kısmen yeterli, 3 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model

inşa becerisinde 5 öğretmen adayının ileri, 1 öğretmen adayının orta, 6 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları ortaya konulmuştur.

Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları çevirme, döndürme, birleştirme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, kısmi yeterli düzeyde öğretmen adayları çevirme, döndürme, birleştirme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları tam anlamı ile yapamamış, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları yapamamıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları istenilen nihai yapıyı oluşturmuştur. Bu öğretmen adayları gerekli manipülasyonları yaparak, oluşturulacak olan içi boş verilen görsele uygun kareleri inşa etmiştir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen nihai yapıyı oluşturamamış, düşünceleri doğrultusunda kritik yapılar inşa etmişlerdir. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları sadece görselde verilen yapıyı benzer yapılar oluşturmaya çalışmış, fakat üçgenleri doğru manipüle edemedikleri ya da kavram bilgisinde eksiklikleri olduğu için nihai sonuca ulaşamamışlardır. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları ise başlangıç seviyesinde yapılar oluşturmuşlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları sadece görselde verilen yapıyı oluşturmuş fakat istenilen benzer içi boş kareyi oluşturamamışlardır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve öğretmen adaylarının yarısı işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında üçgen, dönme, öteleme, yansıma, örüntü, oran kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma, ölçme ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 30

Probleme 3.3.b için akıl yürütme çerçevesi

	Sözel Akıl Yürütme		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**		**Matematiksel Akıl Yürütme**	
ÖA	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme	İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme

				AMB	AIB		
ÖA-1		Doğrulayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-4		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-5		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-10		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Doğrulayıcı		Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
Toplam	--	12D	--	12Y	1İ, 11O	12 Y	12 Y

Problem 3.3.b için Tablo 30 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tamamı mantıksal sözel akıl yürütmenin altında yer alan doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Doğrulayıcı sözel akıl yürütme becerisinde sahip öğretmen adayları çözümünde genellemelere yer vermiş, oluşan şekillerde çevrenin en büyük olması için her zaman uzun kenarlarının dışta olması gerektiği genellemesinde bulunmuşlardır.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde tüm öğretmen adaylarının yeterli düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 1 öğretmen adayının ileri, 11 öğretmen adayının orta düzeyde oldukları, yetersiz düzeyde olan öğretmen adayının olmadığı ortaya konulmuştur. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları çevirme, döndürme, birleştirme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmıştır.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayı kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen şekilleri oluşturmuş, çevresi en küçük olan ve çevresi en büyük olan şekilleri bulmuştur. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen şekilleri oluşturmuş, en küçük çevreye sahip şekilleri oluşturmuş fakat en büyük çevreye sahip şekli oluşturamamışlardır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının tümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında üçgen,

çevre, dönme, öteleme, yansıma, kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma, ölçme ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 31

Problem 3.4 için akıl yürütme çerçevesi

ÖA	**Sözel Akıl Yürütme**		**Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme**			**Matematiksel Akıl Yürütme**	
	Destekleyici-Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme	Görsel Akıl Yürütme	Aparat Temelli Akıl Yürütme		İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme
				AMB	AİB		
ÖA-1		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-2	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-3		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-4	Destekleyici			Yetersiz	Yetersiz	-	Yeterli
ÖA-5		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-6		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-7		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-8		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-9		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-10	Destekleyici			Kısmen Yeterli	Orta	Yeterli	Yeterli
ÖA-11		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
ÖA-12		Açıklayıcı		Yeterli	İleri	Yeterli	Yeterli
Toplam	3DS	9A	--	9Y, 2KY, 1YS	9İ, 2O, 1YS	11 Y	12 Y

Problem 3.4 için Tablo 31 incelendiğinde sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun (9A) mantıksal sözel akıl yürütme olan açıklayıcı akıl yürütme becerisine, 3 öğretmen adayının destekleyici akıl yürütme becerisine sahip olduğu görülmüştür. Açıklayıcı sözel akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleri ortaya koymuş, destekleyici akıl yürütme becerisine sahip öğretmen adayları problemin çözümünde aparatların manipülasyonlarına yönelik gerekçeleriyle bir önceki ya da bir sonraki hareketi açıklamamış, üzerine düşünmeden söylemlerde bulunmuştur.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde yorumlanması istenen bir görsel ya da öğretmen adayında istenen bir çizim, 3B'den 2B'ye geçiş vb. görsel akıl yürütme gerektiren aşamalar bulunmadığı için bu problemde görsel akıl yürütme analiz edilmemiştir.

Aparat temelli akıl yürütmenin aparat manipülasyon becerisinde 9 öğretmen adayının yeterli, 2 öğretmen adayının kısmi yeterli, 1 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları, aparatlar ile model inşa becerisinde 9 öğretmen adayının ileri, 2 öğretmen adayının orta, 1 öğretmen adayının yetersiz düzeyde oldukları ortaya konulmuştur. Yeterli düzeyde aparat manipülasyon becerisine sahip öğretmen adayları kaydırma, çevirme, döndürme, öteleme, inşa edilen 3B modeli parçalama, birleştirme, bütüncül manipülasyon vb. manipülasyonları eksiksiz yapmış, orta düzeyde olan öğretmen adayı ise istenilen manipülasyonları kısmi olarak gerçekleşmiştir.

İleri düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları kritik model inşa etmiş ve nihai sonuca ulaşmışlardır. Bu düzeyde bulunan öğretmen adayları problemde istenilen düzgün altıgenleri inşa etmişlerdir. Orta düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayları problemde istenilen düzgün altıgenleri inşa edememiş, üçgenlerin birbiri ile yaptığı açıyı dikkate almayıp ya da dikkate alsa bile gerekli manipülasyonları yapamadıkları için düzgün olmayan altıgenler inşa etmişlerdir. Yetersiz düzeyde aparatlar ile inşa becerisine sahip öğretmen adayı başlangıç seviyesinde yapı inşa etmiş, istenilen düzgün altıgen yapıyı inşa edememiştir.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük bölümü yeterli kavramsal ve işlemsel akıl yürütmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları problem çözümü sırasında üçgen, altıgen, dönme, öteleme, örüntü, açı, oran kavramlarından bahsetmiş ya da kullanmış, hesaplama, hamle yapma, ölçme ve diğer işlemlerini doğru şekilde yapmışlardır. İşlemsel alt kategorisinde uygun modeli inşa edebilen ve çözümün son aşamasına gelebilen adaylar gerekli işlemleri yapabilmiş ve yeterli olarak nitelendirilmiştir. Gelemeyen adaylar ise yetersiz değil yorum yapılamaz anlamında tabloda boş olarak işaretlenmiştir. Kavramsal alt kategorisi ise problemin hem çözüm hem de gerekli ise sonuç aşmasında gerekli akıl yürütmeleri gerçekleştirdiler ise yeterli, gerçekleştiremediler ise yetersiz olarak nitelendirilmiştir. Yani kavramsal akıl yürütme sadece sonuca bağlı olarak değerlendirilmemiştir.

Tablo 32

Aparatlı matematik problemlerinin tümünü içeren akıl yürütme çerçevesi

	Sözel Akıl Yürütme			Görsel-Aparat Temelli Akıl Yürütme								Matematiksel Akıl Yürütme		
Aparatlı Matematik Problemi	Destekleyici Sözel Akıl Yürütme	Mantıksal-Sözel Akıl Yürütme		Görsel Akıl Yürütme		Aparat Temelli Akıl Yürütme						İşlemsel Akıl Yürütme	Kavramsal Akıl Yürütme	
						AMB			AİB					
		Açıklayıcı Sözel Akıl Yürütme	Doğrulayıcı Sözel Akıl Yürütme	Yeterli	Yetersiz	Yeterli	Kısmi Yeterli	Yetersiz	İleri	Orta	Yetersiz		Yeterli	Yetersiz
P1	2	10	0	12	0	6	4	2	6	4	2	10	12	0
P1.2.a	3	7	2	11	1	5	6	1	5	6	1	11	11	1
P1.2.b	1	9	2	11	1	10	1	1	10	1	1	11	11	1
P1.3	7	5	0	9	3	2	7	3	9	0	3	9	12	0
P1.4	5	6	1	12	0	2	10	0	2	10	0	12	12	0
P2.1.a	4	8	0			4	5	3	4	5	3	9	12	0
P2.1.b	5	7	0			6	2	4	6	2	4	8	12	0
P2.2	7	5	0	12	0	8	3	1	8	3	1	11	12	0
P2.3	0	0	12	12	0	4	8	0	0	12	0	12	12	0
P2.4	5	7	0			9	3	0	9	3	0	12	12	0
P3.1	4	6	2			4	8	0	4	8	0	12	12	0
P3.2	7	4	1			0	7	5	0	7	5	7	9	3
P3.3.a	6	5	1	12	0	5	4	3	5	1	6	6	12	0
P3.3.b	0	0	12			12	0	0	1	11	0	12	12	0
P3.4	3	9	0			9	2	1	9	2	1	11	12	0
Toplam	59 DS	88 A	33 D	79 Y	5 YZ	86 Y	70 KY	24 YZ	78 İ	75 O	27 YZ	153 Y	163 Y	5 YZ

Aparatlı matematik problemleri bütün olarak değerlendirildiğinde;

Sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının en çok başvurduğu açıklayıcı sözel akıl yürütme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra destekleyici ve doğrulayıcı akıl yürütme gelmektedir. Öğretmen adaylarının büyük kısmı aparatlı matematik problemlerini çözerken çoğunlukla yaptıkları manipülasyonları ve işlemleri gerekçeleri ile ilişkilendirmiş ve nedenleri ile açıklamıştır.

Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında görsel akıl yürütmenin gerekli olduğu problemlerde çoğu öğretmen adayının yeterli düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının görseli yorumlamada en çok zorlandığı soru birim küplerden oluşan yapının 5 farklı yüzden görünümünün verildiği yapıdır. Öğretmen adayları soruda verilen görselde sağ ve sol görünümü karıştırmış ya da küplerin dizilimini 3 boyutlu düşünememiş 2 boyut olarak yorumlamamıştır. Bundan

dolayı küplerin diziliminin tek bir sırada olamayacağını fark edememişlerdir. Aparat temelli akıl yürütmede öğretmen adaylarının aparatları manipülasyon becerisinin çoğunlukla yeterli düzeyde olduğu görülmektedir. Problem 3.2'de hiçbir öğretmen adayının yeterli düzeyde manipülasyon yapmadığı gözlenmektedir. Bunun sebepleri öğretmen adaylarının konveks çokgen, konkav çokgen ve düzgün çokgen kavramlarına yönelik kavram yanılgılarının ya da bilgi eksikliklerinin olması ve düzgün çokgen kavramında bilgi eksikleri olmasa bile sınırlı düzgün çokgen örneklerine göre manipülasyon yapmalarıdır. Öğretmen adaylarının aparat ile model inşa becerisi problemlerde ileri düzeydedir. Problem 2.3 ve Problem 3.2'de hiçbir öğretmen adayı ileri düzeyde model inşa edemedikleri gözlenmektedir. Bunun sebebi Problem 2.3'te öğretmen adaylarının çoğu yanlış genelleme yaparak problemde açı ve kenar uzunluklarına odaklanmış olmalarıdır. Örneğin çoğu öğretmen adayı dışta kalan tarafa uzun kenar geldiği zaman ya da dörtgenler arasında açı büyük olursa oluşan çokgenin en büyük çevreye sahip olacağı şeklinde genelleme yapmıştır. Problem 3.2'de belirtilen sebepler dolayısı ile aparat manipülasyon becerisi yeterli olmadığı için düzgün çokgenleri de inşa eden öğretmen adayı olmamıştır.

Matematiksel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının hem kavramsal hem de işlemsel akıl yürütme becerisinde yeterli düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının kavramsal ve işlemsel akıl yürütmede en çok zorlandıkları problem 3.2'dir. Bunun sebebi öğretmen adaylarının bir kısmının çokgen, düzgün çokgen, konveks ve konkav kavramlarında kavram yanılgılarına sahip olmaları ya da bu kavramlarda bilgi eksikleri olmalarıdır.

Tüm problem çözüm süreci bütüncül olarak değerlendirildiğinde, matematiksel akıl yürütme olan kavramsal ve işlemsel akıl yürütme, sözel akıl yürütmeyi etkilemektedir. Sözel akıl yürütme ve görsel akıl yürütme ise aparat manipülasyon becerisini etkilemektedir. Aparat manipülasyon becerisi de aparat ile model inşa becerisini etkilemektedir. Bu süreçten üç akıl yürütmenin birbiri ile bağlantılı ve iç içe olduğunu, aparatlı matematik problemlerinin çözüm sürecinin birbirinden ayrı çok ayrı olarak değerlendirilemeyeceği söylenebilir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular

Araştırmanın bu aşamasında her bir öğretmen adayından kendilerine gönderilen üç aparat içerisinden seçecekleri iki tanesi ile her birine yönelik ikişer, toplam 4 tane aparatlı problem kurmaları istenmiştir. Kurulan problemler Uğurel (2019a) tarafından geliştirilmiş olan Aparatlı Problem Kurma için Puanlama Anahtarı (bkz. EK-5) ile değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarından çevrimdışı olarak problem kurmaları istenmiş bunun için birkaç gün süre tanınmıştır. Adaylar problemlerini kurduktan sonra e-posta yoluyla araştırmacıya göndermiştir. Akabinde araştırmacı kurulan problemleri tek tek incelemiş ve her bir aday ile kurdukları problemleri anlatmaları ve çözmeleri için çevrimiçi bireysel görüşmeler yapmıştır. Bu görüşmeler araştırmacı tarafından video kaydına alınmış ve transkripsiyonları yapılmıştır. Sonraki aşamada araştırmacı problemleri ilgili anahtar yardımıyla analiz etmiştir.

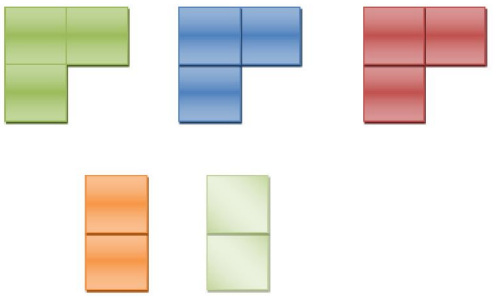
Öğrenciler tarafından kurulan problemlerin tamamı aparatlı problemler konusunda eğitim almış bir matematik öğretmeni ve bir yüksek lisans öğrencisi tarafından da çözülmüş ve problem kurma puanlama anahtarı doğrultusunda değerlendirilmiştir. Daha sonra araştırmacının ve diğer iki kişinin değerlendirmeleri karşılaştırılmış aralarındaki uyuşmanın yüksek olduğu görülmüştür.

Öğretmen adayları, birim küp setinden 19, dörtgen setinden 10, üçgen setinden 18 olmak üzere toplam 47 problem kurmuştur. Bir öğretmen adayı 3 adet problem kurmuş ve araştırmacıya göndermiştir.

4.3.1. Küp Takımı Aparatı İçin Analiz Örneği

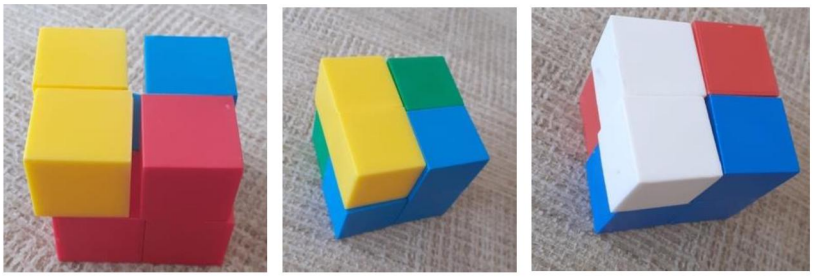
4.3.1.1. Küp Takımı Aparatı ile Kurulan Bir Örnek Problem

Birim küpleri aşağıdaki gibi gruplandırınız. Bir kenarı 2 birim küp olan kaç farklı görünüme sahip küp elde edebiliriz?



Şekil 13. ÖA-9 tarafından oluşturulan aparatlı matematik problemi.

4.3.1.2. Küp Takımı Aparatı ile Kurulan Örnek Problemin Çözümü



Şekil 14. ÖA-9 tarafından oluşturulan aparatlı matematik probleminin çözümü

Bu problemde öğrencinin küp inşa ederken aynı zamanda seçim yapması da istenmiştir. Üç tane üçlü grup, iki tane ikili grup vardır. Öğrenciler şekli oluştururken üçlü gruptan iki adet birli gruptan bir adet kullanarak, kombinasyonla soruyu çözebilirler. Üçün ikili kombinasyonu ile ikinin birli kombinasyonu kullanabilir.

4.3.1.3. Küp Takımı Aparatı ile Kurulan Örnek Problem İçin Transkript

ÖA-9: Ben bunu açıkçası şey olarak düşündüm; permütasyon-kombinasyon konusunda kullanılabilir diye kaç farklı şekilde küp oluşturabilirsiniz diye sordum. Şimdi küp oluşturabilmem için bu parçalardan düşünce bir kenarı 2 birim karelik bir küp oluşturabilirim anca. O yüzden de bu şekilde (oluşturduğu örnek küpü gösteriyor) bir küp oluşturabiliyorum. Kaç farklı dediği için şu şekilde bir görünüme oluşabilir veya bunlar değişebilir. Yani buradan şunu öğrencinin çıkarmasını istiyorum şu iki taneden bir tanesini seçecek veya şu üç taneden iki taneyi seçmek zorunda farklı görüntü elde edebilmesi için. Buradan da permütasyon-kombinasyon konusunda okulda kullanabilirim belki diye düşündüm.
A: Anladım. Üçün ikilisi çarpı ikinin birlisi, aynen güzelmiş.
ÖA-9: Altı tane görüntü oluşturabilir bu şekilde diye yani onları tek tek dener.

