

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ KATI
CİSİMLER İLE İLGİLİ KAVRAM TANIMI VE KAVRAM
İMAJLARININ FENOMENOĞRAFİK YAKLAŞIMLA
İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Emre YILMAZ**

**Danışman
Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ**

Yüksek Lisans Tezi

**HAZİRAN 2015
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ KATI
CİSİMLER İLE İLGİLİ KAVRAM TANIMI VE KAVRAM
İMAJLARININ FENOMENOĞRAFİK YAKLAŞIMLA
İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Hazırlayan
Emre YILMAZ**

**Danışman
Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ**

**HAZİRAN 2015
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini belirtir, bu kural ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmada özgün olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.


Emre YILMAZ

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

“İlköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimler ile ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarının fenomenografik yaklaşımla incelenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan

Emre YILMAZ



Danışman

Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ

16.06.2015


İlköğretim ABD Başkanı

Prof. Dr. Hasan KAYA

Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ danışmanlığında Emre YILMAZ tarafından hazırlanan “İlköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimler ile ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarının fenomenografik yaklaşımla incelenmesi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

...16.../06.../2015.

JÜRİ:

Danışman: Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ

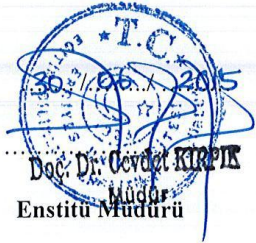
Üye: Doç. Dr. Onur Alp İLHAN

Üye: Yrd. Doç Dr. Serhat AYDIN

Danyal Soybaş
.....
Onur Alp İlhan
.....
Serhat Aydın
.....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun **30/06/2015** tarih ve **27-02** sayılı kararı ile onaylanmıştır.



ÖNSÖZ

Çalışmam boyunca bana rehberlik eden, her türlü sorumu içtenlikle yanıtlayan ve desteğini esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem ve babama çok teşekkür ederim.

Emre YILMAZ

**İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ KATI CİSİMLER
İLE İLGİLİ KAVRAM TANIMI VE KAVRAM İMAJLARININ
FENOMENOGRAFIK YAKLAŞIMLA İNCELENMESİ**

Emre YILMAZ

Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2015

Danışman: Doç. Dr. Danyal SOYBAŞ

ÖZET

Bu araştırmanın amacı; ilköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimler (prizma, piramit, koni, silindir ve küre) ile ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarını belirlemektir. Araştırma nitel araştırma türlerinden fenomenoloji çalışmasıdır. Çalışma grubu 2014-2015 eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinin ilköğretim anabilim dalı matematik eğitimi bilim dalında lisans öğrenimi görmekte olan 2. sınıf öğrencilerinden seçilen 6 kişiden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları ikisi iyi, ikisi orta ve ikisi zayıf düzeyde olmak üzere geometri başarı testi yardımıyla seçilmiştir. Öğretmen adayları çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Veriler görüşmeler, yazılı dokümanlar ve gözlemler sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca görüşmelerde katılımcılardan daha önceden hazırlanan geometrik cisim modellerini sesli düşünme metodu ile isimlendirmeleri istenmiş ve ek veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Verilerin analizi için nitel araştırmalarda sıkça kullanılan içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen veriler fenomenografik yöntemle kategorilere ayrılarak yorumlanmıştır. Elde edilen veriler literatür ışığında kavram tanımları ve kavram imajları esas alınarak analiz edilmiştir. Verilerden elde edilen bulgulara göre öğretmen adayları katı cisimleri formal tanımlarından çok belirli özellikleri ile tanımlamaktadır. Katılımcıları geçmiş öğrenim yaşantılarında sıkça karşılaştıkları modeller kavram imajlarında etkili olmakta, bazı modeller kavramın yerine kullanılmaktadır. Öğretmen adayları yeterli bilgi sahibi olmadıkları kavramların hacim ve alan hesabında zorlanmakta, belirli yanlışlar geliştirmektedir. Ayrıca katılımcılar imajlarının temellendiği öğelerle ilişkili olarak belirli kavram yanlışlarına

da sahip olabilmektedir. Araştırmanın son bölümünde eğitimciler ve araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Katı Cisimler, Prizma, Piramit, Koni, Silindir, Küre, Kavram Tanımı, Kavram İmajı

**EXAMINATION OF ELEMENTARY MATHEMATICS TEACHER
CANDIDATES' CONCEPT DEFINITIONS AND CONCEPT IMAGES
RELATED TO SOLID OBJECTS THROUGH THE PHENOMENOLOGICAL
APPROACH**

Emre YILMAZ

Erciyes University, Institute of Educational Sciences

M. Sc. Thesis, June 2015

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Danyal SOYBAS

ABSTRACT

The aim of the study is to determine elementary mathematics teacher candidates' concept image and concept definition related to solid objects (prism, pyramid, cone, cylinder and sphere). The study, which is qualitative, is a phenomenology study. The participants of the study are 6 people who are chosen among the second year students of Elementary Mathematics Teacher Education in the Department of Elementary Education at a public university in 2014-2015 education year. The teacher candidates who participated in the study are chosen by the help of a geometry achievement test and two of them were successful, two of them were average and the other two were unsuccessful. The teacher candidates are participated in the study voluntarily. The data were gathered through interviews, written documents and observations. Besides, in the interviews the participants were claimed to name the geometrical object models, which are prepared beforehand, through thinking aloud method and this is used as another data source. For the analysis of the data, content analysis method was conducted, which is used in qualitative studies frequently. The data gathered from teacher candidates were interpreted by categorizing through phenomenographic method. The collected data were analyzed based on the concept images and the concept definitions through the light of the literature. Findings gathered from the data show that teacher candidates define solid objects by their specific features rather than giving the formal definition. Models that participants came across in their past learning experiences frequently affect their concept images and some models are used in place of the concept. The teacher candidates struggle with area and volume calculation of the concepts about which they

don't have sufficient information, and they develop certain misconceptions. Besides, participants may have some misconceptions related to elements on which their images were based. In the last part of the study, some suggestions are given to the educators and the researchers.

Keywords: Solid objects, prism, pyramid, cone, cylinder, sphere, concept definition, concept image.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	iv
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	v
ONAY	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	x
İÇİNDEKİLER	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	xiv
TABLOLAR LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Neden Geometri?.....	1
1.2. Neden Kavram İmajları?	2
1.3. Neden Öğretmen Adayları?.....	3
1.4. Araştırmanın Problemi ve Alt Problemleri.....	4
1.5. Araştırmanın Amacı	4
1.6. Araştırmanın Önemi	5
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1.8. Araştırmanın Varsayımları	7
1.9. Kısaltmalar ve Tanımlar	7
2. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	9
2.1. Kavram ve Kavram Öğretimi	9
2.2. Kavram Tanımı ve Kavram İmajı.....	12
2.3. Katı Cisimler	19
2.3.1. Prizma.....	19
2.3.2. Piramit.....	23
2.3.3. Koni	26
2.3.4. Silindir	30
2.3.5. Küre	33
2.4. İlgili Çalışmalar	37
3. YÖNTEM.....	43
3.1. Araştırmanın Modeli	43

3.2. Araştırmanın Örneklemi	44
3.3. Veri Toplama Yöntemi ve Araçları	46
3.4. Verilerin Analizi	49
3.5. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği	51
4. BULGULAR VE YORUM	52
4.1. Mülakat Verilerinin Değerlendirilmesi	52
4.1.1. Prizma Kavram İmajı	52
4.1.2. Piramit Kavram İmajı	73
4.1.3. Koni Kavram İmajı	85
4.1.4. Silindir Kavram İmajı	92
4.1.5. Küre Kavram İmajı	98
4.1.6. Arakesit Kavram İmajı	101
4.1.7. Ayrıt Kavram İmajı	103
4.1.8. Eğik Katı Cisim İmajı	108
4.1.9. Kavram İmajlarının Öğretimsel Açından Değerlendirilmesi	109
4.1.10. Sesli Düşünme Tekniği İle Elde Edilen Verilerin Yorumlanması	111
4.2. Katı Cisimlere Ait Günlük Yaşam Örneklerinin İncelenmesi	121
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	126
5.1. Sonuçlar	126
5.1.1. Prizma Kavramı İle ilgili Sonuçlar	126
5.1.2. Piramit Kavramı İle ilgili Sonuçlar	128
5.1.3. Koni Kavramı İle ilgili Sonuçlar	130
5.1.4. Silindir Kavramı İle ilgili Sonuçlar	131
5.1.5. Küre Kavramı İle ilgili Sonuçlar	132
5.1.6. Arakesit Kavramı İle ilgili Sonuçlar	132
5.1.7. Ayrıt Kavramı İle ilgili Sonuçlar	133
5.1.8. Eğik Katı Cisimler ile İlgili Sonuçlar	133
5.2. Öneriler	134
KAYNAKÇA	136
EKLER	139
Ek 1. Başarı Testi	139
Ek 2. Görüşme Soruları	146
ÖZ GEÇMİŞ	150

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM: National Council Of Teachers Of Mathematics (Matematik Öğretmenlerinin Ulusal Konseyi)

TIMMS: Trends In International Mathematics And Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Çalışmalarında Eğilimler)

TTKB: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Başarı testi puanlama sonuçları	45
Tablo 2. Öğretmen adaylarının prizma kavramına ait soruya verdikleri cevapların analizi	52
Tablo 3. Öğretmen adaylarının prizmaların hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	67
Tablo 4. Öğretmen adaylarının prizmaların yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	71
Tablo 5. Öğretmen adaylarının piramit kavramıyla ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	73
Tablo 6. Öğretmen adaylarının piramidin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	84
Tablo 7. Öğretmen adaylarının piramidin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	85
Tablo 8. Öğretmen adaylarının koni kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	86
Tablo 9. Öğretmen adaylarının koninin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	91
Tablo 10. Öğretmen adaylarının koninin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	92
Tablo 11. Öğretmen adaylarının silindir kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	93
Tablo 12. Öğretmen adaylarının silindirin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	96
Tablo 13. Öğretmen adaylarının silindirin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	97
Tablo 14. Öğretmen adaylarının küre kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	98
Tablo 15. Öğretmen adaylarının kürenin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	99
Tablo 16. Öğretmen adaylarının kürenin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	100
Tablo 17. Öğretmen adaylarının arakesit kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	101
Tablo 18. Öğretmen adaylarının ayırıt kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi	104

Tablo 19. Öğretmen adaylarının birinci kategori şekillere verdikleri yanıtlar	113
Tablo 20. Öğretmen adaylarının ikinci kategori şekillere verdikleri yanıtlar	114
Tablo 21. Öğretmen adaylarının üçüncü kategori şekillere verdikleri yanıtlar	116
Tablo 22. Öğretmen adaylarının dördüncü kategori şekillere verdikleri yanıtlar	118
Tablo 23. Öğretmen adaylarının beşinci kategori şekillere verdikleri yanıtlar	120
Tablo 24. Prizma kavramına ait günlük yaşam örnekleri	122
Tablo 25. Piramit kavramına ait günlük yaşam örnekleri	123
Tablo 26. Koni kavramına ait günlük yaşam örnekleri	124
Tablo 27. Silindir kavramına ait günlük yaşam örnekleri	124
Tablo 28. Küre kavramına ait günlük yaşam örnekleri	125

