



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS
ÖĞRENCİLERİNİN DÖNEL CİSİMLERİN ALAN VE HACİMLERİ
KONUSUNDA ANALİZ BAŞARILARININ VE UZAMSAL
GÖRSELLEŞTİRME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

BEDRİYE ALTAYLAR

İzmir
2023

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS
ÖĞRENCİLERİNİN DÖNEL CİSİMLERİN ALAN VE HACİMLERİ
KONUSUNDA ANALİZ BAŞARILARININ VE UZAMSAL
GÖRSELLEŞTİRME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

BEDRİYE ALTAYLAR

DANIŞMAN
Prof. Dr. Süha YILMAZ

İzmir

2023

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Dönel Cisimlerin Alan ve Hacimleri Konusunda Analiz Başarılarının ve Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi” 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.

20/11/2023

Bedriye ALTAYLAR

Tarih: 20/11/2023

Tez Başlığı:

İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Dönel Cisimlerin Alan ve Hacimleri Konusunda Analiz Başarılarının ve Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 122 sayfalık kısmına ilişkin, 20/11/2023 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 % 12 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) ☐

Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30) ☒

☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☐ Kaynakça hariç, ☐ Alıntılar dâhil, ☐ 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. ☒	
EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd içinde. ☐	

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 : BEDRİYE ALTAYLAR
Öğrenci No :
Anabilim Dalı : MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
Programı : İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ
Statüsü : Yüksek Lisans ☐ Doktora ☒

ÖĞRENCİ

DANIŞMAN

BEDRİYE ALTAYLAR

Prof. Dr. Süha YILMAZ

20/11/2023

20/11/2023

Açıklamalar

- 1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (□) işaretleyerek doldurunuz.
- 2: Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine başvurunuz.
- 3: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin çıktısı ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.
- 4: 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.

Biricik oğlum Bamsı Yağız'a ithafen..



TEŞEKKÜR

Doktora tez konumun belirlenmesinde ve tüm süreçte bana rehberlik eden doktora tez danışmanım Prof. Dr. Süha Yılmaz'a, dönütleriyle tezimin zenginleşmesine ışık tutan doktora tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Günay Öztürk ve Doç. Dr. Semiha Kula Ünver hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bugünlere kadar gelip bir öğretmen olmamda üzerimde emeği olan tüm hocalarıma, özellikle Dokuz Eylül Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi ve Boğaziçi Üniversitesi'ndeki tüm değerli hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Beni yetiştirip bugünlere getiren annem Rukiye Doluzengin ve babam Hacı Doluzengin'e bana verdikleri tüm emekler için sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Hem doktor hem anne olmayı tercih ettiğim bu zorlu süreçte desteğini her zaman yanımda hissettiğim kıymetli yol arkadaşım eşim Ömer Faruk Altaylar'a, akıllı ve uslu bir çocuk olarak işlerimi kolaylaştıran canım oğlum Bamsı Yağız'a, her zaman arkamda olduklarını ve beni desteklediklerini bildiğim kayınvalidem Neslihan Hilal Altaylar ve kayınpederim Doğuhan Alp Altaylar'a, kardeşlerim Saltuk Buğra Altaylar ve Burak Doluzengin'e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin sorularını içtenlikle cevaplayan Dokuz Eylül Üniversitesi'ndeki öğrencilerime ve bana öğretmenlik mesleğinde tecrübe kazandıran tüm öğrencilerime sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak doktora eğitimim sürecinde çalışma saatlerim konusunda bana kolaylık sağlayan Nazilli Orhangazi Ortaokulu'nun tüm idarecilerine ve mesai arkadaşlarıma destekleri için sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Amaç ve Önem	3
1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri.....	3
1.4. Sınırlılıklar	4
1.5. Varsayımlar.....	4
1.6. Tanımlar.....	5
1.7. Kısaltmalar.....	5
BÖLÜM II.....	6
KAVRAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	6
2.1.Uzamsal Yetenek ve Alt Bileşenleri	6
2.2.Uzamsal Görselleştirme	11
2.3.Dönel Cisimler	13
2.4.İlgili Araştırmalar.....	14
BÖLÜM III	29
YÖNTEM.....	29
3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni	29
3.2. Evren ve Örneklem	30
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları	30
3.5. Verilerin Analizi.....	53
3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği.....	54

3.7. Araştırmacının Rolü	54
BÖLÜM IV	55
BULGULAR	55
BÖLÜM V	84
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
5.1. Tartışma ve Sonuç.....	84
5.2. Öneriler	88
KAYNAKÇA.....	89
EKLER.....	98
EK 1. ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ.....	98
EK 2. GÜVENİRLİK-GEÇERLİK ÇALIŞMASI UYGULAMA İZNİ.....	100
EK 3. ASIL UYGULAMA ETİK KURUL İZNİ	101
EK 4: DÖNEL CİSİMLERDE ALAN VE HACİM HESAPLAMA ÖLÇEĞİ.....	102
EK 5. DÖNEL CİSİMLERDE UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME ÖLÇEĞİ.....	103
EK 6. DÖNEL CİSİMLERDE ALAN VE HACİM HESAPLAMA ÖLÇEĞİ RUBRİĞİ	104
EK 7. DÖNEL CİSİMLERDE UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME ÖLÇEĞİ RUBRİĞİ	105

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Uzamsal Düşünme Alt Bileşenleri.....	8
Tablo 2 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Pilot Uygulaması Madde Güçlük Katsayıları	31
Tablo 3 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Pilot Uygulaması Madde-Toplam Güvenirlik Analizi Sonuçları.....	31
Tablo 4 Altı Maddelik Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Pilot Uygulaması Madde-Toplam Güvenirlik Analizi Sonuçları	32
Tablo 5 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Maddeleri Faktör Dağılımı ve Yükleri.....	33
Tablo 6 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları	34
Tablo 7 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Betimsel İstatistik Test Sonuçları.....	35
Tablo 8 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Birinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	36
Tablo 9 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması İkinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	39
Tablo 10 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Üçüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	43
Tablo 11 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Dördüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	46
Tablo 12 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Beşinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	51
Tablo 13 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları	55
Tablo 14 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları	56
Tablo 15 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Betimsel İstatistik Analiz Sonuçları.....	57

Tablo 16 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Madde Güçlük Katsayıları	58
Tablo 17 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Betimsel İstatistik Sonuçları	59
Tablo 18 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Madde Güçlük Katsayıları	59
Tablo 19 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Birinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri.....	61
Tablo 20 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği İkinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri.....	64
Tablo 21 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Üçüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	67
Tablo 22 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Dördüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	70
Tablo 23 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Beşinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri	75
Tablo 24 Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	82
Tablo 25 Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	82
Tablo 26 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Uzamsal yetenek sınıflandırması	12
Şekil 2. Araştırmada etkisi incelenen kavramlar ve araştırma desenleri	29
Şekil 3. Koninin yanlış tanımlanması	78
Şekil 4. Koninin doğru tanımlanması	78
Şekil 5. Yarım kürenin yanlış konumu.....	81
Şekil 6. Yarım kürenin doğru konumu.....	79
Şekil 7. Eksen isimlerini tanıyamama düşünme süreci örneği.....	79
Şekil 8. Simetri eksenini belirleyememe örneği	80
Şekil 9. Dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirleyememe örneği	80

ÖZET

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN DÖNEL CİSİMLERİN ALAN VE HACİMLERİ KONUSUNDA ANALİZ BAŞARILARININ VE UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı öğrencilerinin dönel cisimlerle ilgili alan ve hacim hesaplama becerileriyle uzamsal görselleştirme becerilerini incelemeyi amaçlayan bu araştırmada nicel ve nitel desenlerin bir arada kullanıldığı karma desenlerden Açıklayıcı Araştırma Deseni tercih edilmiştir. Araştırmacılar tarafından altı maddelik Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği ile beş maddelik Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği geliştirilmiştir. Ölçekler ile ilgili uzman görüşü alındıktan sonra güvenirlik-geçerlik çalışmaları yapılmış ve gerekli istatistiksel testler uygulanarak ölçeklere son halleri verilmiştir. 2022-2023 Eğitim-Öğretim yılı güz yarısında İzmir’de bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı ikinci sınıfa devam eden 78 öğrenciye Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği uygulanmıştır. Kısmi puanlama ile değerlendirilen bu ölçeğin analizleri nicel teknikler kullanılarak yapılmıştır. Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği ise aynı örneklem içerisinde rastgele seçilen 22 öğretmen adayına görüşme yöntemiyle uygulanmış ve cevapları hem nitel hem nicel teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi ile öğretmen adaylarının dönel cisimlerle ilgili günlük yaşadıkları konular ayrıntılı bir şekilde tespit edilmiştir. Öğretmen adayları dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama konusunda genel olarak başarılı olurken; alan hesaplama konusunda hacim hesaplama konusuna göre daha başarılı olmuştur. Dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama becerisiyle uzamsal görselleştirme becerisi arasında anlamlı fark bulunmuştur. Öğretmen adaylarının dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme konusunda zorluk yaşadıkları konular ise eksen isimlerini tanıyamama, dönel cismi oluşturmama ve dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamama olarak tespit edilmiştir. Dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama becerileri ile uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Dönel cisimler, alan ve hacim hesaplama, uzamsal görselleştirme.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ANALYSIS SUCCESS AND SPATIAL VISUALIZATION SKILLS OF PRESERVICE PRIMARY MATHEMATICS TEACHERS ON THE AREA AND VOLUMES OF ROTATIONAL OBJECTS

The current research's aim is to examine success of analysis and spatial visualization skills of primary school mathematics pre-service teachers about rotational objects. In the study, Explanatory Research Design which is a mixed design in which quantitative and qualitative designs are used together, was used. A six-item Area and Volume Calculation Scale about Rotational Objects and a five-item Spatial Visualization Scale about Rotational Objects were developed by the researchers. After receiving expert opinion on the scales, reliability-validity studies were carried out and the scales were given their final form by applying the necessary statistical tests. In the fall semester of the 2022-2023 academic years, the Area and Volume Calculation Scale about Rotational Objects was applied to 78 pre-service teachers attending the second year of the elementary mathematics teaching undergraduate program at a state university in İzmir. The analysis of this scale, which is evaluated with partial scoring, was made using quantitative techniques. The Spatial Visualization Scale about Rotational Objects, on the other hand, was applied to 22 pre-service teachers selected randomly from the same sample, by interview method, and their answers were analyzed using both qualitative and quantitative techniques. With content analysis, the issues that pre-service teachers had difficulties with rotational objects were determined in detail. While pre-service teachers are generally successful in calculating area and volume about rotational objects; they were more successful in area calculation than volume calculation. A statistically significant difference was found between the participants' ability to calculate area and volume in rotational objects and their spatial visualization skills. The subjects that pre-service teachers had difficulty in spatial visualization about rotational objects were identified as being able to know the different names of the axes, define the rotational objects and visualize the rotational

objects in different positions. Gender differences were found neither in area and volume calculation skills nor in spatial visualization skills about rotational objects.

Keywords: Rotational objects, square and volume calculation, spatial visualization.



BÖLÜM I

GİRİŞ

Birinci bölümde sırasıyla problem durumu, araştırmanın amaç ve önemi, problem cümlesi ile alt araştırma problemlerine yer verilmiştir. Sonrasında çalışmaya dair sınırlılıklar, varsayımlar ve tanımlar bölümleri gelmektedir. Çalışmada kullanılan kısaltmalar ise bu bölümün son başlığını oluşturmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Yetenek bir bireyin bir şeyi anlama veya yapabilme niteliği ya da kabiliyetidir (TDK, 2020). Tansley, Harris, Stewart ve Turner'e (2006) göre yetenek beceri, bilgi ve potansiyelin bütünüdür. Bireye özgü olan yetenekler nadir, değerli ve taklit edilemezlerdir (Lewis ve Heckman, 2006). Kısaca yetenek bireye özgü bir şeyi başarabilme potansiyelidir denilebilir.

Matematiksel yeteneklerden biri olan uzamsal yetenek görsel şekilleri hafızada tutma, anlama ve bu şekilleri zihinde yeniden düzenleyebilmedir (Eliot ve Smith, 1983). Clements'e (1998) göre uzamsal yetenek iki ve üç boyutlu cisimlerin hareketlerini zihinde anlayabilmektir. Bu yönüyle uzamsal yeteneğin oldukça soyut olduğu söylenebilir. Uzayda bulunan herhangi bir nesnenin konumu ve şekli değiştiğinde yeni halini zihinde canlandırabilme yeteneğine uzamsal yetenek denir (Clements, 1998).

Kruetskii'ye (1976) göre uzamsal yetenek doğuştan gelen bir beceri değil; aksine bireyin yaptığı etkinliklerle gelişebilen bir yetenektir. Yapılan birçok çalışma da gerekli eğitim yapıldığında uzamsal yeteneğin gelişebildiğini göstermektedir (Ferini- Mundy, 1987; Tillotson, 1985; Cockburn, 1995; Werthessen, 1999; Bishop, 1980). Görülmektedir ki nesneleri zihinde hareket ettirebilme becerisi olan uzamsal yetenek bireyin deneyim ve tecrübeleri ile gelişebilmektedir.

Günümüz modern dünyasında uzamsal yetenek oldukça önemlidir. Bilgiye ulaşmak ve onu ezberlemekten ziyade bilgiyi yorumlayabilmek, dönüştürebilmek ve bilgiye dayalı çıkarım yapabilmek gibi beceriler önem kazanmış durumdadır. Bu

sebeple ğretim müfredatlarında ve ulusal düzeyde yapılan Lise Giriş Sınavlarında (LGS) yeni nesil soru adı altında bu becerileri ölçmeye yönelik sorulara yer verilmektedir. Uluslararası düzeyde yapılan Uluslararası ğrenci Değ erlendirme Programı (PISA) ve Uluslararası Matematik ve Fen Eğ ilimleri Araştırması (TIMSS) gibi sınavlarda da benzer soru tipleri görülmektedir.

Günlük hayatın içinde uzamsal yeteneğ in gerekliliğ i birçok yerde görülmektedir. Yer yön bulmada, navigasyon uygulamasını kullanabilmede, bir pilotun uağ ı kullanabilmesinde, kendimizi ya da herhangi bir nesneyi bir ortamda konumlandırabilme ve bu noktaya başka açılardan bakabilme gibi durumlarda uzamsal yeteneğ e ihtiyaç duyulmaktadır. Bu becerilerin öğrencilere ğ retilmesi için de öncellikle ğ retmenlerin konu ile ilgili bilgileri yeterli düzeyde olmalıdır. Ersoy'a (2002) göre ğ retmenlerin büyük bir çoğ unluğ u ğ renciliklerinde bir konuyu ğ retmenlerinden nasıl ğ rendilerse o şekilde ğ retme eğ ilimindedirler. Bazı durumlarda ise ğ retmenler geometriye dayanmayan, alışkın oldukları ya da şartlandıkları şekilde ğ retim yapabilmektedir. Bu sebeple ğ retmenlerin konu bilgileri oldukça önemlidir.

Uzamsal yetenek ile ilgili konulardan biri de dönel cisimlerdir. Dönel cisimler düzlemsel eğ rinin aynı düzlemde bulunan bir doğ ru etrafında dönmesiyle elde edilen cisimlerdir (Karakaş ve Baydaş, 2008). Zihinde iki boyutlu cisimlerin üç boyuta dönüştürülmesi becerisini gerektirmektedir. rneğ in iki boyutlu olan bir dikdörtgenin uzun kenarı etrafında 360 derece döndürülmesi ile hangi üç boyutlu cismin elde edileceğ inin bilgisi dönel cisimlere ait bir bilgidir. Origami ile yapılan etkinlikler de bu konuya örnek olarak verilebilir. Akademik Personel ve Lisansüstü Eğ itimi Giriş Sınavı (ALES), Kamu Personeli Seçme Sınavı (KPSS), LGS, PISA ve TIMSS gibi sınavlarda da bu becerilere yönelik sorulara yer verilmektedir. ğ retmenlerin ğ rencilerini hem ulusal hem uluslararası sınavlara hazırlayabilmeleri hem de kendi kariyerlerine devam edebilmeleri için dönel cisimler bilgisi oldukça önemli görülmektedir.

ğ retmen ve ğ retmen adaylarının uzamsal yetenekleri ile ilgili yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (Turğ ut, 2010; İ rioğ lu Sarıkaya,2019; Olgun, 2016;

Sevimli,2009; Benzer, 2018; Uygan, 2011;Kardeş Birinci, 2016; Kayhan, 2012; Taşova,2011; Akkuş, 2016; Sezen Yüksel,2013; Köse, 2018; Göktepe, 2013; Gökbulut, 2010). Bu çalışmaların genellikle katı cisimlerle ilgili olduğu ve teknoloji destekli öğretim uygulamaları içerdiği görülmektedir. Bununla birlikte alanyazında dönel cisimlerle ilgili yapılan çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu sebepler bir arada düşünüldüğünde İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin dönel cisimlerle ilgili alan ve hacim hesaplama analiz başarılarının ve uzamsal görselleştirme becerilerinin araştırılması önemli ve değerli görülmektedir.

1.2. Amaç ve Önem

İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerle ilgili bilgi edinmelerini sağlamak amacıyla üniversitelerin müfredatlarında bu kazanımlara yer verdikleri görülmektedir (Selçuk Üniversitesi, 2020; Pamukkale Üniversitesi, 2020; Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, 2020; Süleyman Demirel Üniversitesi, 2020; İstanbul Aydın Üniversitesi, 2020; Manisa Celal Bayar Üniversitesi, 2020). Kazanımlar genel olarak öğretmen adaylarının dönel cisimleri tanımaları ve dönel cisimlerde alan ve hacim hesabı yapabilmeleri odaklıdır. Üniversite öğrencisi ya da mezunlarına yönelik yapılan sınavlarda da dönel cisimler bilgisine önem verildiği görülmektedir (ALES, 2017; ALES, 2018; ÖABT, 2016; ÖABT, 2017; ÖABT,2018). Dolayısıyla dönel cisimler bilgisinin öğretmen adayları için oldukça önemli olduğu görülmektedir. Fakat ilgili alan yazında dönel cisimler ile ilgili çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

Literatürde İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerisi gerektiren dönel cisimleri tanıma ve bu cisimlerde alan ve hacim hesaplama bilgilerini inceleyen çalışmaların oldukça kısıtlı olması sebebiyle çalışmanın alan yazına yenilik getireceği düşünülmektedir. Çalışmada İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programında öğrenim gören öğrencilerin dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme ve bu cisimlerle alan ve hacim hesabı yapma becerilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

Bu çalışma ile şu sorulara cevap aranmaktadır:

Araştırma problemi: İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları ve uzamsal görselleştirme becerileri ne düzeydedir?

Alt Problem Cümleleri

1-)İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları ne düzeydedir?

2-)İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerle ilgili uzamsal görselleştirme becerileri nasıldır?

3-)İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları ile uzamsal görselleştirme becerileri arasında bir ilişki var mıdır?

4-)İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları düzeylerinde cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

5-)İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme becerileri konusunda cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.4.Sınırlılıklar

- Araştırma İzmir’de bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği bölümüne devam eden ikinci sınıf lisans öğrencileri ile sınırlıdır.
- Araştırma dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme ile alan ve hacim hesaplama konuları ile sınırlıdır.
- Araştırma belirlenen süreler ile sınırlıdır.

1.5.Varsayımlar

- Araştırmada katılımcıların soruları içtenlikle yanıtladıkları varsayılmıştır.
- Yapılan görüşmelerde katılımcıların düşüncelerini içtenlikle yansıttıkları varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Uzamsal Yetenek: Üç boyutlu nesneleri zihinde canlandırabilme ve hareket ettirebilmedir (Turgut, 2007).

Uzamsal Görselleştirme: Üç boyutlu nesneleri zihinde hareket ettirebilme ve döndürebilmedir (McGee, 1979).

Dönel Cisimler: Düzlemsel eğrinin aynı düzlemde bulunan bir doğru etrafında dönmesiyle elde edilen cisimlerdir (Karakaş ve Baydaş, 2008).

1.7. Kısaltmalar

ALES: Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Giriş Sınavı

KPSS: Kamu Personeli Seçme Sınavı

PISA: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

TIMSS: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

TDK: Türk Dil Kurumu

ÖABT: Öğretmenlik Alan Bilgisi Testi

LGS: Lise Giriş Sınavı

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde ilk olarak uzamsal yetenek tanımı ve alt bileşenlerine yer verilmektedir. Sonrasında sırasıyla uzamsal görselleştirme kavramı ve dönel cisimler kavramı ile ilgili farklı araştırmacıların tanımları yer almaktadır. Bölümde son olarak ilgili araştırmaların özetleri bulunmaktadır.

2.1.Uzamsal Yetenek ve Alt Bileşenleri

Nesnelerin uzayda algılanması ile ilgili çalışmalar Aristo'ya kadar dayandırılrsa da alan yazında uzamsal yetenek ile ilgili yapılan ilk çalışma Galton'un (1883) yaptığı psikolojik araştırmalar olarak kabul edilmektedir. O günlerden günümüze uzamsal yetenek kavramı farklı alanlardan birçok bilim insanının ilgi odağı haline gelerek, birçok araştırmaya konu olmaktadır.

Eliot ve Smith (1983) tarafından uzamsal yetenek ile ilgili çalışmalar tarihsel olarak üç aşama halinde incelenmektedir. Birinci aşamada (1904-1938) uzamsal yetenek ile zekâ arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. İkinci aşamada (1938-1961) uzamsal yeteneğin alt bileşenleri ve bu bileşenlerin özellikleri araştırılırken; üçüncü aşamada ise (1961-1982) uzamsal yetenek ile diğer yetenek türleri arasındaki ilişki ve uzamsal yeteneği ölçmek için geliştirilen ölçekler ve bunların etkileri incelenmiştir. 1982'den günümüze kadar olan dönem de uzamsal yetenek üzerine özellikle teknolojik uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı dördüncü dönem olarak kabul edilebilir (Strong ve Smith, 2002).

Uzamsal yetenek kavramı ve uzamsal yeteneğin alt bileşenleri ile ilgili üzerinde fikir birliğine varılmış bir tanım ve çerçeve yoktur. Thurstone'a (1938) göre uzamsal yetenek cisimlerin ve bu cisimler üzerinde meydana gelen değişimlerin zihinde canlandırılması, yorumlanması ve bunlarla ilgili genellemeler yapılmasıdır. French (1951) ise uzamsal yeteneği nesnelerin üç boyutlu uzayda zihinde canlandırılıp hareket ettirilebilmesi olarak tanımlamaktadır. Lohman (1979) da benzer şekilde uzamsal yeteneği üç boyutlu nesnelerin zihinde görselleştirilip hareket ettirilmesi

olarak tanımlamıştır. Lord (1985) ise uzamsal yeteneği nesnelerin zihinde kavranıp, o nesneyi farklı bakış açılarıyla değerlendirebilme becerisi olarak tanımlamaktadır.

Üç boyutlu uzayda bir nesnenin duruşu ve bu nesnenin herhangi bir yönde döndürülmesiyle alacağı yeni durumu zihinde canlandırabilme yeteneği Gardner'a (2011) göre uzamsal yetenektir. Ekstrom, French ve Harman (1976) da uzamsal yeteneği uzamsal nesneleri anlama ve uzamsal nesneler üzerinde meydana gelen değişimleri görebilme olarak açıklamaktadırlar. Benzer şekilde Battista (1990) ve Eliot (1999) da uzamsal yeteneği nesnelerin üç boyutlu zihinsel görüntülerini hayal edebilme, bunları zihinde hareket ettirip döndürebilme ve nesnelerin içerisinde yer aldığı ortama ve duruma geniş bir bakış açısıyla bakıp durumu değerlendirebilme becerisi olarak tanımlamaktadırlar. Son yapılan çalışmalarla birlikte uzamsal yeteneğin tanımının iki ve üç boyutlu nesnelerin ve bu nesnelerin parçalarının hareketlerinin zihinde canlandırılabilmesi olduğu noktasında fikir birliğine varıldığını göstermektedir (Kovac, 1989). Uzamsal yetenek ile ilgili farklı bilim insanları farklı tanımlamalar yapsalar da genel olarak ortak becerilere dikkat çektikleri görülmektedir.

Uzamsal yeteneğin alt bileşenleri ile ilgili olarak farklı araştırmacıların farklı alt bileşenler tanımladıkları görülmektedir. Farklı yazarlara göre farklı alt bileşenler tanımlanmasının sebebinin aynı ya da benzer özelliklere atfedilen becerilerin farklı isimlendirilmesinden kaynaklanıyor olabileceği tahmin edilmektedir. Farklı araştırmacıların konuya farklı bakış açılarıyla yaklaşımları da alt bileşenler konusunda farklılıkların oluşmasına neden olarak gösterilebilir. Tablo 1' de araştırmacıların tanımladıkları uzamsal düşünme alt bileşenleri görülmektedir. Her araştırmacının tanımladığı uzamsal düşünme alt bileşeni tik işareti ile işaretlenmiştir.

Tablo 1

Farklı araştırmacılar uzamsal yeteneğin alt bileşenlerini farklı tanımlasalar da genel olarak uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenleri noktasında fikir birliğine vardıkları görülmüştür (McGee, 1979; Linn ve Petersen, 1985; Lohman, 1988; Smith, 1998; Contero, Naya, Company, Saorin ve Conesa, 2005; Tarte, 1990; Clements, 1998; Sorby, 1999; Maier, 1998; Kimura, 1999). Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim alt bileşenlerine ek olarak uzamsal ilişkiler alt bileşeninin de farklı yazarlar tarafından yapılan sınıflandırmalarda sıklıkla yer aldığı tespit edilmiştir (Pellegrino, Alderton ve Shute, 1984; Olkun, 2003; Contero, Naya, Company, Saorin ve Conesa, 2005; Lohman, 1979; Carroll, 1993; Maier, 1998). Zihinde döndürme alt bileşeninin de bazı sınıflandırmalarda yer aldığı görülmektedir (Lohman, 1988; Smith, 1998; Linn ve Petersen, 1985; Okagaki ve Frensch, 1996; Maier, 1998). Uzamsal algı bileşeni de bazı sınıflandırmalarda yer almaktadır (Linn ve Petersen, 1985; Okagaki ve Frensch, 1996; Maier, 1998; Kimura, 1999). Bunların yanı sıra uzamsal yeteneğin alt bileşenlerini daha farklı sınıflandıran araştırmacılar da vardır. Örneğin Maccoby ve Jacklin (1974) analitik faktör ve analitik olmayan faktör olarak sınıflama yapmaktayken; Carroll (1993) uzamsal görselleme, uzamsal ilişkiler, bütünleştirme hızı, bütünleştirme esnekliği ve algısal hız bileşenlerini tanımlamaktadır. Kimura (1999) ise uzamsal görselleme, uzamsal yönelim ve uzamsal algı bileşenlerine ek olarak uyarıcı belleği, hedefleme ve nesne ayırt etme bileşenlerini dâhil etmektedir. Grande (1990) ise tüm bu alt bileşenlerden farklı olarak göz-beden eşgüdümü, şekil-zemin algısı, algısal süreklilik, uzayda konum algısı, uzaysal ilişkiler algısı, görsel ayırım ve görsel hafıza becerileri şeklinde alt bileşenler tanımlamaktadır.