4.3.1.4. Küp Takımı Aparatı İçin Problem Değerlendirme Örneği

Tablo 33

Küp takımı aparatı örnek problem değerlendirmesi

PROBLEM KURMA				
KRİTERLER		**EVET**	**KISMEN**	**HAYIR**
Kurulan problemin dilsel ifadesi doğru ve anlaşılır mı?		**2**	1	0
Kurulan problemde aparat işlevsel şekilde (istenen düzeyde) kullanılıyor mu?		2	**1**	0
(Varsa) Kurulan problemdeki çizim, resim, vb. doğru ve anlaşılır mı?		**2**	1	0
Kurulan problem çözülebiliyor mu (çözümü var mı)?		**2**	1	0
Kurulan problem orijinal/sıra dışı/özgün mü?				
HAYIR				1
EVET	Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmamış.			2
	Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmış.			3
	Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmamış.			4

	Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmış.	5
	Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren, Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren, Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmamış problemler.	7
	Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren, Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren, Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmış problemler.	10

Öğretmen adayının problemi oluştururken kullandığı cümleler açık, doğru ve anlaşılıyor. Aparat problemin çözümünde yeterli düzeyde kullanılmadığı, bazı öğrencilerin aparat kullanmadan görseldeki şekillere bakarak 2 adet üçlü blok, 1 adet ikili bloğu kullanarak küp oluşturabileceğini hayal edebilir ve kombinasyon konusuyla ilişkilendirilebilir olduğu gözlenmektedir. Aparat olmadan problemin çözümü mümkün olduğu için kısmen işlevsel olduğu sonucuna varılmıştır. Kurulan problemdeki resimler anlaşılır ve problemin çözümü olduğu gözlenmektedir. Özgünlüğü ise daha önce öğretmen adaylarının bu araştırmada çözdüğü küp problemleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Kurulan problem adayın çözdüğü küp problemlerine göre istenilen yapıyı inşa ederken gerekli koşullar, öğrencinin kullanması gereken matematiksel işlemler ve istenilen yapının inşa basamakları oldukça farklı ve çözümü yapılmış olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.3.1.5. Küp Takımı Aparatı ile Kurulan Problemlerin Değerlendirilmesi

Tablo 34

Kurulan takımı aparatı ile kurulan problemlerin değerlendirmesi

Küp Takımı Problemleri	Anlaşılır	İşlevsel Aparat	(Varsa) Doğru Görsel	Çözülebilir	Özgün	Toplam
Problem 1	2	2	2	2	1	10
Problem 2	2	2	-	2	3	9
Problem 3	2	2	-	2	1	7
Problem 4	0	1	-	1	1	3
Problem 5	1	0	-	0	1	2
Problem 6	2	2	-	2	1	7
Problem 7	2	2	2	2	3	**11**
Problem 8	2	1	2	2	5	**12**
Problem 9	2	2	2	2	1	9
Problem 10	2	2	-	2	1	7

Problem 11	1	2	-	2	1	6
Problem 12	2	2	-	2	1	7
Problem 13	0	2	2	1	1	6
Problem 14	2	0	-	2	1	5
Problem 15	2	0	2	2	1	7
Problem 16	1	0	2	2	1	6
Problem 17	2	2	-	2	1	7
Problem 18	2	2	-	2	1	7
Problem 19	2	2	-	2	1	7
Toplam	(2): 14 (1): 3 (0): 2	(2): 13 (1): 2 (0): 4	(2): 7	(2): 16 (1): 2 (0): 1	(5): 1 (3): 2 (1): 16	

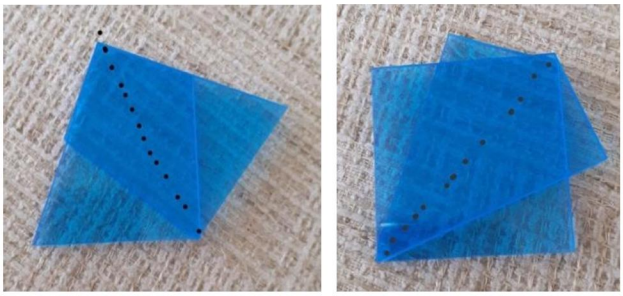
Öğretmen adaylarının küp takımı aparatı ile kurmuş olduğu 19 problem beş kategori altında analiz edilmiştir. En yüksek puanın 18 puan olduğu puanlama anahtarında, 5 öğretmen adayı 9 ve üzeri puan ile değerlendirilen problemler kurmuştur. Kurulan problemlerde adayların kriterlere en çok uyduğu alan kurulan problemlerin çözülebilir olması, kriterlere en az uyduğu alan ise kurulan problemin özgün olmasıdır. Öğretmen adaylarının kurdukları 19 problemin 16 tanesi tamamen çözülebilir, 2 tanesi kısmen çözülebilir ve 1 tanesi çözülemez olduğu görülmüştür. Kurulan 19 problemden 16 tanesi öğretmen adaylarının problem çözme aşamasında çözdükleri problemlere, problemde kullanılan görsel, yapı inşa edilirken istenilen koşullar, kullanılan matematiksel kavramlar ve yapı inşa basamakları açısından oldukça benzer oldukları gözlenmiştir. Özgünlük açısından değerlendirmeye alınan 3 problemden 2 tanesi kısmen farklı ve çözümü yapılmış, 1 tanesi de oldukça farklı ve çözümü yapılmış olduğu ortaya konulmuştur.

4.3.2.Dörtgen Bulmaca Aparatı İçin Analiz Örneği

4.3.2.1. Dörtgen Bulmaca Aparatı ile Kurulan Problem Örneği

Dörtgenlerden bir tanesini köşegenlerden her iki tarafa doğru da (köşegenin hem sağı hem de soluna doğru) katladığımızı düşünelim. Katladığımız kısmın yüzeyde oluşturduğu izdüşümleri bir kâğıda çizersek nasıl bir şekil elde ederiz? Diğer dörtgenlerden de yararlanarak bu şekli nasıl çizeriz?

4.3.2.2. Dörtgen Bulmaca Aparatı ile Kurulan Örnek Problemin Çözümü



Şekil 15. ÖA-8 tarafından kurulan aparatlı matematik probleminin çözümü.

Problemi çözerken çözen kişinin dörtgenin iki köşegene sahip olduğunu bilmesi gerekmektedir. Köşegen sayısının birden fazla olması cevap çeşitliliğini sağlamaktadır. Problemin çözümünde bu durum fark edilerek katlama işlemi yapılması beklenmektedir. Bu sorunun iki cevabı bulunmaktadır.

4.3.2.3. Dörtgen Bulmaca Aparatı ile Kurulan Örnek Problem İçin Transkript

(Problemi okuyor)
ÖA-8: Burda katlama sorusu sormak istedim. Fakat çizim yerine elimde bulunan aparatı kullanmak istedim. Öğrenci dörtgenin köşegenini belirleyip katlayıp açtığı zaman oluşan şekil nasıl olur diye soruyorum aslında. Ama katladığı zaman oluşan izdüşüm ve kendi izdüşümünü bir kâğıda çizmesini istiyorum.
A: Katladığımız zaman oluşan izdüşüm mü?
ÖA-8: Hayır şu anki izdüşüm ile katladığımız zaman elde edilen izdüşümünün tamamı.
A: Hangi köşegen peki?
ÖA-8: İkisini de çizmesini bekliyorum. Soruda bilerek iki dörtgeni de kullanmasını istedim. İki dörtgen ile daha kolay çözülüyor.

4.3.2.4. Dörtgen Bulmaca Aparatı ile Kurulan Örnek Problemin Değerlendirmesi

Tablo 35

Dörtgen Bulmaca Aparatı ile Kurulan Örnek Problemin Değerlendirmesi

PROBLEM KURMA				
KRİTERLER		**EVET**	**KISMEN**	**HAYIR**
Kurulan problemin dilsel ifadesi doğru ve anlaşılır mı?		**2**	1	0
Kurulan problemde aparat işlevsel şekilde (istenen düzeyde) kullanılıyor mu?		**2**	1	0
(Varsa) Kurulan problemdeki çizim, resim, vb doğru ve anlaşılır mı?		2	1	0
Kurulan problem çözülebiliyor mu (çözümü var mı)?		2	1	0
Kurulan problem orijinal/sıra dışı/özgün mü?				
HAYIR				1
EVET	Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmamış.			2
	Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmış.			3

	Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmamış.	4
	Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmış.	5
	Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren, Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren, Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmamış problemler.	7
	Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren, Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren, Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmış problemler.	10

Öğretmen adayının problemi oluştururken kullandığı cümleler kısmen açık, doğru ve anlaşılırdır. Aparat problemin çözümünde kısmen yeterli düzeyde kullanılmış, aparat kullanmadan problemi çözmenin kısmen mümkün olmadığı gözlenmiştir. Aparat olmadan problemin çözümü kısmen mümkün olmadığı için kısmen işlevsel olduğu sonucuna varılmıştır. Kurulan problemin özgünlüğü ise daha önce öğretmen adaylarının bu araştırmada çözdüğü dörtgen problemleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Kurulan problem adayın çözdüğü dörtgen problemlerine göre istenilen yapıyı inşa ederken gerekli koşullar, öğrencinin kullanması gereken matematiksel işlemler ve istenilen yapının inşa basamakları oldukça farklı ve çözümü yapılmış olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 36

Kurulan dörtgen bulmaca problemlerinin değerlendirmesi

Dörtgen Bulmaca Problemleri	**Anlaşılır**	**İşlevsel Aparat**	**(Varsa) Doğru Görsel**	**Çözülebilir**	**Özgün**	**Toplam**
Problem 1	2	2	-	2	1	7
Problem 2	2	2	-	2	1	7
Problem 3	2	1	-	2	1	6
Problem 4	2	2	-	2	1	7
Problem 5	2	2	-	2	3	**9**
Problem 6	2	2	-	2	1	7
Problem 7	1	2	-	1	1	5
Problem 8	2	2	2	2	1	7
Problem 9	2	2	-	1	3	8
Problem 10	1	1	-	2	5	**9**
Toplam	(2): 8 (1): 2 (0): 0	(2): 8 (1): 2 (0): 0	(2): 1	(2): 8 (1): 2 (0): 0	(5): 1 (3): 2 (1): 7	

Öğretmen adaylarının dörtgen bulmaca aparatı ile kurmuş olduğu 10 problem beş kategoride analiz edilmiştir. En yüksek puanın 18 puan olduğu bir puanlama anahtarında 2 öğretmen adayı 9 puan ile değerlendirilen problemler kurmuştur. Kurulan problemlerde öğretmenlerin kriterlere en çok uyarak problem oluşturduğu alan, kurulan problemlerin anlaşılır olması, kriterlere en az uyarak problem oluşturduğu alan kurulan problemin özgün olmasıdır. Öğretmen adaylarının kurdukları 10 problemin 9 tanesi tamamen anlaşılabilir, 1 tanesinin kısmen anlaşılabilir olduğu ortaya konulmuştur. Kurulan 10 problemden 7 tanesi öğretmen adaylarının önceki aşamada çözdükleri problemlere, problemde kullanılan görsel, yapı inşa edilirken istenilen koşullar, kullanılan matematiksel kavramlar ve yapı inşa basamakları açısından oldukça benzer oldukları gözlenmiştir. Özgünlük açısından değerlendirmeye alınan 3 problemden 2 tanesi kısmen farklı ve çözümü yapılmış, 1 tanesi de oldukça farklı ve çözümü yapılmış olduğu ortaya konulmuştur.

4.3.3. Üçgen Seti Aparatı İçin Analiz Örneği

4.3.3.1. Üçgen Seti Aparatı ile Kurulan Örnek Problem

Tüm üçgenleri kullanarak en az 2 çıkmaz sokağı bulunan ve üçgenlerin kısa kenarları açıkta kalmayacak (mutlaka başka bir üçgenin kenarına temas edecek) şekilde bir labirent oluşturunuz.

4.3.3.2. Üçgen Seti Örnek Problem Çözümü



Şekil 16. ÖA-7 tarafından kurulan aparatlı matematik probleminin çözümü

Bu problemde öğrencilerin problemi anlamaları ve manipülasyon yaparak cevaba ulaşmaları istenmiştir. Net bir cevabı yoktur, koşulları sağlayan her labirent doğru kabul edilir.

4.3.3.3. Üçgen Seti Aparatı ile Kurulan Örnek Problem İçin Transkript

ÖA-7: Bu soruda farklı bir şey yapmak istedim. İlköğretim seviyesindeki çocukların el kas becerileri gelişmesi amacıyla farklı labirentler oluştursunlar istedim. Eskiden labirenti takip ettiğimiz problemler gibi. Üçgenleri görür görmez bunu oluşturmak istedim ve oluşturduğum labirentler üzerine soru yazmak istedim.

4.3.3.4. Üçgen Seti Aparatı İçin Problem Değerlendirme Örneği

Tablo 37

Üçgen seti aparatı için örnek problem değerlendirmesi

PROBLEM KURMA				
KRİTERLER		**EVET**	**KISMEN**	**HAYIR**
Kurulan problemin dilsel ifadesi doğru ve anlaşılır mı?		2	1	0
Kurulan problemde aparat işlevsel şekilde (istenen düzeyde) kullanılıyor mu?		2	1	0
(Varsa) Kurulan problemdeki çizim, resim, vb doğru ve anlaşılır mı?		2	1	0
Kurulan problem çözülebiliyor mu (çözümü var mı)?		2	1	0
Kurulan problem orijinal/sıra dışı/özgün mü?				
HAYIR				1
EVET	Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmamış.			2
	Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmış.			3
	Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmamış.			4
	Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmış.			5
	Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren, Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren, Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmamış problemler.			7
	Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren, Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren, Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmış problemler.			10

Öğretmen adayı problemi oluştururken kullandığı cümleler açık, doğru ve anlaşılırdır. Aparatın problemin çözümünde yeterli düzeyde kullanıldığı, aparat kullanmadan problemi çözmenin mümkün olmadığı gözlenmektedir. Kurulan problemin özgünlüğü ise daha önce öğretmen adaylarının bu araştırmada çözdüğü üçgen problemleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Kurulan problem çözdüğü üçgen problemlerine göre istenilen yapıyı inşa ederken gerekli koşullar, öğrencinin kullanması gereken matematiksel işlemler ve istenilen yapının inşa basamakları oldukça farklı ve çözümü yapılmış olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Tablo 38

Kurulan üçgen seti aparatı problemlerinin değerlendirmesi

Üçgen Seti Problemleri	Anlaşılır	İşlevsel Aparat	(Varsa) Doğru Görsel	Çözülebilir	Özgün	Toplam
Problem 1	2	2	-	2	1	7
Problem 2	2	2	-	2	5	**11**
Problem 3	1	2	-	0	1	4
Problem 4	1	2	-	0	1	4
Problem 5	1	2	-	2	1	6
Problem 6	2	2	-	2	1	7
Problem 7	2	0	-	1	1	4
Problem 8	2	0	-	0	1	3
Problem 9	2	2	-	2	1	7
Problem 10	1	1	-	0	1	3
Problem 11	2	2	-	2	1	7
Problem 12	1	2	-	0	1	4
Problem 13	2	2	-	2	1	7
Problem 14	2	2	-	2	1	7
Problem 15	2	2	-	2	3	9
Problem 16	2	2	-	2	1	7
Problem 17	2	2	2	2	1	9
Problem 18	2	2	-	2	1	7
Toplam	(2): 13 (1): 5 (0): 0	(2): 15 (1): 1 (0): 2	(2): 1	(2): 12 (1): 1 (0): 5	(5): 1 (3): 1 (1): 16	

Öğretmen adaylarının üçgen seti aparatı ile kurmuş olduğu 18 problem beş kategoride analiz edilmiştir. En yüksek puanın 18 puan olduğu puanlama anahtarında 3 öğretmen adayı 9 ve üzeri puan ile değerlendirilen problemler kurmuştur. Kurulan problemlerde öğretmenlerin kriterlere en çok uyarak problem oluşturduğu alan, kurulan problemlerin anlaşılır olması ve aparatın işlevsel kullanılması, kriterlere en az uyarak problem oluşturduğu alan, kurulan problemin özgün olmasıdır. Öğretmen adaylarının kurdukları 18 problemin 13 tanesi tamamen anlaşılabilir, 5 tanesinin kısmen anlaşılabilir olduğu, kurdukları 18 problemin 15 tanesinde aparatın tamamen işlevsel, 1 tanesinde kısmen işlevli, 2 tanesinde işlevsiz olduğu görülmüştür. Kurulan 18 problemden 16 tanesi öğretmen adaylarının önceki aşamada çözdükleri problemlere, problemde kullanılan görsel, yapı inşa edilirken istenilen koşullar, kullanılan matematiksel kavramlar ve yapı inşa basamakları açısından oldukça benzer oldukları

gözlenmiştir. Özgünlük açısından değerlendirmeye alınan 2 problemden 1 tanesi kısmen farklı ve çözümü yapılmış, 1 tanesi de oldukça farklı ve çözümü yapılmış olduğu ortaya konulmuştur.

4.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular

Bu bölümde öğretmen adaylarının çevrimiçi bir form yardımıyla aparat ve aparatlı problemlere yönelik sorulara verdikleri cevaplara yönelik bulgular sunulmaktadır.

İlk olarak öğretmen adaylarının *"Problem çözme ve kurma etkinliklerinde kullandığınız somut nesneler "Aparat" olarak adlandırılmaktadır. Sizce "Aparat" nedir? Bu kavramı nasıl tanımlarsınız?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Genel İşlevler kategorisi iki alt çıkarımda incelenmiştir; öğrenme-öğretme sürecine destek olma ve matematiği anlamayı kolaylaştırma.
    - Öğrenme-öğretme sürecine destek olma çıkarımı öğretmen adaylarının "bir konuyu anlatırken araçlar sayesinde öğrenciye aktarır", "matematiksel bilgi ve becerileri aktarma sırasında kullanılan araç ve gereçler", "öğrenme ve öğretmede kullanılan yardımcı nesneler", "öğrenmeye yardımcı veya öğrenme için kullanılan araçlar" tanımlamalarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-5 tanımı *"Öğrenmeye yardımcı veya öğrenme için kullanılan araçlar."* biçimindedir.
    - Matematiği anlamayı kolaylaştırma çıkarımı öğretmen adaylarının "herhangi bir konunun anlaşılır olmasını sağlayan araç gereçtir", "öğrencinin konuyu daha iyi anlaması için" tanımlamalarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-10'un tanımı *"Aparatı araç gereç olarak tanımlayabilirim. Anlaşılması güç herhangi bir konunun anlaşılır olmasını sağlayan araç gereçtir."* biçimindedir.