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kavram oluşum süreci	15
Şekil 2. Formal tanımın bilişsel gelişimi	15
Şekil 3. Kavram tanımı ve kavram imajı arasında olması gereken ilişki.....	16
Şekil 4. Tamamen Formal Öğretim.....	16
Şekil 5. Sezgisel Düşünce ile Öğretim	17
Şekil 6. Sezgisel Yaklaşım.....	18
Şekil 7. Uygun Olmayan Kavram İmajının, İmaj Şekillenmesine Etkisi	19
Şekil 8. Prizmatik yüzey	19
Şekil 9. Prizmatik yüzey	20
Şekil 10. Prizmanın elemanları	20
Şekil 11. Prizmanın cisim ve yüzey köşegeni.....	21
Şekil 12. Prizma çeşitleri.....	22
Şekil 13. Düzgün prizmanın eksenini	22
Şekil 14. Dikdörtgen prizma ve küp	23
Şekil 15. Piramidal yüzey ve piramidal bölge	23
Şekil 16. Piramidin elemanları.....	24
Şekil 17. Dik piramit ve eğik piramit.....	24
Şekil 18. Düzgün piramit	25
Şekil 19. Düzgün dört yüzlü.....	26
Şekil 20. Kesik piramit.....	26
Şekil 21. Konisel yüzey.....	27
Şekil 22. Koni	27
Şekil 23. Koninin elemanları.....	28
Şekil 24. Dik ve eğik dairesel koni	28
Şekil 25. Kesik koni	29
Şekil 26. Eğik dairesel kesik koni ve dik dairesel kesik koni	29
Şekil 27. Dönel koni.....	30
Şekil 28. Eş tabanlı dönel koniler	30
Şekil 29. Silindirik yüzey	31
Şekil 30. Silindirik yüzey türleri	31
Şekil 31. Silindir	32
Şekil 32. Dik ve eğik dairesel silindir	32
Şekil 33. Dönel silindir	33
Şekil 34. Silindirin düzlemle arakesitleri	33
Şekil 35. Küre	34

Şekil 36. Kürenin kirişi, çapı ve yarıçapı	34
Şekil 37. Kürenin büyük çemberi.....	34
Şekil 38. Kürenin düzlemle ara kesitleri	35
Şekil 39. Küre kuşağı	35
Şekil 40. Küre tabakası	35
Şekil 41. Küre kapağı	36
Şekil 42. Küre dilimi	36
Şekil 43. Küre kesmesi.....	37
Şekil 44. İçerik analizi süreci	50
Şekil 45. Rabia kod isimli katılımcının oluşturduğu prizma modelleri	55
Şekil 46. Nermin kod isimli katılımcının prizmalara ait çizimleri.....	55
Şekil 47. Fatma kod isimli katılımcının prizmalara ait çizimleri.....	56
Şekil 48. Aylin kod isimli öğretmen adayının çizdiği üçgen prizma açılımı.....	65
Şekil 49. Nermin kod isimli öğretmen adayının çizdiği kare prizma açılımı	66
Şekil 50. Rabia kod isimli katılımcının oluşturduğu piramit modelleri.....	75
Şekil 51. Ahmet kod isimli katılımcının oluşturduğu piramit modelleri	75
Şekil 52. Aslı kod isimli katılımcının oluşturduğu piramit modelleri	76
Şekil 53. Fatma kod isimli katılımcının oluşturduğu bir piramit modeli.....	76
Şekil 54. Rabia kod isimli katılımcının çizdiği piramit açılımı	83
Şekil 55. Ahmet kod isimli katılımcının çizdiği piramit açılımı.....	83
Şekil 56. Fatma kod isimli katılımcının çizdiği piramit açılımı.....	83
Şekil 57. Nermin kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi.....	89
Şekil 58. Aylin kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi.....	89
Şekil 59. Ahmet kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi	89
Şekil 60. Rabia kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi	89
Şekil 61. Rabia kod isimli katılımcının çizdiği silindir açılımı	95
Şekil 62. Aylin kod isimli katılımcının çizdiği silindir açılımı.....	95
Şekil 63. Nermin kod isimli katılımcının çizdiği silindir açılımı	96
Şekil 64. Beşgen prizma açılımı	107

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın yapıma gerekçeleri, problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, araştırmanın varsayımları, sınırlılıkları ve araştırmada kullanılan tanımlar yer almaktadır.

1.1. Neden Geometri?

Tarihsel olarak matematiğin gelişim çizgisine bakıldığında, geometrinin aritmetikten önce ve daha hızlı geliştiği; yapılan çalışmalarla geliştirilerek zenginleştirildiği görülmektedir. Geometri kavramları ve kuralları, çok çeşitli bilim ve sanat dallarında/alanlarında yaygın olarak kullanılır (Duatepe ve Ersoy, 2001). Sözcük anlamı olarak da Geometri, Yer (Dünya)'in ölçümü anlamına gelmektedir.

Geometrik ve uzamsal zekâ, matematik öğreniminin başlıca öğeleridir. Fiziksel çevre ile ilgili derinlemesine düşünmek ve yorum yapmak için ya yollar sunabilirler, ya da matematik ve bilimin diğer çalışma alanlarında yardımcı olurlar. Geometri, matematiğin doğal bir alanıdır. Öğrencilerin mantıksal ve düşünsel yeteneklerinin gelişimini sağlar (National Council of Teachers of Mathematics, 2006).

Geometri kavramlarının ve kurallarının, çok çeşitli bilim ve sanat dallarında/alanlarında yaygın olarak kullanıldığı (Duatepe ve Ersoy,2001), matematiksel düşüncenin geliştirilmesinde geometrik düşüncenin vazgeçilmez bir öneme sahip olduğu (Goldenberg, 1998) ve insanoğlunun tüm hayatını çevreleyen geometrik dünyadan verimli şekilde yararlanmasının bu geometrik dünyayı kavramaya bağlı olduğu (Altun, 2001) göz önüne alındığında, geometri eğitiminin ne derece önemli olduğu daha iyi anlaşılacaktır.

Geometri alanında Türk öğrencilerinin zorluklar yaşadığı, uluslararası çalışmalarla (TIMSS) da teyit edilmiştir (Aktaran: Durmuş ve diğ, 2000). Geometri öğretiminin ilköğretimden başlayarak öğrencilere yeterince kavratılmamış olması, ortaöğretim

geometri öğretiminde ve bu alana bağlantılı diğer konuların kavratılmasında büyük sıkıntılar yarattığı bir gerçektir. Ülke genelinde ilk ve ortaöğretimde bu konu üzerinde yapılmış olan çok fazla istatistiksel araştırma bulunmasa da geometri öğretiminin matematik öğretimi içerisinde öğrenciler tarafından anlaşılması konusunda büyük sorunların olduğu göz ardı edilemez (Yılmaz ve diğ., 2000).

Geometrik kavramlar insanların yaşadığı çevreyi anlama eğilimlerinden ortaya çıkmışlardır. Geometrik kavramların öğretimi matematik öğretiminin başlıca sorunlarından biridir.

Maybery (1983)'e göre de; öğrencilerin geometrik kavramları öğrenmeleri, çoğunlukla ezbere dayanmaktadır. Geometrik ifadelerde yer alan özellikler, kapsamlar, ilişkilendirmeler ve anlamlar yeterince öğretilmemektedir (Akt. Güllük 2008).

Bireylerin çevrelerini anlama kapasitelerinin, muhakeme yeteneklerinin ve matematiksel düşüncenin geliştirilebilmesi açısından geometrik kavramların önemli olduğu düşünülmektedir. Bu açıdan bireylerin zihinlerinde geometrik kavramlarla ilgili nasıl bir yapı geliştirdiklerini anlamak, var olan eksikliklerini gidermek ve yeni ve doğru yapılar inşa edebilmek oldukça önemlidir.

1.2. Neden Kavram İmajları?

Eğitim anlayışında davranışçı yaklaşımdan yapısalcı yaklaşıma doğru bir geçiş sağlanmasıyla beraber öğrencilerden beklenen kazanımlar da değişim göstermektedir. Yapısalcı yaklaşımın süreç odaklı bir anlayış benimsemesi dolayısıyla öğrencilerin öğretim boyunca karşılaştıkları kavramları nasıl ve ne şekilde yapılandırdıklarının, nasıl bir algılama ve uygulama stratejisi geliştirdiklerinin, elde ettikleri kazanımları hangi argümanlarla ilişkilendirdiklerinin bilinmesi önem kazanmıştır. Bu bağlamda nitelikli bir öğretimin gerçekleştirilebilmesi için bireylerin cebirsel ve geometrik kavramlarla ilişkili zihinlerindeki bütün bağlantıları ortaya koymak gerekmektedir.

Bireylerin belirlenen herhangi bir cebirsel ya da geometrik kavramla ilgili zihninde yer alan tüm bağlantıların oluşturduğu yapılar kavram imajları olarak tanımlanmıştır. Öğrencilerin belirlenen kavramlarla ilgili kavram imajlarının ortaya çıkarılmasının bu yapının ne derece doğru yapılandırıldığı, var olan eksikliklerinin ortaya çıkarılması ve uygulama özelliklerinin açığa kavuşturulabilmesi açısından önemli olduğu görülmüştür.

Bu sayede bir öğretmenin, yapacağı öğretim çalışmalarında kendi öğrencilerinin kavram imajlarını oluşturma süreçlerine etkili bir şekilde dâhil olabileceği, öğrencilerin kavram imajlarını doğru ve kullanışlı bir şekilde yapılandırmalarına da yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bireylerin zihinlerindeki yapılanmanın fotoğrafını bütün bir halde çekebilmek ancak kavramla ilgili her türlü bağlantıya ulaşmakla mümkün olacaktır. Araştırma da bu yüzden öğretmen adaylarının geometrik kavramlara ait kavram imajlarının belirlenmesi esas alınmıştır.

1.3. Neden Öğretmen Adayları?

Öğretim birden fazla faktörü bünyesinde barındıran bir yapıdır. Öğretimin niteliğini belirlemede müfredat, ders araç-gereçleri, çevre koşulları ve öğretmen niteliği başta gelen faktörlerdir. Cebir ve geometri öğretiminde ortaya çıkan sorunlarının bir bölümünün öğretmenlerin niteliklerinden kaynaklanabileceği düşünüldüğünde özellikle geometri alanında öğretmen adaylarına yönelik bilimsel çalışmaların ortaya koyacağı sonuçların öğretmen yetiştiren kurumlara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Durmuş ve ark.(2000), Geometrinin doğal gelişiminin ve buna bağlı olarak yapısının öğretmenler tarafından iyi anlaşılmasıyla, öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları anlamada ve gidermede önemli bir aşama kat edilebileceğini söylemektedir. Bu yüzden, matematik öğretmen adaylarının alan bilgilerinin ne düzeyde olduğu sorusu ve bulunulan düzeylerinin bir üst düzeyine çıkarılabilmesi meselesi geometri öğretiminin geliştirilmesi için önemlidir.

Öğretmen adaylarının öğrenim yaşamları boyunca oluşturdukları kavram imajlarının belirlenmesi önceki öğrenmelerinin niteliğine ışık tutacaktır. Öğretmen adaylarının belirlenen kavramlarla ilgili kavram yanlışlarının, eksikliklerinin, yanlış bağlantı ve zihinsel yapılarının belirlenmesinin lisans öğrenimi boyunca alınan eğitimin niteliğine katkı sağlayacağı ayrıca lisans öğrenimlerini tamamlayıp çalışmaya başladıklarında da öğrencilerde doğru kavramsal yapıların oluşturulmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Problemi ve Alt Problemler

Araştırma kapsamında “İlköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimler ile ilgili sahip oldukları kavram tanımı ve kavram imajları nasıldır ve aralarında ne gibi farklılıklar mevcuttur?” ana problemine yanıt aranacaktır.