Uzamsal düşünme alt bileşenlerinden alan yazında en sık kullanılanlara bakılacak olursa uzamsal yeteneğin en karmaşık bileşeni olan uzamsal görselleştirme (Linn ve Petersen, 1985), geometrik şekilleri anlamlandırabilmek, onları zihinde dönüştürebilmek ve bütün-parça ilişkilerini kurabilmektir (McGee, 1979). Uzamsal yönelim bir cisme farklı bakış açılarından bakabilmedir (McGee, 1979). Uzamsal görselleştirmede cisim zihinde hareket eder; fakat uzamsal yönelimde cisim sabitken, ona bakan kişinin bakış açısı değişir (Turgut, 2010). Uzamsal ilişkiler ise uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerinin birleşimi gibidir. Yani uzamsal ilişkiler bir cismin zihinde hareket ettirilip dönüştürebilmesi ve o cisme farklı bakış

açılarından bakılabilmesi becerilerinin toplamıdır (Olkun, 2003). Zihinde döndürme uzamsal düşünme alt bileşenini Smith (1998) bir cismi zihinde döndürebilme becerisi olarak tanımlamaktadır. Kimura (1999) uzamsal algıyı oldukça karmaşık zeminlerde cismi ayırt edebilme, ona odaklanabilme ve onunla ilgili istenen hareketleri zihinde yapabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Uyarıcı belleği, bunları akılda tutup hatırlayabilme, hedefleme, cisim üzerinde istenen hareketleri zihinde yapabilme ve nesne ayırt etme, karmaşık zeminlerde dahi cismi ayırt edebilmedir (Kimura, 1999). Maccoby ve Jacklin (1974) tarafından ortaya atılan analitik faktör uzamsal yetenek alt bileşeni, açık hali verilen cismin kapalı halini düşünebilme becerisi iken; analitik olmayan faktör ise zihinde cisimlerin döndürülebilmesi becerisidir. Göz-beden eş güdümü, gözün gördüğü cisimleri aktarabilme becerisi olarak tanımlanırken; şekil-zemin algısı cisim ve zemini ayırt edebilmedir (Grande, 1990). Cisimleri büyüklük ve konumlarına göre birbirinden ayırt edebilme becerisi algısal süreklilik alt bileşenini oluştururken, uzayda konum algısı cismin üç boyutlu uzaydaki konumunu anlayabilmedir (Grande, 1990). Cisimlerin benzerlik ve farklılıklarını anlayabilme görsel ayırım alt bileşeni iken bu özellikleri sonrasında hatırlayabilme becerisi ise görsel hafıza alt bileşeni olarak tanımlanır (Grande, 1990).

Uzamsal yeteneğe etki eden faktörlerden birinin cinsiyet olduğu bilinmektedir. Literatürde genel olarak erkeklerin uzamsal yeteneklerinin kızlara göre daha fazla olduğu görülmektedir (McGee, 1979; Fennema ve Tartre, 1985; Tartre, 1990; Fennema ve Sherman, 1977). Bu durumu Ethington ve Wolfle (1984) erkeklerin uzamsal yeteneklerinin onların doğası gereği daha fazla olduğunu söylerken; Fennema ve Sherman (1978) ise erkeklerin kendilerine kızlara oranla daha fazla güven duymalarının sebep olduğu şeklinde açıklamaktadırlar. Bu durumun aksine bazı araştırmalarda ise cinsiyetin uzamsal yetenek üzerine bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Caplan, MacPherson ve Tobin, 1985; Turgut, 2007; Manger ve Eikeland, 1998). Bazı araştırmalarda ise örneklem grubunun yaşına ya da uzamsal yetenek alt bileşenlerine göre cinsiyetler arasında farklılıklar gözlenmiştir. Örneğin Geiringer ve Hyde (1976) 5. ve 12. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini araştırdıkları çalışmalarında 5. sınıftaki öğrencilerde cinsiyetin uzamsal yetenek üzerinde herhangi bir etkisini göremezken; 12.sınıf öğrencilerinde erkeklerin uzamsal

yeteneklerinin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Öte yandan Linn ve Petersen (1985) ve Clements ve Battista (1992) ise erkeklerin daha çok uzamsal kavrama, zihinde döndürme ve sözel olmayan problem durumlarında kızlara göre daha başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Linn ve Petersen (1985) tarafından yürütülen meta-analiz çalışması sonucunda cinsiyet etkisi en fazla zihinde döndürme alt bileşeninde, en az ise uzamsal görselleştirme alt bileşeninde görülmüştür. Bu sebeple uzamsal yetenek ya da uzamsal yeteneğin alt bileşenleri üzerinde cinsiyet etkisinin de araştırılması önemli ve değerli görülmektedir.

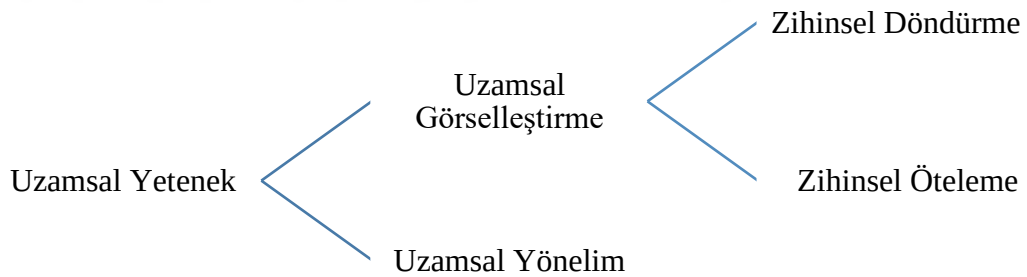
2.2.Uzamsal Görselleştirme

Uzamsal yetenek kavramında olduğu gibi uzamsal görselleştirme kavramı ile ilgili olarak da üzerinde fikir birliğine varılmış bir tanım yoktur. McGee (1979) bir nesneyi zihinde bükme, açma-kapama, döndürme ve hareket ettirebilme becerisine uzamsal görselleştirme adını vermektedir. Uzamsal görselleştirmede cismin tamamında ya da bir parçasında bir hareket ya da değişimin olması söz konusudur (McGee, 1979). Uzamsal görselleştirmeyi uzamsal yeteneğin en karmaşık bileşeni olarak gören Linn ve Petersen'e (1985) göre uzamsal görselleştirme karmaşık süreçleri düzenleyebilme ve kullanabilme becerisidir. Okagaki ve Frensch (1996) de buna benzer bir fikir ileri sürerek uzamsal görselleştirmede bilgilerin birden fazla düzeyde kullanılabilmesi becerisinin ön plana çıktığını vurgulamaktadırlar. Strong ve Smith (2002) uzamsal görselleştirmeyi üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerdeki hareketlerini zihinde canlandırabilme olarak tanımlarken; Olkun ve Altun (2003) iki boyutlu cisimleri de dâhil ederek iki ve üç boyutlu cisimlerin hem hareketlerini hem de bu hareketleri sonucu alacakları yeni durumları anlayabilme olarak tanım yapmaktadırlar. Kayhan (2005) ise bütün-parça ilişkisine dikkat çekerek uzamsal görselleştirme becerisini bütünü ve parçalarının hareket etmesi sonucunda oluşan yeni durumları anlayabilme olarak tanımlamaktadır.

Bishop (1983) uzamsal görselleme becerisinin şekil bilgisini yorumlayabilme becerisi ve görsel işleme becerisi olmak üzere iki bileşenden oluştuğunu belirtmektedir. Şekil bilgisini yorumlayabilme becerisinde şekil, grafik, diyagram ve tablo gibi görselleri okuyup anlayabilme süreçleri varken; görsel işleme becerisinde

sözel olarak verilen bilgilere dair görselleri zihinde canlandırabilme, cisimlerin açık ve kapalı hallerini düşünebilme, cisimleri döndürebilme ve cisimleri bir halden başka bir hale zihinde dönüştürebilme süreçleri vardır (Bishop, 1983). Dönel cisimlerin oluşturulması sürecinde de iki boyutlu bir şeklin bir eksen etrafında döndürülüp üç boyutlu hale geçmesi söz konusu olduğundan, görsel işleme becerisinin işe koşulması gerekmektedir denilebilir.

Sorby'ye (1999) göre uzamsal yeteneğin alt bileşenleri konusunda her ne kadar farklı görüşler olsa da temelde uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenleri yer almaktadır. Uzamsal görselleştirme bileşeninin ise zihinsel döndürme ve zihinsel dönüştürme olmak üzere iki alt bileşeni vardır (Sorby, 1999). Uzayda cismin tamamının döndürülmesi söz konusu ise zihinsel döndürme bileşeni, eğer cismin sadece bir kısmının dönmesi, değişimi ya da ötelenmesi söz konusu ise zihinsel öteleme bileşeni söz konusudur (Sorby, 1999). Şekil 1 uzamsal yetenek ve uzamsal görselleştirme bileşenlerini göstermektedir.



Şekil 1. Uzamsal yetenek sınıflandırması (Sorby, 1999)

Uzamsal görselleme becerisini ölçmek adına geliştirilen ölçeklerde genellikle kâğıt katlayıp açma, iki ve üç boyutlu cisimlerin ya da bunların bazı parçalarının zihinde hareket ettirilmesi, yüzey tamamlama, iki boyuttan üç boyuta dönüştürebilme ya da üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görünümelerini anlayabilme ile ilgili sorular sorulmaktadır. Yapılan araştırmalarda uzamsal görselleştirme becerisinin ölçülmesi amacıyla genellikle Purdue Uzamsal Görselleme Testi, Karmaşık Yetenek Testi, Minnesota Kâğıt Formu Testi, Uzamsal Görselleştirme Testi ve Frensch Referans Kiti gibi testlerin kullanıldığı görülmektedir (Ünlü, 2014). Bu araştırmada

ise alana yenilik getirmek amacıyla dönel cisimler konusunda uzamsal görselleştirme becerisini ölçmek amacıyla birisi nicel yöntemlerle, diğeri ise hem nitel hem nicel yöntemlerle veri toplama ve analiz yapma hedefi olan iki orijinal ölçek geliştirilmiştir.

2.3. Dönel Cisimler

Matematik, mühendislik, mimarlık ve imalat gibi alanlarda sıklıkla kullanılan dönel cisimler, bir geometrik şeklin ya da bir eğrinin belirli bir nokta ya da doğru etrafında dönmesiyle oluşur (Ayres ve Mendelson, 2013). Karakaş ve Baydaş (2008) ise dönel cisimleri düzlemsel eğrinin yine aynı düzlemde bulunan bir doğru etrafında belirli bir açıyla dönmesi sonucu oluşan geometrik şekiller olarak tanımlamaktadırlar. Küre, silindir ya da koni gibi cisimler birer dönel cisimdirler. Dönel cismin etrafını çevreleyen yüzey ise dönel yüzey olarak isimlendirilir (Ayres ve Mendelson, 2013). Dönel yüzeylerde alan hesaplama ve dönel cisimlerin hacimlerinin hesaplanması ülkemizde birçok üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programlarında ve üniversite eğitimi sonrasında girilen sınavlarda öğretmen adaylarının karşılarına çıkan ve genellikle anlaşılmasında güçlük çekilen integral kavramıyla ilgili bir konudur (Delice ve Sevimli, 2011; Rasslan ve Tall, 2002).

İntegral kavramı ve ilgili kurallarla birlikte integral uygulamaları üniversite öğrencilerinin genellikle öğrenmede güçlük yaşadıkları konulardan biridir. Bu durumun olası iki sebebi vardır: İntegral kavramının ileri bir işlem olarak görülmesi ve integralin hem türevi içeren hem de alan ve hacim hesabında kullanılan ikili bir işlem olmasıdır denilebilir (Maharaj, 2004). İntegral aracılığıyla yapılan alan ve hacim hesaplamalarında farklı yöntem ve formüllerin kullanılması da öğrencilerin karmaşa ve zorluk yaşamalarına sebep olabilmektedir (Delice ve Ergene, 2015; Kusumaningrum, Irfan, Agustito, Wijayanto ve Ratih, 2019). Tüm bu sebepler bir arada düşünüldüğünde integral kavramı öğretilirken hem cebirsel gösterim, hem grafiksel temsil hem de dönel cisim oluşma süreci birlikte ele alındığında kavramlar arasındaki bağlantının daha rahat kurulması bekleneceğinden daha anlamlı öğrenmeler gerçekleşmesi öngörülmektedir (Sevimli ve Delice, 2010; Sealey, 2006; Maharaj, 2014).

Dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplayabilme becerisi uzamsal yetenek alt bileşenlerinden uzamsal görselleştirme ile ilgili bir beceridir. McGee (1979) uzamsal görselleştirmeyi, üç boyutlu nesnelerin tüm hareketlerinin zihinde canlandırılabilmesi olarak tanımlamaktadır. Aynı şekilde Olkun ve Altun (2003) da uzamsal görselleştirmeyi iki ve üç boyutlu geometrik şekillerin hareketlerini ve bu hareketleri sonucunda alacakları son durumları zihinde görebilme olarak açıklamaktadırlar. Uzamsal görselleştirme tanımı yapan birçok araştırmacının açıklamalarındaki ortak vurgu uzamsal görselleştirmede cismi iki boyuttan üç boyuta dönüştürebilme, döndürebilme, hareket ettirebilme, cisme farklı açılardan bakabilme ve cismin açık-kapalı hallerini zihinde tasvir edebilme becerileri üzerinedir. Örneğin iki boyutlu olan bir çember bir doğru etrafında döndüğünde üç boyutlu olan bir küre ya da iki boyutlu olan bir üçgen bir doğru etrafında döndüğünde bir koni oluşacağının bilinmesi uzamsal görselleştirme becerisi ile ilgilidir (Caferov, 1999). Dönel cisimlerin oluşum aşamasında bu geometrik şekillerin iki ve üç boyutlu hallerini düşünebilme, şekli doğru etrafında döndürebilme, üç boyuta geçebilme ve cismin son halini zihinde canlandırabilme uzamsal görselleştirme becerisi olarak isimlendirilmektedir. Tüm bu tanımlamalar ışığında görülmektedir ki dönel cisimler ve dönel cisimlerle ilgili işlemler yapabilme uzamsal görselleştirme becerisi gerektiren bir konudur.

2.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme ya da dönel cisimler kavramlarıyla ilgili olarak üniversite öğrencileriyle yürütülen ulusal ve uluslararası düzeydeki araştırmalara yer verilmiştir. Araştırmalar özet olarak sunulmuştur. Bölüm sonunda ise ilgili araştırmalar ışığında yapılan bu çalışmanın önemine ve alana getireceği yeniliklere değinilmiştir.

Turğut'un (2010) yürüttüğü araştırmanın iki temel amacı vardır. Bunlardan bir tanesi ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine, başarılarına ve geometrik düşünme düzeylerine teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin etkisinin incelenmesidir. Araştırmanın diğer amacı ise örneklemin uzamsal yetenekleri, akademik başarıları, cinsiyetleri, lineer cebir başarıları ve geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Dokuz Eylül

Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 85 ilköğretim matematik öğretmen adayı ile yürütülen bu çalışmada ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubu teknoloji destekli lineer cebir öğretimi ile derslerini işlerken, kontrol grubu geleneksel öğretim ile derslerini işlemiştir. Araştırmanın ikinci amacını araştırmak için ise yine aynı bölümde öğrenim gören 193 öğretmen adayı ile ilişkisel tarama modelinde araştırma yapılmıştır. Çalışmada Van Hiele Geometrik geometrik düşünme düzeyleri testi, lineer cebir başarı testi ve uzamsal yetenek testi ölçme araçları olarak kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre deney ve kontrol grupları arasında geometrik düşünme düzeyleri bakımından anlamlı bir farka rastlanmamıştır; fakat uzamsal yetenek ve lineer cebir testi puan ortalamalarında deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. İlişkisel tarama testlerinde ise uzamsal yetenek ile cinsiyet ve geometrik düşünme düzeyleri değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki yokken uzamsal yetenek ile akademik ve lineer cebir başarıları değişkenleriyle orta düzey pozitif ilişki bulunmuştur.

İrioğlu Sarıkaya (2019) İç Anadolu Bölgesi'nde bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 572 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile çalışmıştır. İlişkisel tarama metodu kullanılan bu araştırmanın amacı öğretmen adaylarının uzamsal görselleme becerileri, düşünme stilleri ve geometriye yönelik tutumları arasında bir ilişki olup olmadığını ve bu durumun sınıf düzeylerine göre farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesidir. Çalışmada üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü 1, 2, 3 ve 4. sınıf öğrencilerine Purdue Uzamsal Görselleme Testi, geometri tutum ölçeği ve düşünme stilleri ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda uzamsal görselleştirme becerisi ile geometriye yönelik tutum arasında ve geometriye yönelik tutum ile düşünme stilleri arasında düşük bir ilişki tespit edilmiştir. Ek olarak sınıf düzeyleri ile düşünme stilleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamazken; sınıf düzeyleri arttıkça uzamsal görselleştirme becerisinin de anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir.

Benzer (2018) bir devlet üniversitesinde bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümüne devam eden 55 öğrenci ile ön test-son test yarı deneysel desen kullanarak araştırmasını yapmıştır. 14 hafta süren araştırmanın amacı bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine,

geometriye yönelik tutumlarına ve üç boyutlu modelleme becerilerine etkisini incelemektir. Çalışmada Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi, döndürme testi ve tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonunda teknoloji destekli öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin, üç boyutlu modelleme becerilerinin ve geometriye yönelik tutumlarının geleneksel öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı olarak artış gösterdiği bulunmuştur.

Olgun (2016) tarafından yürütülen araştırmanın amacı matematik öğretmeni adaylarının sözel matematik problemlerini çözme performanslarını, matematiksel düşünme yapılarını, görsel-uzamsal temsilleri kullanımlarını ve aynı zamanda görsel-uzamsal yeteneklerini ve bu değişkenler arası ilişkileri incelemektir. Bu amaç doğrultusunda Ankara ve İstanbul’da bulunan biri özel dördü devlet üniversitesi olmak üzere toplam beş üniversitede matematik öğretmenliği bölümüne devam eden 113 öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır. Çalışmada matematiksel düşünme yapıları ve görsel-uzamsal yetenek testi olmak üzere iki adet ölçek kullanılmıştır. Araştırma sonunda farklı düşünme yapıları gösteren öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinin birbirine benzer olduğu, farklı tiplerdeki temsil kullanımının problem çözme performansını etkilediği ve görsel-uzamsal yeteneğin sadece şematik temsil kullanımı ile anlamlı ve pozitif ilişkisi olduğu bulunmuştur.

Uygan (2011) tarafından 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi’nde 72 ilköğretim matematik öğretmeni ile yürütülen çalışmada deneysel desen ve durum çalışması bir arada kullanılmıştır. Araştırmanın amacı katı cisimlerin öğretiminde Google SketchUp ve somut model uygulamalarının uzamsal yeteneğe etkisini incelemek ve bu öğretim yöntemleri hakkında öğretmen adaylarının görüşlerini almaktır. Araştırmanın birinci amacı için hazırlanan deneysel desende iki deney ve bir kontrol grubu yer almaktadır. Deney gruplarının bir tanesi katı cisimler konusunu Google SketchUp modeli ile öğrenirken, diğer deney grubu somut modeller uygulamaları ile öğrenim görmüş; kontrol grubu öğrencileri ise düzlemsel tasvirler üzerine uygulamalar yapmışlardır. Santa Barbara Solids Test ve Purdue Spatial Vizualization testleri gruplara ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının öğretim yöntemleri ile ilgili görüşleri alınmıştır. Araştırmada Google SketchUp ile öğrenen grubun puanlarının, diğer gruplara göre

anlamalı düzeyde yükseldiği, öğretmen adaylarının ise uzamsal yeteneğin geliştirilmesi konusunda en etkili yöntemin Google SketchUp yöntemi olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Kardeş Birinci (2016) tarafından yürütülen nitel çalışmanın amacı matematik öğretmeni adaylarının lineer cebir konusunda anlama boyutlarını, matematiksel düşünme yapılarını ve uzamsal yeteneklerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda 2012-2013 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinde ortaöğretim matematik öğretmenliği bölümünde eğitim gören 41 öğretmen adayı çalışmaya katılmıştır. Veri toplama araçları olarak Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi, Matematiksel Süreç Aracı testi ve araştırmacı tarafından geliştirilen lineer cebir testi kullanılmıştır. Öğretmen adayları ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve bu testler onlara uygulanmıştır. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının farklı lineer cebir kavramları için farklı imgeler kullandıkları, lineer cebir performanslarının kavramlara, matematiksel düşünme yapılarına ve uzamsal yeteneklerine göre farklılaştığı görülmüştür.

Kayhan'ın (2012) yürüttüğü bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının uzamsal görme problemlerini çözerken kullandıkları stratejileri ve yaşadıkları zorlukları belirlemektir. Bu amaçla Ankara'da bir devlet üniversitesinde ortaöğretim ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerine devam eden toplam beş öğrenci ile durum çalışması yapılmıştır. Çalışmada Uzamsal Yetenek Testi ve görev temelli görüşmeler veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Çalışma sonunda katılımcıların uzamsal görme problemlerini çözerken sınırlı esneklik ve eksik yeterlilik olarak iki temel noktada sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının uzamsal görme problemlerini çözmede bütünsel, analitik ve arada olan stratejiler olmak üzere üç temel strateji ve bunlara ait zihinsel döndürme, zihinsel manipülasyon, kısmi döndürme ve kısmi manipülasyon gibi de alt stratejiler kullandıkları belirlenmiştir.

Sevimli (2009) tarafından yürütülen çalışmada öğretmen adaylarının belirli integral konusunda kullandıkları temsiller, görsel-uzamsal yetenek ve akademik başarı kavramları arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Nitel ve nicel desenlerin bir arada

kullanıldığı bu çalışmaya bir devlet üniversitenin matematik öğretmenliği bölümüne devam eden 45 tane ikinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Purdue Uzamsal Görselleme Testi yanında araştırmacı tarafından geliştirilen Belirli İntegral Yeterlilik Testi ve Temsil Tercih ve Dönüşüm testleri kullanılmıştır. Altı öğrenci ile görüşmeler yapıp çalışmanın nitel verileri elde edilmiştir. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının belirli integral problemlerini çözerken çoklu temsil kullanma becerilerinin yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak belirli integral konusunda kullanılan çoklu temsiller ile akademik başarı ve uzamsal görselleme becerisi arasında pozitif anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Çalışmada uzamsal görselleme yeteneğinin farklı temsilleri kullanabilme becerisini etkilediği sonucu göz önünde bulundurularak bu konuda kavram bilgisinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Çeker'in (2018) yaptığı araştırmanın amacı öğretmen adaylarının zihnin uzamsal alışkanlıklarının cinsiyete, kullanılan ele, sınıf düzeyine, yaşa, akademik başarıya, üniversite giriş puanına ve okul öncesi eğitim süresine göre değişip değişmediğinin incelenmesidir. Bu sebeple ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. İç Anadolu Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik, fen bilimleri, sınıf, bilgisayar ve öğretim teknolojileri, okul öncesi, ingilizce, zihinsel engelliler ve özel eğitim bölümlerine devam eden toplam 557 öğretmen adayı bu çalışmaya katılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının zihnin uzamsal alışkanlıkları cinsiyet, yaş, akademik başarı, üniversite giriş puanı, kullanılan el ve okul öncesi eğitim süresi değişkenlerine göre anlamlı düzeyde farklılık göstermezken; sınıf düzeyi değişkeninde dördüncü sınıflar ile birinci sınıflar arasında dördüncü sınıflar lehine anlamlı farklılık göstermiştir.

Taşova (2011) İstanbul'da bir devlet üniversitesinin matematik öğretmenliği tezsiz yüksek lisans programında öğrenim gören 75 öğretmen adayı ile durum çalışması yürütmüştür. Çalışmanın amacı öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecindeki görselleme beceri düzeylerini ve görsel süreci incelemektir. Analitik, geometrik ya da harmonik düşünme yapılarından birine sahip öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerindeki görselleme süreçleri bireysel ve grup çalışmaları sırasında gözlenmiştir. Öğretmen adaylarına ayrıca Matematiksel Modelleme Testi, Zihinsel Döndürme ve Uzamsal Görselleme Testi ve Matematiksel

Süreç Aracı testleri uygulanmış ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma bulgularında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinde yetersizlik tespit edilmekle birlikte zihinde döndürme yeteneğine göre uzamsal görselleştirme yeteneğinin daha zayıf olduğu ve sözel-mantıksal bileşenleri görsel-resimsel bileşenlerden daha fazla tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Akkuş (2016) Bilgisayar Destekli Teknik Resim dersinde kullanılan Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin yaptıkları teknik çizimlere yönelik uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla İnönü Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü birinci sınıfa devam eden 28 öğrenci ile yarı deneysel bir araştırma yürütülmüştür. Araştırma üç hafta sürmüştür. Kontrol grubuna üç boyutlu çizimler sunan Artırılmış Gerçeklik uygulamaları ile öğretim yapılırken, kontrol grubuna iki boyutlu çizimler ile öğretim yapılmıştır. Artırılmış Gerçeklik uygulamaları iki boyutlu nesneleri üç boyutlu hale dönüştürerek daha gerçekçi bir hal almalarını sağlamaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırma süresinde çizimleri yapılan materyaller kullanılmış ve bunlara dair teknik başarı puanı ve uzamsal yetenek puanı verilmiştir. Araştırma sonunda akademik başarı ve uzamsal yetenek puanlarında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

Sezen Yüksel (2013) 2011-2012 öğretim yılında Ankara'da bir devlet üniversitesinde ortaöğretim matematik öğretmenliği birinci ve ikinci sınıfa devam eden toplam 77 öğretmen adayı ile yarı deneysel modellerden zaman dizisi modeli ile çalışmıştır. Çalışmanın amacı uzamsal yeteneği zihinde döndürme, zihinde kesme ve uzamsal görselleştirme bileşenleri bağlamında tanımlamak ve bu bağlamda öğretmen adaylarının uzamsal yetenek düzeylerini belirlemektir. Araştırmada üç farklı etkinlik hazırlanarak öğrencilere farklı zamanlarda uygulanmıştır. Veri toplama araçları olarak araştırmacı tarafından geliştirilen zihinde döndürme, zihinde kesme ve uzamsal görselleştirme olmak üzere üç adet ölçek kullanılmıştır. Araştırma sonunda zihinde döndürme, zihinde kesme ve uzamsal görselleştirme bileşenlerinin tek boyut olarak uzamsal yetenek kavramı altında birleştiğini ve hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Köse'nin (2018) yürüttüğü çalışmanın amacı üst, orta ve alt olarak üç düzeyde incelenen uzamsal yeteneğin; analitik, geometrik ve harmonik olarak üçe ayrılan düşünme yapıları bağlamında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının üst düzey uzamsal yeteneğe sahip olanların düşünme yapılarını SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) taksonomisi düzeylerine göre nasıl değiştiğini belirlemektir. Bu amaçla 2017-2018 öğretim yılında bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 92 öğretmen adayıyla karma desenli bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmanın nicel bölümünde tüm örnekleme uzamsal yetenek ve düşünme yapıları ölçekleri uygulanmıştır. Alınan puanlara göre belirlenen üst düzey uzamsal yeteneğe sahip 11 öğrenci ile de araştırmanın nitel kısmı yürütülmüştür. Öğretmen adayları ile yapılan mülakatlar ile SOLO düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma bulgularında öğretmen adaylarından üst düzey uzamsal yeteneğe sahip olanların SOLO düzeylerinin çok yönlü yapıda yoğunlaştığı, çok az bir kısmının geometrik düşünme yapısına sahip olduğu ve problem çözümlerinde görsel-resimsel tercihleri az kullandıkları tespit edilmiştir.