- Özel işlevler kategorisi iki alt çıkarımda incelenmiştir; somutlaştırma, hedefi yerine getirme sürecine destek olma.
    - Somutlaştırma çıkarımı öğretmen adaylarının "soyut kavramları somutlaştıran araç gereçlerdir", "kavram öğretimini daha somut ve anlaşılır hale getiren nesnelerdir",

"somut hale getirmeye yarayan aletlerdir" tanımlamalarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

Örnek olarak ÖA-4'ün tanımı *"Aparat soyut kavramları somutlaştıran araç gereçlerdir."* biçimindedir.

- Hedefi yerine getirme sürecine destek olma çıkarımı öğretmen adaylarının "amacımıza uygun olarak kullandığımız çeşitli araç gereçlerdir", "çeşitli amaçlarla kullanılabilen parçalar" tanımlamalarından yola çıkarak oluşturulmuştur

  Örnek olarak ÖA-1'in tanımı *"Aparatlar herhangi bir işlemi gerçekleştirirken amacımıza uygun olarak kullandığımız çeşitli araç gereçlerdir."* biçimindedir.

- Yapısı ve kullanım alanı kategorisi iki alt çıkarımda incelenmiştir; somut nesne/materyal/araç, küçük boyutta
  - Somut nesne/materyal/araç çıkarımı öğretmen adaylarının "araçlardır", "yardımcı nesnelerdir", "derste kullanılan malzemeler", "kullanışlı aletler", "birtakım materyaller", "her türlü araç-gereç", "kullanılan nesneler", "kolaylaştıran araçlar", "kullanılan çeşitli araçlar" tanımlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-9'un tanımı *"Aparatı araç gereç olarak tanımlayabilirim. Anlaşılması güç herhangi bir konunun anlaşılır olmasını sağlayan araç gereçtir."* biçimindedir.
  - Küçük boyutta çıkarımı öğretmen adayının "küçük kullanışlı materyal" tanımından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-6'nın tanımı *"Yardımcı küçük kullanışlı materyaller"* biçimindedir.

Tablo 39

Öğretmen adaylarının aparat tanımları

Kategoriler	**Frekans**
Kategori-1: Genel İşlevler	6
Öğrenme-öğretme sürecine destek olma	4
Matematiği anlamayı kolaylaştırma	2

Kategori-2: Özel İşlevler	5
Somutlaştırma	3
Hedefi yerine getirme sürecine destek olma	2
Kategori-3: Yapısı ve Kullanım Alanı	**12**
Somut nesne/materyal/araç	11
Küçük boyutta	1

Öğretmen adaylarının yanıtlardaki tanımlar Tablo 39'de verilmiştir. Öğretmen adayları aparatlarının tanımları 3 kategori altında toplanmış olup en çok üstünde durdukları kategori aparatların yapısı ve kullanım alanıdır. Bu durum öğretmen adaylarının birinci alt problemin bulgularında yer alan manipülatiflerin tanımlarına da paralellik göstermektedir. Manipülatif tanımında da öğretmen adayları en çok manipülatiflerin yapısı ve kullanım alanı hakkında görüş belirtikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının en az üstünde durdukları kategori ise özel işlevler kategorisidir. Bu durum öğretmen adaylarının yaptıkları manipülatif tanımlarına paralellik göstermemektedir. Öğretmen adayları manipülatiflerin özel işlevleri hakkında birçok yorum yapmasına rağmen aparatların özel işlevleri konusunda manipülatiflere göre daha az fikir beyan ettikleri görülmektedir. Genel işlevler kategorisi yine adaylarının manipülatiflerin genel işlevlere verdikleri tanımlara paralellik göstermektedir. Tüm tabloya bütüncül olarak bakıldığı zaman öğretmen adaylarının aparatlar hakkında manipülatiflere benzer tanımlar yaptığı, aparatların tanımını olması gereken tanıma uygun şekilde tanımlama yapamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda Aparat; matematik öğretiminde konuları/kavramları anlatmaya, somutlaştırmaya yardımcı öğretmenin amaçları doğrultusunda kullanılan araçlardır.

İkinci olarak *"Bir aparatta bulunması gereken temel özellikler nelerdir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Amaç kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; hedefe yönelik.
    - Hedefe yönelik çıkarımı öğretmen adaylarının "amaca hizmet etmeli", "amaca uygun", "amaca hizmet eder", "hedefe yönelik olma" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-7'nin yanıtı *"Ekonomik olması. Ne öğretmek istiyorsak o amaca hizmet eder nitelikte olması."* biçimindedir.

- Yapı kategorisi üç alt çıkarımda incelenmiştir; kullanışlı, ekonomik, ulaşılabilir.
    - Kullanışlı çıkarımı öğretmen adaylarının "dayanıklı olmalı", "güvenli ve sağlıklı malzemeden üretilmesi", "az ve taşınabilirliği kolay", "herkesin kullanabileceği", "kullanışlı olması", "kullanışlılık", "işlevsel, kullanışlı", "sağlam", "tanışabilir" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-9'un *yanıtı "Az ve taşınabilirliği kolay olmalı, Sağlam yani çabuk hasar görebilecek yapıda olmamalı."* biçimindedir.
    - Ekonomik kategorisi öğretmen adaylarının "maliyeti düşük olmalı", "ekonomik olması", "ekonomiklik", "uygun fiyatlı" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-5'in yanıtı *"İşlevsel kullanışlı taşınabilir basit uygun fiyatlı"* biçimindedir.

- İçerik kategorisi üç alt çıkarımda incelenmiştir; anlaşılır, öğrenci düzeyine uygun, çok yönlü.
    - Öğrencinin düzeyine uygun kategorisi öğretmen adaylarının "öğrencilerin gelişmiş düzeyine uygun", "öğrencilerin kavrama boyutlarına uygun", "öğrenci düzeyine uygun olma" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Aparatlar kolaylıkla ulaşılabilir, amacına uygun olmalıdır. Öğrencilerin gelişmişlik düzeyine uygun olmalıdır."* biçimindedir.
    - Anlaşılır kategorisi öğretmen adaylarının "anlaşılır, basit", "sade ve anlaşılır" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-12'nin yanıtı *"Anlaşılır, basit, öğrencilerin kavrama boyutlarına uygun, güvenli ve sağlıklı malzemeden üretilmesi olmalıdır."* biçimindedir.

Tablo 40

Aparatta bulunması gereken temel özellikler

Kategoriler	**Frekans**
K.1- Amaç	3
Hedefe Yönelik	3
K.2-Yapı	**14**

Kullanışlı	8
Ekonomik	5
Ulaşılabilir	1
K.3- İçerik	7
Öğrenci düzeyine uygun	3
Anlaşılır	2
Çok Yönlü	2

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 40'da verilmiştir. Verilen yanıtlar doğrultusunda aparatların genel özellikleri 3 kategoride incelenmiştir. Öğretmen adayları aparatların en çok yapısına, daha sonra içeriğine ve en az ise amacına odaklandığı gözlenmektedir. Verilen yanıtlar öğretmen adaylarının aparatların amacı hakkında çok fazla yorum yapamadığını, kullanan kişinin hedefleri doğrultusunda kullanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Fakat aparat kullanan kişinin amacı doğrultusunda aparatların hangi amaca hizmet ettiği hakkında yorum yapılmamıştır. Öğretmen adaylarının en çok fikir ürettikleri şey aparatların yapısıdır. Düşüncelerini manipülatifler ile benzer yapıları ortaya koymuşlardır. İçerik kategorisinde öğretmen adayları aparatların öğrenci düzeyine uygun, anlaşılır ve çok yönlü olması gerektiğini belirtmiş, 2 öğretmen adayı aparatların birden fazla probleme/konuya entegre edilebileceği yorumunu yapmışlardır. Öğretmen adaylarının aparatların genel özellikleri hakkında yeterince fikir üretemedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Üçüncü olarak *"Somut öğrenme-öğretme araçları/nesneleri (manipülatifler) ile aparatlar arasındaki ilişki nedir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 2 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Aparatlar ve manipülatifler aynı özelliklere sahiptir kategorisi üç alt çıkarımda incelenmiştir; manipülatif ve aparatlar somutlaştırmaya destek olur, manipülatif ve aparatlar öğrenme-öğretmen sürecine destek olur, manipülatifler ve aparatlar her yönden aynıdır.
    - Manipülatif ve aparatlar somutlaştırmaya destek olur çıkarımı öğretmen adaylarının "somutlaştırmak gözle görülür hale getirmek", "konuyu veya problemi somutlaştıran" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-6'in yanıtı *"İkisi de matematik öğretiminde kullanabileceğimiz konuyu veya problemi somutlaştıran ürünler de aparatlar daha çok problem çözme de manipülatifler ise konu anlatımında kullanılır."* biçimindedir.

- Manipülatif ve aparatlar öğrenme-öğretmen sürecine destek olur çıkarımı öğretmen adaylarının "konun daha iyi anlaşılmasını sağlar", "ikisi de öğrenmeyi destekler" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı *"İkisi de öğrenmeyi desteklemektedir. Aparatlar manipülatiflerin araçları gibi bir görev üstlenmektedir."* biçimindedir.

- Aparatlar ve Manipülatifler farklı özelliklere sahiptir kategorisi dört alt çıkarımda incelenmiştir; manipülatifler konuyu kavratmaya/anlatmaya, aparatlar ise problem çözmeye ve kurmaya yarar, aparatlar özel manipülatiflerdir, manipülatifler öğrenciye sunulurken, aparatlar öğrencilerin keşfetmesini sağlar, aparatlar manipülatiflerin temelini oluşturur.
  - Manipülatifler konuyu kavratmaya/anlatmaya yarar, aparatlar ise problem çözmeye ve kurmaya çıkarımı öğretmen adaylarının "aparatlar daha çok problem çözme de manipülatifler ise konu …", "biri ile konuyu öğreniyoruz, diğeri ile de konuyla ilgili olan problemlerin çözümünü" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-11'in yanıtı *"Aslında biri ile konuyu öğreniyoruz diğeri ile de konuyla ilgili olan problemlerin çözümünü veya kurulumunu elde ediyoruz. Açık olarak bu görülebilir."* biçimindedir.
  - Aparatlar özel manipülatiflerdir çıkarımı öğretmen adaylarının "alt öğrenme alanına hizmet ediyorsa", "somut öğrenme araçlarının temelini oluşturur" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-7'nin yanıtı *"Matematik alanında herhangi bir şey öğrenmek veya öğretmek amacına hizmet ediyorsa manipülatiftir. Ama daha özel bir alan veya alt öğrenme alanına hizmet ediyorsa aparattır."* biçimindedir.

Tablo 41

Manipülatifler ve aparatlar arasındaki ilişki

Kategoriler	**Frekans**
K.1- Aparatlar ve Manipülatifler Aynı Özelliklere Sahiptir	**6**
Manipülatif ve aparatlar somutlaştırmaya destek olur	3
Manipülatif ve aparatlar öğrenme-öğretme sürecine destek olur	2
Manipülatifler ve aparatlar her yönden aynıdır	1
K.2- Aparatlar ve Manipülatifler Farklı Özelliklere Sahiptir	**6**

Manipülatifler konuyu kavratmaya/anlatmaya, aparatlar ise problem çözmeye ve kurmaya yarar	2
Aparatlar özel manipülatiflerdir	2
Manipülatifler öğrenciye sunulurken, aparatlar öğrencilerin keşfetmesini sağlar	1
Aparatlar manipülatiflerin temelini oluşturur	1

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 41'de verilmiştir. Verilen yanıtlar doğrultusunda iki kategori oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının yarısı aparatlar ve manipülatiflerin aynı özelliklere, yarısı farklı özelliklere sahip olduklarını düşünmektedir. Aparatlar ve manipülatifler aynı özelliklere sahip olduğu kategorisi altında aparatların ve manipülatiflerin somutlaştırmaya ve öğrenme-öğretme sürecine destek olmaları yönlerinden benzediğini düşünen 5 öğretmen adayı, aparatlar ve manipülatiflerin her yönden aynı olduklarını düşünen 1 öğretmen adayı vardır. Aparatlar ve manipülatiflerin farklı özelliklere sahip olduğu kategorisi altında manipülatiflerin konu anlatımında, aparatların problem çözümünde kullanıldığını, aparatların özelleşmiş manipülatifler olduğunu, aparatların öğrenciye keşfettirerek öğretmeyi sağladığını ve aparat kavramının manipülatif kavramından önceye dayandığını çıkarımları yer almaktadır. Bu yanıtlar öğretmen adaylarının yarısının aparatları kavramsal ve özellikleri itibariyle daha iyi algıladığını diğer yarısının ise kavrayamadığını göstermektedir.

Dördüncü olarak *"Aparatlı matematik problemi nedir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- İşlev kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; öğrenme, öğretmeye yardımcı problemler.
    - Öğrenme, öğretmeye yardımcı problemler çıkarımı öğretmen adaylarının "kalıcı öğrenmeler gerçekleştirmek amacıyla oluşturulmuş", "konuyu öğretmeye ya da öğrenmeye yardımcı olabilecek sorular" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-5'in yanıtı *"Basit ve kullanışlı aparatlarla bir konuyu öğretmeye ya da öğrenmeye yardımcı olabilecek sorularla matematiksel düşünmenin geliştirilmesi."* biçimindedir.

- Yapı kategorisi üç alt çıkarımda incelenmiştir; somut nesne kullanılarak çözülen problemler, uygulamaya dayalı problemler, birden fazla cevaba sahip problemler.
    - Somut nesne kullanılarak çözülen problemler çıkarımı öğretmen adaylarının "çözüm esnasında aparat ve somut nesneler kullandığımız", "herhangi bir aparat

kullanmadan zorlanabileceğimiz ya da çözemeyeceğimiz problemler", "soyut bir problemi somutlaştırarak daha anlaşılır olması amacıyla oluşturulmuş problemler", "somut materyal kullanılarak yapılan problem", "kavramların somut örnekleriyle oluşturulan problemler", "çözüme aparatları kullanarak ulaşabileceğimiz problemler" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Aparatlı matematik problemi, herhangi bir aparat kullanmadan zorlanabileceğimiz ya da çözemeyeceğimiz problemlerdir."* biçimindedir.

- Uygulamaya dayalı problemler çıkarımı öğretmen adaylarının "teoriği uygulamalı hale getiriyor", "uygulayarak çözebilmek için" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-12'nin yanıtı *"Verilen soru ve nesneler arasında gerekli bilişsel ve psikomotor becerileri problem üzerinde uygulayarak çözebilmek demektir."* biçimindedir.

- İçerik kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; akıl yürütme gerektiren problemler.
  - Akıl yürütme gerektiren problemler çıkarımı öğretmen adayının "akıl yürütmelerimizin yardımıyla ve matematiksel bilgilerimiz arasında transfer yaptığımız zaman çözüme ulaşabildiğimiz problemlerdir" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Problemi nasıl anladığımıza ve akıl yürütmelerimizin yardımıyla ve matematiksel bilgilerimiz arasında transferler yaptığımız zaman çözüme ulaşabildiğimiz problemlerdir, saf matematiksel bilgi ile çözülmez yaratıcı düşünme becerisi gerektirir."* biçimindedir.

Tablo 42

Öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemi tanımları

Kategoriler	**Frekans**
K.1-İşlev	***2***
Öğrenme, öğretmeye yardımcı problemler	2
K.2-Yapı	**9**
Somut nesne kullanılarak çözülen problemler	6

Uygulamaya dayalı problemler	2
Birden fazla cevaba sahip problemler	1
K.3-İçerik	1
Akıl yürütme gerektiren problemler	1

Öğretmen adaylarının verdiğini tanımlar tablo 42'de verilmiştir. Verilen tanımlara göre aparatlı matematik probleminin tanımı 3 kategoride incelenmiştir; işlev, yapı, içerik. Öğretmen adayları en çok aparatlı matematik probleminin yapısı hakkında yorum yaparken en az işlev ve içerikleri hakkında yorum yapmıştır. Tablo çözdükleri aparatlı matematik problemlerinin yapısı hakkında fikir sahibi olduklarını, aparatlı matematik probleminde aparat kullanmanın gerekli olduğunu, problemlerin teorik olmadığını ve problemlerde cevap çeşitliliği olması gerektiğini düşündüklerini ortaya koymuştur. Aparatlı matematik problemlerinin işlevi konusunda öğrenme-öğretmeye yardımcı, içeriği konusunda akıl yürütme gerektiğini düşündükleri görülmektedir. Verilen yanıtlar doğrultusunda öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerinin yapısı hakkında temel fikirlere sahibi olduklarına, işlevleri ve içeriği hakkında ise yeterince fikir sahibi olmadıkları sonucuna ulaşılabilir.

Beşinci olarak *"Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile ortak yanları nelerdir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 2 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Süreç kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; problem çözme aşamaları.
    - Problem çözme aşamaları çıkarımı öğretmen adayının "çözüm aşaması", yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-4'ün yanıtı *"Problemlerin ortak noktası problemlerin içeriği, çözüm aşaması olabilir."* biçimindedir.

- Beceri kategorisi üç alt çıkarımda incelenmiştir; matematiksel düşünme, problem çözme becerilerini geliştirmesi, kavram bilgisi.
    - Matematiksel düşünme çıkarımı öğretmen adaylarının "her problem düşünmeyi gerektirir", "analitik düşünmeyi gerektirir", "akıl yürütmemiz gerekir", "çok boyutlu düşünebilme", "düşünme" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Her problemde düşünmemiz gerekir."* biçimindedir.

- Problem çözme becerilerini geliştirmesi çıkarımı öğretmen adaylarının "problem çözme becerisi", "problem çözme becerilerinin gelişmesine yöneliktir" ifadelerinden çıkarım yapılarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı *"İki problem de problem çözme becerilerini geliştirmeye yöneliktir."* biçimindedir.

Tablo 43

Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile ortak yanları

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Süreç	1
Problem çözme aşamaları	1
K.2 Beceri	**9**
Matematiksel düşünme	5
Problem çözme becerilerini geliştirmesi	2
Kavram bilgisi	2

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 43'te verilmiştir. Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile ortak yanları iki kategoride incelenmiştir; süreç ve beceri. Öğretmen adaylarının çoğunluğu ortak yanın beceri olduğunu düşünürken 1 öğretmen adayı süreç olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayları aparatlı matematik problemleri ve diğer problemlerin matematiksel düşünme gerektirdiğini, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve kavramsal bilgi gerektirdiği düşünmektedir. Bir öğretmen adayı ise problem çözme basamaklarının aynı olduğunu düşünmektedir.