Çalışmanın problemine yanıt verebilmek için aşağıdaki alt problemler incelenmiştir.

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının prizma ile ilgili sahip oldukları kavram tanımı ve kavram imajları nasıldır ve aralarında ne gibi farklılıklar mevcuttur?
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının piramit ile ilgili sahip oldukları kavram tanımı ve kavram imajları nasıldır ve aralarında ne gibi farklılıklar mevcuttur?
3. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının koni ile ilgili sahip oldukları kavram tanımı ve kavram imajları nasıldır ve aralarında ne gibi farklılıklar mevcuttur?
4. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının küre ile ilgili sahip oldukları kavram tanımı ve kavram imajları nasıldır ve aralarında ne gibi farklılıklar mevcuttur?
5. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının silindir ile ilgili sahip oldukları kavram tanımı ve kavram imajları nasıldır ve aralarında ne gibi farklılıklar mevcuttur?

1.5. Araştırmanın Amacı

Bu araştırma ile ilköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimlere ait kavram tanımı ve kavram imajlarının tespit edilip, bu kavram imajlarındaki farklılıkları incelemek amaçlanmıştır.

Powell (1983) kavram yanlışlarının, yanlış anlamlara dayalı yanlışlar olduğunu söylemektedir. Çünkü zihinsel betimlemeler, imajlar anlamın daha önünde yer alır. Dolayısıyla kavram yanlışları üzerinde çalışmak, zorunlu olarak imajlar üzerine çalışmaya yol açar. Matematik öğrenenlerin kavram yanlışlarının kökeni, onların

anlayış eksikliği veya üzerinde çalıştıkları matematik konusu ile ilgili imaj yetersizliği olabilir. İstenilen imaj olmaksızın, kavram yanlışlarının doğru bir şekilde yeniden düşünülmesi ya da çok derin bir matematik anlayışının kazanılabilmesi mümkün görünmemektedir. (Akt. Gülkılık, 2008)

Kavram yanlışları ve buna bağlı olarak kavram imajları ile ilgili ulusal ve uluslar arası düzeyde birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen geometrik kavramlara ait kavram imajlarının belirlenmesine yönelik yeterince çalışma yapılmadığı düşünülmektedir. Bu bağlamda yapılacak olan çalışmada belirlenen bu eksikliğin bir nebze olsun giderilebilmesi amacıyla ilköğretim matematik öğretmen adaylarının katı cisimler ile ilgili sahip oldukları kavram imajları tespit edilmeye çalışılacaktır.

1.6. Araştırmanın Önemi

Geometri temel alanının amacı, düzlemde ve üç boyutlu (3-B) uzayda geometrik nesnelerin özelliklerini tanıma, aralarındaki ilişkileri bulma, geometrik yeri tanımlama, dönüşümleri açıklama, ifade etme, geometrik önermeleri kanıtlama olarak özetlenebilir (Baki, 2008).

Geometri, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine katkıda bulunması, matematiğin diğer konularının öğretiminde yardımcı olması, matematiğin günlük yaşamda kullanılan önemli bir kısmı olması, bilim ve sanatta kullanılması, öğrencilerin içinde yaşadıkları dünyayı daha yakından tanımalarına yardımcı olması gibi nedenlerden ötürü ilköğretimden itibaren öğretim programları içerisinde yer almaktadır (Baykul, 2002).

Ülkemizde ilköğretim ve diğer eğitim kademelerinde öğrencilerin geometriyle ilgili sahip olduğu bilgi, beceri ve düşünme düzeyleri incelendiğinde geometrideki konulara yönelik kavramsal bilgiye yeterince sahip olmadıkları görülmektedir (Toluk vd., 2002; Ergün, 2010; Aktaş ve Aktaş, 2011; Aktaş ve Aktaş 2012; Türnüklü vd., 2013). Nitekim, 2007 yılında yapılan Beşinci Uluslararası Matematik ve Fen Çalışmalarına (TIMSS) katılan 58 ülke arasında Türkiye, geometri alanında 30. sıradayken (Uzun, Bütüner ve Yiğit, 2010); 2011 yılında 24. sırada yer almıştır (Abazaoğlu, 2012). Bu sonuçlar ülkemiz öğrencilerinin matematik ve geometri konularına yönelik kavramsal öğrenmelerinde problem yaşadıklarını göstermektedir (Erşen ve Karakuş 2013).

Günlük hayatta yaşadığımız çevredeki her cisim bir geometrik şekle sahiptir. Bu şekilleri içeren geometrinin öğretilmesi öğrenciler için oldukça önemlidir. Geometrinin temelleri ilköğretimde iyi atılmazsa ileriki öğrenim seviyelerinde öğrenciler geometriyi sevimsiz ve zor bir ders olarak görebilirler.

Katı cisimler geometride iki boyuttan üç boyuta geçişte önemli yer tutar. Avgören (2011)'e göre katı cisimler konusu kişinin çevresini algılamaya başladığı andan itibaren gördüğü, hissettiği nesnelerin geometrik boyutlarını inceler. Bu konu eğitimde küçük sınıflardan itibaren anlatılmaya, öğrenciye katı cisimler ve onların hacimleri hissettirilmeye çalışıldığı halde bazı aksaklıklar yaşanmaktadır. Her seviyedeki sınıfta ve yaşadığımız dünyada katı cisim yüzeyleriyle iç içe olmamıza rağmen cisimlerin modellenmesi çok sınırlı tutulmakta ve bunun sonucunda katı cisimler gerektiği gibi anlaşılamadığı gözlemlenmektedir.

Öğrencilerin ilerleyen yıllarda geometride başarılı olması erken yıllarda almış olduğu geometri eğitimiyle yakından ilişkilidir (Pusey, 2003). Bu nedenle ilk yıllarda öğrencilere matematik ve geometri eğitimi verecek matematik öğretmenlerinin geometri bilgisi oldukça önem taşımaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin katı cisimleri kavrama konusunda yaşadıkları olumsuzlukları gidermede elbette ki en büyük görev onların rehberleri olan öğretmenlerine düşmektedir.

Matematik öğretmenlerinin etkili öğretim yapabilmeleri ve öğrencilerin zihinlerinde doğru kavramsal yapılar inşa etmelerine yardımcı olabilmeleri için doğru ve kapsamlı kavram görüntülerine sahip olmaları gerekmektedir.

Öğretmenlerin sahip oldukları kavram görüntüleri Shulman (1986)'ın tanımladığı farklı türden öğretmen bilgileri arasında yer alan içerik bilgisidir. Etkili öğretmen olma özellikleri olarak da bakılabilecek pedagojik içerik bilgisinin sağlanabilmesi sağlam içerik bilgisinin varlığından etkilenir (Paksu vd. 2012). Bu bağlamda araştırmada matematik öğretmeni adaylarının katı cisimler ile ilgili kavram imajları araştırılmıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Çalışmanın katılımcıları 2014-2015 eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü 2. sınıfta öğrenim gören 6 öğretmen adayı ile sınırlıdır.

- Çalışma veri toplamada kullanılan kısa cevaplı ve açık uçlu sorulardan oluşan başarı testi, görüşme metodu ve sesli düşünme tekniği ile sınırlandırılmıştır.

1.8. Araştırmanın Varsayımları

- Katılımcıların kullanılan veri toplama araçlarındaki soruları tüm ciddiyet ve samimiyetleriyle cevapladıkları varsayılmıştır.

1.9. Tanımlar

Prizmatik yüzey:

Uzayda düzlemsel bir çokgen ve çokgen düzlemine paralel olmayan bir l doğrusu alındığında l doğrusuna paralel olarak çokgenin çevresi üzerinde hareket eden k doğrusunun oluşturduğu yüzeye prizmatik yüzey, k doğrusuna da prizmatik yüzeyin ana doğrusu denir (MEB Geometri 3, 2009).

Piramidal yüzey:

Bir çokgensel bölgenin içinde bulunduğu düzlemin dışındaki sabit bir t noktası ile çokgensel bölgenin kenarları üzerindeki noktalardan geçen doğruların oluşturduğu yüzeye, piramidal yüzey denir (MEB Geometri 3, 2009).

Silindirik yüzey:

Uzayda düzlemsel bir eğri ile bu eğri düzlemine paralel olmayan bir d doğrusu alındığında eğri üzerindeki her noktadan d doğrusuna paralel olarak çizilen doğruların oluşturduğu yüzeye silindirik yüzey denir (MEB Geometri 3, 2009).

Koni Yüzeyi:

Uzayda sabit bir T noktası ile düzlemsel kapalı bir c eğrisi alındığında T noktası ile c eğrisinin her noktasından geçen doğruların oluşturduğu yüzeye koni yüzeyi (katı cisim yüzeyi) denir (MEB Geometri 3, 2009).

Küre:

Uzayda sabit bir noktadan eşit uzaklıkta bulunan noktaların kümesine küre yüzeyi denir.
(MEB Geometri 3, 2009)

Kavram:

Nesnelerin ya da olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarımıdır.

Katı cisim:

Okul matematiğinde geometri dersleri kapsamında anlatılan 3 boyutlu cisimlerin genel adı. Çalışmamızda katı cisimler başlığı altında prizma, piramit, koni, küre ve silindir incelenmiştir.

Kavram karmaşası:

Kavramlara doğru anlamlarını verememek, kaos durumu yaşamak, kavramlaştıramamak.

Kavram Yanılgısı:

Bireyin doğru olarak kabul edip birçok beceriyi sergilemede kaynak olarak kullandığı yanlış kavramlar ya da kavramlaştırmalardır.

Öğrenim düzeyi:

Herhangi bir meslek, sanat veya iş için gerekli bilgi, beceri ve alışkanlıkların elde edilmesi amacıyla başarılan öğrenim aşaması.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kavram ve Kavram Öğretimi

Kavram, en genel manasıyla Türk Dil Kurumu'na ait Türkçe sözlükte “ Bir nesnenin zihindeki soyut ve genel tasarımı” ve “ Nesnelerin ya da olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarımıdır.” şeklinde tanımlanmaktadır.

Ülgen (2004)'e göre kavram; “ insan zihninde anlaşılan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bilgi formu/yapısıdır. Bilimde evrensel düzeyde tanımlanan kavramlar, insanlar arasında etkileşimi sağlayan, ilkelere temel oluşturan ve ilgili olduğu alandaki sorunların çözümüne yardımcı olan, sözcüklerle ifade edilen önemli bir öğrenme aracıdır. ”

Ayas, Köse ve Taş'a göre kavramlar somut eşya, olaylar ve varlıklar değil; onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar gerçek dünyada değil düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada ancak örnekleri bulunabilir (akt. Ağca 2006). Üçgen, dörtgen, açılı, açıortay, küme, vs. birer matematiksel kavramdır bu kavramlar düşüncelerimizde soyut olarak yer alır, gerçek dünyada ise örnekleriyle karşılaşmamız mümkündür.

Kavramlar; bizi ayrıntılardan kurtararak çevremizdeki olay ve nesnelere daha kolay tanımamıza ve anlamamıza yardım ederler. İnsanlar arasındaki iletişimi kolaylaştırırlar. Bilgilerin sistematik olarak örgütlenmesini sağlar ve sürekli olarak benzerlikler kurup bilgi sistemimizi genişletmemizi sağlarlar. Bu nedenlerden kavramlar, öğrenmenin vazgeçilmez elemanlarıdır (Yıldız, 2000; akt. Ağca 2006).