Göktepe (2013) tarafından yürütülen araştırmanın amacı SOLO taksonomisi modeline göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerilerini incelemektir. Karma desenle yürütülen bu çalışmada 81 öğretmen adayına öncelikle Purdue Uzamsal Görselleştirme testi uygulanmış ve öğretmen adaylarının uzamsal düşünme düzeyleri belirlenmiştir. Sonrasında ise bu testten alınan puanlara göre altı öğretmen adayı ile klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının büyük bir kısmının orta düzeyde uzamsal yeteneğe sahip olduğu, uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim bileşenlerinde çok yönlü yapı seviyesinde yoğunlaştıkları ve uzamsal görselleştirmede farklı boyutlar arasında geçiş yapmayı gerektiren problemlerle karşılaştıklarında ilişkisel yapı seviyesinin altında kalan cevaplar verdikleri belirlenmiştir.

Gökbulut (2010) tarafından yürütülen çalışmanın amacı ise sınıf öğretmeni adaylarının geometrik cisimler hakkındaki pedagojik alan bilgilerini incelemektir. Nitel araştırma desenlerinden bütüncül çoklu durum ile gerçekleştirilen bu çalışma dört öğretmen adayı ile 2008-2009 eğitim-öğretim yılında yürütülmüştür. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, dersler gözlemlenmiş ve video kayıt altına

alınmıştır. Analizler neticesinde öğretmen adaylarının zengin örnekler vermekte ve matematiğe uygun tanımlar yapmakta zorlandıkları, bazı geometrik cisimleri ve onların elemanlarını yanlış tanıdıkları fakat öğrenci cevaplarını anlama noktasında nitelikli ve yeterli cevaplar verebildikleri belirlenmiştir.

Çakmak, Konyalıoğlu ve Işık (2014) tarafından yürütülen araştırma gerek amacı gerekse bulguları yönünden Gökbulut (2010) tarafından yürütülen araştırmayla oldukça benzerlik göstermektedir. Çakmak, Konyalıoğlu ve Işık (2014) karma yöntem kullanarak ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının üç boyutlu geometrik cisimlere ilişkin konu alan bilgilerini incelemişlerdir. İki farklı üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümüne devam eden 131 öğretmen adayına öncelikle bilgi testi uygulanmış, sonrasında ise öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma bulgularında öğretmen adaylarının üç boyutlu cisimlere ilişkin matematiğe uygun tanımlar yapmakta ve uygun örnekler vermekte zorluklarla karşılaştıkları, cisimlerin özelliklerini tanımakta ağırlıklı olarak görsel nedenli cevaplar verdikleri fakat uzamsal düşünme konusunda sıkıntı yaşamadıkları tespit edilmiştir.

Delice ve Ergene (2015)¹ tarafından yürütülen çalışmada integrale hacim problemi çözüm sürecindeki üniversite öğrencilerinin disk, pul ve kabuk yöntemleri arasındaki seçimleri uygulama temelli bireysel ilişkiler bağlamında incelenmiştir. İstanbul'da bir devlet üniversitesinde mühendislik (çevre mühendisliği, inşaat mühendisliği, makine mühendisliği), fen edebiyat (matematik bölümü) ve eğitim fakültelerinden (ilköğretim matematik eğitimi bölümü) toplam 101 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilen 7 soruluk integral hacim testi öğrencilere uygulanmış, ayrıca her fakülteden ikişer öğrenci ile görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin ders defterleri ile ders içerikleri incelenmiştir. Nitel araştırma yöntemleri ile veriler analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda üniversite öğrencilerinin ölçek üzerindeki başarılarının genel olarak düşük olduğu, öğrencilerin yaklaşık yarısının sorulara herhangi bir cevap veremeyip boş bıraktığı, öğrenci, öğretmen ve öğrenme ortamından kaynaklı sebeplerin de problem çözüm sürecindeki bireysel ilişkileri etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca çözüm sürecinde en fazla pul yönteminin tercih edildiği, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kabuk yöntemini hiç

kullanmayıp, bazı sorularda integralde hacim formülleri yerine katı cisimlerde hacim formülleriyle soruları çözdüğü görülmüştür. Öğrencilerin bazılarının integral hacim formüllerini yanlış hatırlayarak veya karıştırarak soruyu yanlış çözdüğü, bazılarının ise π katsayısını çözüm sürecine hiç katmadıkları görülmüştür. Öğrenciler ile yapılan görüşmeler sırasında ise öğrencilerin genellikle yöntemlerin isimlerini tam olarak hatırlayamadıkları, konuyu anlaşılması zor buldukları, özellikle dönüşüm yapılması gereken sorularla uğraşmak istemedikleri gözlemlenmiştir. Üniversite öğrencilerinin dönel cisimlerde hacim hesaplama becerilerine odaklanan bu araştırma konunun önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Kusumaningrum, Irfan, Agustito, Wijayanto ve Ratih (2019) tarafından yürütülen bu çalışma bir öğrencinin dönel cisimleri oluşturmada fonksiyon grafiklerini çizme becerileri inceleyen nitel desenli bir araştırmadır. 2018/2019 eğitim-öğretim yılında Endonezya'nın Yogyakarta özerk bölgesinde bir özel üniversitede matematik eğitimi bölümünde öğrenim görmekte olan altıncı dönem öğrencilerinden 44 öğrenciye 20 dakika süre içerisinde istenen soruya cevap vermeleri beklenmiştir. Soruda $y = x^2 + 2$ fonksiyonunun $y = 1$, $x = 0$ ve $x = 4$ doğruları ile sınırladığı bölgenin x eksenı etrafında döndürülmesiyle oluşan dönel cismi çizmeleri ve hacmini hesaplamaları istenmiştir. 43 öğrenci dönel cismi doğru bir şekilde oluşturamadıkları için hacmini de doğru bir şekilde hesaplayamamışlardır. Öğrencilerin %97, 73'ü $y = 1$ doğrusu yerine $y = x - 1$ fonksiyonunu çizdikleri için dönel cismi de oluşturamamışlardır. 44 öğrenciden yalnızca bir öğrenci doğru cevabı verebildiği için araştırma bu bir öğrenci ile yapılmıştır. Daha detaylı bilgi edinebilmek amacıyla aynı soru üzerinde yapılan görüşmede öğrenciye bu fonksiyonun grafiğini çizmesi, eksen etrafında dönmesiyle oluşan dönel cismi oluşturmaları ve bu dönel cismin hacmini integral formülleri aracılığıyla hesaplamaları istenmiştir. 30-40 dakika süren bu görüşmede öğrenciye yaptığı işlemlerin nedenleri sorulmuş, öğrencinin zorlandığı ya da hata yaptığı yerlerde uygun sorular sorarak tekrar düşünmeye yönlendirilmiş ve doğru cevabı bulması sağlanmıştır. Araştırma sonunda öğrenciye yönlendirici sorular sormanın uzamsal yeteneğini aşamalı olarak geliştirdiği gözlemlenmiştir. Uzamsal yetenek ve dönel cisimlerle ilgili oldukça çarpıcı sonuçlar ortaya koyan bu araştırma

göstermektedir ki dönel cisimlerin hacimlerini hesaplayabilmenin ön şartı verilen fonksiyon grafiğini ve dönel cismi doğru bir şekilde oluşturabilmektir.

Maharaj (2014) ise konuya farklı bir bakış açısıyla yaklaşarak üniversite öğrencilerinin integral kavramını anlamaları ve integral uygulamaları ile ilgili anlamalarını APOS (action, process, schema, object) teorisi bağlamında incelenmiş ve süreçte yaptıkları hataları gözlemlemiştir. Güney Afrika'da yer alan KwaZulu-Natal Üniversitesi'nde yürütülen bu çalışmaya iki tane doğa bilimleri lisans programı birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin integral kavramını ve kurallarını anlamakta güçlük yaşadıkları, uygulama aşamalarında zorlandıkları ve bu durumun da öğrenme sürecinde uygun şemalar geliştirememelerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Mofolo-Mbokane (2011) tarafından yürütülen doktora tez çalışmasının amacı Güney Afrika'da öğrenim görmekte olan üniversite öğrencilerinin dönel cisimlerin hacimlerini hesaplamada yaşadıkları zorlukları tespit etmektir. 40 tane İleri Eğitim ve Uygulama bölümü öğrencisinin katıldığı bu çalışmada öğrenciler ile görüşmeler yapılmış ve gözlem notları tutulmuştur. Araştırma sonunda öğrencilerin üç boyutlu düşünme, grafik çizimlerini yapma ve işlemlerin sağlamasını yapmakta zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Orton (1983) öğrencilerin temel analiz dersine yönelik anlamalarını incelemek amacıyla 110 katılımcıyla klinik görüşmeler yürütmüştür. 16-22 yaş aralığında (55 bay-55 bayan) olan katılımcılardan 60 tanesi 16-18 yaş aralığında lise öğrencisi iken; 50 tanesi 18-22 yaşları arasında üniversite matematik öğretmenliği bölümünde okuyan öğrencilerdir. Öğrencilerle birer saatten toplam iki saat süresince görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler sırasında limit, türev, integral ve uygulamalarını içeren 38 soruluk bir ölçek katılımcılara uygulanmış ve kısmi puanlama ile cevapları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin cevap vermekte zorlandıkları sorularda yönlendirici sorular ile doğru cevap sezdirilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilere en zor gelen soruların dönel cisimleri oluşturma ve bunlarla ilgili alan ve hacim hesabı yapma soruları olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin ilgili konularda daha iyi anlamalar geliştirebilmeleri için konuya basit anlatımlarla başlanması, kuralların

sebeplerinin mutlaka öğrencilere açıklanarak anlatılması ile birlikte cebirsel gösterim, grafiksel temsil ve üç boyutlu cisme dönüşme süreçlerinin birbirleriyle olan ilişkisinin açık bir şekilde ortaya konarak öğretim süreçlerinin devam ettirilmesi önerilmektedir.

Sevimli ve Delice (2010) tarafından yürütülen durum çalışması desenli araştırmanın amacı matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusunda uzamsal görselleştirme becerisinin, kullandıkları gösterimler üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu amaçla 2008-2009 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde bir devlet üniversitesinin matematik öğretmenliği bölümünde ikinci sınıfta öğrenim görmekte olan 45 katılımcıyla çalışma yapılmıştır. Katılımcılara Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi ve araştırmacılar tarafından geliştirilen çoktan seçmeli 36 maddelik Gösterim Tercih ve Dönüşüm Testi uygulanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının defterleri incelenmiş ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler düzenlenmiştir. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının görselleştirme becerilerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte uzamsal görselleştirme becerisi düşük olan adayların ağırlıklı olarak cebirsel gösterimi tercih ettikleri; katılımcıların % 46 oranında cebirsel gösterimi tercih ederken, % 17 oranında grafiksel temsili tercih ettikleri görülmüştür. En az tercih edilen temsil ise sayısal temsil olmuştur. Uzamsal görselleştirme başarısı düşük olan katılımcıların en az kullandığı temsil grafik temsil olmuştur. Araştırma bulguları doğrultusunda öğretim sırasında tüm gösterimlerin birlikte ve aralarındaki ilişkiler vurgulanarak anlatım yapılması önerilmektedir.

Hayri ve Nihat (2009) tarafından birinci sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmanın amacı integral konusunun öğretiminde problem oluşturma etkinliğini incelemektir. 79 katılımcı ile yürütülen çalışma deneysel desendir. Deney grubunda yer alan 40 öğrenciye problem oluşturma temelli integral öğretimi yapılırken; 39 öğrenciden oluşan kontrol grubunda dersler geleneksel olarak işlenmiştir. Araştırma 8 haftada 32 ders saati sürmüştür. Araştırmacılar tarafından geliştirilen başarı testi öğrencilere ön test-son test olarak uygulanmış ve sonuçlar kontrol ve deney grupları arasında karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun son test başarı ortalaması 100 üzerinden 71,51 iken, kontrol grubunun ortalaması 37,21 bulunmuş ve 0.000 düzeyinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı

fark hesaplanmıştır. Sonuç olarak problem kurma temelli öğretim yönteminin integral konusu üzerinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Salazar (2014) tarafından 2011-2012 eğitim-öğretim yılında yürütülen karma desenli çalışmanın amacı üniversite öğrencilerinin integral konusundaki başarıları üzerinde Salazar'ın gruplama metodunun etkisini görmektir. Nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı bu çalışmada 19 öğrenci kontrol grubunda geleneksel yöntemle integral konusunu öğrenirken; 19 öğrenci deney grubunda integral konusunu Salazar'ın gruplama metoduna göre öğrenmiştir. Salazar'ın yönteminde öğretmen öğrencilere bir soru sorar. Öğrenciler kendi kendilerine bu soruyu çözmeye çalışır. Soruyu çözen öğrenci öğretmenin yanına gelerek çözümünü ispatıyla birlikte anlatır. Bu süreci en doğru yapan öğrenci beş puan kazanır ve kendisine bir grup arkadaşı seçme hakkı kazanır. İki kişi olan gruba öğretmen bir soru sorar ve cevabını ispatıyla birlikte anlatmalarını ister. İki kişilik grup cevabın ispatını doğru yaparsa üçüncü üyeyi seçme hakları doğar ve yine aynı süreç işler. Her doğru ispatta grup üyeleri beşer puan kazanır. Bu yöntemin temel kuralı gruplar en fazla üç kişiden oluşur ve grup üç kişiye ulaştıktan sonra yeniden gruplama yapılır. Aynı kişilerin bir defa aynı grupta olma hakları vardır. Araştırmacı tarafından geliştirilen dört maddelik integral başarı testi gruplara ön test olarak uygulandığında gruplar birbirine denk bulunmuştur. Sonrasında bir dönem boyunca deney grubuna Salazar'ın gruplama metodu uygulanırken kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırma sonunda başarı testi son test olarak tekrar uygulanmıştır. Kontrol grubu ön test-son test puanları, deney grubu ön test-son test puanları ve kontrol grubu son test-deney grubu son test puanları arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Fakat deney grubundaki öğrencilerin puanlarındaki yükselişin kontrol grubu öğrencileri puanlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde ise öğrencilerin Salazar'ın metodunu faydalı ve eğlenceli buldukları ve sosyalleşmeleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görüşmüştür.

Mateus-Nieves ve Hernandez (2021) tarafından yürütülen durum çalışmasına Bogota Üniversitesi'nde eğitim görmekte olan 50 mühendislik (elektrik ve makine mühendisliği) öğrencisi katılmıştır. Çalışmanın dayandığı iki temel teori Enstrümantal Oluşum Teorisi ve Matematiksel Modellemedir. Araştırmanın amacı ise mühendislik

fakültesi öğrencilerine integral konusunu günlük hayat problemleri aracılığı ile öğretmek integral konusunu matematiksel enstrüman olarak kullanabilmelerini sağlamaktır. Sekiz hafta süren araştırma iki ana bölümden oluşmaktadır: Birinci bölümde mühendislik öğrencilerine integral kavramı tanıtılmış, konuyla ilgili genel bilgiler ve kurallar verilmiş, türevle integralin ilişkisine değinilmiş ve grafik çizimleri gösterilmiştir. İkinci bölümde ise öğrencilere integrallerle ilgili 10 adet günlük hayat problemi verilmiş ve matematikselleştirme süreçleri incelenmiştir. Tüm araştırma sürecinde Geogebra yazılımı aracılığıyla dönel cisimlerin oluşma süreci mühendislik öğrencilerine gösterilerek alan ve hacim hesaplama süreçleri kolaylaştırılmaya çalışılmıştır. Araştırma sonunda mühendislik öğrencilerinin bazı basit hatalar yapsalar da günlük hayat problemleri ve modeller aracılığıyla integral konusunu daha anlamlı buldukları ve integrali bir matematiksel enstrüman olarak kullanabildikleri görülmüştür.

Alejandro ve Liliana (2009) Teknoloji Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan 30 elektrik mühendisliği öğrencisi ile sekiz hafta süren tek gruplu deneysel bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacı teknolojik uygulamalar kullanarak integral konusunun öğrenciler için daha anlaşılır olmasını sağlamaktır. 30 katılımcı, uygulanan integral başarı ön testine göre kendi arasında dört gruba ayrılmıştır. Gruplar birinci seviye, integrali bir fonksiyon olarak algılayan ve basit integral sorularını çözebilen öğrencilerden; ikinci seviye, integrali bir fonksiyon olarak algılayıp basit integral sorularını çözebilen ve eğrinin altında kalan bölgenin yüzey alanını hesaplayabilen öğrencilerden, üçüncü seviye, integrali bir fonksiyon olarak algılayan ve alan kavramı ile ilişkisini anlayabilen öğrencilerden ve dördüncü seviye ise konuyla ilgili hiçbir bilgisi olmayan öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmalar tarafından geliştirilen, integral kavramına geometrik bir bakış açısıyla yaklaşarak mühendislik öğrencilerinin integral ve alan kavramları arasındaki ilişkiyi daha net anlamalarını amaçlayan yazılım ile öğrencilere konu öğretilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonunda yapılan son test ile öğrencilerin % 83'ünün integralin genel kurallarını doğru bir şekilde kullanabildiği, % 74'ünün genelleştirilmiş integrali tanıyabildiği fakat sadece % 43'ünün integralin kurallarını doğru bir şekilde uygulayabildiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin % 89'unun mühendislikle ilgili integral problemlerini doğru çözebildiği görülmüştür.

Delice ve Ergene (2015)², yorumlayıcı paradigma ile üniversite öğrencilerinin integral ile hacim problemi çözüm sürecindeki çizimlerini ve döndürme becerilerini incelemişlerdir. İstanbul'da bir devlet üniversitesinde öğretim görmekte olan mühendislik fakültesinden (çevre, inşaat ve makine mühendisliği), fen edebiyat fakültesi matematik bölümünden ve eğitim fakültesi ilköğretim matematik öğretmenliğinden toplam 101 tane analiz dersini alan öğrenci katılmıştır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen yedi maddelik açık uçlu integralde hacim problemleri testi öğrencilere uygulanmış ve cevaplar kısmi değerlendirme yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularında üniversite öğrencilerinin yaklaşık yarısının problemleri cevaplamadığı ve problemlere kısmi ya da tam doğru cevap veren öğrenci sayısının düşük olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin yarıdan fazlasının şekil çizme ve döndürme becerilerinin yeterli düzeyde olduğu görülmüştür.

Üniversite öğrencileriyle uzamsal yetenek, uzamsal görselleştirme ve dönel cisimler konularında yürütülen çalışmalar incelendiğinde genellikle öğrencilerin uzamsal yetenekleri ile düşünme stilleri, akademik başarıları, geometrik düşünme düzeyleri ve öğretim yöntemi değişkenleri arasındaki ilişkilerin incelendiği tespit edilmiştir. Ayrıca veri toplama amacıyla genellikle Purdue Uzamsal Görselleme Testi, Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Düşünme Stilleri Ölçeği gibi literatürde hazır olarak bulunan ölçeklerin kullanıldıkları görülmüştür. Üniversite öğrencilerinin dönel cisimler bilgisinin araştırıldığı çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple ilköğretim matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimler konusunda analiz ve uzamsal görselleştirme becerilerinin ve bu beceriler üzerine cinsiyet değişkeninin etkisinin incelenmesinin alana yenilik getireceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilen ölçeklerin de çalışmanın özgünlüğüne katkı sağlayacağı öngörülmektedir.



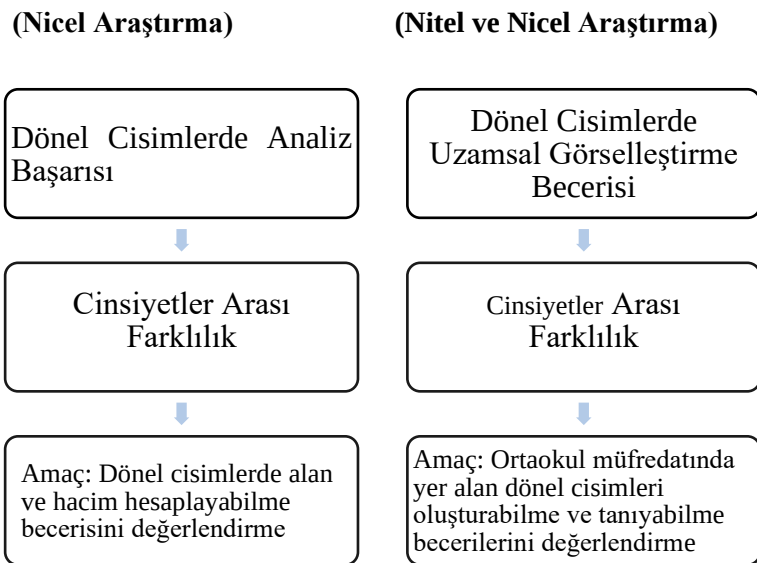
BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli açıklanmakta, evren ve örneklem hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve veri toplama süreçleri anlatılmaktadır. Verilerin analizi, araştırmanın geçerliği ve güvenilirliği ve tüm araştırma sürecindeki araştırmacının rolü de bölüm içerisinde yer alan diğer başlıkları oluşturmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli / Deseni

Bu araştırmada nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma desenlerden Açıklayıcı Araştırma Deseni tercih edilmiştir. İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarılarının ölçülmesi amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen ölçek ile veriler nicel yöntemler kullanılarak toplanmıştır. İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerilerinin değerlendirilmesi için ise veriler yine araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan ölçek aracılığıyla yarı-yapılandırılmış görüşme yöntemiyle nitel olarak toplanmıştır. Şekil 2 araştırmada üzerinde çalışılan kavramları, bu kavramlar üzerine etkileri araştırılan değişkenleri ve araştırma desenlerini göstermektedir.



Şekil 2. Araştırmada etkisi incelenen kavramlar ve araştırma desenleri

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni İzmir ilindeki tüm ilköğretim matematik öğretmenliği lisans öğrencileri; örnekleme ise 2022-2023 eğitim-öğretim yılında İzmir ilinde bulunan bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programına devam eden ikinci sınıf öğrencileridir.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

Veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen iki adet ölçek ile toplanmıştır. Bu ölçekler Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği ve Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği' dir. Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeğinde yer alan sorular dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplamayı gerektiren sorular iken; Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği ortaokul müfredatında yer alan dönel cisimleri (silindir, koni, kesik koni, küre, yarım küre) oluşturabilme ve tanıyabilme becerilerini ölçmeye yöneliktir. Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği öğrencilere uygulanıp veriler nicel yöntemlerle analiz edilirken; Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği öğrencilerle yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılarak uygulanmıştır. Uygulama aşamasına geçilmeden önce 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılı ikinci döneminde 17 tane (10 kız-7 erkek) matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencisi ile ölçeklerin pilot çalışması yapılmıştır. Ölçeklerin pilot uygulamalarına dair detaylı bilgiler şu şekildedir:

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği: Pilot uygulaması yapılan Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği yedi adet maddeden oluşmaktadır. Normal dağılım göstermeyen ve kısmi puanlama ile değerlendirilen ölçekte her bir soru 0 ile 4 puan arasında değerlendirilmektedir. Dolayısıyla ölçekten alınabilecek en yüksek puan 28'dir. Öncelikle her bir sorunun madde güçlüklerine bakılmıştır. Tablo 2 ölçek maddelerinin güçlük katsayılarını göstermektedir. Genel olarak öğrencilerin soruları kolaylıkla cevaplayabildikleri ve en çok zorlandıkları sorunun 6.soru olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Pilot Uygulaması Madde Güçlük Katsayıları

Sorular	1.soru	2.soru	3.soru	4.soru	5.soru	6.soru	7.soru
Madde Güçlük Katsayıları	.970	.941	.897	.882	.955	.838	.941

Yapılan güvenirlik analizlerinde 7 maddeden oluşan ölçeğin Cronbach's Alfa güvenirlik katsayısı 0,599 olarak bulunmuştur. Tablo 3 madde-toplam güvenirlik testi sonuçlarını göstermektedir. İkinci maddenin diğer maddelerle negatif bir ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Pilot Uygulaması Madde-Toplam Güvenirlik Analizi Sonuçları

	Madde Silindiğinde Oluşan Ölçek Aritmetik Ortalaması	Madde Silindiğinde Oluşan Varyans	Düzeltilmiş Madde-Toplam İlişkisi	Madde Silindiğinde Cronbach's Alpha Katsayısı
1.soru	21,82	7,654	.729	.486
2.soru	21,94	9,434	-.089	.711
3.soru	22,12	8,360	.082	.658
4.soru	22,18	7,404	.604	.487
5.soru	21,88	7,610	.671	.489
6.soru	22,35	6,118	.370	.554
7.soru	21,94	7,434	.544	.499

İkinci sorunun diğer sorularla negatif yönlü bir ilişki içerisinde olması sebebiyle bu madde ölçekten çıkarılmıştır. Düzeltilmiş ve 6 maddeden oluşan Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'nden alınabilecek en yüksek puan 24 olmuştur. Geriye kalan 6 madde üzerinden tüm analizler tekrar yapılmıştır. Düzeltilmiş ölçek normal dağılım göstermemektedir ve Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı 0,711 olarak hesaplanmıştır. Baykul ve Güzeller'e (2014) göre güvenirlik katsayısı 0,7 ve üzerinde olan ölçekler güvenilir olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla 6 maddeden oluşan Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'nin de

güvenilir bir ölçek olduğu söylenebilir. Tablo 4, altı maddeden oluşan ölçeğin güvenirlik analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 4

*Altı Maddelik Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Pilot Uygulaması
Madde-Toplam Güvenirlik Analizi Sonuçları*

	Madde Silindiğinde Oluşan Ölçek Aritmetik Ortalaması	Madde Silindiğinde Oluşan Varyans	Düzeltilmiş Madde-Toplam İlişkisi	Madde Silindiğinde Cronbach's Alpha Katsayısı
1.soru	18,06	7,184	.775	.622
3.soru	18,35	7,743	.122	.792
4.soru	18,41	6,757	.705	.611
5.soru	18,12	7,110	.725	.623
6.soru	18,59	5,882	.347	.750
7.soru	18,18	6,904	.598	.634

Son olarak Açımlayıcı Faktör Analizi ile Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'nin yapı geçerliği incelenmiştir. Bu amaçla temel bileşenler (principal components) ve doğrudan eğik döndürme (direct oblimin) yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kullanılmasının sebebi temel bileşenler yönteminin sosyal bilimlerde en sık tercih edilen yöntem olması; doğrudan eğik döndürme yönteminin ise faktörler arasında ilişki olduğunun düşünüldüğü durumlarda kullanılmasıdır (Baykul ve Güzeller, 2014).

Açımlayıcı Faktör Analizine geçilmeden önce test puanlarının faktör analizine uygun olup olmadığı incelenmiştir. Öncelikle Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliği değeri 0,717 olarak bulunmuştur. Field'a (2009) göre 0,7'nin üzerindeki değerler için örneklem büyüklüğü yeterli olarak kabul edilmektedir. Ayrıca Barlett Testi sonucunda $\chi^2(15) = 46,625$; $p = 0,000 < 0,05$ olarak hesaplanmıştır. Barlett Testi sonucunun anlamlı fark oluşturması sonucu da örneklem büyüklüğünün Açımlayıcı Faktör Analizi için yeterli olduğunu göstermektedir.