Altıncı olarak *"Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile farklı yanları nelerdir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 2 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Yapı kategorisi iki alt çıkarımda incelenmiştir; aparat kullanımı, cevap çeşitliliği.
  - Aparat kullanımı kategorisi öğretmen adaylarının "kullandığımız malzemeler", "aparata ihtiyaç duyarız", "aparatlı uygulama" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur

    Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Aparatlı matematik problemlerinde problemi çözebilmek için aparata ihtiyaç duyarız."* biçimindedir.

- Cevap çeşitliliği kategorisi öğretmen adaylarının "birden fazla cevabı", "birden fazla cevabı var" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur

  Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Farkı aparatlı problemlerin genel olarak birden fazla cevabı olabilir, kişiden kişiye değişebilir. Diğer problemlerde ise genel olarak tek sonuca ulaşılıyor."* biçimindedir.

- Süreç kategorisi iki alt çıkarımda incelenmiş; problemi somutlaştırması, öğrenciye keşfettirmesi.
  - Problemi somutlaştırması kategorisi öğretmen adaylarının "somut problem alt yapısı", "bilgiyi somut hale getirme", "somut düşünme ve uygulama" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur

    Örnek olarak ÖA-12'nin yanıtı "*Öğrencilerin zihninde daha belirgin ve somut problem alt yapısı oluşturmaktadır."* biçimindedir.
  - Öğrenciye keşfettirmesi kategorisi öğretmen adaylarının "kendi çıkarımlarını deneyip", "deneyerek, kendisi uğraşarak" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur

    Örnek olarak ÖA-2'nin yanıtı "*Aparatlı problemlerde öğrenci deneyerek kendisi uğraşarak problemleri çözer."* biçimindedir.

Tablo 44

Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile farklı yanları

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Yapı	***6***
Aparat kullanımı	3
Cevap çeşitliliği	3
K.2-Süreç	***5***
Problemi somutlaştırması	3
Öğrenciye keşfettirmesi	2

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 44'te verilmiştir. Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile ortak yanları iki kategoride incelenmiştir; yapı ve süreç. Öğretmen adayları aparatlı matematik problemlerini diğer problemlerden ayıran özelliklerinden yanlarından birinin yapıları olduğunu ve aparatlı matematik problemlerinde aparat kullanıldığını, tek bir

doğru yanıtın olmayacağını düşünmektedir. Diğer ayıran yanlarından birinin süreç olduğunu ve aparatlı matematik problemlerinde aparat yardımı ile problemin somutlaştırılabildiğini ve öğrencinin aparatlar ile problemin çözümüne keşfederek ulaşacağını düşünmektedir.

Aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile ortak ve farklı yanları bütüncül olarak incelendiğinde öğretmen adayları gerekli olan ve geliştirilen beceriler yönünden ortak yanları olduğunu fakat yapısı ve problem çözme süreci yönünden farklı yanları olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılabilir.

Yedinci olarak *"Aparatlı matematik problemleri, matematik öğrenme-öğretme sürecinde nasıl uygulanabilir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 2 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Ders içi kategorisi dört alt çıkarımda incelenmiştir; soyut konuları somutlaştırmak için problem çözerek, konuya giriş yapmak için problem çözerek, konu bitiminde konuları pekiştirmek için problem çözerek, tartışmaya açık sınıf ortamı oluşturarak.
    - Soyut konuları somutlaştırmak için problem çözerek çıkarımı öğretmen adalarının "soyut kavramların çoğunlukta olduğu konularda kolay anlaşılması için", "soyut konuları öğrencilerin anlaması için", "entegre edebileceğimiz soyut konularda bu problemleri kullanmamız uygun olur", "öğrencilerin kafalarında canlandıramadığı problemlerde kullanılabilir", "soyut kavramların anlamlandırılması amacıyla öğrenciye uygulatılabilir" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Matematik doğası gereği soyut bir disiplindir. Bu yüzden soyut konuları öğrencilerin anlaması biraz daha zordur. Bu konularda kurulacak aparatlı matematik problemleri konuyu bir tık somutlaştıracaktır. Bu da öğrencilerin konuyu kavramasını kolaylaştıracaktır."* biçimindedir.
    - Konuya giriş yapmak için problem çözerek çıkarımı öğretmen adaylarının "ders başlangıcında öğrencilerin güdülenmesi amacıyla", "herhangi bir konunun giriş aşamasında dikkat çekmek için", "derse hazırlık amacıyla" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

      Örnek olarak ÖA-9'un yanıtı *"Geometri içerikli konularda ders başlangıcında öğrencilerin güdülenmesi amacıyla kullanılabilir. Böylece öğrencilerin ilgilerini derse toplanmış olunur."* biçimindedir.

- Konuları pekiştirmek için problem çözerek çıkarımı öğretmen adaylarının "konuyu pekiştirmemizi sağlıyor", "ders bitiminde öğrencinin öğrenimini pekiştirmek amacıyla kullanılabilir" yanıtlarından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-5'in yanıtı *"Bu problemler derse hazırlık amacıyla, ya da ders bitiminde öğrencinin öğrenimi pekiştirmek amacıyla kullanılabilir."* biçimindedir.
- Tartışmaya açık sınıf ortamı oluşturarak çıkarımı öğretmen adayının "problemler hakkında çözüm önerileri istenebilir ve sınıfta bu düşünceleri konuşu" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-8'in yanıtı *"Derste öğrencilere yeteri kadar aparat sunularak önceden hazırlanmış problemler hakkında çözüm önerileri istenebilir ve sınıfta bu düşünceleri konuşulur. Bu şekilde birbirlerinin farklı düşüncelerini görmeleri sağlanabilir."* biçimindedir.

- Ders dışı kategorisi bir alt çıkarımda incelenmiştir; seçmeli ders
  - Seçmeli ders çıkarımı öğretmen adayının "ilgili olan çocuklar için seçmeli derslerde daha küçük gruplara uygulanabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

    Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Bu problemlerin standart sınıflarda uygulanabilir olduğunu düşünmüyorum çünkü oldukça zaman alan ve öğretmenin bireysel olarak ilgilenmesi gereken bir durum olduğunu düşünüyorum. Bu nedenle ilgili olan çocuklar için seçmeli derslerde daha küçük gruplara uygulanabilir."* biçimindedir.

Tablo 45

Aparatlı problemlerin uygulama yöntemleri

Kategoriler	Frekans
***K.1*-Ders içi**	**11**
Soyut konuları somutlaştırmak için problem çözerek	**5**
Konuya giriş yapmak için problem çözerek	3
Konuları pekiştirmek için problem çözerek	2
Tartışmaya açık sınıf ortamı oluşturarak	1
***K.2*-Ders dışı**	1
Seçmeli ders	1

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 45'te verilmiştir. Aparatlı matematik problemi 11 öğretmen adayına göre ders içinde uygulanabilirken 1 öğretmen adayına göre ders dışı zamanda ve daha küçük gruplara seçmeli ders olarak uygulanmalıdır. Ders içi uygulanmasını düşünen 11 öğretmen adayının 5'i aparatlı matematik problemlerini derste soyut konularla ilgili aparatlı problemler çözdürerek, 3 öğretmen adayı yeni bir konuya giriş yaparken o konu ile ilgili aparatlı problemler çözdürerek, 2 öğretmen adayı konu sonunda anlatılan konu ile ilgili aparatlı problemler çözdürerek ve 1 öğretmen adayı ise tahtaya yazılan bir aparatlı matematik probleminin çözüm yollarını beyin fırtınası yaparak sınıf içinde fikir beyan ederek uygulanmasını belirtmiştir. Verilen yanıtlar doğrultusunda öğretmen adaylarının çoğunluğu aparatlı matematik problemlerini ders içinde konuları somutlaştırmak, konuya giriş yapmak, pekiştirmek ve beyin fırtınası ile öğrenme yapmak amacı ile kullanılabileceğini düşünmektedir.

Sekizinci olarak *"Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere ne düzeyde/ölçüde katkı sağladığını düşünüyorsunuz?* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere çok yüksek derecede katkı sağladığını düşünen ÖA-7 *"Öğrenci, 3 boyutlu düşünme becerisi, problem çözme becerisi, olaylara durumlara ve nesnelere çok yönlü bakabilme becerisi, perspektif kazanma, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi pek çok beceriyi elde eder. Ayrıca tüm bu bilişsel becerilerin yanında psikomotor becerileri de gelişir. Hatta grup çalışması yaptırılırsa duyuşsal becerileri de gelişir ve bütünsel gelişimi sağlanmış olur."* yanıtını vermiştir.
- Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere çok ileri derecede katkı sağladığını düşünen ÖA-8 *"Matematik artık sadece sayılarla işlemler olmaktan çıkıp günlük hayatta karşılaşabilecekleri durumlara geçiş yapılabilir. Daha eğlenceli etkinliklerle öğrencilerin dikkati çekilir. Matematik daha eğlenceli olarak sunulabilir. Tekdüzelikten çıkılarak farklı düşüncelere açık ve anlamlandırılmış bir dersle Matematikle ilgili ön yargıların da önüne geçilebilir."* yanıtını vermiştir.
- Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere orta derecede katkı sağladığını düşünen ÖA-10 *"İlgisi olan bir çocuk için oldukça yararlı olur ve kavram yanılgılarının önüne geçilir ama ilgisiz bir öğrenci için vakit kaybı olarak görülebilir. Bu sebeple orta düzeyi seçtim."* yanıtını vermiştir.

Tablo 46

Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere katkı sağlama düzeyi

Katkı Sağlama Düzeyi	**F**
K.1-Çok yüksek (5)	4
K.2-İleri (4)	**5**
K.3-Orta (3)	3
K.4-Sınırlı (2)	0
K.5-Hiç (1)	0

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 46'da verilmiştir. Öğretmen adaylarının tamamı aparatlı matematik problemlerinin öğrenciye orta ve üst düzeyde katkı sağlayacağını düşünmektedir.

Dokuzuncu olarak *"Aparatlı matematik problemlerinin öğrenciler üzerinde yapacağı olumlu etkiler/durumlar neler olabilir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 6 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Matematiksel düşünme becerisinin gelişmesine yardımcı olur kategorisi öğretmen adaylarının "muhakeme yeteneklerini arttıracaktır", "matematiksel düşünce tarzları gelişebilir", "çok boyutlu akıl yürütme beceri geliştirme", "üç boyutlu düşünme becerisi", "somut düşünme becerisi geliştirir", "matematiksel düşünmeyi geliştirir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-12'nin yanıtı *"Matematiksel düşünce tarzları gelişebilir, Hayal güçlerini kullanarak soru çözme becerileri gelişebilir."* biçimindedir.

- Matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesine yardımcı olur kategorisi öğretmen adaylarının "matematik zevkli bir hal alır", "derse karşı olumlu tutum oluşturmalarını sağlayacaktır", "derse aktif kalarak", "matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme", "derse olan tutumları iyi yönde değişebilir", "matematiğe ilgisini arttırır" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Farklı ve çok boyutlu düşünme akıl yürütme beceri matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme."* biçimindedir.

- Öğrendiği bilginin kalıcı olmasına yardımcı olur kategorisi öğretmen adaylarının "bilginin kalıcılığı artar". "öğrenme sürecinin kalıcı olacağını düşünüyorum", "anlamlı öğrenmeler sağlar", "kalıcı öğrenmeler gerçekleştirirler", "kalıcılık artar" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-5'in yanıtı *"soyut konuların somutlaştırılması sayesinde kalıcılık artar matematiksel düşünmeyi geliştirir problem çözme becerisini geliştirir bir konuya bakış açılarını değiştirir."* biçimindedir.

- Problem çözme becerisini geliştirmeye yardımcı olur kategorisi öğretmen adaylarının "hayal güçlerini kullanarak soru çözme becerileri gelişebilir", "problem çözme becerisi", "problem çözme becerisini geliştirir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı "*Öğrencinin kendine olan güvenini geliştirir. Öğrencinin somut düşünme becerisini geliştirir. Farklı çözüm yolları görmesini kolaylaştırır. Problem çözme, çözümü uygulama becerilerini geliştirir. Öğrencinin matematiğe ilgisini artırır."* biçimindedir.

- Sosyal yönün gelişmesine yardımcı olur kategorisi öğretmen adaylarının "sosyal yönden geliştirecek", "problemleri çözdükçe özgüveni artar", "öğrencinin kendine olan güvenini geliştirir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in *yanıtı "Öğrencilerin hayal gücü gelişir. Matematik zevkli bir hal alır. Öğrencilerin aparatları farklı şekillerde kullanmaları ve diğer arkadaşlarıyla kendi yorumlarını karşılaştırmaları onları sosyal yönden geliştirecek ve muhakeme yeteneklerini arttıracaktır."* biçimindedir.

- Psikomotor becerisinin gelişmesine yardımcı olur kategorisi öğretmen adayının "psikomotor becerilerini de geliştirir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-7'nin yanıtı *"Öğrenci 3 boyutlu düşünme becerisi, problem çözme becerisi, olaylara durumlara ve nesnelere çok yönlü bakabilme becerisi gibi pek çok beceriyi elde eder. Ayrıca tüm bu bilişsel becerilerin yanında psikomotor becerileri de gelişir."* biçimindedir.

Tablo 47

Aparatlı matematik problemlerinin olumlu yanları

Kategoriler	Frekans
K.1-Matematiksel düşünme becerisinin gelişmesine yardımcı olur	7
K.2-Matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesine yardımcı olur	6
K.3-Öğrendiği bilginin kalıcı olmasına yardımcı olur	5
K.4-Problem çözme becerisini geliştirmeye yardımcı olur	4
K.5-Sosyal yönün gelişmesine yardımcı olur	3
K.6-Psiko-motor becerisinin gelişmesine yardımcı olur	1

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 47'de verilmiştir Aparatlı matematik problemleri 7 öğretmen adayına göre öğrencinin üç boyutlu düşünmesine katkı sağlar, akıl yürütme becerileri ve matematiksel muhakeme yetenekleriyle birlikte matematiksel düşünme becerisinin gelişmesini, 6 öğretmen adayına göre öğrencinin dikkatini çekeceği için öğrencinin matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesini sağlar. 5 öğretmen adayına göre öğrenci yaparak öğrendiği için bilgilerin kalıcı olmasını, 4 öğretmen adayına göre problem çözme becerisinin artmasını sağlar. 3 öğretmen adayına göre birden çok cevabı olduğu için öğrenci arkadaşlarıyla problemin çözümlerini konuşarak, doğru/yanlış kalıpları yerine problemi çözümüne bakarak ve çözdükçe özgüveni artarak sosyal yönden gelişmesini sağlar. 1 öğretmen adayına göre el-kol kas sistemini kullanılarak çözüme ulaşıldığı için öğrencinin psikomotor becerilerinin gelişmesini sağlar.

Onuncu olarak "*Aparatlı matematik problemlerinin öğrenciler üzerinde yapacağı olumsuz etkiler/durumlar neler olabilir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 5 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Çözemeyen öğrencilerin matematiğe karşı olumsuz tutum geliştirmesine sebep olabilir kategorisi öğretmen adaylarının "matematiğe karşı olumsuz bir tavır geliştirebilir", "öğrenci dersten o gün sıkılabilir", "öğrencilerde dersten uzaklaşma", "ilgi çekici olmayıp dersten uzaklaştırabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Aparatlar kullanılırken problem çözmede zaman kaybı yaşanılabilir. Problemi çözemeyen öğrenciler hayal kırıklığı yaşayıp matematiğe karşı olumsuz bir tavır geliştirebilir."* biçimindedir.

- Çözemeyen öğrencilerin özgüveninin kırılmasına sebep olabilir kategorisi öğretmen adaylarının "kendine güvenini kaybedebilir", "kendini yetersiz ve yapamadığı için mutsuz hissedebilir", "öğrenciyi demoralize edebilir", "özgüvenlerini kırabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-5'in yanıtı *"bazı öğrenciler için soruları çözememek ya da arkadaşlarıyla aynı süre içerisinde sonuca varamamak onların şevkini ve öz güvenlerini kırabilir. İlgi çekici olmayıp onları dersten uzaklaştırabilir."* biçimindedir.

- Zaman kaybı yaratabilir kategorisi öğretmen adaylarının "problem çözmede zaman kaybı yaşanılabilir", "vakit kaybı olarak görülebilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Vakit kaybı olarak görülebilir. Problemler düşünme becerisi gerektirdiği için öğrenciler yapamadığı düşünüp kendine güvenini kaybedebilir."* biçimindedir.

- Kavram yanılgılarına yol açabilir kategorisi öğretmen adaylarının "yanlış düşünceler oluşturmalarına neden olabilir", "yanlış düşünce ile kavram yanılgılarına yol açma" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-6'nın yanıtı *"Problem çözme becerisi gelişmemiş öğrencilerde dersten uzaklaşma ya da yanlış düşünme ile kavram yanılgılarına yol açma."* biçimindedir.

- Yetersiz kalabilir kategorisi öğretmen adaylarının "aparatlar bazı problemleri çözemeyecek kadar basit de kalabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-11'in yanıtı *"Olumsuz etkinin aslında olmayacağını düşünüyorum. Tabii bunu uygulayıp görmek lazım. Tabii bazen aparatlarda bazı problemleri çözemeyecek kadar basit de kalabilir."* biçimindedir.

Tablo 48

Aparatlı matematik problemlerinin olumsuz yanları

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Çözemeyen öğrencilerin matematiğe karşı olumsuz tutum geliştirmesine sebep olabilir	**4**
K.2-Çözemeyen öğrencilerin özgüveninin kırılmasına sebep olabilir	**4**
K.3-Kavram yanılgılarına yol açabilir	3

K.4-Zaman kaybı yaratabilir	2
K.5-Yetersiz kalabilir	1

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 48'de verilmiştir Aparatlı matematik problemleri 4 öğretmen adayına göre problemleri çözemeyen öğrencilerde matematik dersine olumsuz tutum oluşturmasına, 4 öğretmen adayına göre problemi çözemeyen öğrencilerin kendine olan güvenlerinin azalmasına sebep olur. 3 öğretmen adayı aparatlı matematik problemlerini çözerken öğrenci öğretmen tarafından kontrol edilmezse öğrencide kavram yanılgılarına, 2 öğretmen adayına göre normal problemlerden daha fazla vakit aldığı için zaman kaybına sebep olur. 1 öğretmen adayına göre verilen aparatlar o problemin çözümünde yetersiz kalabilir.