Beydoğan (1998) kavramların çıkartılabilen bazı özellikleri şu şekilde belirtmiştir.

- ❖ Kavram; algılamaya dayalı olduğu için bireyden bireye farklılık gösterebilir.

- ❖ Kavram, bir kültüre bağlı olarak, dil kapsamında formlaştığından dilin zenginliğine göre anlam ve özellikler kazanabilir.
- ❖ Kavramlar kendi yapıları içinde belli kurallara göre yatay ve dikey yapılanma gösterebilirler.
- ❖ Kavramlar hem soyut hem de somut özellikleri ayrı veya birlikte taşıyabilirler.
- ❖ Kavramlar farklı kültürler içinde farklı anlamlar taşıdığı gibi, aynı kültür içindeki bireyler arasında bile yaşantılara bağlı anlam farklılıkları gösterebilir. (akt. Akuysal, 2007).

Her bireyin yaşantısı, zihinsel yapısı, değer yargıları, yaşamı algılayış biçimi, eğitim düzeyi vb. gibi birçok faktör dolayısıyla bireysel farklılıklar meydana gelmektedir. Bu bağlamda doğal olarak her bireyin edindiği yeni bilgileri algılayış biçimleri birbirinden farklı olacaktır. Kavramlar; algılamaya dayalı olduğu için bireyden bireye farklılık gösterebilir, dilin zenginliğine göre farklı anlam ve özellikler kazanabilirler.

Yukarıda verilen tanım ve özelliklere göre kavramlar, bireylerin düşünce yapılarında, kişiler arası etkileşimde, yeni bilgilerin elde edilmesinde, günlük hayatta yapılan genelleme ve sınıflamalarda temel teşkil eden soyut yapılardır. Doğuştan getirilen herhangi bir kavram yoktur. Bizler çocukluktan itibaren hayatımızın her aşamasında kavramlarla iç içe yaşamakta ve kavramları etkin bir şekilde kullanmaktayız.

İnsan zihninde bilgi; kavramlar, kavramlar arasındaki ilişkiler ve bu kavramların ilişkileriyle birlikte bir araya gelmesiyle oluşan kurallardan oluşmaktadır (Novak 1983; akt. Demirel 2009). Bir konu alanına ilişkin kavramların bilinmesi ile bu kavramlar arasındaki ilişkiler yeni öğrenilecek ya da öğretilecek konulara temel oluşturmaktadır. Dolayısıyla bir kavramın yanlış ya da eksik öğrenilmesi, bundan sonraki ilişkileri de tetikleyeceğinden, sarmal biçimde kavramsal eksikliklere ya da yanlışlara yol açacak sonuçlar ortaya çıkartacaktır. Bu nedenle kavram öğretiminin üzerinde durulması ve belirli bir sistem içerisinde öğretim tasarımına aktarılması gerekir (Altun 2009).

Eğer bir öğrenci gördüğü bir nesnenin adını söyleyebilirse, bu öğrencinin kavramı kendi zihninde yapılandırdığı anlamına gelmez. O mekanik olarak obje ya da olay ile onlara verilen ad arasında bağ kurmuş olabilir (Ülgen, 1996). Öğrenme birdenbire gerçekleşmez ve belirli bir süre gerektirir. Bu yüzden etkili bir öğrenmenin olabilmesi

için bilgilerin tekrar gözden geçirilmesi, üzerinde etraflıca düşünülmesi, tecrübe edilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Bütün bunlar belirli bir süreç içerisinde gerçekleşir (Clements ve Battissa, 1992; akt. Süzer, V. 2011).

Bireyde kavram öğrenme, ya tamamen ya da hiç öğrenilmeyen bir süreç değildir. Kavramlar birbirine yakın öğeler arasında daha net ayrımların yapıldığı fikirleri içerir. Bu fikirler arasında bağlar oluşturulup genel anlayışa yakınlaştırılabildiği ölçüde bireyler genel kabul gören düşünce yapılarına varırlar. Bu nedenle öğretilecek her kavram, uzman bilgisi ile meydana gelmelidir (Beydoğan, 2007; akt. Kara, M. 2014).

Kavram öğrenme hangi yöntemle olursa olsun iki aşamada gerçekleşir. İlk aşama kavramı yapılandırmadır. Kavram oluşturmada genelleme yapmak vardır. Bireyler kendilerini uyanların benzer ve farklı yönlerini ortaya koyar ve benzerliklerine göre genelleme yapar. Bireyler kontrollü denemelerle kavram kazanma konusunda beceri kazanabilirler. İkinci aşama kavramı geliştirmedir. Kavram geliştirme bireyin oluşturduğu ya da kazandığı kavramın nitelik açısından olumlu yönde artış kaydetmesine işaret eder (Ülgen 1996).

Ülgen (1996)'ya göre kavram öğrenmeden sonra elde edilen öğrenme ürünlerine davranışçı yaklaşım açısından bakan kişi, bireyin kavramla ilgili doğrudan gözlenebilen davranışlarını, sözel olarak ifadelerini gündeme alır. Bir kavramı öğrenen öğrenci; kavramla ilgili öğrendiklerini dille bütünleştirerek ifade eder, kavramla ilgili bilgi açıklandığında kavramın adını söyler, kavramı tanımlar, kavramın benzer ve farklı yanlarını görebilir, öğrendiği kavrama benzeyen yeni bir kavramla karşılaştığı zaman, yeni kavramı tanıyabilir veya kendi sözcükleriyle tanımlayabilir. Bilişsel yaklaşım açısından kavram öğrenme ise; bellek sürecinde daha önce öğrenilen ilgili bilgilerin hatırlanarak esnek algılarla yeniden yapılandırılması işidir. Esas olan kavram öğrenme ürünü bilgilerin transferi ve problem çözebilmedir.

Her bireyin çocukluğundan itibaren geçmiş yaşantılarıyla bağlantılı olarak zihninde oluşturduğu kavram organizasyonu birbirinden farklıdır. Elde edilen yeni bilgilerin öğrenilmesi öğrencilerin kavramsal yapısı ve ön bilgileri ile bağlantılı olarak gerçekleşmektedir. Bu durumda sınıf içi öğretim planlanırken bu gerçek göz önüne alınmalıdır. Öğrencilerden kendi bilişsel sistemlerindeki kavram organizasyonları ve anlayışlarının çok üzerindeki bilgileri öğrenmeleri ve uygulamaya koymalarını

beklemek yerine, onların kavramsal organizasyonlarını ve kavramları algılayış biçimlerini tanımak ve yeni bilgileri bu düzende sunmak daha etkili bir öğretim sağlayacaktır. Vinner (1991)'e göre kavram öğrenme kavram imajını biçimlendirme anlamına gelmektedir. Kavram tanımı, birey tarafından kavramın anlaşılmasını garantilemez. Bireyin kavramı anlamış olması, onun kavram imajına sahip olduğu anlamına gelir. Bu bağlamda etkili bir kavramsal öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için bireylerin zihinlerinde yer alan söz konusu kavramlarla ilgili imajların açığa çıkarılması ve değerlendirmesi oldukça önemlidir.

2.2. Kavram Tanımı ve Kavram İmajı

Eğitimde davranışçı yaklaşımın yerini yapılandırmacı anlayışa bırakmaya başlamasıyla beraber öğrencilerin matematiksel düşünce yapılarını keşfetmek önemli bir amaç olmuş ve bu doğrultuda çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Tall ve Vinner tarafından yürütülen çalışmalar sonucu ortaya çıkan kavram tanımı ve kavram imajı yapısı, öğrencilerin matematiksel kavramlarla ilgili sahip oldukları düşünce yapılarının ortaya çıkarılabilmesinde oldukça etkili olmuştur.

80'li yılların başında kavram imajı yapısı ilk defa öğrencilerin geometrik kavramlarını analiz eden bir çalışma eşliğinde Vinner ve Hershkowitz tarafından ortaya konulmuştur. Bu sıralarda, Tall öğrencilerin limit ve süreklilik kavramlarını öğrenirken karşılaştıkları zorlukları içeren bir çalışma yapmıştır. İki araştırmacı daha sonra ellerindeki verileri birleştirerek 1981 yılında "Limit ve Süreklilik Özel Referansı ile Kavram imajı ve Kavram tanımı" adını taşıyan ve sonraki çoğu araştırmaya kaynak teşkil edecek olan çalışmayı ortaya koymuşlardır (Gülkılık, 2008).

Tall and Vinner (1981) bir kavramın formal tanımı ile bu kavrama ilişkin daha önceki birikimleri sırasıyla kavram tanımı ve kavram görüntüsü olarak isimlendirmişler ve aşağıdaki gibi tanımlanmışlardır:

"Biz kavram imajı tanımını kavramla birlikte anılan tüm bilişsel yapı olarak tanımlayacağız. Bu yapı tüm zihinsel resimleri ve çağrışım yapan özellikleri ve yöntemleri içerir. Kavram imajı geliştikçe her zaman tutarlı olması gerekmez. Belirli bir zamanda aktif olan kavram imajına uyandırılmış (evoked) kavram imajı diyeceğiz.

Farklı zamanlarda çelişkili görünen imajlar uyandırılabilir. Sadece çelişkili görüntüler kendiliğinden uyandırıldığında anlaşmazlık ve karışıklığın herhangi gerçek bir hissi olabilir.

Diğer taraftan kavram tanımı bu kavramı özelleştirmek için kullanılan kelimeler bütünüdür.” (Tall ve Vinner, 1981)

Tall ve Vinner (1981) tarafından kavram imajını detaylı bir şekilde incelemek için bazı özelleştirmeler de yapılmıştır:

“... Biz, kavram imajı veya kavram tanımının başka bir parçasıyla çelişen bir parçasını potansiyel çelişki faktörü olarak adlandırabiliriz. Bu faktörler, bilişsel çatışmaya yol açan durumlarda kesinlikle uyandırılmamalıdır, fakat bunlar böyle uyandırılmışsa, ilgili faktörler bilişsel çatışma faktörü olarak adlandırılacaktır. Onlar sadece kendiliğinden uyandırıldıklarında bilişsel çatışma faktörü haline gelirler. Kesin durumlarda, tedirginliğin belirsiz hissi ile kendi kendini sadece açıkça belli eden çelişki ile bilişsel çatışma faktörleri bilinçsizce uyandırılabilir.”

Kavram imajına ait potansiyel çatışma faktörünün hangi durumlarda daha ciddi sorunlar ortaya çıkaracağı da şu şekilde belirtilmiştir:

“... potansiyel çelişki faktörünün daha ciddi bir çeşidi, kavram imajının başka bir çeşidiyle olan değil de formal kavram tanımının kendisiyle olan kavram imajının içinde olanıdır. Bu faktörler formal teorinin öğrenilmesini ciddi olarak engelleyebilir, onlar formal kavram tanımı daha sonra bilişsel bir çatışmayla sonuçlanabilecek bir kavram imajı geliştirmedikçe gerçek bilişsel çatışma haline gelemeler. Kavram imajlarında böyle potansiyel çelişki faktörü olan öğrenciler, göz önüne alınan fikirlerin kendilerine ait gösterimlerde güvende hissedip formal teoriye işlevsiz ve fazla gereksiz gibi basitçe bakarlar.” (akt. Güllük 2008)

Tall (1988)’a göre öğrenciler, yeni bir içerikte eski bir kavramı gördükleri zaman, kavrama önceki içeriklerden çıkardıkları dolaylı doğrularla yaklaşırlar. Bu ise bir kavram görüntüsüdür. Eğer görüntü formal olarak verilen tanımlarla çatışma yaşatılırsa; bu durum istenmeyen cevapların verilmesine neden olabilir. Vinner (1991)’a göre öğrencilere yaşadıkları çatışma durumunda sadece tanımlar verilerek onlar tanımın kullanımı için eğitilebilirler. Bu durum ona göre de olumsuz bir durum değildir fakat

amaca ulaşmak içinde tanımın verilmesinden daha fazla şey yapılması gerekebilir. Burada öğrenciler üst düzey matematik öğrenimi için aday iseler bu çatışma olumlu sonuçlar verecekken değil iseler çatışma yaşatılmaması daha iyidir.