Açımlayıcı Faktör Analizi sonucunda 6 maddeden oluşan Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'nin 2 alt boyutlu olduğunu ve bu iki faktörün toplam varyansın % 75, 59'unu açıkladığı tespit edilmiştir. Field'a (2009) göre bu sonuç

ölçeğin iyi derecede geçerli olduğunu göstermektedir. Alt boyutlardan ilki varyansın % 56,38'ini, ikincisi ise % 19,21'ini açıklamaktadır. Tablo 5 maddelerin faktörlere göre dağılımını ve faktör yüklerini göstermektedir.

Tablo 5

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Maddeleri Faktör Dağılımı ve Yükleri

Maddeler	Faktör 1	Faktör 2
1.soru	0,921	
3.soru	0,887	
4.soru	0,825	
5.soru		0,895
6.soru		0,580
7.soru	0,805	
Öz-Değer	3,383	1,153
Açıkladığı Varyans	56,380	19,215
Açıklanan Toplam Varyans		75,594

Tablo 5'e göre birinci alt boyut dönel cisimlerde hacim hesaplama 4 maddeden (1.madde, 3.madde, 4.madde ve 7.madde), ikinci alt boyut ise dönel cisimlerde alan hesaplama 2 maddeden (5.soru ve 6.soru) oluşmaktadır. Faktör yüklerinin en düşüğü 0,580 olarak görülmektedir. 0,40 ve üzerindeki faktör yüklerine sahip maddelerin ideal kabul edildiği göz önüne alındığında (Field, 2009) tüm maddelerin faktörlere önemli katkı yaptıkları söylenebilir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği: 5 maddeden oluşan ölçeğin amacı öğretmen adaylarının dönel cisimlerden ortaokul müfredatında yer alan konularla ilgili bilgi ve görüşlerini ortaya koymaktır. Ölçekteki her bir soru kısmi puanlama yöntemiyle 0 ile 3 puan arasında puanlanmış olup; ölçekten alınabilecek en yüksek puan 15'tir. Uzman görüşlerine göre ölçek açık, anlaşılır, öğrenci düzeyine ve araştırmanın amacına uygun bulunmuştur.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeğinde görüşme nitel yöntemiyle toplanan verilere nicel ve nitel analiz yöntemleri bir arada uygulanarak, verilerin detaylı incelenmesi yapılmıştır. Araştırmanın bu bölümünde Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği verilerine uygulanan SPSS 22. 0 programı ile yapılan

istatistiksel analizler ve öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme örnekleri yer almaktadır. Analizlere öncelikle normallik testleri ile başlanmıştır. Tablo 6 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulama puanlarının normallik testi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 6

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları

İstatistik	Serbestlik Değeri	Anlamlılık
0,934	17	.253

Baykul ve Güzeller'e (2014) göre, örneklem büyüklüğünün 50'nin altında olduğu durumlarda Shapiro-Wilk normallik testi daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu sebeple 17 öğretmen adayının katıldığı Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması puanlarının normallik testinde Shapiro-Wilk normallik testi tercih edilmiştir. Anlamlılık değeri 0,253 ($>0,05$) olarak bulunmuştur. Dolayısıyla Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulama puanlarının normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeğine ayrıntılı bakabilmek amacıyla betimsel istatistik testleri de uygulanmıştır. Bu testlerde her bir maddeden alınan en düşük ve en yüksek puanlar hesaplanmıştır. Ayrıca aritmetik ortalamalar ve standart sapmalar tespit edilmiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği soruları kısmi puanlama yöntemiyle 0 ile 3 arasında puanlanmıştır. Dolayısıyla ölçekten alınabilececek en düşük puan 0 iken; en yüksek puan 15'tir. Yapılan betimsel istatistik testlerinde dördüncü soru hariç diğer soruların aritmetik ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının en çok zorlandıklarının sorunun ise dördüncü soru olduğu tespit edilmiştir. Tablo 7 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması betimsel istatistik test sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 7

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Betimsel İstatistik Test Sonuçları

	Minimum Puan	Maximum Puan	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
1.soru	1	3	2,06	0,429
2.soru	0	3	2	0,707
3.soru	1	3	2,06	0,556
4.soru	0	2	0,65	0,931
5.soru	0	3	2,12	1,116

Öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerilerini daha detaylı inceleyebilmek amacıyla Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği verilerine nitel analiz tekniklerinden içerik analizi yöntemi uygulanmıştır. Burada her bir soru tek tek incelenerek katılımcıların gösterdikleri düşünme süreçleri belirlenmiştir. Sonrasında her soru her düşünme süreci bakımından değerlendirip, değerlendirmeler tablolar ve görüşme örnekleri ile desteklenmiştir. Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulamasında öğretmen adaylarının gösterdikleri düşünme süreçlerinin eksen isimlerini tanıyamama, dönel cismi oluşturamama, dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamama, dönel cismin ayrıt uzunluklarını doğru belirleyememe ve tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterme olduğu tespit edilmiştir.

Eksen isimlerini tanıyamama düşünme sürecinde geometrik şekillerin simetri eksenlerini belirleyemeyen ya da koordinat eksenlerinin isimlerini bilmeyen öğretmen adaylarının cevapları alınmıştır. Dönel cismi oluşturamama düşünme sürecinde betimlenen geometrik şekilden doğru dönel cismi oluşturamayan katılımcıların cevapları alınırken; dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirleyememe düşünme sürecine dönel cismi doğru konumda doğru şekilde oluşturabilmesine rağmen cismin ayrıt uzunluklarını doğru belirleyemeyen öğretmen adaylarının cevapları dâhil edilmiştir. Dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamama düşünme sürecinde dönel cismin konumu değiştiğinde onu tanıyamayan ya da dönel cismi oluşturma sürecinde konumunu yanlış çizen katılımcıların cevapları alınmıştır. Tüm düşünme süreçlerini doğru gösteren öğretmen adayları ise betimlenen geometrik şekli doğru çizebilen,

istenen dönel cismi doğru bir Şekilde ve doğru konumda  izebilip, ayrıt uzunluklarını da doğru belirleyebilen ğretmen adaylarının cevaplarından oluşmaktadır.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme l eği birinci sorusunda ikizkenarları 5 santimetre ve tabanı 6 santimetre olan bir ikizkenar  ğgen betimlenmiŐtir. Soruda bu ikizkenar  ğgen simetri eksenini etrafında döndürülürse oluşacak dönel cismin çizilmesi ve betimlenmesi istenmiştir. Öğretmen adaylarının yarıçapı 3 santimetre, yüksekliği 4 santimetre olan tipik (prototip) bir koni oluşturmaları beklenmektedir. Tablo 8 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme l eği pilot uygulaması birinci sorusunda yapılan içerik analizi sonucunda ğretmen adaylarının göstermiş oldukları düşünme süreçlerini ve ilgili sayısal verileri göstermektedir. Yüzde değerleri en yakın tam sayıya yuvarlanarak verilmiştir.

Tablo 8

*Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme l eği Pilot Uygulaması Birinci Soru
İçerik Analizi Sayısal Verileri*

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	17	0	% 0
Dönel Cismi Oluşturamama	17	1	% 6
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	17	0	% 0
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	17	4	% 24
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	17	12	% 71

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme l eği pilot uygulama birinci sorusunda tüm katılımcıların  ğgenin simetri eksenini doğru olarak belirleyebildikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun  ğgenden koni oluşturabildikleri; fakat dönel cismin ayrıt uzunluklarını (zellikle yarıçapı uzunluğu)

belirlemede zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ise tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterebilmiştir.

Araştırmanın bu bölümünde pilot uygulamada öğretmen adaylarıyla yapılan görüşme örneklerine yer verilmektedir. Katılımcı bilgilerinin gizliliğini korumak amacıyla katılımcıların isimleri değiştirilerek verilmiştir. Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması birinci sorusunda öğretmen adaylarından dönel cismi oluşturmama düşünme sürecini gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Salih: Soruda bir üçgen anlatılıyor. İki kenarı eşit bir ABC üçgeni çizeriz. Bir simetri doğrusu çizeriz.

Araştırmacı: Bu simetri doğrusunu çizebilir misin?

Salih: Tabi, simetri doğrusu üçgenin yüksekliğidir aslında, tabana diktir ve onu ikiye ayırır.

Araştırmacı: Güzel, peki şimdi dönel cismi oluşturabilirsin.

Salih: Üçgeni, bu simetri doğrusu etrafında döndürürüz. Dönmesiyle kesik koni oluşur.

Araştırmacı: Kesik koni oluşma sebebini açıklayabilir misin?

Salih: Tabanı bir çember oluşturur, bu koninin tabandaki çemberi olur. Üçgenin tepe noktasının dönmesiyle orda da bir çember oluşur. Dolayısıyla kesik koni oluşur.

Burada öğretmen adayı betimlenen ikizkenar üçgeni doğru çizebilmiş ve onun simetri eksenini doğru belirleyebilmiştir. Fakat dönel cismi zihninde canlandıramamıştır. Tepe noktasının dönmesiyle yukarda da bir çember oluşacağı fikri onu hatalı bir çözüme götürmüştür.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması birinci sorusunda dönel cismin ayırıt uzunluklarını belirleyememe düşünme sürecini gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Asım: Öncelikle oluşan cisim konidir. Çünkü koni bir üçgenin katlanması ile oluşur. Koninin ayrıt uzunluğu eşkenar üçgenin kenar uzunluklarına eşit olur.

Araştırmacı: Neden?

Asım: Çünkü kenarlardan katlanarak yapılır. Yani ayrıt uzunluğu 5 santimetredir. Yüksekliği ise eşkenar üçgenin yüksekliğine eşit olur.

Araştırmacı: Peki bunun sebebi nedir?

Asım: Çünkü yükseklik bir eksen kabul edilerek onun etrafında döndürülerek koni oluşur. Yani yüksekliği 4 santimetre, taban yarıçapı $3/\pi$ santimetre olur.

Araştırmacı: Yarıçapın $3/\pi$ olmasının sebebini açıklayabilir misin?

Asım: Üçgenin taban uzunluğu koninin tabandaki çemberine dönüşür. Yani $2\pi r = 6$ santimetre olur. Buradan da yarıçap $3/\pi$ olur.

İlgili görüşmede öğretmen adayı dönel cismi oluşturabilmesine rağmen dönmenin simetri eksenini etrafında gerçekleştiğini göz ardı etmesi sebebiyle dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirlemede hata yapmıştır. Ayrıca soruda betimlenen bir ikizkenar üçgendir. Fakat öğretmen adayı konuşmalarında eşkenar üçgen ismini kullanmıştır. Yine de bu durum, çözüm üzerinde bir yanlışlık oluşturmamıştır.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması birinci sorusunda tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren bir öğretmen adayı ise şunları söylemiştir:

Araştırmacı: Hem betimlenen ikizkenar üçgeni hem de istenen dönel cismi doğru bir şekilde çizebildiğini görüyorum. Bu süreçte neler düşündün, nasıl düşündün açıklayabilir misin?

Kazım: Üçgenimizin ortasında hayali bir çubuk var diyelim. Çubuğumuzu döndürdüğümüzde şeklimiz bir rüzgârlı havada oluşmuş bir hortuma benzer. Bu şeklimize koni diyoruz. Koninin altında yarıçapı 3 santimetre olan bir daire oluşur. Ayrıt uzunlukları da 5 santimetre olur. Yüksekliği ise 4 santimetre olur. Alanı da $\pi.r^2.h/3$ formülünden 12π olur.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği ikinci sorusunda uzun kenarı 10 santimetre ve kısa kenarı 8 santimetre olan bir dikdörtgen betimlenmiş ve bu dikdörtgen simetri eksenini etrafında döndürülerek bir dönel cisim oluşturmaları istenmiştir. Dikdörtgenin hem uzun kenarından hem kısa kenarından geçen simetri eksenleri olduğu için iki simetri ekseninden birini baz alan öğretmen adaylarının cevapları doğru olarak kabul edilmiştir. Burada öğretmen adaylarından taban yarıçapı 4 santimetre yüksekliği 10 santimetre ya da taban yarıçapı 5 santimetre ve yüksekliği 4 santimetre olan bir silindir oluşturmaları beklenmektedir. Tablo 9 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması ikinci sorusu içerik analizi sayısal verilerini göstermektedir.

Tablo 9

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması İkinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	17	4	% 24
Dönel Cismi Oluşturamama	17	1	% 6
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	17	0	% 0
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	17	6	% 35
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	17	10	% 59

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması ikinci sorusunda dikdörtgenin simetri eksenleriyle koordinat eksenlerini karıştıran 4 öğretmen adayı vardır. Fakat bu öğretmen adaylarından 3 tanesi eksen isimlerini doğru tanımlayamadıkları halde dikdörtgenden silindir oluşacağını bilmişlerdir. Bu sebeple bu öğretmen adaylarının cevapları sadece eksen isimlerini tanıyamama düşünme süreci içerisinde değerlendirilmiştir. Dönel cismi farklı konumlarda tanıyamama

düşünme sürecini gösteren öğretmen adayı bulunmazken; dönel cismi oluşturabildiği halde ayırıt uzunluklarını doğru belirleyemeyen 6 öğretmen adayı vardır. Bu öğretmen adayları silindirin yarıçapını belirlerken uzun kenarın, çemberin çevresine dönüştüğü yanılmasıyla yarıçap uzunluklarını yanlış belirlemişlerdir. Katılımcıların yarısından fazlasının ise tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterebildikleri belirlenmiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması ikinci sorusunda yapılan görüşme örneklerinden eksen isimlerini tanıyamama ve dönel cismi oluşturamama düşünme sürecini gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen dikdörtgeni doğru çizdin. Şimdi bana bu dikdörtgenin simetri eksenini ve dikdörtgenin bu eksen etrafında dönmesiyle oluşan dönel cismi çizebilir misin?

Gülnihal: Dikdörtgenin simetri eksenini nasıl oluyor onu bilmiyorum ama dikdörtgen döndürülürse prizma oluşur.

Araştırmacı: Prizma şeklinin nasıl oluştuğunu açıklayabilir misin?

Gülnihal: Zihnimde dikdörtgeni döndürüyorum ve dikdörtgenler arka arkaya dizilmiş gibi oluyor, kat kat dikdörtgen oluyor. Onların birleşimi de dikdörtgenler prizması oluyor.

Araştırmacı: Ne demek istediğini anladım sanırım, peki dikdörtgenin simetri eksenini çizip bu eksen etrafında dikdörtgeni döndürsek de aynı şey mi oluşur acaba denemek ister misin?

Gülnihal: Simetri eksenini nasıl oluyor bilmiyorum. Bir kenar seçip o kenardan döndürmek demek galiba. Her şekilde prizma oluşur gibime geliyor çünkü bu bir dikdörtgen yani dikdörtgenler prizması dikdörtgenlerden oluşur.

Burada öğretmen adayının en temel probleminin simetri eksenini bilmemesi olduğu düşünülmektedir. Sadece simetri eksenini bilip, dönel cismi oluşturma sürecinde hata yapsaydı araştırmacının yönlendirici sorusundan sonra hatasını fark

etme şansı olabilirdi. Fakat öğretmen adayı simetri eksenini bilmediği için dönel cismin oluşma sürecini de zihninde doğru bir şekilde canlandıramamıştır.

Dönel cismi doğru oluşturup ayrıt uzunluğunu doğru belirleyemeyen bir katılımcı ile yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Çizimlerinin doğru olduğunu görüyorum. Dönel cismin nasıl oluştuğunu bana da açıklayabilir misin?

Ahmet: Öncelikle oluşan cisim silindirdir. Çünkü silindir bir dikdörtgenin katlanması ile oluşur.

Araştırmacı: Güzel. Peki, silindirin ayrıt uzunlukları ile ilgili neler söyleyebiliriz?

Ahmet: Silindirin yüksekliği dikdörtgenin kısa kenarına eşit olur. Uzun kenarların köşe noktaları ise karşılıklı olarak birleşir. Koninin yarıçapı da böyle oluşur. Yani $2\pi r = 10$ cm den yarıçapı $5/\pi$ santimetre olur.

Araştırmacı: Yarıçapın oluşma sürecinde köşe noktalarının birleştiğini söyledin. Peki, bu süreçte simetri ekseninin nasıl bir işlevi olur sence?

Ahmet: Simetri ekseninde döner ama uzun kenar direk çemberi oluşturduğu için çevresine eşit olur. Yarıçap da pi sayısı cinsinden gelir.

Burada öğretmen adayı benzer örneği birinci soruda da görülen ve aslında temeli simetri eksenini etrafında döndürmemekten gelen kenar uzunluğunun çemberin çevresine dönüşeceği hatalı düşünme sürecini göstermektedir. Burada öğretmen adayının dönel cismin katlanarak oluşması ile döndürülerek oluşma sürecini birbirine karıştırdığı görülmektedir. Bu hatalı düşünme süreci ise dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirlemede hata yapmasına sebep olmuştur.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulaması ikinci sorusunda tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Dikdörtgen üzerinden direk silindir oluşturduğunu görüyorum. Bunu nasıl yaptığını açıklar mısın?

Fatma: Dikdörtgenin simetri eksenini uzun kenarına dik ve onu ortalayacak şekilde oluşturulur. Bu simetri eksenini etrafında döndürüldüğünde paralel iki çember oluşur tabanda ve tavanda. Bu sebepten dolayı yüksekliği 8 cm ve yarıçapı 5 cm olan bir silindir oluşur.

Araştırmacı: Yarıçap neden kenar uzunluğunun yarısı kadar oldu, bu cevabından emin misin?

Fatma: Evet yarısı olur eminim çünkü simetri eksenini kenarı ikiye ayırır. Bu her parça yarıçapa dönüşür.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği üçüncü sorusunda üst taban uzunluğu 6 santimetre, alt taban uzunluğu 12 santimetre ve yüksekliği 4 santimetre olan bir ikizkenar yamuk betimlenmiş ve bu yamuk simetri eksenini etrafında döndürülürse oluşacak dönel cismin çizilmesi ve tanımlanması istenmiştir. Burada öğretmen adaylarının tavan yarıçapı 3 santimetre, taban yarıçapı 6 santimetre ve yüksekliği 4 santimetre olan bir kesik koni oluşturmaları beklenmektedir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği üçüncü sorusunda tüm öğretmen adaylarının ikizkenar yamuğun simetri eksenini doğru çizabildiği ve bu ikizkenar yamuğu simetri eksenini etrafında döndürüp kesik koni dönel cismini oluşturabildiği görülmüştür. Sadece bir öğretmen adayının kesik koni çizimini doğru yaptığı halde cismin adını yanlış belirttiği görülmüştür. 7 öğretmen adayı kesik koni dönel cismini doğru oluşturabildiği halde üst ve alt taban yarıçaplarını belirlerken hata yapmıştır. Öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı ise tüm düşünme süreçlerini doğru gösterebilmiştir. Soruya ait içerik analizi sayısal verileri Tablo 10 da verilmektedir.

Tablo 10

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Üçüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	17	0	% 0
Dönel Cismi Oluşturamama	17	0	% 0
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	17	1	% 6
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	17	7	% 41
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	17	9	% 53

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği pilot uygulamasında dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamama düşünme sürecini gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen ikizkenar yamuğu doğru çizdiğini görüyorum. Simetri eksenini de çizebilir misin?

Zeynep: Simetri eksenini böyle yamuğun tam ortasından geçer.

Araştırmacı: Peki, yamuk bu simetri eksenini etrafında dönerse nasıl bir görüntü oluşur?

Zeynep: Üstte ve altta daireler oluşur, koniye benziyor ama tam koni değil.

(Bu sırada öğrenci kesik koni çizimini doğru yapabilmıştır.)

Araştırmacı: Peki tam koni olmayan bu cismin başka bir adı olabilir mi?

Zeynep: Tam hatırlamıyorum ama adı koni kesiti gibi bir şeydi galiba.

Araştırmacı: Emin misin?

Zeynep: Evet çünkü tam koni değil, arada kesit oluştu o yüzden adı koni kesitidir bence.

Burada öğretmen adayının aslında matematiksel dil kullanımı ile ilgili güçlük yaşadığı görülmektedir. Dönel cismin oluşma sürecini zihninde doğru canlandırabilmesine rağmen cismi doğru tanımlayamamıştır. Bu durum da matematiksel dil kullanımının matematik öğretimi içerisindeki önemine vurgu yapmaktadır.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği üçüncü sorusunda bir başka öğretmen adayıyla yapılan pilot uygulama görüşmesinin bir bölümü şu şekilde gerçekleşmiştir:

Araştırmacı: İkizkenar yamuk şeklini ve simetri eksenini doğru çizdiğini görüyorum. Şimdi dönel cismi oluşturman gerekiyor.

Yasin: Simetri eksenini etrafında bu yamuk dönerse kesik koni oluşur böyle. Yamuğun karşılıklı köşeleri çıkışır. Bu kenarlar alt ve üst çember olarak kalır.

Araştırmacı: Güzel peki bu çemberlerin yarıçap uzunlukları ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Yasin: Üst çemberin çevresi 6 santimetre olur, yüksekliği 4 santimetre olur. Alt çemberin çevresi de 12 santimetre olur. Buradan yarıçapları çekersek üst yarıçap $3/\pi$ ve alt yarıçap $6/\pi$ santimetre olur.

Araştırmacı: Yarıçap uzunluklarının böyle olduğundan emin misin?

Yasin: Evet çünkü alt ve üst tabanlar katlanınca çemberlere dönüşecek. Kenar uzunlukları çemberin çevresi olacak, formülden yarıçapı da çekersek böyle çıkıyor.

Burada öğretmen adayının dönel cismi oluşturma sürecinde ayrıt uzunluklarını doğru belirleyemediği görülmektedir. Bu durumun olası sebebinin ise öğretmen adayının dönel cisim oluşurken karşılıklı kenarların üst üste gelmesiyle bir katlanma olacağı yanlış düşünme sürecine sahip olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bir dönel cisim oluşurken simetri eksenini etrafında dönmesiyle, geometrik şeklin

katlanarak dönel cisim elde edilmesinde cismin ayrıt uzunluklarının farklı olacağına yeterli dikkati gösterememiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği üçüncü soru pilot uygulama görüşmelerinde tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Ali: Burada bir ikizkenar yamuk verilmiş. Bunu simetri eksenini etrafında böyle döndürürsek kesik koni oluşur.

Araştırmacı: Zihninde canlandırıdığın bu süreci bana anlatabilir misin?

Ali: Yamuğun kısa üst tabanı kesik koninin üst tabanını, yamuğun uzun alt tabanı ise kesik koninin alt tabanını oluşturur. Yamuğun ikizkenar kenarlarının uzatılmasıyla üçgen oluşur. Bu bütün üçgenin simetri eksenini etrafında dönmesiyle koni oluşur. Uzatılan kenarlardan oluşan üst kısımda bulunan üçgen simetri eksenini etrafında dönünce koni oluşur. Bu bütün koniden, küçük koni çıkartılır ve kesik koni oluşur.

Araştırmacı: Anlatımını oldukça açıklayıcı buldum, bu çok güzel. Peki, kesik koninin ayrıt uzunlukları nasıl oluşur sence?

Ali: Üst tabandaki çemberin yarıçapı 3 santimetre, alttakinin yarıçapı da 6 santimetre olur. Yükseklik de aynı kalır yani 4 santimetre olur.

Araştırmacı: Yarıçap uzunluklarının kenarların yarısı olduğunu düşünüyorsun. Neden yarısı oluyor, kenar uzunluğu direkt çember çevresine dönüşmez mi?

Ali: Hayır, simetri eksenini kenarı ikiye böldüğü için yarıçap uzunlukları kenarın yarısı kadar olur.

İlgili soruda öğretmen adayı verilen geometrik şekli öncelikle bir üçgene tamamlayıp, üçgenin simetri eksenini etrafında dönmesiyle bir koni oluşacağını söylemiştir. Sonrasında ise yamuğa kadar olan bölümün çıkarılmasıyla kesik koni oluşacağını belirtmiştir. Ortaokul düzeyindeki bir öğrencinin kesik koni oluşumunu bu şekilde bir anlatımla kolaylıkla zihninde canlandırabilip, konuyu kavrayabileceği öngörülmektedir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü sorusunda $y=2x$ doğrusunun $x=3$ ve $x=0$ doğruları ile sınırlanan bölgenin y eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan dönel cismin tanımlanması istenmiştir. Burada öğretmen adaylarının yarıçapı 3 santimetre ve yüksekliği 6 santimetre olan bir koni oluşturmaları beklenmektedir. Fakat bu koni baş aşağı duran bir konidir. Soruda öğretmen adaylarının koni farklı bir konumdayken de onu doğru tanımlayıp, ayrıt uzunluklarını doğru belirlemeleri beklenmektedir. Tablo 11 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasının içerik analizi sayısal verilerini göstermektedir.

Tablo 11

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Dördüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	17	11	% 65
Dönel Cismi Oluşturamama	17	11	% 65
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	17	3	% 18
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	17	1	% 6
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	17	2	% 12

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasında öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun (11 kişi) eksen isimlerini tanıma düşünme sürecinde zorluk yaşadıkları görülmektedir. Buradaki zorluğun sebebi ise $x=0$ eksenini x eksenine gibi düşünüp, döndürülmesi istenen alanı doğru belirleyememektir. Döndürülmesi istenen alanın doğru belirlenememesi de istenen dönel cismin oluşturulamamasına sebep olmuştur. 3 öğretmen adayı koni dönel cismini oluşturabilmelerine rağmen koninin konumu baş aşağı olduğu için onu ters

koni olarak tanımlamışlar, yani dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamamışlardır. 1 öğretmen adayı koniyi doğru şekilde oluşturup, tanımlayabilmesine rağmen taban yarıçap uzunluğunu belirlerken hata yapmış, 2 öğretmen adayı ise tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterebilmiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasında eksen isimlerini tanıyamama düşünme sürecini gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Soruyu okudun, döndürülmesi istenen bölgeyi koordinat sisteminde belirleyebilir misin?

Baran: $x=0$ ve $x=3$ ile $y=6$ arasında ve $y=2x$ doğrusunun altında kalan bölge döndürülmek isteniyor yani burası. Bu bölgeyi de y eksenini etrafında döndürürsek silindir gibi oluyor ama tam silindir değil. İçinden koni çıkarılmış silindir oluşur.

Araştırmacı: Bu cevabı verirken nasıl düşündüğünü daha ayrıntılı açıklayabilir misin?

Baran: Eğer $y=2x$ eksenini olmasaydı sadece $x=3$ doğrusunu döndürür ve bir silindir elde ederdik. Ama $y=2x$ doğrusu silindirin iç bölgesinde bir konilik alanı sınırlandırmaktadır.

Araştırmacı: Bu sınırlandırmanın sebebi nedir sence?

Baran: Bunun sebebi verilen bölge bence.

Araştırmacı: Peki, döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirlediğine emin misin?

Baran: Doğruları ve fonksiyonu kontrol ediyorum evet doğru.