On birinci olarak *"Aparatlı matematik problemlerinin sınırlı yanları/özellikleri nelerdir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 5 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Her konu için yeterli olmaması kategorisi öğretmen adaylarının "her konu için kullanacak aparat bulamayabiliriz", "istenilen tüm problemleri anlatamayabilirler", "sadece geometriye yönelik olması", "geometri ve somutlaştırılabilen konularda kullanılabilmesi", "her soyut bilgiyi somut hale getiremez", "her konu için kullanılamayabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-2'nin yanıtı *"Her konu için kullanılamayabilir."* biçimindedir.

- Zaman alıcı olması kategorisi öğretmen adaylarının "zaman alıcı", "zaman", "daha fazla zaman alacağı için", "daha çok zaman alabilir", "gerekli sürenin anlatmaktan daha uzun sürmesi" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-3'ün yanıtı "*Problemleri herkes aynı sürede çözemeyebilir ve çözmek normal problemlerden daha çok zaman alabilir."* biçimindedir.

- Sınıf yönetimi zorluğu kategorisi öğretmen adaylarının "sınıf yönetimi", "öğrenci sayısı" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-8'in yanıtı *"Geometri ve somutlaştırılabilen konularda kullanılabilmesi sınırlı yönlerindendir. Aynı zamanda eğer uygulamalar uzun sürerse uygulama sırasında bazı öğrenciler derse odaklanamayabilirler ya da odaklansalar bile ilgileri kısa sürede dağıldığından sınıf yönetimi ve öğrencilerin derse ilgisini taze tutmak*

zor olabilir. Konuyu kavramlarla ve sunuş yoluyla anlatmaktansa bu yöntem daha fazla zaman alacağı için bu da bir sınırlılıktır." biçimindedir.

- Tedarikinin zor olması kategorisi öğretmen adaylarının "herkes ulaşamayabilir"," "ulaşmak zor olabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-1'in yanıtı *"Her konu için kullanacak aparat bulamayabiliriz. Aparatlara ulaşmak zor olabilir. Koşullar elvermeyebilir."* biçimindedir.

- Ön bilgi gerektirmesi kategorisi öğretmen adayının "ön öğrenmeleri eksin olan öğrencilerde uygulanması uygun olmayabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-9'un yanıtı *"Bazı ön öğrenmeleri eksik olan öğrencilerde uygulanması uygun olmayabilir. Sadece geometriye yönelik olması nedeniyle kullanılabilir olduğu alan biraz kısıtlı."* biçimindedir.

Tablo 49

Aparatlı matematik probleminin sınırlı yanları

Kategoriler	**Frekans**
***K.1*-Her konu için yeterli olmaması**	**6**
***K.2*-Zaman alıcı olması**	5
***K.3*-Sınıf yönetimi zorluğu**	2
***K.4*-Tedarikinin zor olması**	2
***K.5*-Ön bilgi gerektirmesi**	1

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 49'da verilmiştir Aparatlı matematik problemleri 6 öğretmen adayına göre, tüm konuları anlatmada kullanılamaz ve her soyut bilgiyi somut hale getiremez. Geometri gibi konularda kullanılabilir. 5 öğretmen adayına göre diğer problemlere göre daha zaman alıcıdır. 2 öğretmen adayına göre öğrenci sayısı fazla olduğu için normal problemlere göre daha fazla yorum gerektirir ve sınıf yönetimi zorlaşır. 2 öğretmen adayına göre her öğrencinin ulaşma imkânı olmayabilir. 1 öğretmen adayına göre ön bilgi gerektirdiği için öğrenci problemi çözmekte diğer problemlere göre daha zorlanır.

On ikinci olarak *"Aparatlı matematik problemlerine yönelik nasıl bir ölçme-değerlendirme yapılabilir?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 3 kategori altında dağılım göstermiştir.

- Süreç değerlendirmesi kategorisi öğretmen adaylarının "izleyeceği yol değerlendirme ve ölçme aşamasında dikkate alınabilir", "Öğrenciler aparatı nasıl kullandı, ne kadar zamanda problemi çözdü, problemi kaç farklı şekilde çözebildiler, aparat problemin amacına uygun mu, öğrencilerin gelişmişlik düzeyine uygun mu bunları sorgulayarak", "süreç değerlendirmesi yapılarak", "sonuç odaklı bir değerlendirmedense düşünce stili üzerinden ve süreç odaklı değerlendirme", "sonuç değil süreç odaklı puanlama", "sonuçtan çok süreçte verdikleri emeğe ve çabaya göre değerlendirme", "problem üzerinden gidiş yolu incelenip neden böyle düşündüğü sorulabilir", "ulaşılmış olması değil öğrenciden görmesi ya da düşünmesi istenen durumlar değerlendirilmelidir", "soruyu çözme yollarını, soruyu çözme süresini, soruyu çözüp çözememe durumlarını ölçerdim" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-10'un yanıtı *"Ölçme değerlendirme süreç değerlendirmesi yapılarak olabilir. Öğretmen öğrenciyi sürecin başından itibaren takip edip ne anlatmak istediğini anlayarak ve sonucu doğru veya yanlış olarak değil ne derece ve nasıl bir düşünce yolu izlediğine dikkat edip yaratıcılığını değerlendirebilir."* biçimindedir.

- Sınav kategorisi öğretmen adayının "bir derste uygulamalı sınav yapılabilir" yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-12'nin yanıtı *"Örneğin olasılık konusunun anlatıldığı bir gün küpün ayrıtlarının farklı renkte olması ve bu durumun hayal gücünde oturtulması, soru hayal etme ve apart kullanma ile çözülebilir. Bunun gibi örnekler yapılıp benzer sorulardan bir derste uygulamalı sınav yapılabilir, benzer bir soru yazmaları öğrencilerden istenebilir."* biçimindedir.

- Değerlendirilme yapılmaz kategorisi öğretmen adayının "Ancak çok değerlendirmeye açık ve gerekli olacağını düşünmüyorum." yanıtından yola çıkarak oluşturulmuştur.

  Örnek olarak ÖA-9'un yanıtı *"Ölçme değerlendirme bence yanlış doğru diyerek değil de çıkarımların ve düşüncenin zengin olup olmaması yönüyle belki yapılabilir. Ancak çok değerlendirmeye açık ve gerekli olacağını düşünmüyorum."* biçimindedir.

Tablo 50

Aparatlı matematik probleminin ölçülmesi ve değerlendirilmesi

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Süreç değerlendirmesi	**10**
K.2-Sınav	1
K.3- Değerlendirme yapılamaz	1

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 50'de verilmiştir. Öğretmen adayları büyük çoğunluğu aparatlı matematik problemlerde sürecin değerlendirilebileceği belirtmiş, sınav yaparak değerlendirilebileceğini düşünürken 1 öğretmen adayı, aparatlı matematik problemlerinin değerlendirilemeyeceğini düşünen de 1 öğretmen adayı olmuştur. Verilen yanıtlar doğrultusunda öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerinin net bir cevabı olmamasından, problemin çözümünde önemli olanın çözen kişinin düşünceleri ve manipülasyonları olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılabilir.

Son olarak öğretmen adaylarına yöneltilen *"Öğretmen olarak görev yapmaya başladığınızda aparatlı matematik problemlerini kullanmayı düşünüyor musunuz?"* sorusu yöneltilmiş ve cevaplar 1 kategori altında dağılım göstermiştir; evet kategorisi.

- ÖA-1 *"Evet kullanmayı düşünüyorum. Çünkü aparatların hem matematiği anlamayı kolaylaştırdığını hem de öğrencilerin hayal gücünü geliştirdiğini düşünüyorum. Düşünürüm çünkü konu, soru ya da kavram öğretimine uygun, öğrencinin anlamasını kolaylaştıracağını düşünüyorum."*,
- ÖA-3 *"Evet. Problemleri sonradan düşündüğümde ya da cevapları öğrendiğimde aslında ne kadar tek yönlü düşündüğümü gördüm. Farklı çözüm yollarına ne kadar kapalı olduğumu, hangi becerilerimi geliştirmem gerektiğini fark ettim. Öğrencilerin problem çözme becerilerini normal problemlerden daha çok geliştireceğini, öğrencilerin matematik dersinde de uygulama yapması gerektiğini düşündüğümden kullanmayı düşünüyorum."*,
- ÖA-10 *"Evet kullanabilirim. Özellikle prizma piramit gibi kavramlara geldiğimizde aparatlı problemleri kullanabilirim. Konunun anlaşılabilir olması ve gözünde canlandırma yapamayan öğrencilere yardımcı olmak için."*,

- ÖA-4 *"Mümkün olduğunca kullanmaya çalışmak isterim. Anlatımı kolaylaştırıp anlama kolaylığı sağlaması en önemli etken." yanıtlarını vermiştir.*

Tablo 51

Aparatlı matematik problemini kullanma düşünceleri

Kategoriler	**Frekans**
K.1-Evet	**12**

Öğretmen adaylarının verdiğini yanıtlar Tablo 51'de verilmiştir. Öğretmen adayları farklı bakış açısı kazandırması, somutlaştırması, öğrenme öğretme sürecine yardımcı olması, matematiksel düşünmeyi sağlaması, öğrenci merkezli olması gibi sebeplerden dolayı aparatlı matematik problemlerini kullanmayı düşünmektedirler.

BÖLÜM V

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Aşağıda her alt probleme ait bulguların sonuçları sırasıyla sunulmaktadır.

5.1.1.Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuçlar

Öğretmen adaylarının manipülatife yönelik bilgi beceri ve yaklaşımlarını belirlemek için açık uçlu soru formları analiz edilmiştir.

Araştırmanın bu kısmında öğretmen adaylarının manipülatifleri, öğrencinin konuyu/kavramı anlaması ve kavram yanılgılarını önlemek, soyut kavramları somutlaştırmak, ders içi etkinliği arttırmak için kullanılan yardımcı elemanlardır, şeklinde tanımlamışlardır. Öğretmen adaylarının tanımı literatürde (Moyer, 2001; Kennedy, 1986; Van de Walle, Lovin, Karp ve Bay-Williama, 2013) karşımıza çıkmakta olan soyut matematik kavramlarını temsil etmek için tasarlanmış, öğrencilerin çeşitli duyularını harekete geçiren, dokunulabilen, hareket ettirilebilen, yeniden düzenlenebilen, taşınabilir, somut bir kavramı temsil eden veya üzerine o kavramın ilişkisinin uygulanabileceği herhangi bir nesne, resim veya çizim tanımı ile ortak noktalara sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının verdikleri manipülatif örnekleri ise çoğunlukla somut nesneler kategorisi altında 2B/3B modelleri olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar Gökmen, Budak ve Ertekin'in (2016) çalışmasında matematik öğretmenlerinin en çok kullandığı manipülatiflerin geometrik cisimler olması ile paralellik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının manipülatif kavramı konusunda fikir sahibi olmalarına rağmen kullanım sıklıkları incelendiğinde öğretmen adaylarının genel olarak çok az manipülatif kullandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun sebepleri çoğunlukla öğretime olumsuz etkileri olan sınıf ve zaman yönetimini ve öğrenim hayatlarındaki yetersiz manipülatif kullanımı olarak belirlenmiştir. Kullanım sıklıklarının az olması öğretmen adaylarının manipülatif kullanma, geliştirme ve değerlendirme becerilerini de etkilediği gözlenmektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu kendilerini üç beceride de orta seviyede görmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu üç beceri düzeyinden kullanma ve geliştirmeyi

etkileyen faktör manipülatif kullanım yetersizliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Değerlendirme becerisinde ise öğretmen adayları bu beceriyi daha çok ölçme alanındaki bilgileri doğrultusunda değerlendirdiği görülmektedir. Tüm bu durumlar birlikte incelendiğinde eğitim hayatlarında az manipülatif kullanmış olmanın manipülatif kullanma sıklığını ve manipülatif kullanma, geliştirme becerilerini de etkilediği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar Tutak, Kılıçarslan, Akgül, Gider ve İç (2012)'in araştırmasında öğretmen adayları somut öğretim nesneleri bilmelerine rağmen var olan nesneleri kullanmakta ve hazırlamakta zorluk çektikleri ve Yetkin-Özdemir (2008)'in öğretmen adaylarının materyal kullanımına olumlu yaklaştığı görülmüş ancak nasıl kullanacakları hakkında çok fazla bilgi sahibi olmadıkları kanısıyla uyumluluk göstermektedir.

Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarına göre manipülatiflerin hem olumlu hem de olumsuz etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Manipülatiflerin olumlu etkileri; manipülatifler soyut kavramları somutlaştırarak kalıcı öğrenmeyi sağlamak ve öğrencinin derse karşı olumlu tutum sergilemesine sebep olmak olarak ortaya koyulmuştur. Olumsuz etkileri ise zaman alıcı olması, maliyetli olması, yanlış kullanımlarda kavram yanılgısına yol açması ve her seviyeye uygun yeterli manipülatif olmaması ve sınıf yönetimini zorlaştırması olarak ortaya koyulmuştur. Elde edilen bu sonuçlar Gökhan'ın (2012) manipülatif kullanmanın olumlu yanları konuların anlaşılmasını kolaylaştırması, öğrenmenin kalıcılığını sağlaması ve kavramların somutlaştırılmasını mümkün kılması iken olumsuz yanları materyallerin fazla zaman gerektirmesi ve sınıf yönetiminin zor olması sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Araştırmanın bu bölümünde elde edilen bulgularda öğretmen adaylarının manipülatifler hakkında temel bilgilere sahip olduğunu fakat kullanım sıklıklarının, manipülatif kullanma, geliştirme, değerlendirme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığına ve manipülatiflerin olumlu etkileri gibi olumsuz etkilerinin olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Kullanım sıklıklarındaki zaman ve sınıf yönetiminin zorlukları manipülatiflerin olumsuz etkileri bulgularında da karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde kullanım sıklıklarını etkileyen öğretim hayatlarındaki yetersiz manipülatif kullanımı beceri düzeylerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.2.İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuçlar

Öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemleri çözüm sürecinde düşünme ekseni ve akıl yürütme çerçevesini belirlemek için problem çözüm süreçleri analiz edilmiştir.

Öğretmen adaylarının her bir problem için düşünme ekseni ayrı ayrı incelenmiş; küp takımına ait problemleri ağırlıklı olarak analitik, dörtgen bulmacaya ait problemleri ağırlıklı olarak analitik, üçgen

seti problemleri ağırlıklı olarak bütüncül düşünme ekseni ile çözülmüştür. Problemlerin genelinde ise yaklaşımların birbirine yakın olmasına rağmen analitik düşünmenin baskın olduğu gözlenmektedir. Yaklaşımların birbirine yakın olmasının sebeplerinin öğretmen adaylarının alışık olmadığı problem tarzı ile karşılaşmaları ve manipülatif kullanım sıklığının az olması ile ilişkilendirilebilir. Arıkan'ın (2009) çalışmasında öğrencilerin çoğunlukla stratejik denemeler ve denemeler kullanmaları aparatlı matematik problemlerinin, öğrencilerin şimdiye kadar karşılaştıkları rutin problemlerden farklı olduğunun göstergesi olduğu ve Uğurel ve Özer'in (2019) çalışmasında da aparatlı matematik problemi çözen öğrencilerin problemleri çözmede başarısız olma sebepleri arasında bu tür problemlere alışkın olmamaları sonucu bu düşünceyi destekler niteliktedir.

Öğretmen adaylarının akıl yürütme çerçevesini belirlemek için her bir problemin akıl yürütme çerçeveleri tek tek incelenmiştir. Sözel akıl yürütme kapsamında öğretmen adaylarının büyük kısmı problemleri çözerken yaptıkları manipülasyonların ve işlemlerin nedenlerini açıklayarak, gerekçeleri ile ilişkilendirerek açıklayıcı sözel akıl yürütme sergilemişlerdir. Sadece problem 2.3'de öğretmen adaylarının tümünün doğrulayıcı akıl yürütme kullandığı gözlenmektedir. Görsel-aparat temelli akıl yürütme kapsamında problemde verilen görselleri doğru yorumlayarak görsel akıl yürütmede yeterli, verilen aparatları problem ile ilişkilendirip yeterli şekilde manipüle ederek öğretmen adaylarının aparat manipülasyon becerisinde yeterli, aparatların manipülasyonu doğrultusunda istenilen yapıları inşa ederek aparat ile model inşa becerisinde ileri düzeyde performans sergilemişlerdir. Matematiksel akıl yürütme kapsamında problemi çözmek için gerekli olan kavramlara sahip olarak ve işlemleri yaparak işlemsel ve kavramsal akıl yürütmede yeterli düzeyde yer almışlardır.

Öğretmen adaylarını en çok zorlayan problemler görsel akıl yürütmede problem 1.3, aparat manipülasyon becerisinde problem 3.2, aparat ile model inşa becerisinde problem 3.2 ve problem 2.3, matematiksel akıl yürütmede problem 3.2 olmuştur. Öğretmen adaylarının problem 1.3'de görsel akıl yürütmede zorlanmalarının sebebi 5 farklı yüzde görünümü verilen küpün görsellerini yanlış yorumlamalarıdır. Öğretmen adaylarının problem 3.2'de aparat manipülasyonun zorlanmalarının sebebi konveks çokgen, konkav çokgen ve çokgen kavramlarına yönelik kavram yanılgıları ve düzgün çokgen oluştururken altıgen, beşgen olarak düzgün çokgenleri sınırlı düşünmelerinden dolayı az, sınırlı manipülasyon yapmalarıdır. Bu durumların sebepleri arasında matematik öğretmen adaylarının geometri konusunda bilgi birikimlerinin olmasına rağmen kimi kavram yanılgılarına/eksik algılamalara sahip olmaları ve uzamsal düşünmede zorlanmaları gösterilebilir. Kartal ve Çınar'ın (2017) çalışmalarındaki matematik öğretmen adaylarının çokgen konusunda zorlandıkları, doğru cevabı bulsalar bile matematiksel düşünceye uygun gerekçelendirme yapamadıkları sonucu ve Çakmak,

Konyalıoğlu ve Işık'ın (2014) matematik öğretmen adaylarının geometrik cisimler konusunda bilgilerinin yeterli düzeyde olmadığı uzamsal düşünmede yeterli olmamaları sonucu ile paralellik göstermektedir. Öğretmen adaylarının problem 2.3 ve problem 3.2'de aparat ile model inşasında zorlanmalarının sebebi problem 2.3'de problemi çözerken yaptıkları eksik genelleme ve problem 3.2'de kavramsal eksiklikleri ve bilgi sınırlılıklar dolayısı ile yetersiz aparat manipülasyonudur.