Örneğin çıkarma işlemi, ilk karşılaşıldığında genellikle pozitif tamsayılarla yapılan işlem olarak görülür. Öğrenciler, çıkarma işlemi daima “azalma” olarak görebilirler. Bir çocuğun bu gözlemi, onun kavram görüntüsünün bir parçasıdır ve bu durum daha sonra negatif tamsayıların çıkarma işlemi ile karşılaşıldığında problemlere neden olabilir. Bir kavram ile birleştirilen bütün zihinsel niteliklerin bu mantığı, bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde o kavramın kavram görüntüsü içinde düşünülebilir ve bu durumda ileride çatışmaların doğmasına neden olabilir (Tall ve Vinner, 1981; akt. Soybaş ve Dede, 2009).

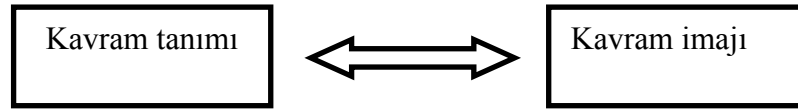
Tall ve Vinner (1981), öğrencilerin yeni bir ortamda eski bir kavramla karşılaşmaları durumunda, önceki durumlardan özetlenen tüm dolaylı (örtülü) varsayımlarla birlikte, duruma cevap veren kavram imajı olduğunu belirtir. Bu da öğrencinin bir problemle karşılaştığında, kavram tanımını geri plana iterek kavram imajını kullanmaya eğilimli olduğunun göstergesidir.

Bir fonksiyonun kavram tanımını işaret ederek, Vinner (1983) şunları iddia etmektedir:

1. Kavramları ele almak için, birinin kavram tanımına değil de bir kavram imajına ihtiyacı vardır.
2. Kavram tanımları (kavram bir tanım yardımıyla tanıtıldığında) pasif kalabilir, hatta unutulabilir. Düşüncede hemen her zaman kavram imajı uyandırılacaktır (akt. Güllük 2008).

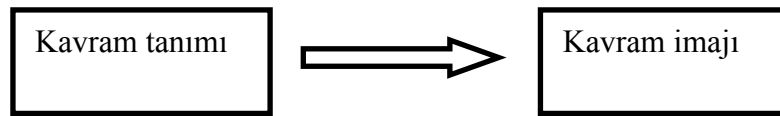
Vinner (1991)' a göre, eğer bir fikir diyagramlar halinde sunulmak isteniyorsa, bilişsel yapıda iki ‘hücre’ye başvurulur. Birinci ‘hücre’ kavram tanımı ve ikinci ‘hücre’ de kavram imajı hücrelidir. İlk hücre ve hatta bazen ikisi de boş olabilir. Bu iki hücre arasında belli bir ilişki olmasına rağmen bu ilişki bağımsız olarak şekillendirilmiştir.

Kavram oluşum süresince kavram tanımı ile kavram imajı arasında var olan ilişkiyi göstermek için Vinner(1991), aşağıdaki şekli kullanmıştır.



Şekil 1. Kavram oluşum süreci

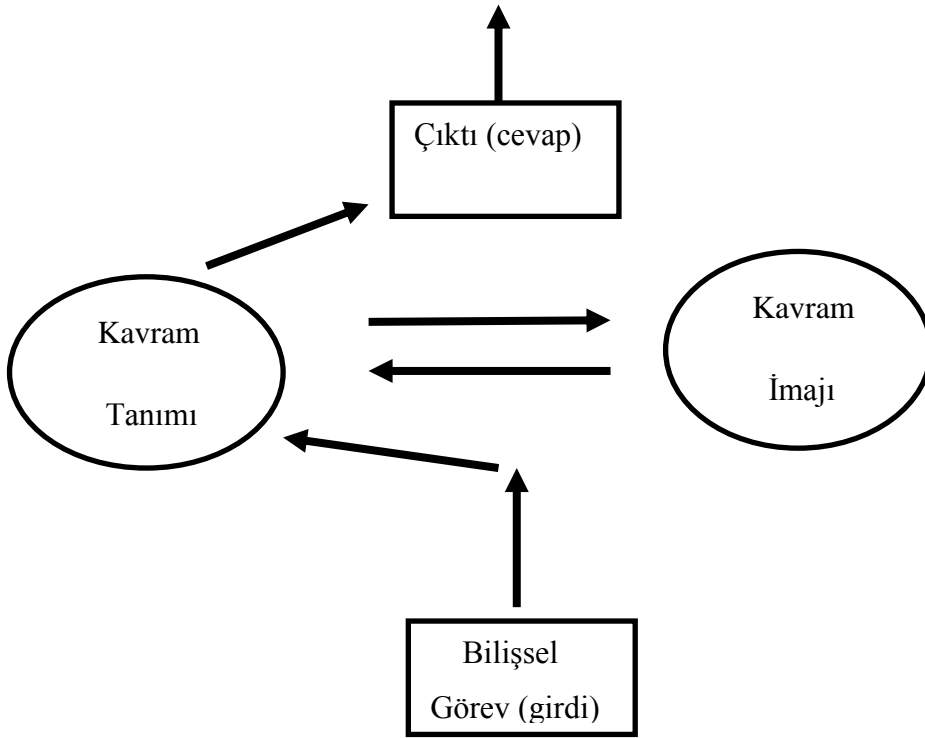
Yukarıda uzun süreli bir kavram oluşum süreci gösterilmiştir. Burada kavram tanımı ve kavram imajı çift yönlü etkileşim halindedir. Eğitim sürecinde kavram imajının kavram tanımından şekillendiğini ve tamamen onun tarafından kontrol edildiğini düşünen bazı eğitimciler şekil 2 de gösterildiği gibi öğrencilere bu süreci tek yönlü yaşatmaktadır. (Vinner, 1991).



Şekil 2. Formal tanımın bilişsel gelişimi

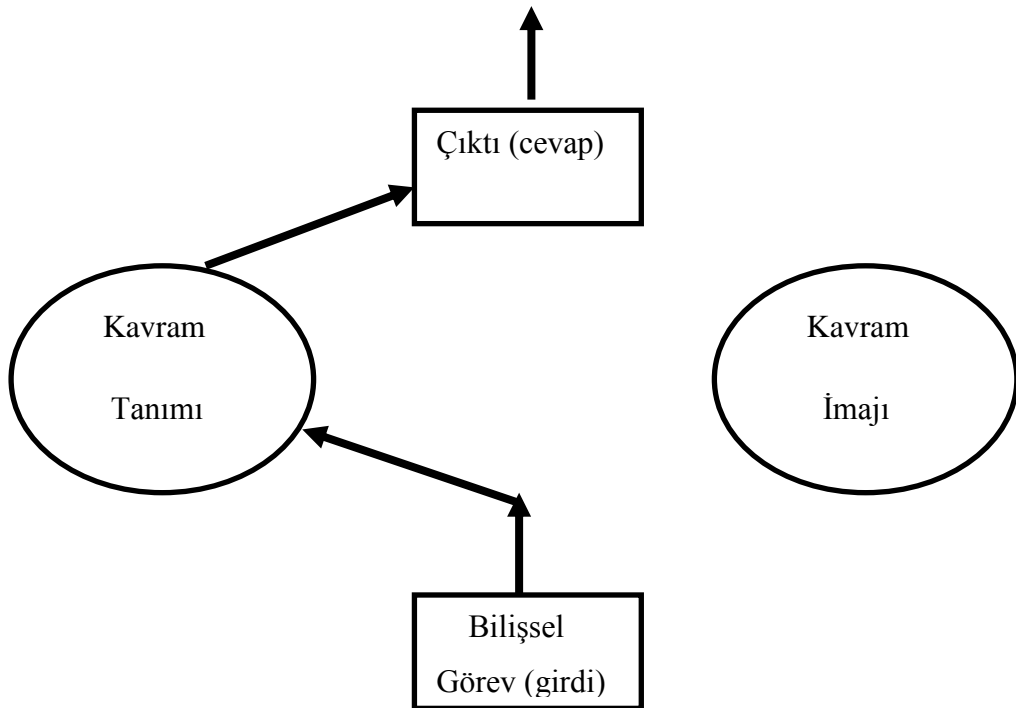
Kavram imajının içeriğini kavram tanımının kontrol ettiğini kabul edersek, kavramın istenildiği gibi yapılandığını varsayabiliriz. Vinner ve Dreyfus (1989; Akt. Gülkılık 2008), Kavram imajının genellikle kavram tanımı tarafından değil de, tipik örneklerle oluştuğuna işaret etmektedir. Bu yüzden; kavramın örnekleri olarak düşünülen matematiksel objelerle oluşturulan kavram imajı ile kavram tanımı tarafından tanımlanan matematiksel objeler tarafından oluşturulan kavram imajı illa ki aynı değildir. Geleneksel öğretimin yapıldığı sınıflarda özellikle geometrik kavramlarda kavramlarla ilgili verilen örnekler genellikle kavram imajını oluşturan matematiksel deneyimler olarak sunulmaktadır.

Vinner (1991) kavram tanımı ile kavram imajı arasında olması gereken bağlantıyı aşağıdaki gibi vermiştir.



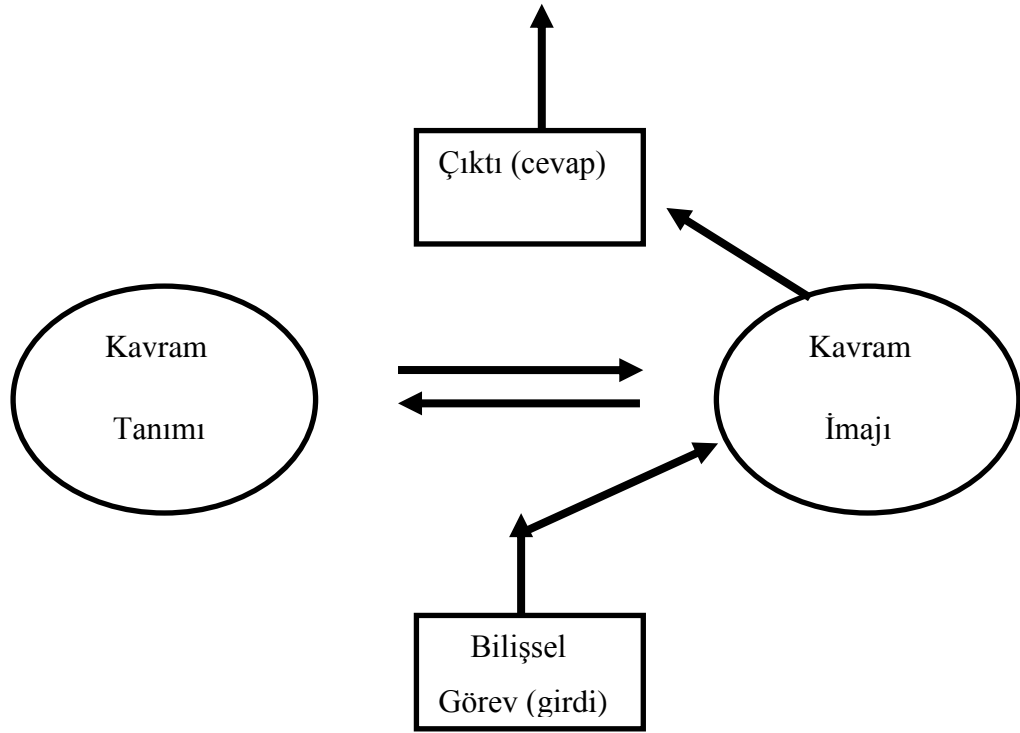
Şekil 3. Kavram tanımı ve kavram imajı arasında olması gereken ilişki

Şekil 3 ve Şekil 4 öğrencilere bilişsel bir görev verildiğinde ortaya çıkan süreçleri göstermektedir. Aşağıda uygulamada daha çok kullanılabilir bir model verilmiştir (Vinner 1991).