Burada öğretmen adayı $x=0$ doğrusunu y eksenini olarak değil de x eksenini olarak düşündüğü için döndürülmesi istenen bölgeyi yanlış belirlemiştir. Bu bölgeyi yanlış belirlemesi de istenen dönel cismi oluşturamamasına sebep olmuştur. Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasında öğretmen adaylarının çoğunluğunun yaptıkları hatanın $x=0$ ekseninin adını bilmemek olduğu görülmüştür.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasında dönel cisim farklı konumlarda tanıyamama düşünme sürecini gösteren bir katılımcı ile araştırmacı arasında geçen görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Hacer: Verilen bilgilere göre $x=0$ ve $x=3$ ve y eksenini ile sınırlı bir ABC üçgensel bölgesi oluşur.

Araştırmacı: Evet, döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirledin. Peki, dönel cisim nasıl oluştururuz?

Hacer: Bu oluşan bölge y eksenini etrafında döndürülürse yüksekliği 6 santimetre taban yarıçapı 3 santimetre olan bir koni oluşur. Ama ters koni oluşur.

Araştırmacı: Ters koni ne demek açıklayabilir misin?

Hacer: Üçgensel bir bölge döndürüldüğünde koni oluşuyor. Ama bu koni bildiğimiz konilerden değil, tam tersi. Yani baş aşağı duruyor ters duruyor, o yüzden ters koni.

Öğretmen adayı yapılan görüşmede döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirleyebilmiş, istenen dönel cisim oluşturabilmiş; fakat bu dönel cisim çoğunlukla bilinen farklı bir konumda olduğu için onu tanımakta zorluk yaşamıştır. Yani dönel cisim farklı konumda iken tanıyamama düşünme sürecini göstermiştir. Oysaki uzamsal görselleştirme kavramının tanımında dönel cisim zihinde esnek olarak hareket ettirebilme, cisim farklı konumlarda zihinde canlandırabilme ve tanıyabilme becerileri vardır. İlgili sorunun da tam olarak bu becerileri ortaya çıkaran oldukça etkileyici bir soru olduğu düşünülmektedir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasında dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirleyememe düşünme sürecini gösteren bir katılımcı ile yapılan görüşmede öğretmen adayının kenar uzunluğunun katlanarak çemberi oluşturduğunu düşünüp, bu sebeple de çemberin yarıçap uzunluğunu yanlış belirlediği görülmüştür. Tüm ölçek üzerinde dönel cismin oluşma sürecinde döndürerek oluşma ile katlanarak oluşma sürecini karıştıran öğretmen adaylarının sayısı azımsanamayacak kadar çoktur. Oysaki döndürerek dönel cisim

oluşma ve katlanarak dönel cisim oluşma süreçlerinde ayırt uzunlukları birbirinden farklı olmaktadır. Görüşmenin bir bölümü şu şekilde gerçekleşmiştir:

Araştırmacı: Döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirledin. Bu bölgeyi y eksenini etrafında döndürürsek hangi cisim oluşur ve nasıl oluşur?

Eyüp: Koni oluşur.

Araştırmacı: Bu koni baş aşağı duruyor, ama yine de koni midir yoksa bu duruşun başka bir adı olabilir mi?

Eyüp: Yok, adı konidir. Bizim için önemli olan cismin şeklidir. Konum değişse bile cismin adı değişmez.

Araştırmacı: Güzel, peki koninin ayırt uzunlukları ile ilgili ne söyleyebiliriz?

Eyüp: Yüksekliği 6 santimetre olur. Çünkü y yi 6 da kesiyor, bu direk yükseklik olur.

Araştırmacı: Güzel, peki koni tabanının yarıçapı hakkında ne söyleyebiliriz?

Eyüp: $6=2\pi r$ den $r=\pi/3$ olur.

Araştırmacı: Üçgenin kenar uzunluğu direk dairenin çevresine dönüşür gibi düşünüyorsun sanırım. Bu düşüncenin sebebi nedir?

Eyüp: Evet öyle düşünüyorum. Çünkü simetriği alınıyor gibi oluyor. Bu kenar katlanıyor ve direk çevreye dönüşüyor.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru pilot uygulamasında son olarak tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmeye yer verilmektedir:

Nazlı: Verilen bilgilere göre $x=0$, $x=3$ ve y eksenini $y=6$ ile sınırlı bir üçgen şekli çıkıyor döndürülmesi gereken bölge olarak.

Araştırmacı: Evet, güzel ve peki bu bölgeden dönel cisim nasıl oluştururuz?

Nazlı: $y=6$ değerinde bir çember ve $O(0,0)$ merkezinde bir tepe noktası oluşur. Yani bir koni oluşmuş olur.

Araştırmacı: Bu koni baş aşağı duruyor. Adına yine de koni diyebilir miyiz?

Nazlı: Deriz çünkü geometrik şekillerde konum önemli değildir. Şeklin duruşu değişince adı değişmez.

Araştırmacı: Çok güzel, haklısın. Peki, bu koninin ayrıt uzunlukları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Nazlı: Yarıçapı 3 santimetre yüksekliği de 6.

Araştırmacı: Neden?

Nazlı: y yi 6 da kesti bu direk yükseklik oldu zaten. x i 3 te kesti, yani üçgenin üst tabanı gibi olan şey 3 santimetre olur. Bu y ye yapışık bir bölgeydi zaten. Onu direk y etrafında çevirince bu uzunluk direk yarıçapa dönüştü. O yüzden yarıçapı 3 santimetre olur.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci sorusunda $f(x)=\sqrt{9-x^2}$ fonksiyonunun $x=0$ ve $x=3$ doğruları ile sınırladığı bölgenin x eksen etrafında döndürülmesiyle elde edilen dönel cismin çizilmesi ve tanımlanması istenmektedir. Burada öğretmen adaylarının birinci bölgede $x=3$ ve $y=3$ arasında bir çeyrek çember oluşturması, bu çeyrek çemberi x eksen etrafında döndürerek de yarısı birinci bölgede yarısı dördüncü bölgede olan bir yarım küre elde etmesi beklenmektedir. Bu yarım kürenin yarıçap uzunluğunun ise 3 santimetre olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci soru pilot uygulamasında eksen isimleri olarak koordinat sistemine ait x ve y eksenlerinin isimlerinin bilinmesi yeterli olmaktadır. Beşinci soruda bu eksen isimlerini tanımayan öğretmen adayı olmamıştır. 2 öğretmen adayı ise eksen isimlerini doğru bilmesine rağmen istenen dönel cisim oluşturamamıştır. Bu öğretmen adaylarından bir tanesi soruda verilen fonksiyon grafiğini çizemediği için çeyrek çember oluşturamamış, diğeri ise çeyrek çember yerine tam bir çember oluşturarak döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirleyememiştir. Öğretmen adaylarının % 35'i çeyrek çemberin döndürülmesiyle yarım küre oluşacağını tahmin etmesine rağmen, yarım kürenin

konumunu doğru olarak belirleyememiştir. Birinci ve dördüncü bölgede yan durması gereken yarım küreyi, birinci ve ikinci bölgede duran bir yarım küre olarak çizmişlerdir. Burada öğretmen adaylarının dönel cismin tipik görüntüsüne alışkın oldukları için bu düşüncenin ağır basıp, soruda istenen özelliklere dikkat edemedikleri tahmin edilmektedir. Bu düşünme sürecini gösteren katılımcı sayısının dikkate değer oranda olduğu düşünülmektedir. Yarım küre dönel cismini oluşturup (konum doğru olmasa bile), yarıçap uzunluğunu belirleyemeyen bir öğretmen adayı olmuştur. Beşinci soruda tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterebilen öğretmen adayı sayısı ise tüm katılımcıların yaklaşık yarısı kadar olmuştur. Tablo 12 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci soru pilot uygulamasına ait içerik analizi sayısal verilerini göstermektedir.

Tablo 12

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Pilot Uygulaması Beşinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	17	0	% 0
Dönel Cismi Oluşturamama	17	2	% 12
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	17	6	% 35
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	17	1	% 6
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	17	9	% 53

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci soru pilot uygulamasında dönel cismi farklı konumda tanıyamama düşünme sürecini gösteren bir katılımcı ile yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Bilal: Verilen fonksiyona bakarsak birinci bölgede $x=3$ ile $y=3$ arasında bir çeyrek çember oluşuyor.

Araştırmacı: Evet, döndürülmesi istenen bölge burası. Peki, bu bölgeden dönel cisim nasıl oluşur?

Bilal: Sınırlanan fonksiyon parçasının her bir noktasını x eksenini etrafında döndürüp bu noktaları birleştirirsek yarım küre oluşur. Cismin de içi doludur yani.

Araştırmacı: Çeyrek çemberden bir yarım küre oluşturduğunu görüyorum. Bu yarım kürenin duruşu hakkında ne düşünüyorsun?

Bilal: Şimdi çeyrek çemberin yerinin böyle ondan eminim. Bu çeyrek çember x eksenini etrafında dönünce x in altında oluşacak yarım küre. O yüzden evet yarım küre bu şekilde olacak bence.

Yapılan bu görüşmede öğretmen adayının yarım kürenin konumunu belirlemede zorluk yaşadığı görülmektedir. Birinci ve dördüncü bölgede olması gereken yarım kürenin, ikinci ve dördüncü bölgede olması gerektiği hatalı fikrine sahiptir. Bu hatalı düşünme sürecinin sebebinin geometrik cismin tipik görüntüsü fikrinin ağır basması ya da dönel cismi oluşturma sürecinin zihinde yeterli olarak canlandıramamasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

Beşinci soruda dönel cismin ayrıt uzunluğunu belirleyememe düşünme sürecini gösteren bir öğretmen adayı şunları söylemiştir:

Harun: Oluşan cisim yarım küredir. Yarıçapı $6=2\pi r$ formülünden $3/\pi$ çıkar.

Araştırmacı: Bu sonuca nasıl vardığını açıklayabilir misin?

Harun: y ekseninde 3 ile -3 arasındaki mesafe yani 6 santimetre dairenin çapını oluşturur. Bunu da formülde yerine koyarız, yarıçapını buluruz.

Öğretmen adayının bu soruda dairenin çap uzunluğu ile çemberin çevre uzunluğunu birbirine karıştırdığı ve dönel cismin oluşma sürecini zihninde yeterli olarak canlandıramadığı düşünülmektedir. Tüm ölçekte bu hatalı düşünme sürecini gösteren öğretmen adaylarının olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun temel sebebinin dönel cismin oluşma sürecinde dönme ile katlama durumlarının karıştırılmasından kaynaklı olabileceği tahmin edilmektedir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci soru pilot uygulamasında son olarak tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşme şu şekildedir:

Yakup: Oluşan bölge yarıçapı 3 santimetre olan bir çeyrek çemberdir.

Araştırmacı: Evet, betimlenen bölgeyi doğru belirledin. Dönel cismin oluşma süreciyle ilgili neler söyleyebilirsin?

Yakup: Bu bölge x eksenini etrafında döndürüldüğünde tabanı $x=0$ eksenini üzerinde olan yarıçapı 3 santimetre olan bir yarım küre oluşur.

Araştırmacı: Açıklaman oldukça güzel, cismin konumu hakkında verdiğin cevaptan emin misin?

Yakup: Evet, çünkü çeyrek çemberin x eksenini etrafında dönmesiyle simetrisi dördüncü bölgede oluşur. Kendisi zaten birinci bölgedeydi, simetrisiyle birlikte alınınca tabanı y eksene oturur, kendisi birinci ve dördüncü bölgede duran bir yarım küre oluşmuş olur.

17 tane öğretmen adayıyla yürütülen pilot uygulamada ölçekten alınan puanların normal dağılım gösterdiği ve öğretmen adaylarının genellikle sorulara doğru cevaplar verdikleri ve uygun açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bununla beraber katılımcıların en çok zorlandıkları sorunun 4.soru olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak öğretmen adaylarının prototip (tipik) dönel cisimleri rahatlıkla oluşturabildikleri ve tanımlayabildikleri görülürken; dönel cisimlerin farklı yönlerden ve konumlardan görünüşlerini oluşturmada ve tanımlamada zorluk yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının oluşan dönel cismin ayrıt uzunluklarını (özellikle yarıçap uzunluğu) belirleme noktasında da güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmanın tüm verileri SPSS 22.0 programı ile analiz edilmiştir. Analizlerde verilere ait aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maximum değerler hesaplanmış, korelasyon katsayısı ve yönü belirlenmiştir. Ayrıca Açıklayıcı Faktör

Analizi ile Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'nin faktör yapısı ortaya konmuştur. İçerik analizi ile de veriler detaylı bir şekilde incelenmeye çalışılmıştır.

3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Araştırmacılar tarafından geliştirilen iki adet ölçme aracı ile ilgili öncelikle gerekli uzman görüşleri alınmıştır. Uzmanların değerlendirmeleri neticesinde yeniden düzenlenen ölçekler 2021-2022 Eğitim-Öğretim yılında İzmir ilinde bir devlet üniversitesinde matematik öğretmenliği bölümü birinci sınıfında öğrenim görmekte olan 17 öğretmen adayına uygulanarak pilot uygulama yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeğinin geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu belirlenmiştir. Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği ise uzmanlar tarafından açık, anlaşılır ve amacına hizmet eden bir ölçek olarak değerlendirilmiştir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Araştırmacılar tarafından geliştirilen iki adet ölçek gerekli yasal izinler alındıktan sonra hem pilot uygulamada hem de asıl uygulamada araştırmacı tarafından öğrencilere uygulanmıştır. Uygulamalar esnasında araştırmacı öğrencilerin zorlandıkları noktalarda küçük ipuçları vererek onların doğru cevabı bulmalarına yardımcı olmuştur. Araştırmacı uygulamalar ve görüşmeler esnasında gözlem notları olarak, bu notlarını yapılan analizlerde değerlendirmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmacılar tarafından geliştirilen ve güvenilirlik-geçerlik çalışmaları yapılan Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama ve Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçekleri, araştırma soruları doğrultusunda 2022-2023 Eğitim-Öğretim Yılı birinci yarıyılında öğretmen adaylarına tekrar uygulanmıştır. İzmir’de bir devlet üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı ikinci sınıf öğrencileri ile yürütülen bu araştırma karma desenli olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın nicel bölümüne 78 öğretmen adayı (55 kız- 23 erkek), nitel bölümüne ise 22 öğretmen adayı (16 kız-6 erkek) katılmıştır. Hazırlanan rubriklere göre ölçekler puanlanmış ve araştırma soruları doğrultusunda gerekli analizler yapılmıştır. Bu bölümde, toplanan veriler üzerinde yapılan analizlere sırasıyla yer verilmektedir.

Veriler üzerinde öncelikle normallik analizleri yapılmıştır. Tablo 13 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama ölçeği üzerinden toplanan verilerin normallik testi sonuçlarını göstermektedir. Baykul ve Güzeller’e (2014) göre örneklem büyüklüğünün 50 ve üzerinde olduğu durumlarda Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi değerinin daha doğru sonuçlar vereceği öngörülmektedir. Anlamlılık değeri 0,05’in altında olan değerlerin normal dağılım göstermediği kabul edildiğinden (Baykul ve Güzeller, 2014), yapılan analizler sonucunda 78 kişiden oluşan örneklem Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama ölçeğinden aldıkları test puanlarının normal dağılım göstermediği kabul edilmektedir. Bu sebeple, ilgili verilere parametrik olmayan testler uygulanmıştır.

Tablo 13

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Kolmogorov-Smirnov Normallik Testi Sonuçları

İstatistik	Serbestlik Değeri	Anlamlılık
.174	78	.000

Katılımcılara görüşme yöntemiyle uygulanan Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği'ndeki cevaplar puanlanıp, istatistiksel analizlere dâhil edilmiştir. Bu veriler ayrıca içerik analizi yöntemi ile de incelenmiştir. Tablo 14 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği puanlarının normallik testi sonuçlarını göstermektedir. Baykul ve Güzeller'e (2014) göre, örneklem büyüklüğünün 50'nin altında olduğu durumlarda Shapiro-Wilk normallik testi değerinin daha doğru sonuçlar vereceği öngörülmektedir. Anlamlılık değeri 0,05 ve üzerinde olan verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edildiğinden (Baykul ve Güzeller); yapılan analizler sonucunda Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği puanlarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sebeple, bu verilerle ilgili analizlere parametrik testler uygulanmıştır.

Tablo 14

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları

İstatistik	Serbestlik Değeri	Anlamlılık
.974	22	.796

Birinci araştırma sorusu “İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları ne düzeydedir?” şeklindedir. Bu doğrultuda, Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'nden toplanan verilere öncelikle betimsel istatistikler uygulanmıştır. Yapılan betimsel istatistik testlerinde ölçekten alınan en düşük ve en yüksek puanlar, puanların aritmetik ortalamaları ile standart sapmaları incelenmiştir.

78 öğretmen adayının katıldığı altı maddelik Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği'ndeki her bir soru sıfır ile dört arasında kısmi puanlama ile değerlendirildiğinden ölçekten alınabilecek en düşük puan sıfır iken en yüksek puan 24'tür. Her bir sorunun aritmetik ortalamalarına bakıldığında öğrencilerin genelde yüksek puan aldıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının en az ikinci soruda başarı gösterdikleri tespit edilmiştir. Tablo 15 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği puanlarının betimsel istatistik analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 15

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Betimsel İstatistik Analiz Sonuçları

Sorular	Kişi Sayısı	Minimum Puan	Maximum Puan	Standart Sapma	Aritmetik Ortalama
1.soru	78	0	4	1,06	3,56
2.soru	78	0	4	1,38	2,42
3.soru	78	0	4	1,07	3,33
4.soru	78	0	4	0,92	3,47
5.soru	78	0	4	1,06	3,44
6.soru	78	2	4	0,78	3,55
Toplam	78	4	24	4,09	19,79

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği genel olarak değerlendirildiğinde ölçekten alınan en az puanın 4 iken; en yüksek alınan puanın 24 olduğu ve tüm puanların aritmetik ortalamasının 19,79 olduğu tespit edilmiştir. Ölçek, Alan Hesaplama ve Hacim Hesaplama olmak üzere iki faktörlü bir yapıya sahiptir. Birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sorular Dönel Cisimlerde Hacim Hesaplama becerilerine yönelik sorular olup, katılımcıların bu sorulardan aldıkları puanların aritmetik ortalaması 3,198 olarak belirlenmiştir. Beşinci ve altıncı sorular ise Dönel Cisimlerde Alan Hesaplama becerilerini ölçmeye yönelik sorular olup, öğretmen adaylarının bu sorulardan aldıkları puanların aritmetik ortalaması 3,495 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının dönel cisimlerde alan hesaplama konusunda dönel cisimlerde hacim hesaplama konusuna göre daha biraz daha başarılı olduğunu söylemek mümkündür.

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Ölçeği 'ndeki maddelerin madde güçlük değerlerini belirlemek amacıyla madde güçlük katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 16 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği maddelerinin madde güçlük katsayılarını göstermektedir. Tablo 16 incelendiğinde öğretmen adaylarının soruları genel olarak kolaylıkla çözebildikleri görülmektedir. Tablo 15 ve Tablo 16 birlikte değerlendirildiğinde ise öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları ve en az başarı gösterdikleri sorunun ikinci soru olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 16

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği Madde Güçlük Katsayıları

Sorular	Madde Güçlük Katsayısı
1.soru	.89
2.soru	.605
3.soru	.83
4.soru	.86
5.soru	.86
6.soru	.88

İkinci alt araştırma problemi “İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerle ilgili uzamsal görselleştirme becerileri nasıldır?” şeklindedir. Bu araştırma sorusu doğrultusunda katılımcılara Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği görüşme yöntemiyle uygulanmıştır. Karma araştırma desenlerinden Açıklayıcı Araştırma Yöntemi ile nitel ve nicel teknikler bir arada kullanılarak öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri ve düşünme süreçleri derinlemesine incelenmiştir. Beş maddeden oluşan bu ölçekte sorular sıfır ile üç puan arasında kısmi olarak puanlanmıştır. Ortaokul matematik programı kazanımlarında yer alan dönel cisimlerle (silindir, koni, kesik koni, küre, yarım küre) ilgili olan bu sorularda, dönel cisimleri oluşturabilme, tanımlayabilme ve bu cisimleri zihinde yer değiştirebilme becerileri değerlendirilmek amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının Dönel Cisimlerde Alan ve Hesaplama Ölçeği’nden aldıkları puanlarla uzamsal görselleştirme becerileri karşılaştırılmak istendiğinden, Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği de verilen doğru cevaplara göre puanlanmış olup, bu verilere aynı zamanda içerik analizi yapılmıştır.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği üzerinde yapılan nicel teknikler kullanılarak yapılan analizlerden bir tanesi betimsel istatistiktir. Tablo 17, Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği betimsel istatistik analiz sonuçlarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının sorulardaki zorlanma durumlarını incelemek amacıyla da madde güçlük katsayılarına bakılmıştır. Tablo 18 ise Uzamsal Görselleştirme Ölçeği madde güçlük katsayılarını göstermektedir.

Tablo 17

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Betimsel İstatistik Sonuçları

Sorular	MinimumPuan	Maximum Puan	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
1.soru	1	3	2,39	0,74
2.soru	1	3	2,39	0,67
3.soru	1	3	2,17	0,82
4.soru	0	3	0,43	1,01
5.soru	0	3	1,34	1,29

Tablo 17 ve Tablo 18 birlikte değerlendirildiğinde görülmektedir öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları, dolayısıyla en az başarı gösterdikleri soru dördüncü soru olmuştur. Öğretmen adayları birinci, ikinci ve üçüncü sorularda yaklaşık olarak aynı başarıyı gösterirken, beşinci soruda da nispeten daha az başarı göstermişlerdir.

Tablo 18

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Madde Güçlük Katsayıları

Madde Analizi	1.soru	2.soru	3.soru	4.soru	5.soru
Madde Güçlük Katsayıları	.83	.83	.75	.15	.46

Yapılan içerik analizinde öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplar, katılımcı notları ve araştırmacı notları detaylı bir şekilde incelenerek öğretmen adaylarının düşünme süreçleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Araştırmanın bu bölümünde beş sorudan oluşan Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeğinin her bir sorusu tek tek ele alınmış, öğretmen adaylarının farklı düşünme süreçleri her soru için detaylı bir şekilde incelenmiş ve her soru için düşünme süreçleri ile ilgili sayısal analizler tablolar halinde verilmiştir. Bazı katılımcılar ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme örnekleri ise katılımcıların isimleri değiştirilerek verilmiştir.

Öğretmen adaylarının tüm sorulara verdikleri cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde düşünme süreçlerinin belirli başlıklar etrafında toplandığı tespit edilmiştir. Bu başlıklar eksen isimlerini (simetri eksen, $x=0$ ve $y=0$ eksen)

tanıyamama, dönel cismi oluşturmama, dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamama, dönel cismin ayrıt uzunluklarını doğru belirleyememe ve tüm süreçleri doğru bir şekilde gösterme olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu başlıklar doğrultusunda her bir soru detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeğinin birinci sorusunda bir ikizkenar üçgen betimlenmiş, betimlenen bu ikizkenar üçgenin çizilmesi istenmiş ve üçgen simetri eksenini etrafında döndürüldüğünde oluşan cismin çizilmesi ve ayrıt uzunluklarıyla beraber tanımlanması istenmiştir.

Birinci soruda betimlenen ikizkenar üçgenin simetri ekseninin belirlenmesi istenmiştir, fakat burada bazı katılımcıların (3 kişi) simetri eksenini ile koordinat eksenlerini karıştırdığı görülmüştür. Dolayısıyla bu katılımcılar istenen dönel cismi de oluşturmamışlardır. İlgili soruda ikizkenar üçgenden oluşan dönel cisim prototip bir koni şeklindedir. Dolayısıyla bu soruda dönel cisimleri farklı konumlarda tanıyamama düşünme süreci ile ilgili bir problem görülmemiştir. Dönel cismin ayrıt uzunluklarını doğru belirleyememe düşünme sürecinde katılımcıların genellikle yaptıkları hata dönel cismin yarıçap uzunluğunu belirlerken, üçgenin kenar uzunluğunun yarısı kadar olacağını düşünmeyip; üçgenin tüm kenar uzunluğunun çevre uzunluğuna dönüşeceği hatalı düşünme sürecini göstermek olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğunun ise tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterebildiği belirlenmiştir. Tablo 19, Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği birinci sorusunda katılımcıların gösterdiği düşünme süreçlerini, toplam katılımcı sayısını, ilgili düşünme sürecini gösteren katılımcı sayısı ve yüzdesini göstermektedir. Verilen yüzde değerleri en yakın tam sayıya yuvarlanmıştır.

Tablo 19

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Birinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	22	3	% 14
Dönel Cismi Oluşturamama	22	3	% 14
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	22	0	% 0
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	22	5	% 23
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	22	14	% 64

Birinci soruda yapılan görüşmelere bakıldığında öncelikle eksen isimlerini tanıyamama ve dönel cismi oluşturamama düşünme süreçlerini gösteren bir öğretmen adayı ile yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen ikizkenar üçgeni doğru çizdin. Şimdi bu üçgenin simetri eksenini belirleyip, istenen dönel cismi oluşturmalsın.

Aysel: Cisim y eksenini etrafında dönerse (3,4) lük noktadan y eksenini etrafında silindir içinden oyulmuş koni çıkar. Bu cismin adını asla bilmiyorum.

Araştırmacı: Üçgenin simetri eksenini y eksenini ya da (3.4) noktası mıdır?

Aysel: Evet, üçgen y eksenini etrafında dönüyor demektir.

Araştırmacı: Simetri ekseninin, y eksenini olduğuna emin misin?

Aysel: Galiba öyle emin değilim ama öyle gibi geliyor.

Araştırmacı: Peki üçgenin y eksenini etrafında döndürüldüğünü kabul edersek hangi dönel cisim oluşur?

Aysel: Bu bir silindire benziyor fakat tam bir silindir değil, içinden bir koni çıkarılmış. O yüzden oyulmuş bir silindire benziyor ama adını bilmiyorum, oluşan cisimden de emin değilim.

Yapılan bu görüşmede öğretmen adayı hem geometrik şeklin simetri eksenini doğru belirleyememiş hem de dönel cismi oluşturamamıştır. Araştırmacının simetri eksenini yanlış belirlediğini fark ettirmeye çalışması ise faydasız kalmıştır. Simetri eksenini belirleyemediği için dönel cismi doğru oluşturamamış ve doğru tanımlayamamıştır. Dönel cismi oluşturamama ile ilgili bir başka görüşme örneği ise şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen ikizkenar üçgeni doğru çizdin. Şimdi bu üçgenin simetri eksenini belirleyip, istenen dönel cismi oluşturmalısın.

Meliha: Bu bir üçgen olduğuna göre döndürüldüğünde de üçgen piramit olur bence.

Araştırmacı: Bu düşünceye nasıl vardığını açıklayabilir misin?

Meliha: Üçgen piramitler üçgenlerden oluşur diye biliyorum, o yüzden öyle söyledim.

Araştırmacı: Peki dönel cisimler nasıl oluşur sence? Ya da simetri eksenini nedir, nerede kullanılır?

Meliha: Onları bilmiyorum, bu üçgen arka arkaya dizilirse üçgen piramit oluşur.

Burada katılımcı tamamen yanlış bir düşünce süreci gösterip dönel cismi oluşturamamıştır. Bu durumun öğretmen adayının konuyla ilgili kavramsal bilgi eksikliklerinden olduğu tahmin edilmektedir. İlgili soruda son olarak tüm düşünce süreçlerini doğru gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin tamamı şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen ikizkenar üçgeni doğru çizdin. Şimdi bu üçgenin simetri eksenini belirleyip, istenen dönel cismi oluşturmalısın.