Elde edilen bulgular doğrultusunda akıl yürütme çerçevesinde bulunan sözel, görsel-aparat temelli, matematiksel akıl yürütmenin birbiri ile iç içe olduğu ve aparatlı matematik problemlerinin akıl yürütme çerçevesinin bütüncül olarak değerlendirilmesinin gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Sonuçlar

Öğretmen adaylarının kurdukları aparatlı matematik problemleri Uğurel (2019) tarafından belirlenmiş aparatlı matematik problemleri puanlama anahtarı temel alınarak analiz edilmiştir.

Öğretmen adaylarının oluşturduğu problemlerin çoğunluğu küp ve üçgen aparatlarından oluştuğu, dörtgen aparatının ise diğer iki aparata göre daha az kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun sebebi öğretmen adaylarının öğretim hayatları boyunca küp setleri ile daha çok karşılamış/çalışmış ya da onlara yönelik aşinalıkları olması olabilir. Dörtgen aparatlarındaki dörtgenlerin üçgen ve karelere göre daha az karşılaştıkları şekiller olması bu gruptaki problemlerin az olmasına etki etmiş olabilir. Bu çıkarımı öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde "dörtgenleri ilk elimize aldığımızda çok şekilsiz olduğunu ve sizinle olan görüşmelerimizde açılarını ve kenar uzunluklarının sorulabileceğini düşündüğümüz için dörtgenlerin açılarını ölçtük", "dörtgenler ile ne yapabileceğimizi düşündük", "küplerle daha önce karşılaşmıştık fakat diğerleri ile ilk defa karşılaştım" cümleleri desteklemektedir. Literatürdeki kimi çalışmalarda da (Örneğin, Gökhan, 2012; Arıkan, 2019) matematik öğretmenlerinin kullandığı somut materyaller arasında birim küpler ve temel geometrik şekiller olduğu görülmektedir.

Öğretmen adayları tarafından kurulan aparatlı matematik problemleri 5 kriterde incelenmiştir; anlaşılır olması, işlevsel aparat kullanımı, (varsa) doğru görsel çizimi, çözülebilir olması ve özgün olması. Bu kriterler temelinde kurulan tüm problemlere genel olarak bakıldığında öğretmen adaylarının kriterlere en fazla uyarak problem kurduğu noktalar; problemin anlaşılır olması, işlevsel aparat kullanımı, (varsa) doğru görsel çizimi ve çözülebilir olmasıdır. Fakat öğretmen adaylarının özgün olma kriterlerine uymada zorlandığı, problem çözme aşamasında karşılaştığı problemler ile yapı inşası için istenilen koşullar, inşa basamakları ve gerekli matematiksel kavram/konu, işlemler ile benzerlikler

gösteren problemler kurdukları gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının kurdukları problemlere yönelik bulgular incelendiğinde genel hatları ile öğretmen adayları en çok karşılaştıkları aparatlar üzerine problem kurdukları ve kurdukları problemlerde üstüne çalışılması gereken noktanın özgünlük olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.4.Dördüncü Alt Probleme Yönelik Sonuçlar

Öğretmen adaylarının aparat ve aparatlı matematik problemlerine yönelik görüş ve yaklaşımları belirlemek için açık uçlu soruların yer aldığı form analiz edilmiştir.

Öğretmen adayları aparatları ders anlatımında kullanılan soyut kavramları somutlaştırmaya yardımcı, amaçlar doğrultusunda kullanılan araçlar olarak tanımlamışlardır. Yapılan tanımlara göre hiçbir öğretmen adayının aparatları doğrudan problem çözme/kurma amacı taşıyan ve birden çok konu ve kazanımına yönelik manipülasyon gerektiren araçlar olarak tanımlamadığı görülmüştür. Öğretmen adayları aparatları genel hatları ile doğru betimlemelerine rağmen tanımlamalarının, literatürde (Uğurel, 2019a, s.8) yer alan "ağırlıklı olarak ya da tamamen problem çözme ve kurma amacı taşıyan, birden fazla kazanım, konu ya da beceri alanı için sıra dışı akıl yürütmeler gerektiren içerikler geliştirilmesine imkân tanıyan, çevirme, tutma, ölçme, döndürme, taşıma, dizme ve benzeri fiziksel eylemlerin kolaylıkla gerçekleştirilebildiği somut nesneler" tanımını tam olarak karşılamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adayları aparat tanımı ve aparat özelliklerini belirlerken yapı anlamında yorum yapabilmiş fakat amaçları konusunda yorum yapamadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları manipülatif ve aparat kavramları arasındaki ilişkilerde benzer ve farklı özellikleri olduklarını düşünmeleri de birinci alt problem ve dördüncü alt problemdeki bulgularda paralellik olduğunu göstermektedir. Fakat öğretmen adaylarının aparat tanımı ve aparat özelliklerini belirtirken problem çözme amacı taşıdığını belirtmezlerken aparatın manipülatif ile olan ilişkisinde bazı öğretmen adaylarının problem çözmeye vurgu yapmaları öğretmen adaylarının genelinin aparat kavramı hakkında net bilgi üretemedikleri sonucunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarına göre aparatlı matematik problemleri somut nesneler kullanılarak, uygulamaya dayalı, öğrenme ve öğretmeye yardımcı birden fazla cevabı olabilen akıl yürüme gerektiren problemlerdir. Verilen cevaplar literatürde (Uğurel, 2019a, s.25) yer alan "bir aparat üzerinde kurulan ve çözümünün verilen aparat kullanılarak yapılabileceği problemler" aparatlı matematik problemi tanımı ile paralellik göstermektedir. Öğretmen adayları aparatlı matematik problemlerinin diğer problem türleri ile ortak yanlarının matematiksel düşünme, problem çözme becerisi, matematiksel bilgi ve problem çözme aşamaları iken farklı yanlarının aparat kullanımı, cevap çeşitliliği, problemi

somutlaştırması ve öğrenciye keşfettirmesi olduğunu düşünmektedir. Bu farklar ve ortak noktalar doğrultusunda aparatlı matematik probleminin uygulanması hakkında öğretmen adayları iki farklı düşüncesi ortaya çıkmıştır; ders içi ve ders dışı kullanımlar. Öğretmen adaylarının çoğunluğu matematik dersi kapsamında, ders içinde kullanılması gerektiğini düşünürken bir öğretmen adayı sınıf ve zaman yönetimi zorluğu dolayısı ile seçmeli derslerde, ders dışı uygulanması gerektiğini düşünmüştür. Aparatlı matematik problemleri matematik dersi kapsamında soyut kavramların/konuların yoğun olduğu konulardaki problemlerin çözümünde, konuya giriş yapmak için, konuyu pekiştirmek için beyin fırtınası ile çeşitli çözüm yollarını ve düşünceleri görmek için uygulanabilir olduğu ortaya koyulmuştur.

Tüm öğretmen adayları öğrencinin gelişimine katkı sağlayacağı düşündüğü aparatlar ile ilgili olumlu yönleri, matematiksel düşünmeyi geliştirmesi, öğrenilen bilgileri kalıcı hale getirmesi ve problem çözme becerisinin geliştirilmesi olarak sıralamıştır. Aynı zamanda aparatlı matematik problemleri öğrenci merkezli eğitime yönelik olduğu için öğrencilerin matematik dersine kaşı olumlu tutum geliştirmesinde, sosyal yönlerinin gelişmesinde ve psikomotor becerilerinin gelişmesinde olumlu bir rol oynadığını düşünmektedirler.

Adaylarca sıralanan aparatlı matematik problemlerinin olumsuz yanları ise aparatlı matematik problemleri birçok kazanımı içerdiği için akademik seviyesi yeterli olmayan öğrencilerin çözemedikleri zaman matematik dersine karşı olumsuz tutum geliştirebileceği, özgüveni düşürebileceği ve doğru uygulanmaz ise kavram yanılgılarına sebep olabileceğidir. Öğretmen yönünden zaman alıcı olabileceği ve her konuya yönelik olmadığından yetersiz kalabileceği diğer olumsuzluklar olarak ifade edilmiştir. Öğretmen adayları için her konu için uygulanabilir olmaması, zaman alıcı olması, sınıf yönetiminin ve temin etmesinin zor olması ve birden fazla kazanım içerdiği için öğrencilerin ön bilgiye sahip olması gerektiği aparatlı matematik problemlerinin sınırlı yanlarıdır. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adayları aparatlı matematik problemlerinin öğrenciyi akademik, sosyal ve fiziksel yönden geliştirdiğini düşünürken aynı zamanda akademik bilgi düzeyi yeterli olmayan öğrenciler için sıkıcı, güven kırıcı ve ders akışında zorluk yaratabileceğine sonucunu göstermektedir.

Uygulaması yapılan bir problemin değerlendirmesi de bir gereksinimdir. Öğretmen adaylarının yanıtlarına göre aparatlı matematik problemlerinin ölçme ve değerlendirmesi yapılırken birden fazla doğru yanıtı olduğu için doğru yanlış yapma olarak değil çözüm sürecinin değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öneriler

Aparat ve aparatlı matematik problemleri ile deneyim yaşayan öğretmen adaylarının bu deneyimlerinin genel olarak onları olumlu şekilde etkilediği ve olumlu kazanımlar yaşamalarını sağladığı gözlenmiştir. Tüm katılımcıların meslek yaşamında aparatlı problemleri uygulamak istemeleri bunun en önemli göstergesidir. Öğretmen adaylarının aparatlı problemleri çözmede ve kurmada büyük oranda başarılı olmaları bu tür problemlerin öğretmen adaylarının seviyesine ve gelişimlerine uygun olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla matematik öğretmeni yetiştirme sürecinde aparatlı matematik problemlerinin kullanılması temel önerimizdir. Öğretmen adaylarının bu tür problemler ile deneyim yaşaması hem onların matematiksel düşünme becerilerinin gelişimine hem de mesleğe atıldıklarında öğretim sürecinde kullanmalarına dönük olumlu etkiler oluşturacaktır.

Bu çalışmada öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemleri çözmesi ve kurması yani uygulama ağırlıklı bir yaklaşımın benimsenmesi onların bu problem türüne yönelik yaklaşımlarını belirlemede işlevsel olmuş ve ayrıntılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Dolayısıyla yapılacak diğer araştırmalarda da katılımcılara aparatlı problem çözme ve kurma çalışmaları yaptırılması yararlı olacaktır.

Uygulama temelli yaklaşımın problem çözme ve kurma süreçlerindeki olumlu etkilerine karşın aparat ve aparatlı matematik problemi kavramlarını algılama, açıklama ve tanımlama noktasına çok yeterli etki oluşturmadığı görülüştür. Dolayısıyla yapılacak olan diğer araştırmalarda katılımcıların kavramsal algısını ve bilgi ve açıklama düzeyini arttırıcı ek uygulama adımlarının planlanması ve denenmesi yararlı olacaktır. Bu tür uygulamalarda birlikte tartışma, beyin fırtınası yapma, kavram haritası oluşturma gibi etkinliklere başvurulabilir.

Öğretmen adayları manipülatif kullanma, geliştirme ve ölçme değerlendirme konusunda kendilerini orta ya da düşük düzeyde yeterli gördükleri bu nedenle lisans öğrenimleri sürecinde adaylara materyal geliştirme, kullanma, uygulama ve ölçme konusunda daha fazla bilgi ve beceri kazandırıcı faaliyetlerin yapılmasını önermekteyiz. Nitekim manipülatiflere yönelik bilgi ve deneyim eksiklikleri aparatlı matematik problemlerine yönelik bilgi ve beceri gelişimini de negatif yönde etkileyen faktörlerden biri olduğu görülmektedir.

Bu araştırma nitel yapıda bir durum çalışması olduğu için küçük bir katılımcı grubu ile gerçekleştirilmiştir. Daha fazla katılımcının olduğu farklı nitel ve nicel araştırmaların yapılmasını öneriyoruz.

Aparatlı matematik problemleri ile ilgili araştırmaların matematik (hatta sınıf) öğretmenleri ile de gerçekleştirilmesinin son derece önemli ve gerekli olduğu düşüncesindeyiz.

KAYNAKÇA

Aburime, F. E. (2007). How manipulatives affect the mathematics achievement of students in Nigerian Aburime, F. E. (2007). How manipulatives affect the mathematics achievement of students in Nigerian schools. *Educational Research Quarterly*, 31(1), 3-16.

Alkan, H. & Bukova-Güzel, E. (2005). Öğretmen adaylarında matematiksel düşünmenin gelişimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 25(3), 221-236.

Arikan, F. & Uğurel, I. (2019). Matematikte Yetenekli Öğrencilerin Aparatlı Matematik Problemlerini Çözme Süreçlerinde Sergilediği Karakteristik Yaklaşımlar. *Uluslararası Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu*, (26-28 Eylül) Çeşme-İzmir.

Arıkan, F. (2019). *Matematikte yetenekli öğrencilerin aparatlı matematik problemlerine yaklaşımları* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir.

Arıol, Ş. (2009*). Matematik öğretmen adaylarının bütüncül (holistik) ve analitik düşünme stillerinin matematiksel problem çözme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara.

Aydoğdu- İskenderoğlu, T., Türk, Y. & İskenderoğlu, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma-kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarına yönelik öz yeterlikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(39), 1-15. DOI: 10.21764/efd.29539

Aydoğdu-İskenderoğlu, T. & Taşkın, D. (2015). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının özel öğretim yöntemleri dersinde somut materyalleri seçme ve kullanma nedenleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (25), 215-237. Erişim adresi: https://dergipark.org.tr/tr/pub/zgefd/issue/47936/606392

Aydoğdu, M., Erşen, A. & Tutak, T. (2014). Materyal Destekli Matematik Öğretiminin Ortaokul 6. Sınıf Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisi, *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185.

Baki, A., Kosa, T. & Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre-service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, *42*(2), 291-310.

Baki, A. & Çelik, D. (2005). Grafik hesap makinelerinin matematik derslerine adaptasyonu ile ilgili matematik öğretmenlerinin görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *4*(4), 146-162.

Bakkaloğlu, E. (2007). Preservice elementary mathematics teachers' efficacy beliefs about using manipulatives in teaching mathematics (Unpublished master's thesis). Middle East Technical University, Ankara.

Barrett, D. (2013). Preservice Elementary Teachers' Attitudes Improve and Math Anxiety Decreases with Focus upon Manipulatives Use. *National Teacher Education Journal*, *6*(2).

Baş, M. (2009). ve 2015 ilkokul matematik dersi öğretim programları ile 2017 ilkokul matematik dersi öğretim programı karşılaştırması. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *14*(1), 1219-1258.

Bayındır-Kocaman, N. (2015). *Manipülatif kullanarak yapılan öğretimin 11. Sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Behm, S. L. (2008). *Preservice elementary teachers' learning with mathematics curriculum materials during preservice teacher education* (Unpublished doctoral dissertation). Virginia Tech, Virginia.

Bilgin, N. (2006). *Sosyal bilimlerde içerik analizi, teknikler ve örnek çalışmalar.* Ankara: Siyasal Kitabevi.

Boggan, M., Harper, S., & Whitmire, A. (2010). Using manipulatives to teach elementary mathematics. *Journal of Instructional Pedagogies*, *3*.

Bozkurt, A. & Akalın, S. (2010). Matematik öğretiminde materyal geliştirmenin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Dumlupınar Üniversitesi sosyal Bilimler Dergisi, (27),* 47-56

Bozkurt, A. & Şahin. S. (2013). İlköğretim matematik öğretiminde materyal kullanırken karşılaşılan zorluklar ve bu zorlukların nedenleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (27), 19-37.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.

Cain-Caston, M. (1996). Manipulative queen. *Journal of Instructional Psychology* 23(4), 270-274.

Çakıroğlu, E. & Yıldız, B. T. (2007). Turkısh pre-servıce teachers'vıews about manıpulatıve use ın mathematıcs teachıng. *The enterprise of education*, 275.

Carbonneau, K. J., Marley, S. C. & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, *105*(2), 380-400.

Çakmak, Z., Konyalıoğlu, A. C., & Işık, A. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu cisimlere ilişkin konu alan bilgilerinin incelenmesi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research MAJER Issue: 8*.

Çetin, H., Aydın, S. & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Manipülatif Kullanımına İlişkin Tutumlarının ve İhtiyaçlarının İncelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, *10*(17), 1179-1200.

Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications

Demir, M. R. (2016). *Farklı oyun türlerine dayalı matematik öğretiminin 1. Sınıf öğrencilerinin erişi ve kalıcılık düzeylerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Dewey, J. (1957). Düşüncenin Terbiyesi, çev. *Orhan Etker ve Baha Arıkan, İstanbul Muallimler Cemiyeti Yay*.

Dienes, Z. P. (1969). *Building up mathematics*. Hutchinson Educational.

Domino, J. (2010). *The effects of physical manipulatives on achievement in mathematics in grades K–6: A meta-analysis*. State University of New York at Buffalo.

Epstein, S., Pacini, R., Denes-Raj, V. & Herier,H. (1996). Individual differences in intuitiveexperiental and analytical-rational thinking styles. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71 (2), 390-405.

Ergül, A. (2014). *Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı Geliştirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Programı, Ankara.

Ersoy, E. (2012). *Üst Düzey Düşünme Becerilerinin Probleme Dayalı Öğrenme Sürecinde Duyuşsal Kazanımlara Etkisi (Yayımlanmamış d*oktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ferri, R.B. (2003). Mathematical thinking styles an emprical study. *Paper presented at the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*, Bellaria, Italia, February 2003.

Gerring, J. (2006). *Case study research: Principles and practices*. Cambridge university press.

Gilbert, R. K., & Bush, W. S. (1988). Familiarity, availability, and use of manipulative devices in mathematics at the primary level. *School Science and Mathematics*, *88*(6), 459-69.

Gökmen, A. (2012). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmenlerinin matematik eğitiminde materyal (manipülatif) kullanmaya yönelik inançları ile kullanım düzeyleri arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Gökmen, A., Budak, A. & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *24*(3), 1213-1228.