Şekil 4. Tamamen Formal Öğretim

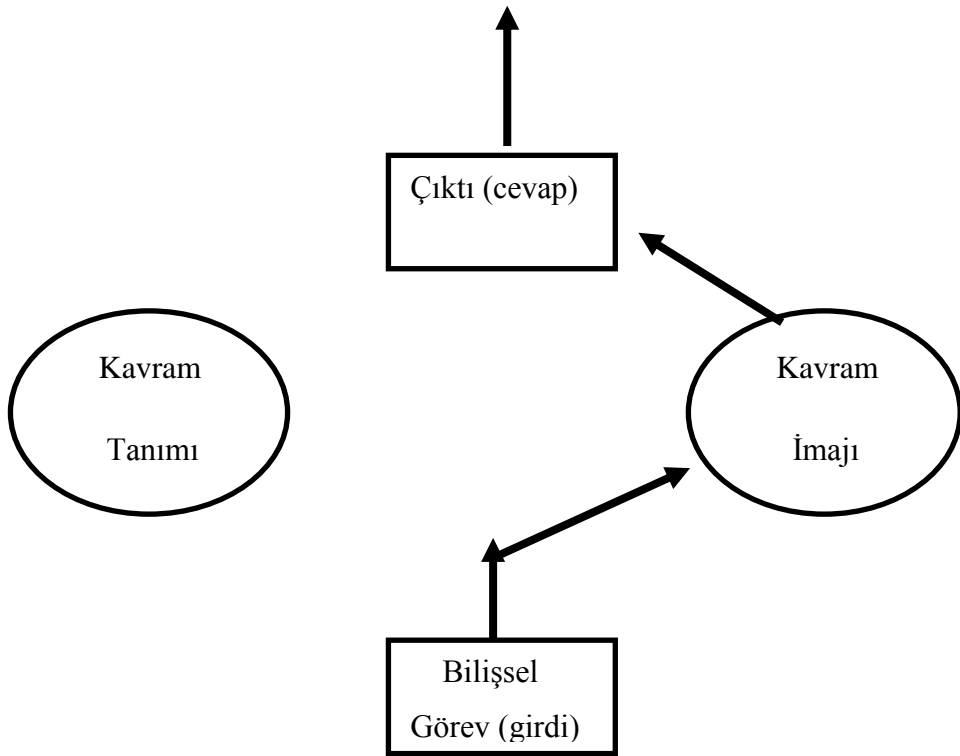
Şekil 4 te görüldüğü gibi Vinner kavram tanımı ve kavram imajı arasında etkileşim olmadan sadece kavram tanımının kullanıldığı bu durumu tamamen formal öğretim olarak adlandırmaktadır.



Şekil 5. Sezgisel Düşünce ile Öğretim

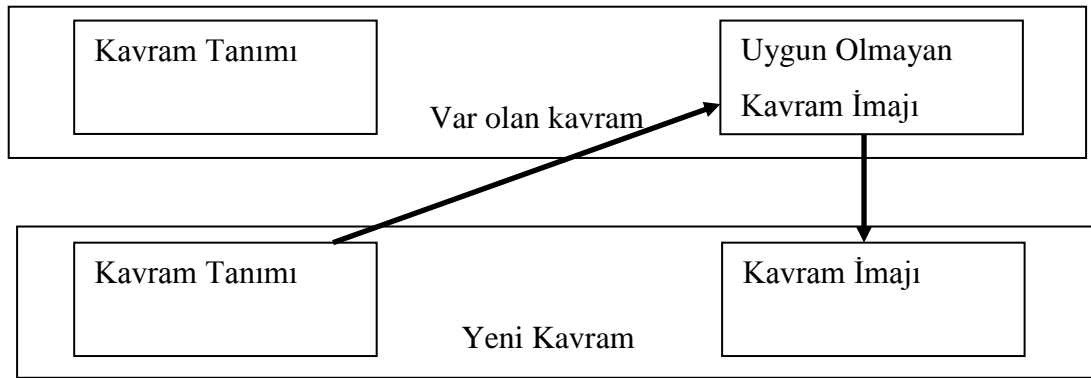
Şekil 5 te görüldüğü gibi bireyler sezgisel düşünme yoluyla problem çözerken önce kavram imajı hücrelerine daha sonra kavram tanımı hücrelerine başvurarak işlem yapmaktadırlar.

Şekil 6 da probleme sezgisel yolla yaklaşan öğrencilerin geçtiği süreçleri gösteren bir şema vardır.



Şekil 6. Sezgisel Yaklaşım

“Burada kavram tanımı hüccesine, problem çözme sürecinde hiç başvurulmamıştır. Günlük yaşamdaki düşünce alışkanlıklarımız formal tanıma başvurmaya ihtiyaç duyduğumuzu fark etmeden, idareyi ele almıştır. Kavram imajına başvurmak genelde işe yarar, bu da insanların kavram tanımına başvurmalarını gerekli kılmaz. Belirli bilişsel işlerde kavram imajı ile bağlantı kurarız fakat farklı durumlarda aynı imajın tekrar canlanabileceğini söylemiyoruz. Analizciler, bilişsel sistemin sadece bir kısmını anlatmaktadırlar ki bu kısım, bir bilişsel iş üzerinde çalışırken aktif hale geçmektedir. Şu da açıktır ki teknik içerikli durumlarda kavram imajı kendi başına yeterli olmayabilir.” (Vinner, 1991; akt. Güllük 2008)



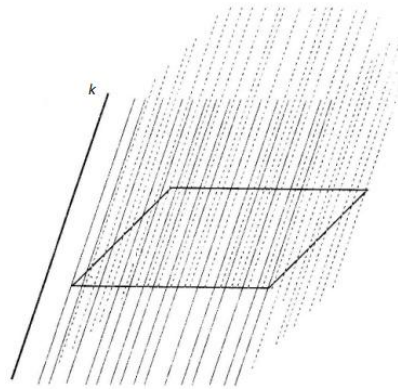
Şekil 7. Uygun Olmayan Kavram İmajının, İmaj Şekillenmesine Etkisi

Şekil 7 de kavram imajını şekillendirme esnasında etkin durumda olan uygun olmayan kavram imajının, kavram tanımı ile yarıştığı görülmektedir. Kavramla ilgili yeni bir durum söz konusu olduğunda tanımla ilgili özellikler, kavramla ilgili var olan kavram imajına başvurup yeni bir kavram imajı geliştirilmesine sebep olmaktadır (Gülkılık 2008).

2.3. Katı Cisimler

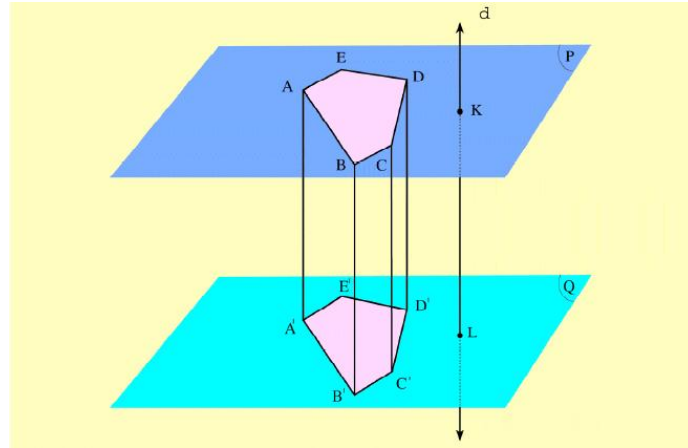
2.3.1. Prizma

Düzlemsel herhangi bir çokgen ile çokgenle farklı bir düzlemde bir k doğrusu verildiğinde çokgenin çevresi üzerindeki her noktadan geçen ve k doğrusuna paralel olan doğruların oluşturduğu yüzeye **prizmatik yüzey** denir.



Şekil 8. Prizmatik yüzey

P düzlemi içinde ABCDE düzlemsel şeklinin çevresi üzerindeki her noktadan, [KL] doğru parçasına paralel doğrular çizildiğinde, Q düzleminde A' B' C' D' E' şeklini meydana getirir. Böylece oluşan şekle, prizmatik yüzey denir.

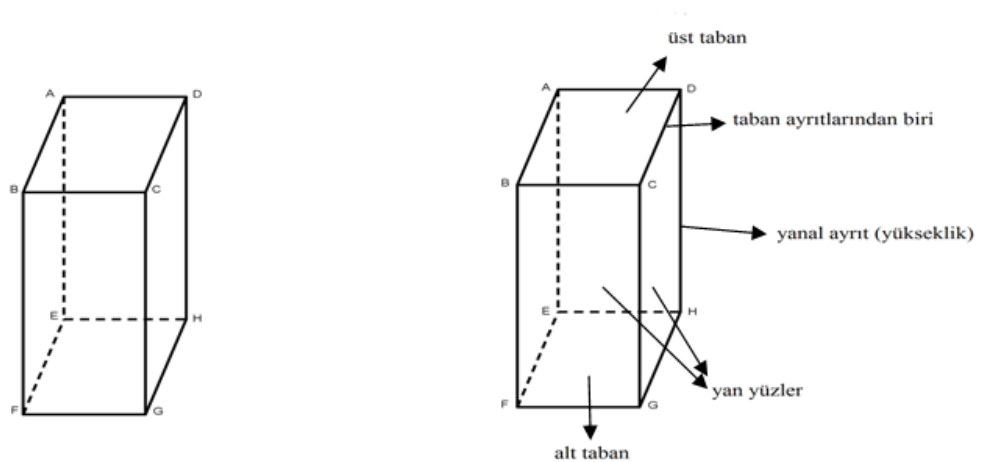


Şekil 9. Prizmatik yüzey

[KL] doğru parçasına, prizmatik yüzeyin **ana doğrusu** denir. ABCDE düzlemsel şeklinin köşelerinden, [KL] doğru parçasına çizilen paralel doğrulara, **yan ayıtlar** denir. Ardışık iki yan ayıt arasında kalan düzlem parçasına, prizmatik yüzeyin **yan yüzleri** denir. Düzlemsel şekil kaç kenarlı ise, o kadar yan yüzü vardır.

Bir prizmatik yüzey ile bunun yan ayıtlarını kesen paralel iki düzlem tarafından sınırlanan cisme, **prizma** denir.