Betül: İkizkenar bir üçgenin simetri eksenini taban kenarından, tabanın karşısındaki noktaya doğru geçer. Tabanı iki eşit parçaya ayırır ve diktir.

Araştırmacı: Evet bu tanımlaman doğru gibi görünüyor.

Betül: İkizkenar bir üçgenin simetri eksenini etrafında dönmesiyle bir koni oluşacaktır. Bu koninin taban yarıçapı, ikizkenar üçgenin taban kenarının yarısı kadar olacaktır.

Araştırmacı: Neden yarısı kadar olacaktır, tamamı neden olmaz?

Betül: Çünkü simetri eksenini kenarı ikiye böler ve her bir parça koninin yarıçapına dönüşür, o yüzden üçgenin taban uzunluğunun yarısı koninin yarıçap uzunluğunu oluşturur.

Araştırmacı: Evet galiba haklısın. Peki, oluşan koninin yüksekliği nasıl oluşacak?

Betül: O değişmez, üçgenin yüksekliği direk koninin yüksekliğini oluşturur. Simetri eksenini etrafında döndüğü için eğilme ya da bükülme olmaz, direk bu eksen etrafında döner ve yüksekliği olur.

Araştırmacı: Evet Betül haklısın, teşekkür ederim.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeğinin ikinci sorusunda bir dikdörtgen betimlenmiş ve bu dikdörtgenin simetri eksenlerinden birinin etrafında döndürülmesiyle oluşan dönel cismin tanımlanması istenmiştir. Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği birinci sorusunda eksen isimlerini tanımada zorluk yaşayan öğrencilerin bazılarının, ikinci soruda da eksen isimlerini tanımada ve dönel cismi oluşturmada zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Eksen isimlerini yanlış bilen iki öğretmen adayı, dikdörtgenin döndürülmesiyle silindir oluşacağını doğru bilmiştir. Bu sebeple bu katılımcıların cevapları sadece eksen isimlerini tanıyamama düşünme süreci içerisinde değerlendirilmiştir. İkinci soruda öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gerçekleştirebilmesine rağmen; ikinci sorudaki başarı, birinci soruya göre daha düşüktür. İkinci soruda öğretmen adaylarının en çok zorluk yaşadıkları nokta dönel cismin ayrıt uzunluklarının belirlenmesi olmuştur. Soruda öğretmen adaylarının dikdörtgenin simetri ekseninin, dikdörtgenin kenarını ikiye bölüp, oluşan bu parçanın silindir yarıçapına dönüştüğü sürecini zihinlerinde doğru bir şekilde canlandıramadıkları tespit edilmiştir. Tablo 20 ilgili

soruda öğretmen adaylarının göstermiş olduğu düşünme süreçlerini ve ilgili sayısal verileri göstermektedir.

Tablo 20

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği İkinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	22	3	% 14
Dönel Cismi Oluşturamama	22	1	% 5
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	22	0	% 0
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	22	7	% 32
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	22	12	% 55

Birinci soruda ikizkenar üçgenin döndürülmesi ile üçgen piramit oluşacağı yanlış düşünme sürecine sahip öğretmen adayının aynı hatalı düşünme sürecini ikinci soruda da gösterdiği görülmüştür. Görüşme şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen dikdörtgeni doğru bir şekilde çizdin. Şimdi senden istenen bu dikdörtgenin simetri eksenini belirleyip, dikdörtgen bu eksen etrafında döndürüldüğünde oluşacak dönel cismi çizip tanımlaman.

Meliha: Bence dikdörtgenler prizması olur.

Araştırmacı: Bu sonuca nasıl vardığını açıklar mısın?

Meliha: Çünkü dikdörtgenler prizması dikdörtgenden oluşur.

Araştırmacı: Peki, dikdörtgen ne olursa dikdörtgenler prizmasına dönüşür? Yani dikdörtgene ne yapılırsa ondan bir dikdörtgenler prizması oluşur?

Meliha: Dikdörtgen döndürülürse dikdörtgenler prizması elde edilir.

Araştırmacı: Peki dikdörtgen nasıl döndürülürse dikdörtgenler prizması oluşur? Ya da dikdörtgen farklı şekillerde döndürülürse farklı geometrik cisimler elde edilebilir mi?

Meliha: Dikdörtgen nasıl döndürülür bunu gözümde canlandıramıyorum. Farklı döndürmeler nasıl olabilir onları bilmiyorum o yüzden. Ben sadece dikdörtgenler prizmasının dikdörtgenin dönmesinden elde edildiğini biliyorum.

Öğretmen adayı birinci ve ikinci soruda aynı hatalı düşünme sürecini yaşamıştır. Öğretmen adayının dönel cisimlerle ilgili kavramsal eksiklikleri olmasının yanında matematiksel dil kullanımı ile ilgili olarak da problemler yaşadığı düşünülmektedir. Geometrik cisimleri sadece isim boyutunda bildiği, oluşum süreçleri ile ilgili ciddi problemler yaşadığı ve geometrik cisimler arasında isim karmaşıklığı yaşadığı düşünülmektedir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği ikinci sorusunda öğretmen adaylarının en çok yaşadıkları zorluklardan bir diğeri ise oluşan silindir şeklinin yarıçap ve yükseklik uzunluklarını belirlemek olmuştur. Bu konu ile ilgili yapılan bir görüşmenin bir kısmı şöyledir:

Araştırmacı: Betimlenen dikdörtgeni doğru bir şekilde çizdin. Şimdi senden istenen bu dikdörtgenin simetri eksenini belirleyip, dikdörtgen bu eksen etrafında döndürüldüğünde oluşacak dönel cismi çizip tanımlaman.

Osman: Aslında burada bir tane simetri ekseni yok, iki tane var. Önce kısa kenarların dönmüş halini düşündüm. Bu da bir daire oluşturdu. Tam tur yaptığında çap elde ettim.

Araştırmacı: Peki ya diğer simetri ekseni?

Osman: Daha sonra uzun kenarı düşündüm. O da kısa kenara bağlı olarak bir tam tur attı. Silindirin uzun boy kısmını oluşturdu.

Araştırmacı: Güzel, peki oluşan bu silindirlerin yarıçap uzunlukları ve yükseklikleri ile ilgili neler söyleyebiliriz?

Osman: Kısa kenarında dönerse yarıçap 8 cm, uzunda dönerse 10 cm olur.

Araştırmacı: Sebebini açıklayabilir misin?

Osman: Çünkü o kenarlar direk daireyi oluşturur.

Araştırmacı: Peki sence dikdörtgenin bir kenarı direk olarak silindirin taban çemberinin çevresine mi dönüşür?

Osman: Evet.

Katılımcı birinci soruda da bazı öğretmen adaylarının yaptığı gibi bir kenar uzunluğunun direk olarak çevre uzunluğuna dönüştüğü hatalı düşünme sürecine kapılmıştır. Bu hatalı düşünme sürecinin sebebinin simetri ekseninin kenarı ikiye böldüğünün göz ardı edilmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. İkinci soruda son olarak tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren bir öğretmen adayı ile yapılan görüşmenin bir kısmına yer verilmiştir.

Araştırmacı: Betimlenen dikdörtgeni doğru bir şekilde çizdin. Şimdi senden bu dikdörtgenin simetri eksenini belirleyip, dikdörtgen bu eksen etrafında döndürüldüğünde oluşacak dönel cismi çizip tanımlaman istenmektedir.

Ecrin: Dikdörtgenin iki tane simetri ekseni çizilebilir. Bu dikdörtgeni herhangi bir simetri ekseni etrafında döndürürsek silindir oluşacaktır.

Araştırmacı: Peki, güzel açıkladın. O halde bana oluşacak bu silindirin ayrıt uzunluklarından bahsedebilir misin?

Ecrin: Bu silindirin yüksekliği simetri eksenine paralel olan kenarın uzunluğuna eşittir. Silindirin taban yarıçapı, dikdörtgende dik kestiği kenarın uzunluğunun yarısına eşittir.

Araştırmacı: Silindir yarıçapı neden dikdörtgenin kenar uzunluğunun yarısına eşit oluyor, bunu açıklayabilir misin?

Ecrin: Tabi. Bunun sebebi simetri ekseni aslında. Çünkü simetri ekseni kenarı tam ortasından ikiye bölüyor. İkiye bölünce de her bir parça yarıçap oluyor. Sebebi tam olarak budur bence.

Araştırmacı: Güzel, teşekkür ederim.

Ortaokul müfredatının dönel cisimlerle ilgili temel konuları olan silindir ve koni geometrik şekillerinin oluşturulması ile ilgili öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının herhangi bir zorluk yaşamadığı tespit edilmiştir. En çok zorluk yaşanan noktanın ise dönel cismin ayrıt uzunluklarını doğru bir şekilde belirleyebilme olduğu görülmüştür. Eksen isimlerini ya da simetri eksenini bilmemek ise çok temel bir problem olduğu için bu konuda zorluk yaşayan öğretmen adaylarının dönel cisimlerle ilgili tüm süreçlerde zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği üçüncü sorusunda bir ikizkenar yamuk betimlenmiş, katılımcılardan bu ikizkenar yamuğu çizmeleri ve simetri eksenini etrafında döndürmeleri istenmiştir. Tablo 21, üçüncü soruya ait içerik analizi sayısal verilerini göstermektedir.

Tablo 21

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Üçüncü Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	22	4	% 18
Dönel Cismi Oluşturamama	22	4	% 18
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	22	2	% 9
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	22	5	% 23
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	22	11	% 50

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği üçüncü sorusunda öğretmen adaylarının yarısının tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösterebildiği tespit edilmiştir. Birinci ve ikinci soru ile karşılaştırıldığında, üçüncü soruda tüm düşünme süreçlerini doğru gösteren öğretmen adayı sayısının daha az olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarından dört tanesi ise hem simetri eksenini çizme hem de dönel cismi

oluşturma noktasında zorluk yaşamışlardır. Dönel cismi farklı konumlarda tanıyamama düşünme sürecini gösteren iki öğretmen adayı ise dönel cismi doğru oluşturabilmesine rağmen adını bilmediklerini belirtmişlerdir. Bu duruma örnek bir görüşmenin bir bölümü şu şekilde gerçekleşmiştir:

Araştırmacı: Betimlenen ikizkenar yamuğu doğru bir şekilde çizdin. Şimdi simetri eksenini çizip, dönel cismi oluşturmalısın.

Ömer: Simetri eksenini yamuğun tam ortasından geçen dik bir doğru parçasıdır. Simetri eksenini belirledikten sonra sanki tam ortasından bir çubuk geçirilmiş gibi ve ben elimle onu çeviriyormuş gibi düşünüyorum.

Araştırmacı: Evet, düşüncen çok güzel görünüyor. Peki, bu ikizkenar yamuğu elinle tam ortasından çevirdiğinde hangi cismin oluştuğunu görüyorsun?

Ömer: Bence üst kısmı kesilmiş koni şekli olur. Üst tarafındaki dairenin yarıçapı 3 birim, alt tarafındaki dairenin yarıçapı 6 birim olur.

Araştırmacı: Çizdiğin dönel cisim ve ona ait ayrıt uzunlukları doğru gibi görünüyor. Peki, bu dönel cismin adı tam olarak nedir sence? Bu cismin adı gerçekten kesilmiş koni midir?

Ömer: Bu kesilmiş bir koni, ama cismin literatürdeki tam doğru adını bilmiyorum.

Araştırmacı ile Ömer arasındaki görüşme incelendiğinde öğretmen adayının dönel cismi oluşturma sürecini zihninde başarılı bir şekilde canlandırabilmesine rağmen cismin adını doğru bir şekilde söyleyemediği görülmektedir. Bu durum ise matematiksel dil kullanımının önemini bir kez daha göstermektedir. Simetri eksenini ile koordinat eksenini birbirine karıştıran bir öğretmen adayı ile üçüncü soruda yapılan görüşmenin bir kısmı şu şekildedir:

Araştırmacı: Betimlenen ikizkenar yamuğu doğru çizdiğini görüyorum. Şimdi bu yamuğun simetri eksenini çizip, dönel cisim oluşturabilir misin?

(Katılımcı bir koordinat sistemi çizer ve yamuğu x eksenini etrafında döndürür.)

Bamsı: Döndürünce uçları eksik bir silindir gibi düşünebiliriz. Kafanızda yamuğu dike tamamlayıp döndürüp eksik olan parçaları çıkarın, geriye böyle bir silindir gibi bir şey kalıyor ama uçları eksik bir silindir. Ama yine de bize yükseklik verildiği için Pisagor'dan yamuğun yan kenarlarını bulabiliriz.

Araştırmacı: Hımmm.. demek böyle düşünüyorsun. Öncelikle yamuğun simetri eksenini doğru belirlediğine emin misin?

Bamsı: Evet, geometrik şekiller ya x ya y eksenini etrafında döner. Bu da böyle dönüyormuş gibime geliyor. Evet evet böyle dönüyor ve bu cisim oluşuyor.

İlgili görüşmede öğretmen adayının simetri eksenini belirleme ile ilgili ciddi derecede zorluk yaşadığı görülmektedir. Tüm düşünme süreçlerini doğru gösteren bir katılımcı ile yapılan görüşmenin bir kısmı ise şöyledir:

Yusuf: Ben anlatılan ikizkenar yamuğun adına KLMN yamuğu dedim. Bu KLMN yamuğunun simetri eksenini üst ve alt tabanlarının orta noktasından dik bir şekilde geçer. Bu eksen etrafında şekli çevirirsek de oluşacak şekil kesik koni olur.

Araştırmacı: Güzel, peki bu kesik koninin ayrıt uzunlukları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Yusuf: Bu kesik koninin üst yarıçapı yamuğun üst tabanının yarısına, alt yarıçapı ise yamuğun alt tabanının yarısına eşit olacaktır.

Araştırmacı: Neden kenar uzunluklarının yarısı oluyor da tamamı olmuyor sence?

Yusuf: Bu simetri eksenini etrafında dönmesinden kaynaklanıyor. Simetri eksenini kenarı ikiye böldüğü için dönel cisim oluştuğunda da yamuğun taban uzunluğunun yarısı kesik koninin tabanında oluşan dairenin yarıçapını oluşturuyor.

Araştırmacı: Açıklaman oldukça güzel Yusuf, teşekkürler.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü sorusunda $y=2x$ doğrusunun $x=3$ ve $x=0$ doğruları ile sınırladığı bölgenin $x=0$ eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşacak olan dönel cismi çizimleri ve onu tanımlamaları istenmiştir.

Burada öğretmen adaylarının öncelikle döndürülmesi istenen bölgeyi doğru bir şekilde belirlemeleri beklenmiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü sorusunda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun eksen isimlerini doğru bilemedikleri, bu sebeple döndürülmesi istenen bölgeyi doğru tespit edemeyip dönel cismi doğru bir şekilde oluşturamadıkları görülmüştür. Bu durumun en belirgin sebebinin ise öğretmen adaylarının $x=0$ eksenini x eksen olarak düşünüp (doğrusu y eksenidir) soruya o şekilde hatalı bir çözüm ile devam etmeleri olduğu tespit edilmiştir. Bu durum matematiksel dil kullanımının ne kadar önemli olduğunu bir kez daha şiddetle göstermiştir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü sorusunda tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren katılımcı sayısının oldukça az olduğu belirlenmiştir. Tüm sorular içinde en az doğru cevap verilen soru dördüncü soru olmuştur. Bu duruma eksen isimlerini tanıyamama hatalı düşünce sürecinin yanında dönel cismi farklı konumlarda tanıyamama hatalı düşünme sürecinin de önemli derecede sebep olduğu görülmüştür. Çünkü döndürülmesi istenen alan bir dik üçgen olup, bu üçgen y eksen etrafında döndürüldüğünde konumu prototip koniye göre tam ters pozisyonda duran bir koni elde edilmesi gerekmektedir. Uzamsal görselleştirme kavramının en belirgin özelliği olan dönel cisimleri farklı konumlarda tanıma becerisi burada kendisini oldukça göstermektedir. Öğretmen adaylarının koni ters dönse bile yani konumu değişse bile adının değişmeyeceğini bilmesi beklenirken; bazı öğretmen adaylarının konumu değişen koniye koni demek yerine “ters koni” ya da “ters dönmüş koni” şeklinde isim verdikleri görülmüştür. Bu durum da hem uzamsal görselleştirme becerisinin hem de matematiksel dil kullanımının önemine bir kez daha vurgu yapmaktadır. Tablo 22, Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü soru içerik analizi sayısal verilerini göstermektedir.

Tablo 22

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Dördüncü Soru İçerik Analizi
Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	22	18	% 82
Dönel Cismi Oluşturamama	22	18	% 82
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	22	2	% 10
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	22	1	% 5
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	22	1	% 5

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeğinin tüm sorularında dönel cismin ayrıt uzunluğunu doğru belirleyememe düşünme sürecini gösteren öğretmen adayları, dönel cismi doğru konumda oluşturabilen fakat ayrıt uzunluklarını doğru belirleyemeyenlerin cevaplarından oluşmaktadır. Ölçekteki dördüncü soruda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (18 kişi) eksen isimlerini karıştırdığı için doğru dönel cismi oluşturamamıştır. Diğer öğretmen adaylarından ise bir tanesi soruya tam doğru cevap verebilmiş, bir tanesi dönel cismi doğru oluşturabildiği halde koni yüksekliğini yanlış belirtmiş, 2 öğretmen adayı ise dönel cismi farklı konumlarda iken ayrıt uzunluklarını doğru belirledikleri halde dönel cisimle ilgili yanlış isimlendirme yapmışlardır.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü sorusunda eksen isimlerini tanıyamama düşünme sürecini gösteren, dolayısıyla tüm soruya yanlış cevap bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü şu şekildedir:

Araştırmacı: Soruyu okudun. Öncelikle döndürülmesi istenen bölgeyi belirlemelisin, sonrasında ise bu bölgeyi döndürüp bir dönel cisim elde etmelisin.

Ayhan: $y=2x$ doğrusu ile $x=3$ ü düşünürsek doğru x i 3te y yi 6 da keser. İstenen bölge $x=3$ ile $y=2x$ doğrusu arasında kalan bölge olur. Kum saati görünümünü alır y eksenine

göre döndüğünde öncelikle simetriğini aldım. Simetriği alınan doğru x şeklini alır, bunun döndüğünü hayal edersek sonsuzluğa doğru uzanan kum saatine benzetebiliriz.

Araştırmacı: Sonsuza kadar uzanan bir dönel cisim geometride tanımlı mıdır sence?

Ayhan: Yani geometride böyle bir şey var mı bilmiyorum ama ben zihnimde oluşan şekle baktığımda bunu görüyorum.

Araştırmacı: Çözümünü gözden geçirmeni tavsiye etsem, sence bir yerlerde bir yanlışlık yapmış olabilir misin?

Ayhan: Yani doğru bu şekilde çiziliyor ondan eminim, y etrafında dönecek. y etrafında dönünce x e göre simetriği oluşuyordu ondan simetriğini çizdim. Dönünce üç boyutlu bir şeyler oluşacağından da gözlerimi kapatıp düşündüğümde zihnimde bir kum saatine benzettim.

Araştırmacı: Peki, sonsuza kadar uzanan bir geometrik cisim olduğu konusunda emin misin?

Ayhan: $y=2x$ doğrusunu sınırlayan bir şey olmadığı için bence döndüğünde oluşan cisim de sonsuza gider. O yüzden bence olabilir.

Aynı konuda zorluk yaşayan bir başka öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir bölümü ise şu şekildedir:

Araştırmacı: Soruyu okudun. Öncelikle döndürülmesi istenen bölgeyi belirlemelisin, sonrasında ise bu bölgeyi döndürüp bir dönel cisim elde etmelisin.

(Öğretmen adayı doğruları çizer fakat eksen isimlerini doğru bilmediği için döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirleyemez.)

Harun: Döndürülmesi istenen bölge burası. Bunu y eksenini etrafında döndürürsek şöyle koninin baş aşağı bakan hali oluşur. Yarıçapı 3 birim yüksekliği de 6 birim olur hatta.

Araştırmacı: Dönel cismin bu şekilde oluştuğundan emin misin?

Harun: Şeklin oluşturduğu eksen çevresinde dönmesine göre düşündüm, o yüzden evet böyle olur bence.

Araştırmacı: Peki, sence bu geometrik şeklin adı tam olarak nedir?

Harun: Üçgen olduğu için dönünce koni oldu ama buna tam olarak koni denilebilir mi bilmiyorum çünkü bu baş aşağı duruyor. O yüzden tam koni değil bence.

Araştırmacı: Peki bu cismin başka bir adı olduğunu mu düşünüyorsun?

Harun: Başka adı var galiba ama ben onu bilmiyorum.

Yapılan bu görüşmelerde birinci katılımcının istenen bölgeyi oluşturamadığı ve eksen isimlerini bilmediği görülmüştür. Dolayısıyla dönel cismi oluşturamamıştır. Fakat ikinci katılımcı istenen bölgeyi doğru belirleyememesine rağmen ve doğru eksen etrafında döndürememesine rağmen bir üçgen döndürüldüğü zaman bir koni oluşacağı fikrine sahiptir. Burada da öğretmen adayının soruda verilen bilgilere dikkat etmeden ya da kendi ezber bilgilerine göre bir düşünme süreci gösterdiği görülmüştür.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği dördüncü sorusunda dönel cismi farklı konumlarda tanıyamama düşünme sürecine tipik bir örnek olan görüşmenin bir kısmı şu şekildedir:

Tuana: $x=0$ doğrusu y eksenidir. Dolayısıyla döndürülmesi istenen bölge böyle olur.

Araştırmacı: Evet, döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirledin. Şimdi dönel cismi nasıl oluşturabiliriz?

Tuana: Bu bölgeyi y eksenini etrafında döndürdüğümüzde tabanda bir çember oluşur, zaten birinci soruda da benzeri vardı üçgen döndürüldüğünde koni oluşur. Fakat bu soruda bir farklılık var. Burada ters koni oluşuyor.

Araştırmacı: Ters koni kavramı ile tam olarak ne demek istiyorsun?

Tuana: Bu soruda oluşan dönel cisim bir koni ama ters dönmüş bir koni. Dolayısıyla bunun adı ters koni bence.

Araştırmacı: Dönel cismin adının bu olduğuna emin misin?

Tuana: Yani düşünüyorum. Mesela dediğim gibi birinci soruda da koni oluştu ama bu koni o koniye benzemiyor. Birinci sorudakinin bir koni olduğuna eminim. O yüzden

bu sorudakine konidir diyemiyorum. Ters konidir bu şekil çünkü normal koninin ters dönmüş hali oluştu burada.

Burada öğretmen adayının dönel cismi oluşturabildiği halde o dönel cismi konumu farklı iken tanıyamadığı görülmektedir. İlgili soruda tüm düşünme süreçlerini doğru gösteren bir katılımcı ile yapılan görüşmenin bir bölümü ise şöyledir:

İsmail: İstenen bölgeyi oluşturduğumda böyle bir alan çıktı. Bu alanı y eksenini etrafında döndürdüğümüzde ortaya bir koni çıkacaktır.

Araştırmacı: Birinci soruda da bir koni oluşmuştu. Fakat bu sorudaki koni biraz farklı görünüyor. Sence bu cisim yine de bir koni olarak isimlendirilebilir mi?

İsmail: Tabii, burada koni sadece yönünü değiştirmiş. Geometrik cisimlerde yönü ve yeri değişse bile cismin adı değişmez. Bu soruda da baş aşağı duran bir koni oluştu. Bu durum onun adının koni olduğu gerçeğini değiştirmez.

Araştırmacı: Açıklaman oldukça güzel ve doğru, tebrik ederim. Peki, koni dönel cisminin ayrıt uzunlukları ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?

İsmail: Taban yarıçapı 3 santimetre ve yüksekliği 6 santimetre olacaktır. Döndürülmesi istene bölge bir üçgen şeklidir, bu üçgenin tabanı 3 santimetre olduğu için bu uzunluk koninin taban yarıçapı uzunluğuna dönüşür.

Araştırmacı: Çok güzel, teşekkür ederim.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci ve son sorusunda $f(x)=\sqrt{9-x^2}$ fonksiyonunun $x=0$ ve $x=3$ doğrularıyla sınırladığı bölgenin x eksenini etrafında döndürülmesiyle elde edilen dönel cismi çizimleri ve onu tanımlamaları istenmiştir. Döndürülmesi istenen bölge $x=0$, $x=3$ ve $y=3$ doğruları arasında oluşan bir çeyrek çemberdir. Oluşacak olan dönel cisim ise birinci ve dördüncü bölgede yer alan bir yarım küredir.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği beşinci sorusunda eksen isimlerini tanıyamama ile ilgili bir problem yaşanmadığı görülmektedir. Bu durumun soruda sadece x ve y eksenlerinin bilinmesinin yeterli olması durumundan

kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Fakat yine de katılımcıların yarıdan fazlasının istenen dönel cismi oluşturamadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların iki tanesi istenen dönel cismin konumunu yanlış çizerken, bir tanesi ise oluşan yarım kürenin yarıçap uzunluğunu doğru belirleyememiştir. Tüm düşünme süreçlerini doğru gösteren katılımcı sayısı ise yedidir. Tablo 23, Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci sorusunda yapılan içerik analizinin sayısal verilerini göstermektedir.

Tablo 23

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Beşinci Soru İçerik Analizi Sayısal Verileri

Düşünme Süreçleri	Toplam Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı	İlgili Düşünme Sürecini Gösteren Katılımcı Sayısı Yüzdesi
Eksen İsimlerini Tanıyamama	22	0	% 0
Dönel Cismi Oluşturamama	22	12	% 56
Dönel Cismi Farklı Konumlarda Tanımlayamama	22	2	% 9
Dönel Cismin Ayrıt Uzunluklarını Doğru Belirleyememe	22	1	% 5
Tüm Düşünme Süreçlerini Doğru Bir Şekilde Gösterme	22	7	% 32

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçeği beşinci ve son sorusunda öğretmen adaylarının en çok gösterdiği düşünme süreci dönel cismi oluşturamama oluşmuştur. Bu süreci gösteren bir öğretmen adayıyla yapılan görüşmenin bir kısmı şu şekildedir:

Araştırmacı: Verilen fonksiyonu doğru çizdin. Buradan dönel cismi oluşturma sürecine geçebilirsin. Nasıl düşündüğünü benimle paylaşırsan sevinirim.

Kadir: Şimdi bunu döndürmek için bir tepenin hemen altında ayna varmış gibi düşündüm.

Araştırmacı: Peki bu aynadan yansıma dönel cismin oluşma sürecini nasıl etkiliyor?

Kadir: Yansıması ve gerçek görüntüyü birleştirip görüntünün döndüğünü hayal edince yumurtaya benzer bir görüntü oluşuyor. Ters geoit şekli oluşur buradan da.

Araştırmacı: Bu fikre nasıl vardığını biraz daha açıklayabilir misin?

Kadir: Fonksiyon x eksenini 3 te kesmiş, y yi 9 da. Dolayısıyla y eksenini boyunca daha uzun ama x eksenini boyunca daha basık. O yüzden bence geoit ama ters durduğu için ters geoit.