Hartshorn, R. & Boren, S. (1990). Experiential Learning of Mathematics: Using Manipulatives. ERIC Digest.

Hegarty, M. & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual–spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of educational psychology*, *91*(4), 684-689.

Holmes, A. B. (2013). Effects of manipulative use on pk-12 mathematics achievement: a meta-analysis. *Society for Research on Educational Effectiveness*.

Howard, P., Perry, B. & Tracey, D. (1997). Mathematics and manipulatives: comparing primary and secondary mathematics teachers' views.

Hynes, M. C. (1986). Selection criteria. *Arithmetic Teacher*, *33*(6), 11-13.

İnal, G. (2010). *Bilişsel yetenekler testi form-6'nın geçerlik güvenirlik çalışması ve altı yaş çocuklarının bilişsel yeteneklerine muhakeme eğitim programının etkisinin incelenmesi (*Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

İnal, G. & Ömeroğlu, E. (2011). Bilişsel yetenekler testi form 6'nın 61–72 aylar arasında olan çocuklar için geçerlik güvenirlik çalışması. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, *4*(2), 198-207.

Kelly, C. A. (2006). Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The mathematics enthusiast*, *3*(2), 184-193.

Kennedy, M. L. (1986). *A rationale.* Arithmetic Teacher, 33(6), 6-32.

Klein, P. S., Adi-Japha, E. & Hakak-Benizri, S. (2010). Mathematical thinking of kindergarten boys and girls: Similar achievement, different contributing processes. *Educational Studies in mathematics*, *73*(3), 233-246.

Komisyonu, A. (2011). Avrupa'da matematik eğitimi.

Koparan, T. ve Özbey, A. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının somut materyal geliştirme ve kullanma sürecine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 277-290.

Labinowicz, E. (1985). *Learning from children: New beginnings for teaching numerical thinking: A Piagetian approach*. Addison Wesley Publishing Company.

Larbi, E. & Mavis, O. (2016). The Use of Manipulatives in Mathematics Education. *Journal of Education and Practice,* 7(36), 53-61.

Leung, S. S. (1993). *The relation of mathematical knowledge and creative thinking to the mathematical problem posing of prospective elementary school teachers on tasks differing in numerical information content* (Unpublished doctoral dissertation). Pittsburgh University, Pennsylvania.

Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, *67*(3), 255-276.

Lowrie, T., Logan, T. & Ramful, A. (2016). Spatial Reasoning Influences Students' Performance on Mathematics Tasks. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.

Malloy, C. E. & Jones, M. G. (1998). An investigation of African American students' mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 2(29), 143-163.

Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2011). *Thinking mathematically*. Pearson Higher Ed.

McClung, L. W. (1998). A Study on the Use of Manipulatives and Their Effect on Student Achievement in a High School Algebra I Class. . (Eric Reproduction Service No. ED 425 077).

Mcintosh, G. V. (2013). Testing Instrumentation validity for measuring teachers' attitudes toward manipulative use in the elementary classroom. *The Journal of Infectious Diseases,* 208 (10), NP. https://doi.org/10.1093/infdis/jis90

McNeil, N.M., Uttal, D.H., Jarvin, L. & Sternberg, R.J. (2009). Should you show me the money? Concrete objects both hurt and help performance on mathematics problems. *Learning and Instruction, 19*(2), 171-184.

MEB (2013). Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara, MEB.

MEB (2018). Ortaokul Matematik Dersi (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara, MEB.

Mercan, Z. (2019). *Erken STEAM geleceğe hazırlık programının çocukların görsel uzamsal akıl yürütme becerilerine etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (3. Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: S. Turan). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Mildenhall, P., Swan, P., Northcote, M., & Marshall, L. (2008). Virtual manipulatives on the interactive whiteboard: A preliminary investigation. *This article was originally published as: Mildenhall, P., Swan,*

P., Northcote, M., & Marshall, L.(2008). Virtual manipulatives on the interactive whiteboard: A preliminary investigation. Australian Primary Mathematics Classroom, 13 (1), 9-15. ISSN: 1326-0286.

Moyer-Packenham, P. S. & Bolyard, J. J. (2016). *International perspectives on teaching and learning mathematics with virtual manipulatives* (pp. 3-24). Switzerland: Springer International Publishing.

Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in mathematics*, *47*(2), 175-197.

Moyer, P. S., Bolyard, J. J. & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives?. *Teaching children mathematics*, *8*(6), 372-377.

Mubark, M. M. M. (2005). *Mathematical thinking and mathematics achievement of students in the year 11 scientific stream in Jordan* (Doctoral dissertation, University of Newcastle).

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Governors Association Center for Best Practices (NGA Center) and the Council of Chief State School Officers (CCSSO) (2010). Common core state standards initiative. 24 Washington, DC. Authors. The Common Core State Standards may be accessed and/or retrieved on November 14, 2010 from http://www.corestandards.org.

Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children (M. Cook, Trans.). New York, NY, US.

Pişkin, M. (2010). *Investigation of pre-service elementary mathematics teachers' self-efficacy beliefs about using concrete models in teaching mathematics (Unpublished master's thesis).* Middle East Technical University, Ankara.

Problem. (t.y.). Türk Dil Kurumu güncel Türkçe sözlük içinde. Erişim adresi: http://www.tdk.gov.tr/ index.php? option=com_gts&view=gts

Puchner, L., Taylor, A., O'Donnell, B. & Fick, K. (2008). Teacher learning and mathematics manipulatives: A collective case study about teacher use of manipulatives in elementary and middle school mathematics lessons. *School Science and Mathematics*, *108*(7), 313-325.

Resnick, L. B. & Omanson, S. F. (1987). Learning to understand arithmetic. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology (Vol. 3, pp. 41-95*). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Reys, R. E. (1971). Considerations for teachers using manipulative materials. *The Arithmetic Teacher*, *18*(8), 551-558.

Rosen, D. & Hoffman, J. (2009). Integrating concrete and virtual manipulatives in early childhood mathematics. *YC Young Children*, *64*(3), 26.

Schoenfeld, A. H. (1994). Reflections on doing and teaching mathematics. *Mathematical thinking and problem solving*, 53-70.

Sevgen, B. (2002), Matematiksel Düşünce Yapısı ve Gelişimi, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi kongresi*, 16-18-Eylül-2002, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Sherman, H., & Richardson, L. (1995). Elementary School Teachers' Beliefs and Practices Related to Teaching Mathematics with Manipulatives. *Educational Research Quarterly*, *18*(4), 27-36.

Siegler, R. S. & Wagner Alibali, M. (2005). *Children's Thinking*. United States of America: Pearson Prentice Hall.

Skemp, R. (1987). *The Psychology of Learning Mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sowell, E. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics ınstruction. *Journal for Research in Mathematics Education, 20,* 498-505.

Spikell, M. A. (1993). *Teaching mathematics with manipulatives: A resource of activities for the K-12 teacher*. Allyn & Bacon.

Sternberg, R. J. & Rainbow Project Collaborators. (2006). The Rainbow Project: Enhancing the SAT through assessments of analytical, practical, and creative skills. *Intelligence*, *34*(4), 321-350.

Sternberg, R. J. (1994). Allowing for Thinking Styles. Educational Leadership. 52 (3), 36-40.

Sternberg, R. J. & Zhang, L. F. (2005). Styles of thinking as a basis of differentiated instruction. *Theory into practice*, *44*(3), 245-253.

Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. *Technology in mathematics education*, 518-525.

Subaşı, M. & Okumuş, K. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *21*(2), 419-426.

Swan, P. & Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *Australian Primary Mathematics Classroom*, *15*(2), 13-19.

Tall, D. (1995), Cognitive Growth in Elementary and Advenced Mathematical Thinking, P*roceedings of the International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Recife, Brazil: I, 161-175.

Tuncer, D. (2008). Materyal destekli matematik öğretiminin ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına ve başarının kalıcılık düzeyine etkisi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara*.

Tutak, T., Kılıçarslan, S., Akgül, A., Güder, Y. & İç, Ü. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının somut öğretim nesnesi kullanımına yönelik bilgi düzeylerinin belirlenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, 27-30 Haziran 2012, Niğde, Türkiye.

UĞUREL, I. (2019a). *Aparatlı Matematik Problemleri, Matematiksel Düşünme Becerisinin Gelişimini Destekleme. Aile ve Eğitmen Kılavuzu.* E&G-LAND Yayınları, İzmir.

UĞUREL, I. (2019b). *Aparatlı Matematik Problemleri-I, Matematiksel Düşünme Becerisinin Gelişimini Destekleme. Öğrenci Çalışma Kitabı.* E&G-LAND Yayınları, İzmir.

Uğurel, I. & Özer, A. Ö. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Aparatlı Matematik Problemlerine Yönelik Çözümleri. 1. *Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu (UBEST*), (02-04 Mayıs) İzmir.

Umay, A. & Arıol, Ş. (2011). Baskın olarak bütüncül stilde düşünenlerle baskın olarak analitik stilde düşünenlerin problem çözme davranışlarının karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30 (30) , 27-37.

Umay, A. & Kaf, Y. (2005). Matematikte kusurlu akıl yürütme üzerine bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 28 (28), 188-195.

Ünlü, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 10-34.

Uribe-Flórez, L. J. & Wilkins, J. L. (2017). Manipulative use and elementary school students' mathematics learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(8), 1541-1557.

Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (6th ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.

Van De Walle, J. A., Lovin, L. A. H., Karp, K. S. & Bay-Williams, J. M. (2013). *Teaching student-centered mathematics: Developmentally appropriate instruction for Grades pre-K to 2.* Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Yazar, T. (2015). Öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersi hakkındaki görüşleri. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, *5*(9), 23-24.

Özdemir İ. E. Y. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımına ilişkin bilişsel becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *35*(35), 362-373.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Yıldırım, H. H. & Yıldırım, S. (2009). TIMSS Anketinin Matematik Dersleriyle İlgili Sorularında Öğrencilerin Tutarsız, Cevapları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi,* 3(2), 226-237.

Yıldız, F. (2018). *Montessori anne destek eğitim programının; Montessori eğitimi alan 4-5 yaş çocukların matematik ve günlük yaşam becerilerine etkilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çocuk Gelişimi ve Ev Yönetimi Eğitimi Anabilim Dalı, Konya

EKLER

EK-1 Katılımcı Onam Formu

Bu formun amacı katılmanız rica edilen araştırma ile ilgili olarak sizi bilgilendirmek ve katılımınız için sizin izninizi almaktır.

"Matematik Öğretmen Adaylarının Aparatlı Matematik Problemlerini Keşfetme Sürecine Yakından Bakış: Bir Durum Çalışması" başlıklı yüksek lisans tez araştırması " Elif TANRIVERDİ" tarafından **gönüllü katılımcılarla** yürütülmektedir. Araştırma sırasında sizden alınacak bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçlı kullanılacaktır. Araştırma sürecinde konu ile ilgili her türlü soru ve görüşleriniz için aşağıda iletişim bilgisi bulunan araştırmacıyla görüşebilirsiniz. Bu araştırmaya **katılmama** hakkınız bulunmaktadır. Aynı zamanda çalışmaya katıldıktan sonra süreç içinde de çalışmadan **çıkabilirsiniz.**

Bu formu onaylamanız**, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** anlamına gelecektir.

Araştırmayla İlgili Bilgiler

Araştırmanın Amacı: Bu çalışmada ortaokul ve lise matematik öğretmen adaylarının aparatlı matematik problemlerine yönelik yaklaşımlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır

Araştırmanın Nedeni: Matematik öğretiminde yer alan en önemli ögenin öğretmenler olması sebebiyle aparatlı matematik problemlerine yönelik matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerini, deneyimlerini, tutumları, performanslarını vb. konu edinen araştırmalara gereksinim vardır. Ve bu çalışma, aparatlı matematik problemlerini konu edinen öncü çalışmalardan ve öğretmen adayları ile gerçekleştirilecek ilk çalışma olma özeliği taşımaktadır. Bu nedenle araştırmanın alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Katılımınızın Talep Edileceği Süre: Uygulama gönüllü katılımcıların uygun olduğu gün ve saatlerde Microsoft Teams üzerinden gerçekleşecektir.

Araştırmanın Yürütülme Şekli: Araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 6'sı ilköğretim (3'ü ikinci sınıf, 3'ü dördüncü sınıf), 6'sı ortaöğretim/lise (3'ü ikinci sınıf, 3'ü dördüncü sınıf) matematik eğitimi programlarında kayıtlı öğretmen adayları ile Microsoft Teams üzerinden çevrimiçi olarak yürütülecektir.

Çalışmaya Katılım Onayı:

Katılmam beklenen çalışmanın amacını, nedenini, katılmam gereken süreyi ve yeri ile ilgili bilgileri okudum ve gönüllü olarak çalışma süresince üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma ile ilgili ayrıntılı açıklamalar görüşmelerimizde sözlü olarak araştırmacı tarafından yapıldı. Bu çalışma ile ilgili faydalar ve riskler ile ilgili bilgilendirildim.

Bu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Islak imzası ile)

Adı-Soyadı:
İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı : Elif Tanrıverdi
E-posta :

İmzası:

EK-2 Matematik Öğretiminde Kullanılan Somut Öğrenme Araçlarına Yönelik Görüş Formu

Değerli Öğretmen Adayı;

Bu form, ilköğretim (ortaokul)/ortaöğretim (lise) matematik öğretmen adayı olan sizlerin, matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal ve öğrenme nesnelerinden hangilerini tanıdıklarınızı, bunları hangi sıklıkta kullandığınızı ve bu öğrenme-öğretme araçlarına yönelik bilgi düzeyinizi, geliştirme, kullanma ve ölçme değerlendirme yapma beceri düzeylerinizi belirlemek amacı ile hazırlanmıştır.

Form iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde bu formu dolduran kişilere ait bazı kişisel bilgiler talep edilmektedir. İkinci bölümde ise somut öğrenme nesnelerine yönelik bazı sorular yer almaktadır. Bu formun ortalama cevaplanma süresi 20 dakika olup sizlerin soruları cevaplarken objektif ve yansız olmanız beklenmektedir. Görüşlerinizi nesnel ve tarafsız olarak belirtmeniz yürütmekte olduğumuz araştırmanın güvenirliği açısından son derece önemlidir.

Bu araştırmada elde edilecek veriler sadece bilimsel çalışmalarda (bildiri, makale, tez) kullanılacak başka herhangi bir yerde paylaşılmayacaktır. Ayrıca bilimsel çalışmalar içerisinde de sizlerin adınız ve soyadınız doğrudan verilmeyecek ve sizlerin kişisel bilgileri saklı tutulacaktır.
Bu formu doldurarak araştırmamıza katıldığınız için size çok teşekkür ederiz.

BÖLÜM-1

1. Adınız ve Soyadınız : _____
2. E-mail Adresiniz : _____
3. Yaşınız : _____
4. Cinsiyetiniz : _____
5. Bölümünüz : _____
6. Sınıfınız : _____
7. Genel Not Ortalamanız: : _____

BÖLÜM-2

1- Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnesi, manipulatif ne demektir? Tanımlayınız. Sıralanan kavramları tek tek değil hepsine karşılık zihninizde oluşan genel tanımı yapmaya çalışınız.

_____

_____

2- Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesneleri nelerdir? Bildiklerinizin isimlerini sırayla yazınız.

_____

_____

3- Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerini **kullanma sıklığınızı** nasıl tanımlarsınız?

Çok sık	Sıklıkla	Ortalama	Nadiren	Çok az	Hiç

Kullanma sıklığına etki eden temel neden(ler) nelerdir? Kısaca belirtiniz.

_____

_____

4- Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerini **geliştirme becerinizi** nasıl tanımlarsınız?

Düzey-0	Düzey-1	Düzey-2	Düzey-3	Düzey-4

Kendi geliştirme becerinizi bu düzeyde tanımlamanızın sebebi (sebepleri) ne(ler)dir? Açıklayınız.

_____

_____

5- Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerini **kullanma becerinizi** nasıl tanımlarsınız?

Düzey-0	Düzey-1	Düzey-2	Düzey-3	Düzey-4

Kendi kullanama becerinizi bu düzeyde tanımlamanızın sebebi (sebepleri) ne(ler)dir? Açıklayınız.

_____

_____

6- Matematik öğretiminde kullanılan somut araç, materyal, öğrenme-öğretme nesnelerine yönelik **ölçme ve değerlendirme yapma becerinizi** nasıl tanımlarsınız?

Düzey-0	Düzey-1	Düzey-2	Düzey-3	Düzey-4

Kendi ölçme-değerlendirme becerinizi bu düzeyde tanımlamanızın sebebi(sebepleri) ne(ler)dir? Açıklayınız.

_____

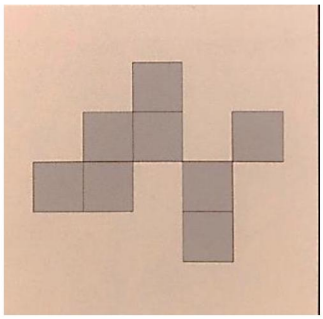
_____

_____

EK-3 Katılımcılara Uygulanacak Olan Aparatlı Matematik Problemleri

Problem 1.1

Aşağıdaki şekil 12 adet küpün kullanıldığı bir dizilimin üstten görünümüdür.

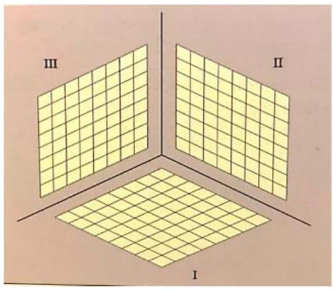


- Bu dizilimde sarı küpler kullanılmamıştır.
- Dizilimde 3 kat bulunmaktadır.
- Kırmızı küpler, yeşil ve beyaz küplere (köşe, kenar ya da yüzeyden) değmemektedir.
- Beyaz küpler sadece mavi küplerin veya beyaz küplerin üstüne gelebilmektedir.
- Beyaz küpler tabana değmemektedir.

Elimizdeki küpleri kullanarak bu dizilimi oluşturunuz.

İstenilen dizilim tek tür müdür, verilen koşulları sağlayan farklı görünümde dizilim yapılabilir mi?