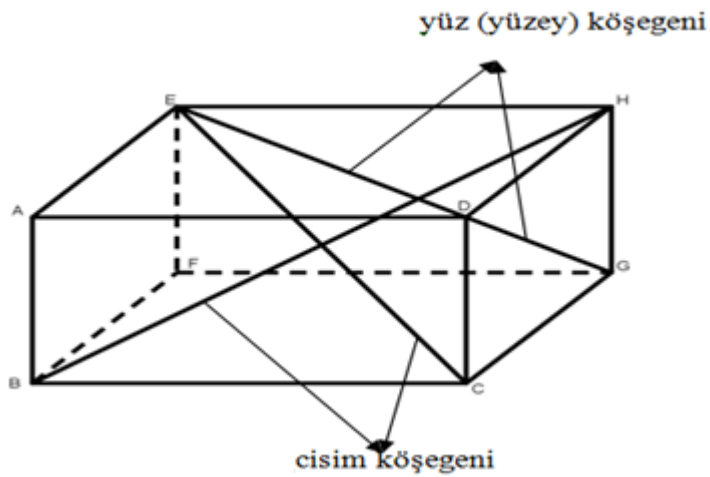
http://yegitek.meb.gov.tr/aok/Aok_Kitaplar/AolKitaplar/Geometri_7/ic.pdf



Şekil 10. Prizmanın elemanları

Bir prizmatik yüzeyin birbirine paralel düzlem kesitlerinden her birine, **prizmanın tabanları** denir. Prizmanın tabanlarını oluşturan çokgenlerin kenarlarına **prizmanın taban ayrıtları** denir. İki taban arasındaki en kısa uzaklığa da **prizmanın yüksekliği** denir.

Bir prizmada aynı yüz içindeki iki köşeyi birleştiren en kısa doğru parçasına, bu prizmanın **yüz (yüzey) köşegeni** denir. Bir prizmada, aynı yüz içinde bulunmayan iki köşeyi birleştiren doğru parçasına da, bu prizmanın **cisim köşegeni** denir.

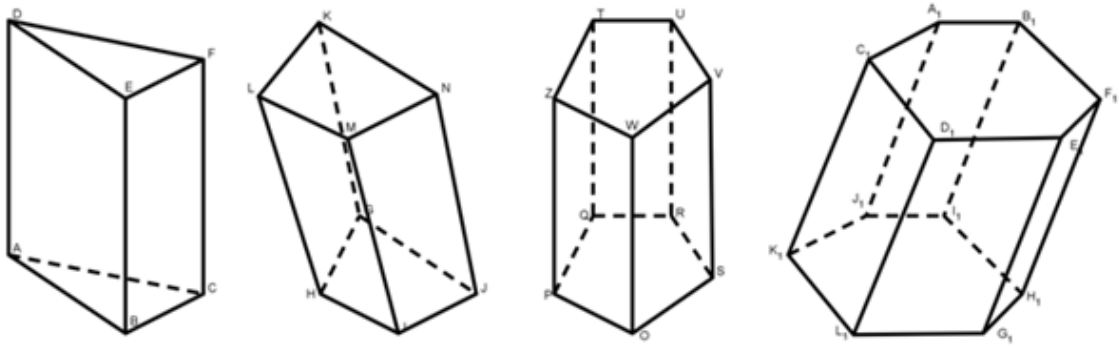


Şekil 11. Prizmanın cisim ve yüzey köşegeni

Yanal ayrıtları taban düzlemine dik olan prizmalara **dik prizma** denir. Bir dik prizmanın yanal yüzleri dikdörtgendir, yan ayrıtları yüksekliğe eşittir. Taban ve yükseklikleri eşit olan iki dik prizma birbirine eşittir. Dik olmayan prizmalara da **eğik prizma** denir. Eğik prizmaların yan yüzleri paralelkenardır.

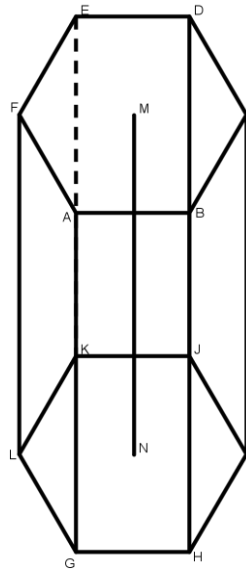
http://yegitek.meb.gov.tr/aok/Aok_Kitaplar/AolKitaplar/Geometri_7/ic.pdf

Prizmalar tabanlarının şekillerine göre adlandırılır. Üçgen prizma, kare prizma, dikdörtgenler prizması gibi. Şekil 12’de üçgen dik prizma, dörtgen eğik prizma, beşgendik prizma ve altıgen eğik prizma verilmiştir.



Şekil 12. Prizma çeşitleri

Tabanları düzgün çokgen olan dik prizmaya, **düzgün prizma** denir. Düzgün prizmanın yanal yüzleri, birbirine eşit dikdörtgenlerdir, yan ayrıtları taban düzlemine diktir. Düzgün prizmanın taban köşeleri bir çember üzerindedir. Bu çemberin merkezlerini birleştiren doğruya, **eksen** denir. Şekil 13'te [MN] eksendir.

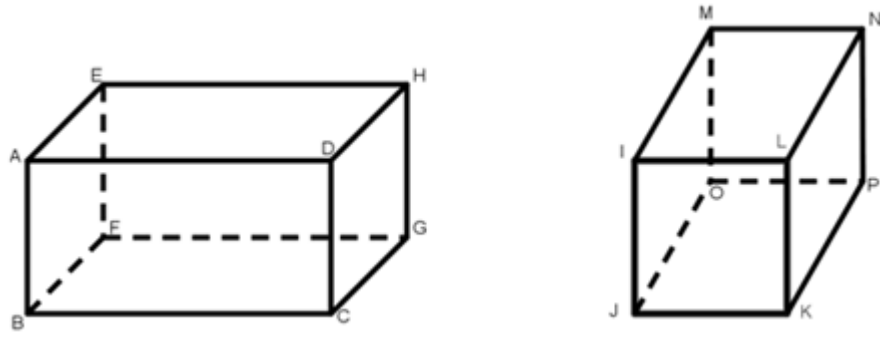


Şekil 13. Düzgün prizmanın ekseni

Tabanları paralelkenar olan prizmaya, **paralelyüz** denir. Bir paralelyüzün altı yüzü de paralelkenardır. Tabanları paralelkenar, yan ayrıtları tabana dik olan paralelyüze, **dik paralelyüz** denir.

http://yegitek.meb.gov.tr/aok/Aok_Kitaplar/AolKitaplar/Geometri_7/ic.pdf

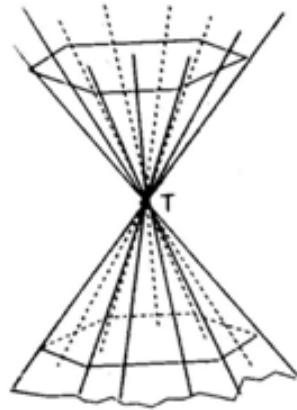
Bütün yüzeyleri dikdörtgen olan prizmaya **dikdörtgen prizma** denir. Bütün ayrıtları birbirine eşit olan dikdörtgenler prizmasına da **küp** denir.



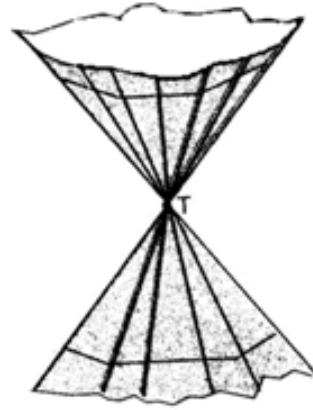
Şekil 14. Dikdörtgen prizma ve küp

2.3.2. Piramit

Uzayda bir düzlem içerisinde çokgen ve bu düzlem dışında da bir nokta verilsin. T noktası ile çokgenin kenarları üzerindeki her bir noktadan geçen doğruların oluşturduğu yüzeye **piramidal yüzey**, bu yüzeyin uzayda sınırladığı bölgeye de **piramidal bölge** denir.



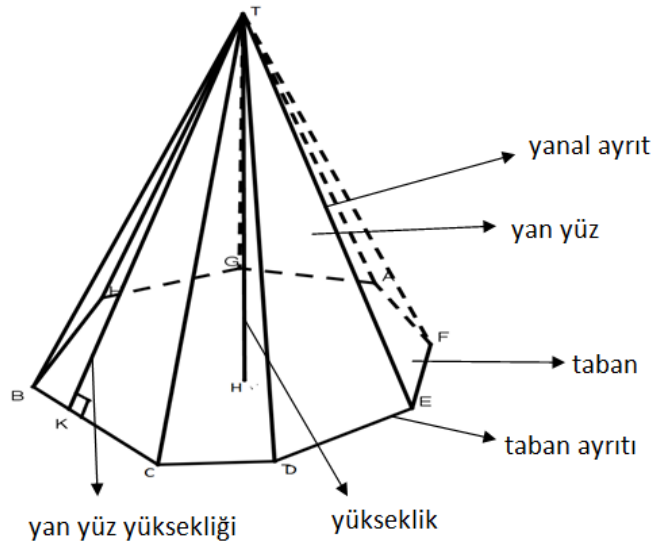
piramidal yüzey



piramidal bölge

Şekil 15. Piramidal yüzey ve piramidal bölge

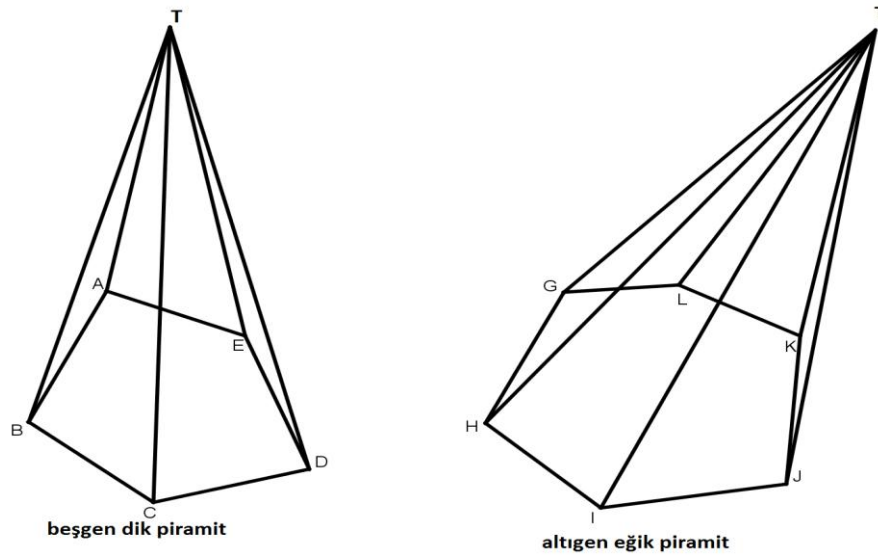
Piramidal yüzey ile düzlemdeki çokgensel bölgenin sınırladığı katı cisme **piramit** denir. Çokgenle sınırlı düzlem parçasına **taban**, taban köşeleri ile tepeyi birleştiren doğru parçalarına da **yanal ayırıt**, yanal ayırıtlar arasında kalan üçgensel bölgelere, **yanal yüz** denir.



Şekil 16. Piramidin elemanları

Bir piramitte, tepeden tabana inilen dik doğru parçasına, **piramidin yüksekliği**, bir yan yüzdeki üçgenin tabanına ait yüksekliğine de o yan yüzü ait **yanal yüksekliği** denir.