Burada öğretmen adayı öncelikle verilen fonksiyon grafiğini doğru çizememiş, grafiğin eksenleri kestiği noktaları da doğru belirleyememiştir. Dönel cismin oluşma sürecinde de cismi zihninde doğru bir şekilde döndürememiştir. Dolayısıyla ilgili katılımcı ne dönel cismi oluşturabilmiş ne de cismi doğru tanımlayabilmiştir.

İlgili soruda prototip düşünme şekli yüzünden hatalı çizim yapan bir başka öğretmen adayı ise şunları söylemiştir:

Burak: Bir yarım küre belirtir.

Araştırmacı: Bu fikre nasıl vardığını açıklar mısın?

Burak: Koordinat düzlemini göz önüne getiririm. Ardından bana verilen bölgenin sağ, sol, çapraz şekilde simetrisini alırım, sonra döndürürüm. X eksenini baz alıp katlarım.

Araştırmacı: Peki ya sonra?

Burak: Ardından y eksenini baz alıp ona göre de katlar, sonra iki şekli birleştiririm.

Bu görüşmede öğretmen adayı dönel cismi oluşturma sürecini doğru bir şekilde göstermesine ve çizimleri doğru bir şekilde yapmasına rağmen dönel cismin konumunu yanlış belirlemiştir. Koordinat sisteminde yan duran yani birinci ve dördüncü bölgelerde dik ve sola bakar şekilde durması gereken yarım küreyi, muhtemelen tipik yarım küre fikri ağır bastığı için birinci ve ikinci bölgede çizmiştir. Yarım kürenin yarıçap uzunluğunu doğru belirleyebilmesine rağmen cismin konumunu yanlış çizdiği için öğretmen adayının bu soruya verdiği cevap eksik olarak değerlendirilmiştir.

İçerik analizleri ile ilgili son olarak yarım küre oluşturma sürecini doğru tamamlayan bir öğretmen adayıyla yapılan görüşme şöyledir:

Araştırmacı: Sana verilen soruda öncelikle fonksiyon grafiğini çizip, döndürülmesi istenen bölgeyi belirlemelisin.

Hale: x eksenini üçte, y eksenini de üçte kesen birinci bölgede bir çeyrek çember çıktı.

Araştırmacı: Evet döndürülmesi istenen bölgeyi doğru belirledin. Peki, bu bölgeyi x eksenini etrafında döndürürsek hangi cisim oluşur buna bakalım şimdi istersen.

Hale: x etrafında dönerse yarım küre olur ama yan duran bir yarım küre.

Araştırmacı: Yarım küre neden yan duruyor?

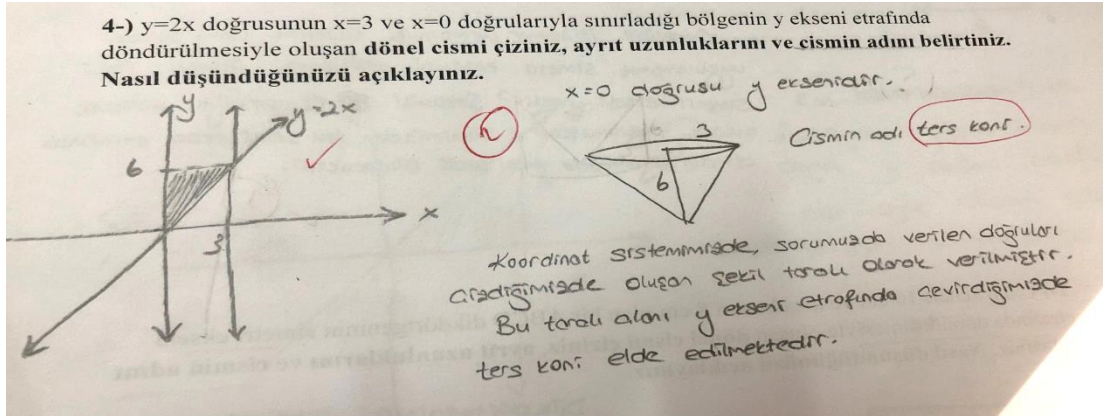
Hale: Başlangıçta verilen alan o şekilde çünkü. Ama durum ismini değiştirmez. Oluşan dönel cisim yine yarım küre olur.

Araştırmacı: Peki bu yarım kürenin yarıçap uzunluğu hakkında ne söyleyebilirsin?

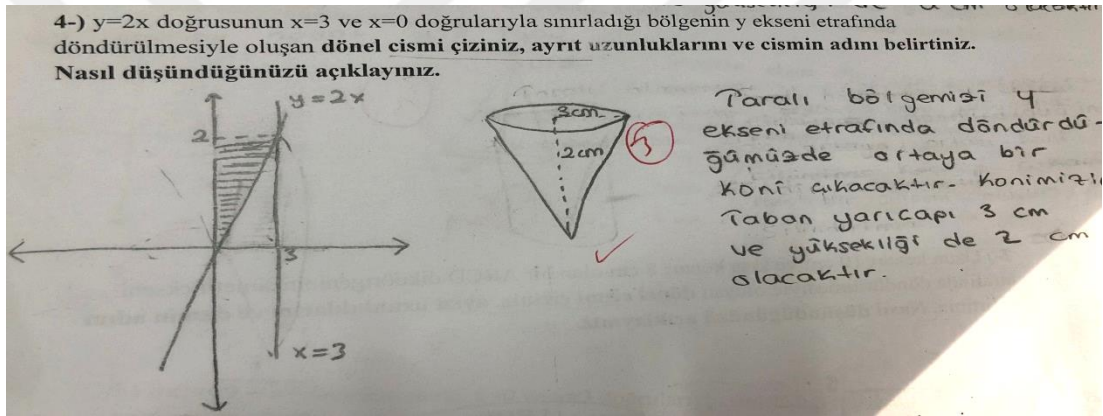
Hale: 3 cm olur. Çünkü fonksiyonun eksenleri kestiği noktalar direk yarıçapa dönüşür.

Araştırmacı: Haklısın Hale, teşekkür ederim.

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği üzerinde yapılan içerik analizinde, öğretmen adaylarının zorluk yaşadıkları konular genel olarak değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının dönel cisimlerin genellikle prototip (tipik) halleri bildikleri fakat bu dönel cisim konum veya yön değiştirdiğinde onu tanımlamakta güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir. Örneğin öğretmen adaylarının Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği'ndeki Şekil 4 ü koni olarak tanımlarken, Şekil 3' ü ters koni olarak yanlış bir şekilde tanımladıkları görülmüştür.



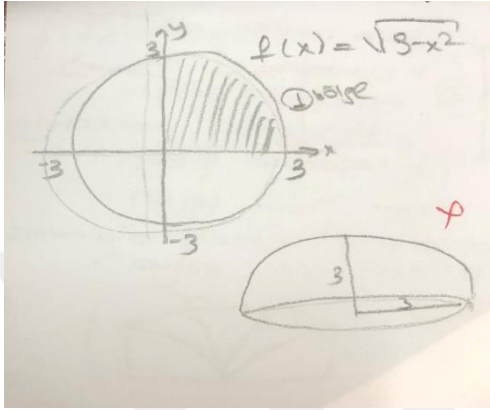
Şekil 3. Koninin yanlış tanımlanması



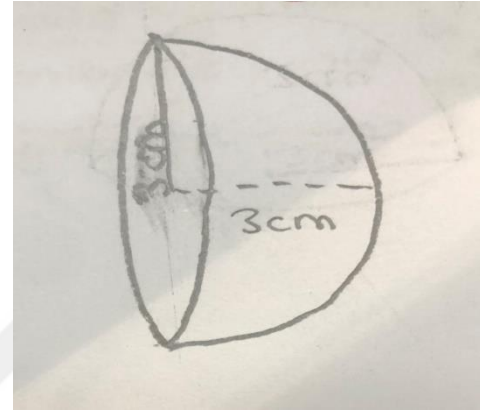
Şekil 4. Koninin doğru tanımlanması

Öğretmen adaylarının cevaplarında tespit edilen bir diğer problem “kesik koni” ve “yarım küre” kavramlarının bilinmemesidir. Öğretmen adaylarından bazıları soruda betimlenen yamuk geometrik şekilden istenen kesik koni dönel cismini oluşturabilmelerine rağmen bu cismin adını bilmediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları bu soruda “Koniye benziyor ama olmadığını biliyorum.”, “Bu cisim bir lambaya benziyor fakat doğru adını bilmiyorum.” ya da “Bu geometrik cismin adını bilmiyorum.” şeklinde cevaplar vermişlerdir. Benzer şekilde çeyrek çemberden yarım küre dönel cismini elde etme sorusunda da öğretmen adayları çeyrek çemberden yarım küre elde edileceğini tahmin etse bile koordinat sisteminde yarım kürenin konumunu doğru bir şekilde çizememiş, yine burada da prototip çizimlere doğru bir yanlış yönelim olmuştur. Şekil 5’te dördürülmesi istenen bölge koordinat sisteminde doğru bir şekilde belirlenebilmesine rağmen; bu bölgenin x eksen etrafında dördürülmesiyle

elde edilen yarım küre dönel cisminin konumu doğru olarak belirlenememiştir. Yarım küre dönel cismi elde edileceği fark edildikten sonra cismin konumu göz ardı edilerek prototip cisim düşüncesi baskın gelmiştir. Şekil 6 ise yarım küre dönel cisminin doğru konumunu göstermektedir.

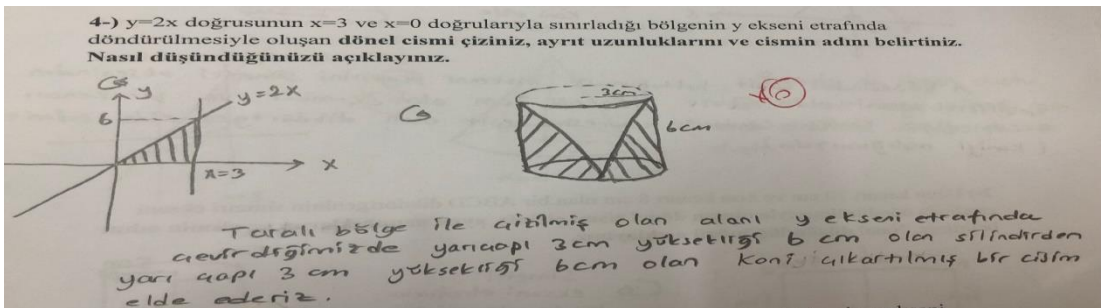


Şekil 5. Yarım kürenin yanlış konumu



Şekil 6. Yarım kürenin doğru konumu

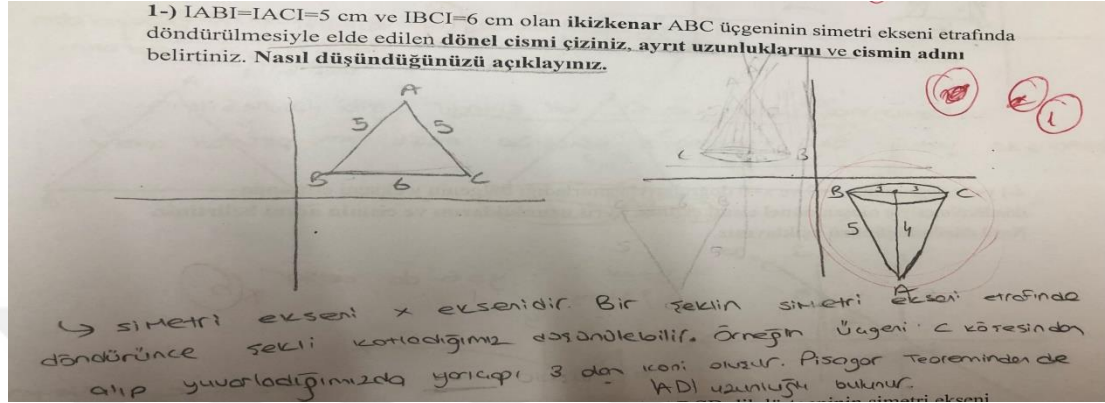
Öğretmen adaylarının yaygın olarak yaptığı bir diğer hata ise $x=0$ doğrusunu x eksenini algılayıp döndürülmesi istenen alanı doğru olarak belirleyememektir. Öğretmen adaylarının yapılan görüşmelerde en çok yaptıkları hatanın bu durumdan kaynaklandığı görülmüştür. Şekil 7 bir öğretmen adayının yaptığı bu hatalı çözümü göstermektedir. Katılımcıların birçoğu Şekil 7'deki hatalı çözümü yaparak döndürülmesi istenen alanı doğru olarak belirleyememiş, istenen dönel cismi oluşturamamış, dolayısıyla dönel cismin tanımlamasını da doğru bir şekilde yapamamışlardır.



Şekil 7. Eksen isimlerini tanıyamama düşünme süreci örneği

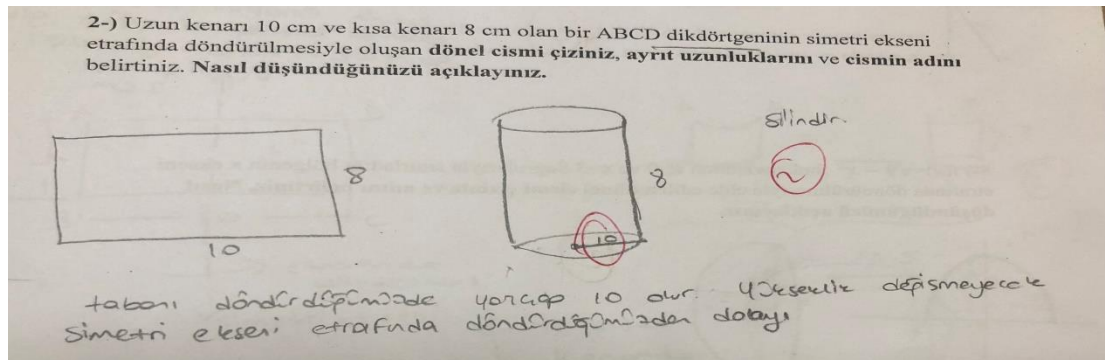
Yapılan içerik analizlerinde görülen bir başka hatalı düşünme şekli ise geometrik cisimlerin simetri eksenlerini doğru belirleyememektir. Şekil 8 bir

öğretmen adayının bahsedilen konuda yaptığı hatalı bir çizimi göstermektedir. Burada katılımcı geometrik cismin simetri eksenini ile koordinat sistemi eksenlerini karıştırarak hatalı bir çözüm yapmıştır. Fakat bu hatayı yapan katılımcı sayısı oldukça azdır.



Şekil 8. Simetri eksenini belirleyememe örneği

Tespit edilen bir başka hatalı düşünme şekli ise geometrik cisimden dönel cisim oluşturulduktan sonra cismin ayrıt uzunluklarını belirleme ile ilgilidir. Şekil 9 bu durumla ilgili bir örneği göstermektedir. Burada öğretmen adayı dikdörtgen geometrik şekilden silindir dönel cismini doğru bir şekilde oluşturabilmiş fakat oluşan dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirlemede hata yapmıştır. Simetri eksenini ayrıtı ikiye böleceğinden oluşan dönel cisimde de yarıçap uzunluğu bu ayrıtın yarısı kadar olmalıdır. Fakat öğretmen adayı bu ayrıntıya dikkat etmediği ya da bu durumu bilmediği tespit edilmiştir.



Şekil 9. Dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirleyememe örneği

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği üzerinde öğretmen adaylarının güçlü oldukları konular incelendiğinde görülmektedir ki katılımcıların yarıdan fazlası ortalamanın üzerinde başarı göstermişlerdir. Ortaokul matematik dersi müfredatının temel kazanımlarından olan koni ve silindir dönel cisimlerinin oluşturulması ve ayırıt uzunluklarının belirlenmesinde öğretmen adaylarının genelinin başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak, tüm öğretmen adayları betimlenen geometrik cisimleri doğru bir şekilde çizebilmiştir. Tüm süreçleri doğru bir şekilde tamamlayabilen öğretmen adayı sayısı ise oldukça azdır. Özetle öğretmen adaylarının Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeğinde en güçlü oldukları konunun betimlenen geometrik şekli doğru bir şekilde çizebilmek olduğu; en zayıf oldukları konunun ise eksen isimlerini doğru olarak düşünememek ($x=0$ eksenini x eksen olarak düşünmek) ve dönel cisimleri farklı konumlarda iken zihinde canlandıramamak olduğu tespit edilmiştir.

Üçüncü alt araştırma problemi “İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları ile uzamsal görselleştirme becerileri arasında bir ilişki var mıdır?” şeklindedir. Görüşmelere katılan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde görülmektedir ki genel olarak Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği’nden yüksek puan alan öğretmen adayları Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği görüşmelerinde de doğru cevaplar verip doğru düşünme süreçlerini gerçekleştirebilmişlerdir. Benzer şekilde, Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeğinde düşük başarı gösteren öğretmen adaylarının da Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeğinde düşük başarı gösterdikleri tespit edilmiştir.

Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği ile Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği puanları arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelenmek istendiğinde ise parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Tablo 12 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği puanları ile Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği puanlarına uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçlarını göstermektedir. Test puanları arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur. Bu test sonucunda bulunan istatistiksel anlamlı fark da

içerik analizi sonuçlarını desteklemektedir. Yani katılımcıların Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği puanları ile Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği puanları paralellik göstermektedir.

Tablo 24

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Değerler	Toplam	Ortalama Rank	Rankların Toplamı	Z Değeri	Anlamlılık
Negatif Ranklar	20 ^a	12,5	250	-4,013 ^b	.000*
Pozitif Ranklar	2 ^b	1,5	3		
Eşit Olanlar	0 ^c				
Toplam	22				

Araştırmanın dördüncü alt araştırma problemi “İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerin alan ve hacimleri konusunda analiz başarıları düzeylerinde cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir. Grup puanları normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi uygulanmıştır. Tablo 25 Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği puanlarında cinsiyetler arasındaki başarı düzeyi farklılığını inceleyen Mann-Whitney U Testi sonuçlarını göstermektedir. Anlamlılık değerinin 0,05’in üzerinde olması Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği puanlarında cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı farklılığın olmadığını göstermektedir.

Tablo 25

Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Cinsiyet	Toplam	Ortalama Rank	Rankların Toplamı	Z Değeri	Anlamlılık
Erkek	23	36,37	836,5	-.834	.427
Kız	55	40,81	2244,5		

Son alt araştırma problemi olan “İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme becerileri konusunda cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir. Ölçek

puanları normal dağılım gösterdiği için bu araştırma sorusu doğrultusunda parametrik testlerden bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Tablo 26 Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği bağımsız örneklem t testi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 26

Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

	N	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	Anlamlılık
Kızlar	16	9,13	3,57	.972
Erkekler	6	9,17	1,83	

Tablo 26 incelendiğinde görülmektedir ki Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği üzerinde kız ve erkek öğretmen adaylarının puanlarının aritmetik ortalaması birbirine oldukça yakındır. Test puanları arasında ise istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Dolayısıyla kız ve erkek öğretmen adaylarının dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme becerilerinin birbirlerine benzer düzeyde olduğu söylenebilir.

Özetle, karma araştırma yöntemlerinden Açıklayıcı Araştırma Deseni 'nin kullandığı bu çalışmada katılımcılara öncelikle Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama Ölçeği uygulanmış ve bu ölçek ile toplanan veriler nicel istatistiksel teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Sonrasında aynı örneklem arasından rastgele seçilen görece daha küçük bir örnekleme ise Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme Ölçeği görüşme yöntemiyle uygulanmış ve elde edilen veriler hem nicel hem nitel analiz teknikleri ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama becerileri ile uzamsal görselleştirme becerileri derinlemesine incelenmiş ve bu iki beceri arasındaki ilişki ve cinsiyet değişkeninin dönel cisimlerde analiz ve görselleştirme becerileri üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.



BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularının ilgili alanyazın doğrultusunda genel değerlendirmesi yapılmıştır. Devamında yeni araştırmacılar ve eğitimciler için bazı önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Tartışma ve Sonuç

İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama beceriyle uzamsal görselleştirme becerilerini incelemeyi amaçlayan bu çalışmada karma desenlerden Açıklayıcı Araştırma Deseni kullanılmıştır. Veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen Dönel Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplama ve Dönel Cisimlerde Uzamsal Görselleştirme ölçekleri ile toplanmıştır. Nicel ve nitel analiz teknikleri bir arada kullanılarak verilerin detaylı incelemesi yapılmaya çalışılmıştır.

İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama analiz başarılarına bakıldığında öğretmen adaylarının genel olarak ortalamanın üzerinde bir başarı gösterdikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama formüllerini yazmada ve bu formüller doğrultusunda soruları çözmede zorluk yaşamadıkları tespit edilmiştir. İlgili alanyazında dönel cisimler konusu hakkında yapılmış çalışmaların oldukça kısıtlı olmasıyla birlikte; amacı ve yöntemi bu araştırmaya oldukça benzer olan Delice ve Ergene (2015) tarafından düzenlenen araştırmada öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının başarılı olduğu; diğer yarısının ise sorulara herhangi bir cevap veremediği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının genellikle anlaşılması zor ve karmaşık buldukları dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama konusunda başarılı olmalarının umut verici olduğunu söylemek mümkündür.

İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme becerileri incelendiğinde ise öğretmen adaylarının yarısından daha azının problem çözme süreçlerini başarılı bir şekilde tamamlayabildikleri görülmüştür. Uzamsal görselleştirmenin, uzamsal yetenek alt bileşenleri arasında en karmaşık bileşen olduğunu belirten Linn ve Peterson'un (1985) çalışmaları da bu sonucu destekler niteliktedir. Delice ve Ergene (2015) tarafından yürütülen araştırmada da benzer şekilde ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin yaklaşık yarısı uzamsal görselleştirme konusunda başarılı olmuşlardır.

Uzamsal görselleştirme ölçeği verileri üzerinde yapılan içerik analizinde öğretmen adaylarının eksen isimlerini tanıyamama, dönel cismi oluşturmama, dönel cismi farklı konumlarda tanımlayamama, dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirleyememe şeklinde hatalı düşünme süreçleri gösterdikleri tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak tüm düşünme süreçlerini doğru bir şekilde gösteren öğretmen adayları sayıları da belirlenmiştir. Kusumaningrum, Irfan, Agustito, Wijayanto ve Ratih (2019) tarafından yürütülen çalışmada da matematik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme becerileri incelenmiş ve öğretmen adaylarının eksen isimlerini tanıyamama, dönel cismi oluşturmama, döndürülmesi istenen bölgeyi oluşturmama şeklinde düşünme süreçleri gösterdikleri

tespit edilmiştir. Mofolo-Mbokane (2011) tarafından yürütülen çalışmada da öğretmen adaylarının dönel cisimler konusunda dönel cisimleri oluşturma ve döndürülmesi istenen bölgeyi tespit etmede zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Orton (1983) tarafından yürütülen araştırmada da öğretmen adaylarının en çok zorlandıkları düşünme sürecinin dönel cismi oluşturma olduğu görülmüştür. Bu araştırmalara oldukça benzer şekilde, yapılan bu araştırmada da bazı öğretmen adaylarının eksen isimlerini tanımada zorluk yaşadıkları ve dolayısıyla da döndürülmesi istenen alanı doğru olarak belirleyemedikleri tespit edilmiştir. Bununla beraber bu araştırmada ortaya çıkarılan uzamsal görselleştirme düşünme süreçleri, mevcut alanyazında ortaya konulan uzamsal görselleştirme düşünme süreçlerinden daha kapsamlı ve daha açıklayıcıdır. Bu durumun ilgili alanyazına önemli derecede katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama analiz başarılarıyla uzamsal görselleştirme becerileri arasındaki ilişkiye bakıldığında ise bu becerilerin birbirine paralel olduğu görülmüştür. Yani dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama konusunda başarılı olan öğretmen adayları dönel cisimlerde uzamsal görselleştirme konusunda da başarılı olmuşlardır. Bu durum hem içerik analizleri ile hem istatistiksel testler ile ortaya konulmuştur.

Öğretmen adaylarının dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama analiz başarıyla uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde cinsiyet değişkeninin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. İlgili alanyazında cinsiyetin uzamsal yetenek ve alt bileşenleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını tespit eden benzer başka çalışmalar (Caplan, MacPherson ve Tabin, 1985; Turğut, 2007; Manger ve Eikeland, 1998) mevcuttur. Erkek öğretmen adaylarının kız öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu çalışmalar da (McGee, 1979; Fennema ve Tartre, 1985; Tartre, 1990; Fennema ve Sherman, 1977) bulunmaktadır.

Dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama konusunda öğretmen adaylarından genellikle alan ve hacim formüllerini doğru olarak yazıp, uygulayabilmesi beklenmektedir. Yapılan bu araştırmada da öğretmen adaylarının genel olarak yarıdan fazlasının başarı gösterdiği görülmüştür. Fakat burada dikkat edilmesi gereken esas nokta yapılan içerik analizleri ile ortaya konulmuştur. Yapılan içerik analizlerinde alan

ve hacim hesaplama konusunda başarı gösteren bazı öğretmen adaylarının diğer sorularda eksen isimlerinde hata yaptığı, dönel cismin konumu değiştiğinde onu tanıyamadığı ya da dönel cismin ayrıt uzunluklarını belirlemede hatalar yaptığı tespit edilmiştir. Alan ve hacim hesaplama becerileri formüle dayalı ve işlem yapabilme potansiyeli ile ilişkili kavramlarken; uzamsal görselleştirme becerisi soyut düşünmeyi içeren, dönel cismi zihinde esnek bir şekilde hareket ettirebilmeyi gerektiren daha karmaşık ve görece daha zor bir beceridir. Bu sebeple yapılan araştırmada görülmüştür ki bir öğretmen adayı bir dönel cismin alan ve hacmini kolaylıkla hesaplayabilirken, bu dönel cismi kendisinin oluşturması, konumunu ve ayrıt uzunluklarını belirlemesi istendiğinde zorlanabilmektedir. Tüm bu sebepler bir arada düşünüldüğünde yapılan içerik analizinin oldukça faydalı olduğu ve çarpıcı sonuçlar ortaya çıkardığı görülmektedir. Ayrıca başka örneklemeler üzerinde çalışıldığında farklı düşünme süreçlerinin de ortaya çıkabileceği fikrinin göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir.

Yapılan içerik analizinin ortaya çıkardığı bir diğer önemli husus matematiksel dil kullanımının önemi olmuştur. Bazı öğretmen adaylarının dönel cismi doğru oluşturabilmelerine rağmen cismin konumu genel olarak bilinen yani tipik ya da prototip dönel cisimden farklı olduğu durumlarda dönel cisme farklı isimlendirmeler yaptıkları görülmüştür. Ya da dönel cismi oluşturma sürecinde nasıl düşündüklerini açıklamaları istendiğinde bazı matematiksel dil kullanımı hataları yaptıkları tespit edilmiştir. Bu durum hem kendilerinin öğreniminde eksikliklere ve hatalara yol açacağından hem de öğretmenlik yaptıklarında bu durumun eksik ve hatalı bir öğretime yol açacağı öngörüldüğünden diğer tüm konularda olduğu gibi dönel cisimler konusunda da matematiksel dilin doğru kullanımına önem verilmesinin oldukça önemli ve gerekli olduğu düşünülmektedir.