Problem 1.2.a



15 küpün kullanıldığı, tabanında 8 tane küp olan, üç katlı bir dizilim yapılıyor.

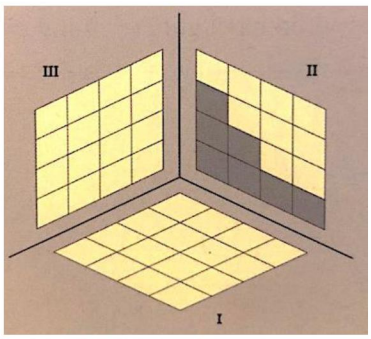
Dizilimin, üç düzlemdeki izdüşümleri tek tek belirleniyor.

Bu üç izdüşümün alanları toplamı en az olması isteniyor.

Verilenlere göre küpleri kullanarak dizilimin nasıl olabileceğini bulunuz.

Not: *Dizilimlerde renklerin önemi yoktur.*

Problem 1.2.b



15 tane küp kullanarak bir dizilim yapılmak isteniyor.

Dizilimin II nolu düzlemdeki izdüşümü yukarıdaki şekilde verilmiştir.

Bu dizilimin tabanında (1. katında) en az 7 tane küp olmalıdır.

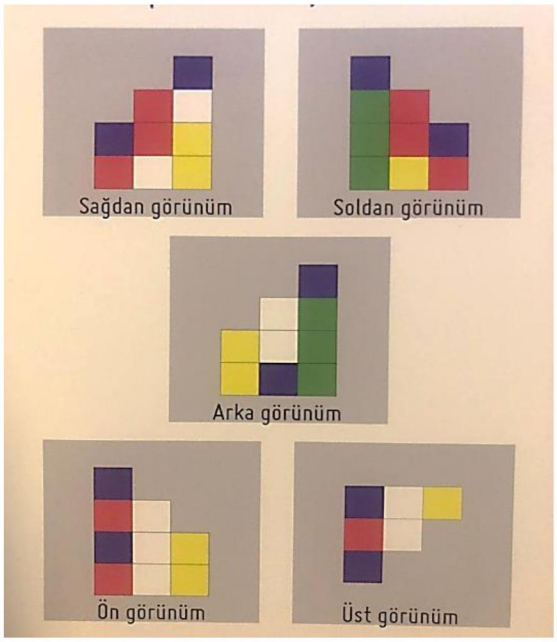
Dizilimin üç düzlemdeki izdüşüm alanlarının toplamının en küçük olması isteniyor.

- Size verilen küp setini kullanarak istenenlere uygun olacak şekilde bir dizilim oluşturunuz.
- Bu dizilim tek türlü müdür, farklı şekillerde yapılabilir mi?

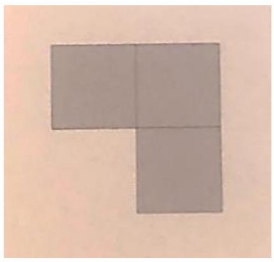
Not: *Dizilimlerde renklerin önemi yoktur.*

Problem 1.3

Aşağıda beş farklı yüzünün görünümü verilen dizilimi elinizdeki 15 adet küpü kullanarak oluşturunuz.



Problem 1.4

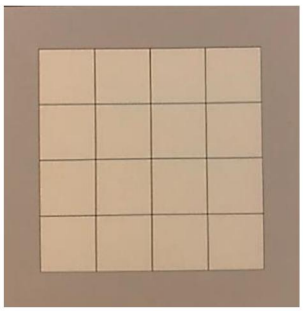


Küp takımındaki 15 adet küpten aynı renkte olanlar üçerli olarak ayrılıyor. Her üçlü grup soldaki görünümde verilen yapıda birleştiriliyor.

Elinizdeki tüm üçlüleri kullanarak aşağıda verilen kareli zemini, içerisinde sadece bir tane boş kalacak şekilde kaplamanız isteniyor.

- Bu işlemin nasıl yapılabileceği gösteriniz.

Not: *Üçlüleri istediğiniz yönde döndürebilirsiniz ancak üçlüdeki küplerin yerini değiştiremez ve küpleri birbirinden ayıramazsınız. Zemin kaplanırken her kareye bir küp konulmalıdır.*



- Hangi kareler boş bırakılarak bu işlem yapılabilir?

Problem 2.1.a

Elinizde 4 özdeş parçadan oluşan bir dörtgen bulmaca bulunmaktadır. Bulmacada amaç 4 parçanın tümünü kullanarak büyük dörtgenler (örneğin kare, yamuk) elde etmektir.

- Büyük dörtgenler oluştururken 4 parça yan yana konulabilir ama üst üste konulamaz.
- Dörtgenler oluşturulurken her parça diğer bir parçaya en az bir kenardan değmelidir.

Bu kurala göre 4 parça ile oluşturulabilecek olan tüm büyük dörtgenleri bulunuz.

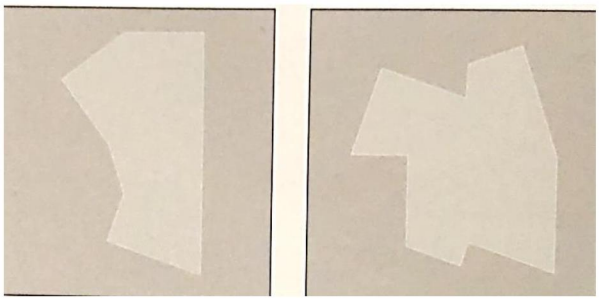
Problem 2.1.b

Dörtgen bulmacadaki 4 eş parçayı kullanarak,

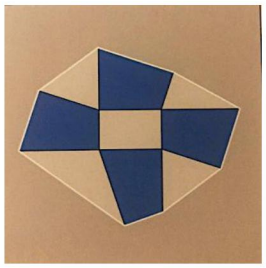
a) Desenleri farklı oluşturulabilecek yedigenlere 2 tane örnek veriniz.
b) Desenleri farklı oluşturulabilecek dokuzgenlere 2 tane örnek veriniz.
c) Dört parça kullanılarak en fazla kenara sahip hangi çokgen oluşturulabilir? Gösteriniz.
d) Dörtgen bulmacadaki 4 eş parça ile kaç gen oluşturulamaz? İki tane örnek bulunuz

Problem 2.2

Dört parça kullanarak aşağıdaki 2 şekli, içlerinde boş alan/yer olmadan doldurmak mümkün müdür?



Problem 2.3



Dört parçanın her biri bir diğerine sadece bir köşeden değecek ve ortada bir dörtgen boşluk bölge oluşacak şekilde örnekteki gibi yapılar oluşturuluyor.

- Hangi yapıda ortadaki boş dörtgen bölge en büyük olur?
- Bu yapıları dış köşelerinden çevreleyen sekizgenleri, kağıt üzerinde çiziniz. Hangi sekizgenin çevresi en büyüktür?

Problem 2.4

Dört parça kullanılarak dış kısmı altıgen şeklindeki/ortasındaki boş bölge ise eşkenar dörtgen olan bir yapı oluşturulabilir mi?

Not: *Her parça diğer bir ya da daha fazla parçaya en az bir köşesinden değmelidir.*

Problem 3.1

- Üçgen setindeki parçalardan en az kaç tanesini kullanarak yeni bir üçgen oluşturulabilir?
- Üçgen setinden istediğiniz kadar parça kullanarak kaç farklı yeni üçgen oluşturulabilir?

Setteki üçgen parçalar yan yana konulabilir ve bir kenarı başka bir üçgenin kenarına mutlaka değmelidir.

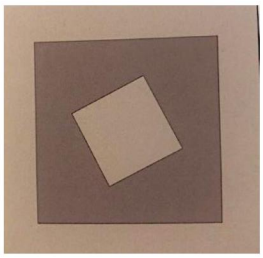
Not: Oluşturulan üçgenler içerisinde boş bölge olmamalıdır.

Problem 3.2

- Üçgen setindeki parçaların tümü kullanılarak hangi konveks çokgenler oluşturulabilir?
- Üçgen setindeki parçaların tümü kullanılarak bir düzgün çokgen oluşturulabilir mi?

Not: Oluşturulan çokgenler içerisinde boş bölge olmamalıdır.

Problem 3.3.a



Üçgen setindeki 4 parçayı kullanarak yukarıdaki gibi bir kare oluşturuluyor.

- Sizden, daha fazla üçgen parça kullanarak, yukarıdaki şeklin benzerini oluşturmanız isteniyor. Bu yeni karenin nasıl olacağını üçgen seti ile gösteriniz.
- Yukarıdaki şeklin içindeki kare boşluk ile oluşturduğunuz yeni şekildeki kare boşluğun alanları oranını bulunuz.

Problem 3.3.b

Elinizdeki 20 üçgeni dörderli 5 gruba ayırınız. Her grup ile ayrı ayrı düzlemsel şekiller oluşturmanız isteniyor. Bu şekillerde her üçgen başka üçgene en az bir kenarı boyunca değmek zorundadır.

- Oluşturulabilecek şekillerden 5 tanesini gösteriniz.
- Çevresi en küçük olacak biçimde bir şekil oluşturunuz.
- Çevresi en büyük olacak şekilde bir şekil oluşturunuz.

Problem 3.4

6 tane üçgen kullanarak içinde altıgen şeklinde boş bir bölgenin olduğu yeni bir yapı oluşturmanız isteniyor.

Bu yapıda her üçgen bir başka üçgene sadece bir köşesinden değmelidir.

Bu yapıyı dıştan çevreleyen büyük düzgün altıgen ile içerisindeki boş düzgün altıgen bölgenin alanları oranı kaç olabilir?

Not: Çözüm esnasında cetvel kullanınız.

EK-4 Aparatlı Matematik Problemi Çözme ve Kurma Deneyimi Sonrası Katılımcı Görüşlerini Belirleme Formu

Değerli Öğretmen Adayı;

Bu form, ilköğretim (ortaokul)/ortaöğretim (lise) matematik öğretmen adayı olan sizlerin, yanınızda bulunan somut nesneneler kullanarak yaşadığınız problem çözme ve problem kurma/oluşturma süreçleri sonrasındaki görüşlerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

Bu formdaki soruları cevaplarken objektif ve yansız olmanız beklenmektedir. Görüşlerinizi nesnel ve tarafsız olarak belirtmeniz ve açık şekilde yazmanız yürütmekte olduğumuz araştırmanın güvenirliği ve başarısı açısından son derece önemlidir.

Bu formdan elde edilecek bilgiler sadece bilimsel çalışmalarda (bildiri, makale, tez) kullanılacak başka herhangi bir yerde paylaşılmayacaktır. Ayrıca bilimsel çalışmalar içerisinde de sizlerin adınız ve soyadınız doğrudan verilmeyecek ve sizlerin kişisel bilgileri saklı tutulacaktır.

Bu formu doldurarak araştırmamıza katıldığınız için size çok teşekkür ederiz.

BÖLÜM-1

8. Adınız ve Soyadınız : _____
9. E-mail Adresiniz : _____
10. Yaşınız :_____
11. Cinsiyetiniz : _____
12. Bölümünüz : _____
13. Sınıfınız : _____
14. Genel Not Ortalamanız: : _____

BÖLÜM-2

1. Problem çözme ve kurma etkinliklerinde kullandığınız somut nesneler "Aparat" olarak adlandırılmaktadır. Sizce "**Aparat**" nedir? Bu kavramı nasıl tanımlasınız?

   _____

   _____

2. Bir aparatta bulunması gereken temel özellikler nelerdir? Sıralayınız.

   _____

   _____

3. Bir somut nesne ne zaman "aparat" olma özelliği taşıyabilir? Açıklayınız.

4. Somut öğrenme-öğretme araçları/nesneleri (manipülatifler) ile aparatlar arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

5. Size verilen aparatlar ile çözdüğünüz ve kurmaya çalıştığınız problemlere "Aparatlı Matematik Problemi" denilmektedir.
   Aparatlı Matematik Problemi nedir? Bu kavramı nasıl tanımlarsınız?

6. Aparatlı matematik problemlerini diğer problemlerden ayıran temel özellikler nelerdir? Açıklayınız?

7. Aparatlı matematik problemleri, matematik öğrenme-öğretme sürecinde nasıl uygulanabilir? Düşüncelerinizi yazınız.

8. Aparatlı matematik problemlerin öğrencilere ne düzeyde/ölçüde katkı yapabileceği düşünüyorsunuz?

Hiç	Sınırlı	Orta	İleri	Çok yüksek

   Bu düzeyi seçmiş olmanızın temel nedeni/nedenleri ne(ler)dir? Açıklayınız.

9. Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere kazandıracakları **olumlu** etkiler neler olabilir? Sıralayınız.

10. Aparatlı matematik problemlerinin öğrencilere üzerinde yapacağı **olumsuz** etkiler/durumlar neler olabilir? Sıralayınız.

11. Aparatlı matematik problemlerinin sınırlı yanları/özellikleri nelerdir? Sıralayınız.

12. Aparatlı matematik problemlerine yönelik nasıl bir ölçme-değerlendirme yapılabilir? Düşüncelerinizi yazınız. Mümkünse bir örnek problem üzerinde bu süreci gösteriniz.

13. Öğretmen olarak görev yapmaya başladığınızda aparatlı matematik problemlerini kullanmayı düşünüyor musunuz? Neden?

14. Aparat ve aparatlı matematik problemine yönelik eklemek istediğiniz diğer görüşleriniz, önerileriniz ve eleştirileriniz varsa lütfen belirtiniz.

EK-5 Aparatlı Matematik Problemi Değerlendirme Anahtarı

<table>
<tr><th colspan="5">PROBLEM KURMA</th></tr>
<tr><th colspan="2">KRİTERLER</th><th>EVET</th><th>KISMEN</th><th>HAYIR</th></tr>
<tr><td colspan="2">Kurulan problemin dilsel ifadesi doğru ve anlaşılır mı?</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kurulan problemde aparat işlevsel şekilde (istenen düzeyde) kullanılıyor mu?</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="2">(Varsa) Kurulan problemdeki çizim, resim, vb doğru ve anlaşılır mı?</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kurulan problem çözülebiliyor mu (çözümü var mı)?</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="5">Kurulan problem orijinal/sıra dışı/özgün mü?</td></tr>
<tr><td colspan="4">HAYIR</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="6">EVET</td><td colspan="3">Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmamış.</td><td>2</td></tr>
<tr><td colspan="3">Daha önce çözülen problemlerden kısmen farklı ve çözümü yapılmış.</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="3">Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmamış.</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="3">Daha önce çözülen problemlerden oldukça farklı ve çözümü yapılmış.</td><td>5</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren,
Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren,
Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmamış problemler.</td><td>7</td></tr>
<tr><td colspan="3">Sınıf seviyesinin üzerinde, üst düzey düşünme, ileri akıl yürütme gerektiren,
Birden fazla durumu, işlemi, nesneyi içeren/ilişkilendiren,
Yüksek düzeyde aparat manipülasyonu olan, Öğrenci(ler) tarafından çözümü yapılmış problemler.</td><td>10</td></tr>
</table>

EK-6 Öğrencinin Akademik Özgeçmişi

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı		Elif TANRIVERDİ	
E-postası/Web Sayfası			
Bildiği Yabancı Diller		İngilizce (İleri), Almanca (Orta)	
Uzmanlık Alanı		Matematik Eğitimi	
Öğrenim Bilgileri			
Üniversite	Bölüm		Yıl
Lisans	Yeditepe Üniversitesi	Matematik Öğretmenliği	2012-2017
Tez Başlığı		Matematik Öğretmen Adaylarının Aparatlı Matematik Problemlerini Keşfetme Sürecine Yakından Bakış: Bir Durum Çalışması	
Tez Danışmanı		Prof. Dr. Işıkhan UĞUREL	
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler			
Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller			

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ

13 Ağustos 2020

Sayı : 87347630/42104268/3493
Konu : Elif TANRIVERDİ hakkında.

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi :a)22.04.2020 tarihli ve 67493393-302.08.01-E. 37648 sayılı yazınız.
b)03.06.2020 tarihli ve 87347630/42104268/2219 sayılı yazımız.
c)Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığının 10.08.2020 tarihli ve 85316909-00.99- E. 68682 sayılı yazısı.

İlgi (a)'da kayıtlı yazınıza istinaden Enstitünüz lisansüstü öğrencisi Elif TANRIVERDİ'nin "Matematik Öğretmen Adaylarının Aparatlı Matematik Problemlerini Keşfetme Sürecine Yakından Bakış: Bir Durum Çalışması" konulu tez çalışması kapsamında yapacağı anketin Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimleri Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 15.05.2020 tarihli toplantısında alınan karar uyarınca uygun bulunduğu ilgi (b)'de kayıtlı yazımız ile bildirilmişti.

Adı geçen öğrencinin söz konusu tez çalışması kapsamında Buca Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Matematik Anabilim Dalında uygulama yapma talebi de Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığının ilgi (c)'de kayıtlı ve ekte sunulan yazısı ile uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Uğur MALAYOĞLU
Rektör V.

Eki :İlgi (c)'de kayıtlı yazı (1 sayfa).

Cumhuriyet Bulvarı No:144 Alsancak/İZMİR/TÜRKİYE
Telefon:+90(232) 464 80 26 Fax:+90(232) 464 81 35
e-posta:hukuk.müsavirliği@deu.edu.tr Elektronik ağ:www.deu.edu.tr

İzmir

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Buca Eğitim Fakültesi

BUCA EĞİTİM FAKÜLTESİ
E-İmzalıdır

Sayı : 85316909-00.99-E.68682
Konu : Tez Uygulaması(Elif TANRIVERDİ)

10/08/2020

HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ

İlgi : 28.07.2020 tarih ve 3221 sayılı yazınız.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı 2017950074 numaralı öğrencisi Elif TANRIVERDİ'nin "Matematik Öğretmen Adaylarının Aparatlı Matematik Problemlerini Keşfetme Sürecine Yakından Bakış: Bir Durum Çalışması" konulu tez çalışması kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalında uygulama yapma isteği uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim

Prof.Dr. Ercan AKPINAR
Dekan V.

Dokuz Eylül Üniversitesi - Buca Eğitim Fakültesi
Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR
Tel: 0 232 420 48 82 Elektronik Ağ: http://bef.deu.edu.tr
Kep Adresi: dokuzeyluluniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi İçin İrtibat:
Belma KOÇAK
Dahili:
E-Posta: belma.kocak@deu.edu.tr

İzmir