Oldukça soyut kavramlar olan dönel cisimler ve dönel cisimlerle oldukça alakalı olan integral kavramı öğrenciler tarafından anlaşılması güç, zihinde canlandırması zor ve işlemleri karmaşık olan konulardır (Delice ve Ergene, 2015). Bu sebeple dönel cisimler konusunun öğretimi de önem kazanmış durumdadır. Maharaj (2014) tarafından yürütülen benzer çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve bu durumun sebebinin öğretmen adaylarının integral kavramıyla ilgili uygun şemalar

oluşturulamamasından kaynaklanıyor olabileceği tespit edilmiştir. Alejandro ve Liliana (2009), integral kavramı ve dönel cisimler konusunun teknoloji destekli öğretim yöntemiyle yapılmasının daha faydalı olacağını belirtmişlerdir. Teknoloji destekli yapılan öğretimin soyut olan kavramların somutlaştırılmasını kolaylaştıracağı öngörülmektedir. Ayrıca dönel cisimler konusunda kavramsal öğrenmelerin gerçekleştirilmesinin, anlatımların neden-sonuç ilişkisi içerisinde ilişkisel bir yöntemle yapılmasının da öğretmen adayları açısından faydalı olacağı tahmin edilmektedir.

5.2. Öneriler

Dönel cisimler konusu öğretiminde neden-sonuç ilişkisine ve matematiksel dilin doğru kullanımına önem verilerek teknoloji destekli yapılacak öğretimlerin öğretmen adaylarının konuyu daha rahat kavramalarını sağlayacağı öngörüldüğünden konunun ilişkisel bir anlatımla anlatılması önerilmektedir.

Öğretimde somut materyal kullanımı da dönel cisimlerin zihinde canlandırılmasını kolaylaştıracağından öğretmenlere ve öğretmen adaylarına tavsiye edilmektedir.

Dönel cisimler ile ilgili farklı soru tarzlarından ölçekler hazırlanıp, farklı örneklemeler üzerinde araştırmalar yapılmasının alanyazına zenginlik katacağı düşünülmektedir.

Dönel cisimler ya da uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde etkisi olacağı tahmin edilen farklı değişkenlerle ilişkileri de incelenerek farklı çalışmaların ortaya konulabileceği düşünülmektedir.

Farklı ve çeşitli örneklemeler üzerinde yapılacak olan içerik analizlerinin farklı düşünme süreçlerinin ortaya çıkışına sebep olabileceği öngörüldüğünden farklı örneklem gruplarıyla görüşmeler yapılarak farklı düşünme süreçlerinin ortaya konmasının hem alanyazına yenilik getireceği hem de matematik öğretimini zenginleştireceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Alejandro, L ve Liliana, M. (2009). The impact of technological tools in the teaching and learning of integral calculus. V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne ve F. Arzarello (Eds.) *Proceedings of CERME 6* (s.1060-1069) içinde. INRP.
- Akkuş, İ. (2016). *Bilgisayar destekli teknik resim dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının makine mühendisliği öğrencilerinin akademik başarısına ve uzamsal yeteneklerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Ayres, F. ve Mendelson, E. (2013). *Calculus*. Boston: McGraw-Hill Companies.
- Baykul, Y. ve Güzeller, C. O. (2014). *Sosyal bilimler için istatistik: SPSS uygulamalı* (2. Baskı). Ankara: A Pegem Akademi.
- Battista, M.T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21 (3), 47-60.
- Benzer, A. İ. (2018). *Bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme dersi etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve derse yönelik tutumları üzerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Bishop, A. J. (1980). Spatial abilities and mathematics education-A review. *Educational Studies in Mathematics*, 11, 257-269.
- Bishop, A. J. (1983). Spatial abilities and mathematical thinking. M. Zweng ve diğerleri (Ed.). *The Fourth International Congress on Mathematics Education* (s.176-178) içinde. Boston, USA: Birhauser.
- Caferov, V. (1999). *Analiz*. M. Üreyen (Ed.). Açık Öğretim Fakültesi Yayınları.
- Caplan, P. J., MacPherson, G. M. ve Tobin, P. (1985). Do sex-related differences in spatial abilities exist? A multi-level critique with new data. *American Psychologist*, 40, 786-799.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities*. New York: Cambridge University Press.

- Clements, D. H. ve Battista, M. T. (1992). *Geometry and spatial reasoning*. D. Grouws (Ed). Handbook of research on mathematics teaching and learning (s. 420-469) içinde. New York: Macmillan Publishing Company.
- Clements, D.H., (1998). Geometric and spatial thinking in young children, *State University of New York at Buffalo, Part 2 : Mathematics for the Young Children*, 3, 29.
- Cockburn, K.S. (1995). *Effects of specific toy playing experiences on the spatial visualization skills of girls ages 4&6* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Washington State University College of Education.
- Contero, M., Naya. F., Company, P., Saorin, J. L. ve Conesa, J. (2005). Improving visualization skills in engineering education. *Computer Graphs in Education*, 25(1), 24-31.
- Çakmak, Z. , Konyalıoğlu, A. C. ve Işık, A. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu cisimlere ilişkin konu alan bilgilerinin incelenmesi. *Middle Eastern& African Journal of Educational Research*, 8, 28-44.
- Çeker, F. (2018). *Aday ortaokul matematik öğretmenlerinin zihnin uzamsal alışkanlıkları düzeyleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Delice, A. ve Sevimli, E. (2011). İntegral kavramının öğretiminde konu sıralamasının kavram imgeleri bağlamında incelenmesi, belirli ve belirsiz integraller. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 51-62.
- Delice, A. ve Ergene, Ö. (2015)¹. İntegral hacim problemleri çözüm süreçlerinin bireysel ilişkiler bağlamında incelenmesi: disk, pul ve kabuk yöntemleri. *Sakarya University Journal of Education*, 5(1), 37-54.
- Delice, A. ve Ergene, Ö. (2015)². Uygulama topluluğu bağlamında integral hacim problemleri çözüm sürecindeki çizimlerin ve döndürme becerilerinin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11(4), 1288-1309.
- Ekstrom, R.B., French, J.W. ve Harman, H.H. (1976). *Manual for kit of factor referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

- Eliot, J., ve Smith. I.M. (1983). *An international directory of spatial tests*. Windsor, Berkshire: Nfer-Nelson.
- Elliot, A. J. (1999). Approach and avoidance motivation and achievement goals. *Educational Psychologist*, 34(3), 169–189.
- Ersoy, Y.(2002, Haziran). *Matematik okuryazarlığı II. hedefler, geliştirilecek yetiler ve beceriler* [Öz], Matematikçiler Derneği Konferasında sunulan bildiri, Milli Kütüphane Salonu, Ankara. Erişim adresi: <http://www.matder.org.tr/2002-yili-matematik-etkinlikleri/>.
- Ethington, C. A. ve Wolfle, L. M. (1984). Sex differences in a causal model of Mathematics achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(5), 361-377.
- Ferini-Mundy, J. (1987). Spatial training for calculus students: sex differences in achievement and in viusalization ability. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18 (2), 126-140.
- Fennema, E. ve Sherman, J. A. (1977). Sex-related differences in mathematics achievement, spatial visualization and socio-cultural factors. *American Educational Research Journal*, 14, 51-71.
- Fennema, E. ve Sherman, J. A. (1978). Sex-related differences in mathematics achievement and related factors: A further study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7(3), 189-203.
- Fennema, E. ve Tartre, L. A. (1985). The use of spatial visualization in mathematics bygirls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 184-206.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage Publications.
- French, J. W. (1951). *The description of aptitude and achievement tests in terms of rotated factors*. Chicago: University of Chicago Press.
- Galton, F. (1883). *Inquires into human faculty and its development*. Londra: Macmillan.

- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York : Basic Books.
- Geiringer, E. R. ve Hyde, J. S. (1976). Sex differences on Paiget's water-level task: Spatial ability incognito. *Perceptual and Motor Skills*, 42, 1323- 1328.
- Gökbulut, Y. (2010). *Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik cisimler konusundaki pedagojik alan bilgileri* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Göktepe, S. (2013). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin solo modeli ile incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Grande, J. D. (1990). Spatial sense. *Arithmetic Teacher*, 15, 14-20.
- Hayri, A. ve Nihat, B. (2009). The effect of problem posing oriented calculus-11 instruction on academic success. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series*, 13(2), 75-90.
- Işık, E. (2008). *Predicting 9th grade students' geometry achievement: contributions of cognitive style, spatial ability and attitude toward geometry* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- İrioğlu Sarıkaya, Z. (2019). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının düşünme stilleri ile uzamsal görselleme becerileri ve geometriye yönelik tutumları arasındaki ilişki* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- İstanbul Aydın Üniversitesi. (2020, 20 Nisan). *Ders planı*. <https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/akademik/fakulteler/fenedebiyat/matematik-bilgisayar/Pages/DersPlan%C4%B1.aspx?dID=9237>.
- Karakaş, B. ve Baydaş, Ş. (2008). *Analitik geometri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Kardeş Birinci, D. (2016). *Matematik öğretmen adaylarının lineer cebir kavramlarını anlayışlarının düşünce yapıları ve uzamsal yetenekleri bağlamında incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.

- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi.
- Kayhan, E. B. (2012). *Strategies and difficulties in solving spatial visualization problems: a case study with adults* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi.
- Kimura, D. (1999). *Sex differences in the brain*. Boston: Scientific American.
- Krutetskii, V.A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kovac, R. J.(1989). The validation of selected spatial ability tests via correlational assesement and analysis of user-processing strategy. *Educational Research Quaterly*, 13, 26-34.
- Köse, O. (2018). *Üst düzey uzamsal yeteneğe sahip matematik öğretmen adaylarının düşünme yapılarına göre solo taksonomisi düzeylerinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Kusumaningrum, B., Irfan, M., Agustito, D., Wijayanto, Z. ve Ratih, Z. (2019, Temmuz). *Spatial ability of student in construct volume of the solid of revolution graphic* [Öz]. International Seminar on Applied Mathematics and Mathematics Education Konferansında sunulan bildiri, Cimahi, Indonesia. Erişim adresi: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1315/1/012032/meta>.
- Lewis, R.E. ve Heckman, R.J., (2006). Talent management: A critical review. *Human resource management review*, 16, 139-154.
- Linn, M. C. ve Petersen, A. C. , (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatil ability: a meta-analysis. *Child Development*, 1479- 1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: a review and reanalysis of the correlational literature* (Teknik Rapor No: 8). Stanford Universty, California School of Education.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilites as traits, processes and knowledge. *Advances in the Psychology of Human Intellgence*, 4, 181- 248.

- Lord, T. R. (1985). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 395-495.
- Maccoby, E. E. ve Jacklin, C. N. (1974). Myth, reality and shades of gray-what we know and dont know about sex differences. *Psychology Today*, 8(7), 109-112.
- Maier, P. H. (1998, Ocak). *Spatial geometry and spatial ability-how to make solid geometry solid* [Öz]. Didactics of Mathematics Konferasında sunulan bildiri, Osnabrueck Üniversitesi, Almanya. Erişim adresi: <https://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/1996/maier.pdf>.
- Maharaj, A. (2014). An APOS analysis of natural science students' understanding of integration. *REDIMAT*, 3(1), 54-73.
- Manger, T., ve Eikeland, O. J. (1998). The effects of spatial visualization and students' sex on mathematical achievement. *British Journal of Psychology*, 89, 17-25.
- Manisa Celal Bayar Üniversitesi. (2020, 20 Nisan). *Analitik geometri II*. Erişim adresi: <http://katalog.cbu.edu.tr/Site/CourseDetail/GeneralDescription.aspx?ProgramID=277&CurriculumID=4868&CourseID=34778>.
- Mateus-Nieves, E. ve Wilfaver, H.M. (2021). Mathematical modelling from the instrumentation of improper integrals. *Preprints*, 1.
- McGee, M.G. (1979). *Human spatial abilities: sources of sex differences*. New York: Praeger.
- Mofolo-Mbokane, B. L. (2011). *Learning difficulties involving volumes of solids of revolution: a comparative study of engineering students at two colleges of further education and training in South Afrika* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Pretoria Üniversitesi.
- Okagaki, L. R. ve Frensch, P. A. (1996). Effects of video game playing on measures of spatial performance: gender effects in late adolescents. *Interacting with Video*, 115-140.

- Olgun, B. (2016). *Preservice mathematics teachers solving word problems: visual-spatial abilities, use of representations, and types of mathematical thinking* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Olkun, S. (2003). Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 3(1), 1- 10.
- Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 86-91.
- Orton, A. (1983). Students' understanding of integration. *Educational Studies in Mathematics*, 14, 1-18.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı. (2016). *Kamu Personeli Seçme Sınavı Öğretmenlik Alan Bilgisi Testi*.
<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2016/KPSS/OABT/ILKOGRETIMMATEMATIK20082016.pdf>.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı, (2017). *Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Giriş Sınavı Sonbahar Dönemi*.
https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2017/ALESSONBAHAR/2017_ALES_Sonbahar_Soru_Kitapciklari.pdf.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı. (2017). *Kamu Personeli Seçme Sınavı Öğretmenlik Alan Bilgisi Testi*.
<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2017/KPSS/SINAVSORULARI/2017KPSSOABTIlkogretimMatematik.pdf>.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı, (2018). *Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Giriş Sınavı Sonbahar Dönemi*.
<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2018/ALES-3/ALES3-12112019.pdf>.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı. (2018). *Kamu Personeli Seçme Sınavı Öğretmenlik Alan Bilgisi Testi*.

<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2018/KPSS/SINAVSORULARI/2018KPSSOABTIlkogretimMatematik12112019.pdf>.

Pamukkale Üniversitesi. (2020, 20 Nisan). *Eğitim bilgi sistemi*. Erişim adresi: <http://ebs.pau.edu.tr/BilgiGoster/Ders.aspx?lng=1&dzy=3&br=19&bl=43&pr=351&dm=1&ps=3&dk=24653&ds=0>.

Pellegrino, J. W. , Alderton, D. L. ve Shute, V. J. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist*, 19(4), 239- 253.

Rasslan, S. ve Tall, D. (2002). Definitions and images for the definite integral concept. *Proceedings of the 26th PME, İngiltere*, 4, 89-96.
<https://www.worldcat.org/title/proceedings-of-the-26th-conference-of-the-international-group-for-the-psychology-of-mathematics-education-pme-26-2002-norwich-united-kingdom-july-21-26-2002/oclc/641902590>.

Salazar, D. A. (2014). Salazar's grouping method: effects on students' achievement in integral calculus. *Journal of Education and Practice*, 5(15), 119-126.

Sealey, V. (2006). Definite integrals, riemann sums, and area under a curve: What is necessary and sufficient?, *Proceedings of the 28th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Meksika* 2,46-53.
https://www.researchgate.net/publication/254734672_DEFINITE_INTEGRALS_RIEMANN_SUMS_AND_AREA_UNDER_A_CURVE_WHAT_IS_NECESSARY_AND_SUFFICIENT.

Selçuk Üniversitesi. (2020, 20 Nisan). *Fen fakültesi matematik bölümü ders içerikleri*. Erişim adresi: <http://www.selcuk.edu.tr/dosyalar/files/029003/20192020%20ve%20Sonras%c4%b1.pdf> .

- Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Sevimli, E., & Delice, A. (2010). The influence of teacher candidates' spatial visualization ability on the use of multiple representations in problem solving of definite integrals: A qualitative analysis. M. Joubert (Ed.). *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics (BSRLM), İngiltere*, 30(2), 53-58.
- Sezen Yüksel, N. (2013). *Uzamsal yetenek, bileşenleri ve uzamsal yeteneğin geliştirilmesi üzerine* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Smith, G. G. (1988). *Computers, computer games, active control and spatial visualization strategy* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Arizona State University.
- Sorby, S. A. (1999). Developing 3-d spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2), 21-32.
- Strong, S. ve Smith, R. (2002). Spatial visualization: fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1), 1-6.
- Süleyman Demirel Üniversitesi. (2020, 20 Nisan). *Eğitim öğretim bilgi sistemi*. Erişim adresi: <https://obs.sdu.edu.tr/Public/EctsCourseDetails.aspx?DersNo=130400108121&BolumNo=1304&BirimNo=13&DersBolumKod=MAT-108>.
- Tansley, C. Harris, L. Stewart, K. Turner, P. Foster, C. ve Williams, H., (2006). *Talent management: understanding the dimensions change agenda*, CIPD, London.
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 216- 229.
- Taşova, H. İ. (2011). *Matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri ve performansı sürecinde düşünme ve görselleme becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. (2020, 20 Nisan). *Ders tanım ve uygulama bilgileri*.

Erişim adresi: <http://fened.nku.edu.tr/dersformincele.php?did=72649>.

Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.

Türk Dil Kurumu Sözlükleri.(2020, 14 Nisan). *Yetenek nedir?*. <https://sozluk.gov.tr/>.

Tillotson, M.L. (1985). *The effect of intruction in spatial visualization on spatial abilities and mathematical problem solving* [Yayımlanmamış doktora tezi]. The University of Florida.

Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademede öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Turğut, M. (2010). *Teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Uygan, C. (2011). *Katı cisimlerin öğretiminde google sketchup ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.

Ünlü, M. (2014). *Geometri başarısını etkileyen faktörler: Bir yapısal eşitlik modellemesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.

Werthessen, H.(1999). *Instruction in spatial skills and its effect on self-efficacy and achievement in mental rotation and spatial visualization* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Columbia University.

EKLER

EK 1. ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

Kişisel Bilgiler	
Adı ve Soyadı	BEDRİYE ALTAYLAR
E-postası/Web Sayfası	

Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Matematik Eğitimi		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm/ ABD	Yıl
Lisans	Boğaziçi Üniversitesi	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	2014
Yüksek Lisans	Pamukkale Üniversitesi	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	2019
YL Tez Başlığı	Gerçekçi Matematik Eğitiminin Altıncı Sınıf Öğrencilerinin İstatistiksel Düşünme Becerilerine, Başarı Güdülerine ve Bilgilerinin Kalıcılığına Etkisi		
YL Tez Danışmanı	Doç.Dr. Sibel KAZAK		
Akademik Eserler			
Fidan, Y., Doluzengin, B., Kasapsaraçoğlu, İ., Sert, H. ve Muhammed, İ. (2017, Nisan 20-23). <i>Matematik dersine yönelik hataları değerlendirme ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: geçerlik ve güvenilirlik çalışması</i> (Öz).26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongesinde (ICES-UEBK 2017) sunulan bildiri, Pegem Akademi, Antalya. Olgaç, F. ve Doluzengin, B. (2018, Nisan 27-30). School starting age (Öz). X. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongesinde sunulan bildiri, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir. Doluzengin, B. ve Kazak, S. (2019, Şubat 6-10). How realistics mathematics education approach influences 6th grade students’ statistical thinking (Öz). Elevent Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 11) da sunulan bildiri, Utrecht Üniversitesi, Hollanda.* Altaylar, B. ve Kazak, S. (2021). The effect of realistic mathematics education on sixth grade students’ statistical thinking. <i>Acta Didactica Napocensia</i>, 14(1), 76-90.* Cantürk Günhan, B., Altaylar, B., Dinçer Aksoy, B. ve Özdişçi, S. (2022). Van hiele geometrik düşünme düzeyleri ile başarı ve tutum arasındaki ilişki: bir metaanaliz çalışması. <i>Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi</i>, 17(33), 274-293. Altaylar, B. ve Yılmaz, S. (2022, Eylül 23-25). <i>Dönel cisimlerde alan ve hacim hesaplama ölçeğinin geliştirilmesi: güvenilirlik-geçerlik çalışması</i> (Öz). 3.Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu’nda (UBEST 2022) sunulan bildiri, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.* Altaylar, B. ve Yılmaz, S. (2023). Pre-service teachers’ analysis success and spatial visualization skills about rotational objects. <i>International Journal of Global Education(IJGE)</i>, 8(2), 29,41.*			

EK 2. GÜVENİRLİK-GEÇERLİK ÇALIŞMASI UYGULAMA İZNİ



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
BUCA EĞİTİM FAKÜLTESİ
Öğrenci İşleri Birimi



Sayı : E-85316949-300-251938
Konu : Araştırma İzni (Bedriye ALTAYLAR)

ACELE
11.05.2022

HUKUK MÜŞAVİRLİĞİNE

İlgi : 26.04.2022 tarih ve E-87347630-659-245861 sayılı yazınız.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Bedriye ALTAYLAR, "İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Dönel Cisimlerin Alan ve Hacimleri Konusunda Analiz Başarılarının ve Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi" başlıklı tez çalışması kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında uygulama yapma talebi dersleri aksatılmamak ve uygulamayı kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim

Prof.Dr. Esra BUKOVA GÜZEL
Dekan



EK 3. ASIL UYGULAMA ETİK KURUL İZNİ



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
BUCA EĞİTİM FAKÜLTESİ
Öğrenci İşleri Birimi



Sayı : E-85316909-659-429708

22.11.2022

Konu : Araştırma İzni (Bedriye ALTAYLAR)

HUKUK MÜŞAVİRLİĞİNE

İlgi : 12.11.2022 tarih ve E-87347630-659-422541 sayılı yazınız.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Bedriye ALTAYLAR, "İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Dönel Cisimlerin Alan ve Hacimleri Konusunda Analiz Başarılarının ve Uzamsal Görselleştirme Becerilerinin İncelenmesi" başlıklı tez çalışması kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında uygulama yapma talebi dersleri aksatmamak ve uygulamayı kendisinin takip etmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim

Prof.Dr. Esra BUKOVA GÜZEL
Dekan V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 5D4CB7D4-55D4-4634-AEF6-B7C3BA1A3849 Doğrulama Adresi: <https://turkiye.gov.tr/dokuz-eyul-universitesi-ebys>

Adres: Uğur Mumcu Cad. 135. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR

Faks: 0

KEP Adresi : dokuzeyuluniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Murat KORTAK
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:



EK 4: DÖNEL CİSİMLERDE ALAN VE HACİM HESAPLAMA ÖLÇEĞİ

1-) $x^3=y$ ve $x=1$ ile sınırlanan bölgenin $0x$ eksenini etrafında dönmesiyle oluşan dönel cismin hacmi kaç birimküptür? (**Parabol ve doğruyla sınırlanan bölgeyi koordinat sisteminde çiziniz**)

2-) $y= x^4$, $y= 2x$ ve $y=x$ doğrularının sınırladığı bölgenin $0x$ eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan dönel cismin hacmi kaç birimküptür? (**Parabol ve fonksiyonlarla sınırlanan bölgeyi koordinat sisteminde çiziniz**)

3-) $y=\sqrt{\ln x}$ eğrisi, $x=1$ ve $x=e$ doğrularının sınırladığı bölgenin $0x$ eksenini etrafında dönmesiyle oluşan cismin hacmi kaç birimküptür? (**Eğrinin ve doğruların sınırladığı bölgeyi koordinat sisteminde çiziniz**)

4-) $f(x)=3x$, $g(x)=x$ ve $x=1$ doğrusu ile sınırlanan bölgenin x eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan cismin yüzey alanını bulunuz. **Fonksiyonların ve doğrunun sınırladığı bölgeyi koordinat sisteminde gösteriniz.**

5-) $\frac{x}{2}+\frac{y}{6}=1$ doğrusunun $0x$ eksenini etrafında dönmesiyle elde edilen cismin yüzey alanını bulunuz. **Fonksiyon grafiğinin sınırladığı bölgeyi koordinat sisteminde gösteriniz.**

6-) $y^2=x$, $y=x^2$ parabolleri arasında kalan bölgenin $0x$ eksenini etrafında döndürülmesiyle elde edilen dönel cismin hacmini bulunuz. **Parabollerin sınırladığı bölgeyi koordinat sisteminde gösteriniz.**

EK 5. DÖNEL CİSİMLERDE UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME ÖLÇEĞİ

1-) $IABI=IACI=5$ cm ve $IBCI=6$ cm olan **ikizkenar** ABC üçgeninin simetri eksenini etrafında döndürülmesiyle elde edilen **dönel cismi çiziniz, ayrıt uzunluklarını ve cismin adını** belirtiniz. **Nasıl düşündüğünüzü açıklayınız.**

2-) Uzun kenarı 10 cm ve kısa kenarı 8 cm olan bir ABCD dikdörtgeninin simetri eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan **dönel cismi çiziniz, ayrıt uzunluklarını ve cismin adını** belirtiniz. **Nasıl düşündüğünüzü açıklayınız.**

3-) Üst taban uzunluğu 6 cm, alt taban uzunluğu 12 cm ve yüksekliği 4 cm olan KLMN **ikizkenar yamuğunun** simetri eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan **dönel cismi çiziniz, ayrıt uzunluklarını ve cismin adını** belirtiniz. **Nasıl düşündüğünüzü açıklayınız.**

4-) $y=2x$ doğrusunun $x=3$ ve $x=0$ doğrularıyla sınırladığı bölgenin y eksenini etrafında döndürülmesiyle oluşan **dönel cismi çiziniz, ayrıt uzunluklarını ve cismin adını** belirtiniz. **Nasıl düşündüğünüzü açıklayınız.**

5-) $f(x)=\sqrt{9-x^2}$ fonksiyonunun $x=0$ ve $x=3$ doğrularıyla sınırladığı bölgenin x eksenini etrafında döndürülmesiyle elde edilen **dönel cismi çiziniz ve adını belirtiniz. Nasıl düşündüğünüzü açıklayınız.**

**EK 6. DÖNEL CİSİMLERDE ALAN VE HACİM HESAPLAMA ÖLÇEĞİ
RUBRİĞİ**

4 PUAN	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN	0 PUAN
*Öğrenci grafiğin eksenleri kestiği noktaları doğru bir şekilde tespit edebilir, döndürülecek bölgeyi doğru bir şekilde oluşturabilir. *Alan ve hacim hesaplama formüllerini doğru yazarak, doğru sonuca ulaşır.	*Öğrenci grafiğin eksenleri kestiği noktaları doğru bir şekilde tespit edebilir, döndürülecek bölgeyi doğru bir şekilde oluşturabilir. *Alan ve hacim hesaplama formüllerini doğru yazar fakat uygulamada hata yaparak doğru sonuca ulaşamaz.	*Öğrenci grafiğin eksenleri kestiği noktaları doğru bir şekilde tespit edebilir ve döndürülecek bölgeyi doğru bir şekilde oluşturabilir. *Fakat alan ve hacim hesaplama formüllerini uygulayamaz.	*Öğrenci değişkenlere doğru değerler verip, grafiklerin eksenleri kestiği noktaları doğru tespit eder; fakat döndürülecek olan bölgeyi doğru tespit edemez. *Alan ve hacim hesabı yapamaz.	*Öğrenci soruyu boş bırakır. *Tamamen yanlış bir cevap verir.

**EK 7. DÖNEL CİSİMLERDE UZAMSAL GÖRSELLEŞTİRME ÖLÇEĞİ
RUBRİĞİ**

3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN	0 PUAN
*Öğrenci betimlenen geometrik cismi doğru bir şekilde oluşturur, ondan türetilen dönel cismi doğru bir şekilde oluşturabilir ve o dönel cisme ait tüm tanımlamaları doğru bir şekilde yapabilir.	*Öğrenci betimlenen geometrik cismi doğru bir şekilde oluşturur, ondan türetilen dönel cismi doğru bir şekilde oluşturabilir; fakat tanımlamada hatalar yapar.	*Öğrenci betimlenen geometrik cismi doğru bir şekilde oluşturur; fakat ondan türetilen dönel cismi oluşturamaz ve tanımlayamaz.	*Öğrenci soruyu boş bırakır. *Tamamen yanlış bir cevap verir.