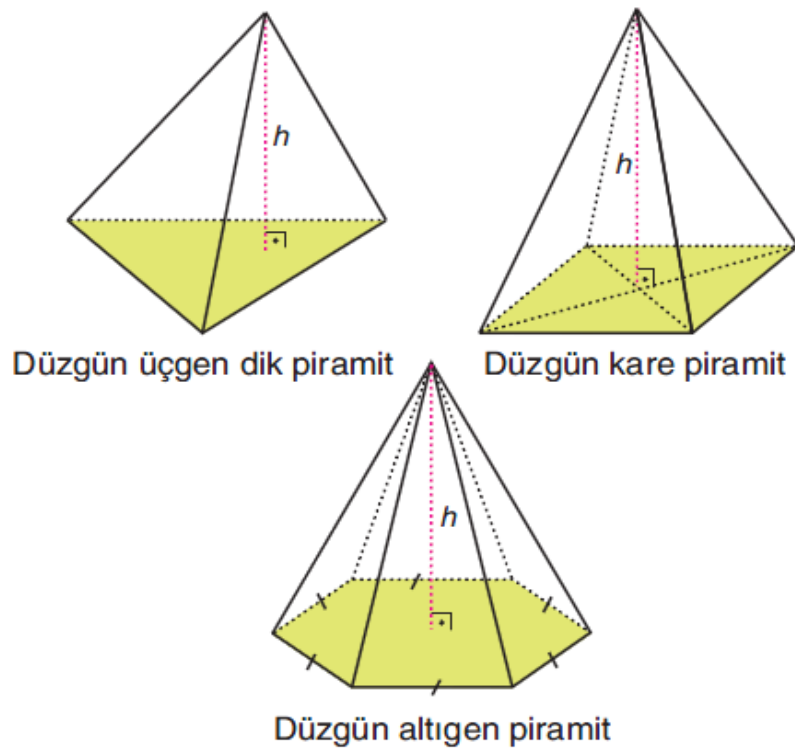
Yüksekliği taban merkezinden geçen piramide **dik piramit**, geçmeyen piramide de **eğik piramit** denir.



Şekil 17. Dik piramit ve eğik piramit

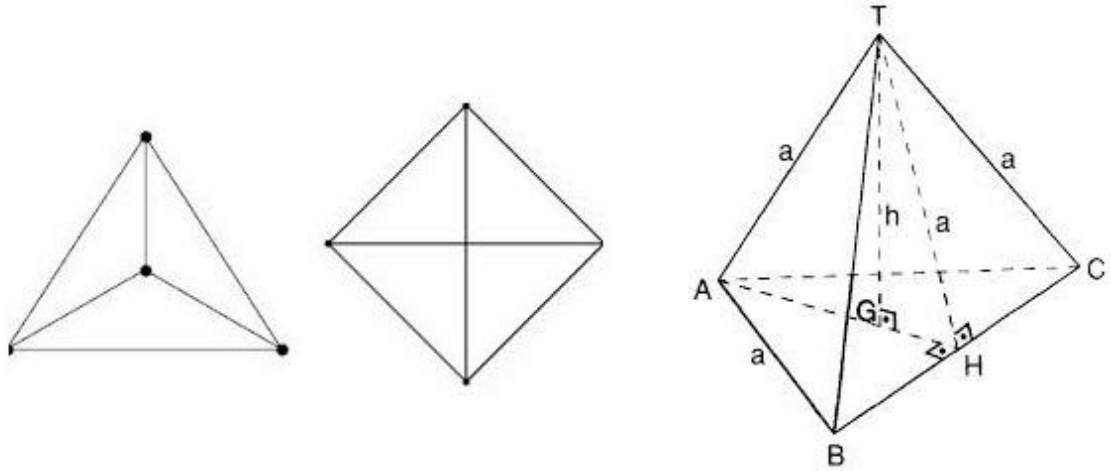
Piramitler de prizmalar gibi tabanlarındaki çokgene göre adlandırılırlar: üçgen piramit, dörtgen piramit, beşgen piramit gibi.

Tabanı düzgün çokgen olan ve yükseklik ayağı taban merkezinde bulunan piramide **düzgün piramit** denir. Bir düzgün piramidin: Yanal yüzleri, birbirine eş ikizkenar üçgensel bölgedir. Yanal ayrıtları ve yanal yüzlerin yükseklikleri ise birbirine eştir. Düzgün piramidin yan yüzeylerini oluşturan üçgenlerin her biri ikizkenar üçgendir.



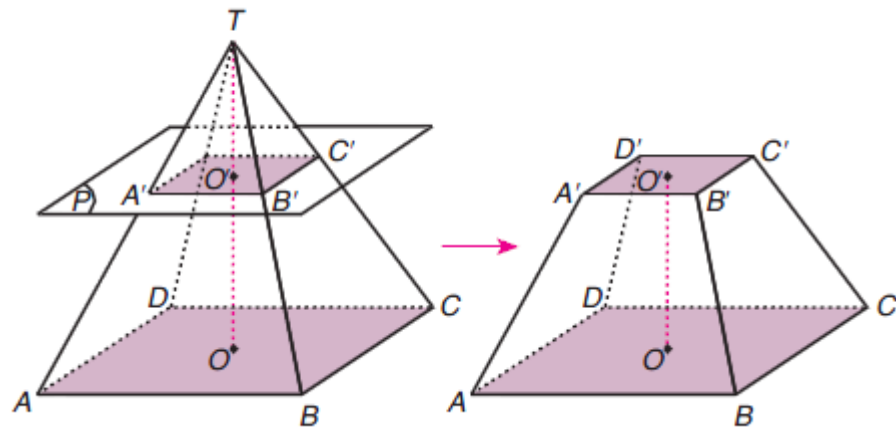
Şekil 18. Düzgün piramit

Dört yüzü de birbirine eş ve eşkenar üçgensel bölge olan piramide **düzgün dörtyüzlü** denir. Düzgün dörtyüzlünün bütün yüzleri taban olabilir.



Şekil 19. Düzgün dörtyüzlü

Bir piramit, tabanına paralel bir düzlemle kesildiğinde, taban ile düzlem arasındaki piramidal bölgeye **kesik piramit** denir. Piramidin tabanı olan çokgensel bölgeye, kesik piramidin alt tabanı; paralel kesite, kesik piramidin üst tabanı denir. Kesilen piramit düzgün ise düzgün kesik piramit olarak isimlendirilir. Bir piramidin tabanına paralel bir düzlemle ara kesiti piramidin tabanına benzerdir ($ABCD \approx A'B'C'D'$) (MEB Geometri).

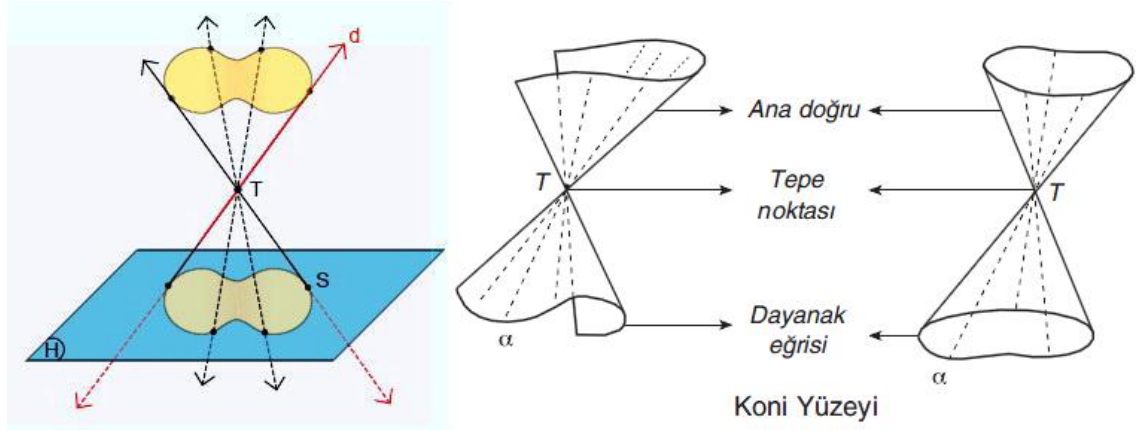


Şekil 20. Kesik piramit

2.3.3. Koni

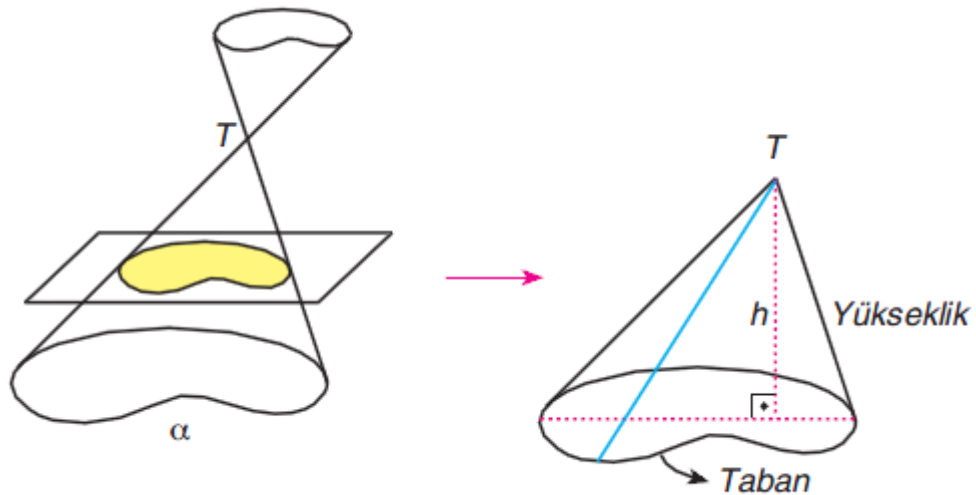
Herhangi bir H düzlemindeki kapalı S eğrisini kesen ve düzlem dışındaki sabit bir T noktasından geçen doğruların oluşturduğu yüzeye **konisel yüzey**, S eğrisine bu yüzeyin **dayanak eğrisi**, bu konisel yüzeyi oluştururken çizilen ilk d doğrusuna **konisel yüzeyin üretici**, her bir doğruya da **konisel yüzeyin elemanı** denir. Sabit T noktasına **konisel**

yüzeyin tepe noktası, tepe noktasının altında ve üstünde oluşan konisel yüzeyin parçalarına da **konisel yüzeyin kanatları** denir.



Şekil 21. Konisel yüzey

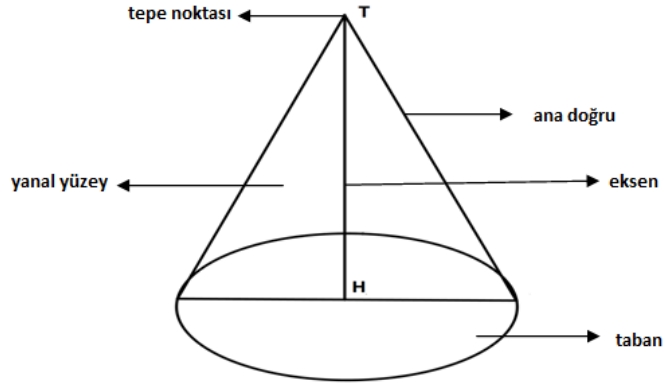
Dayanak eğrisi, kapalı bir eğri olan koni yüzeyinin tüm ana doğrularını kesen bir düzlemle, tepe arasında kalan cisme **koni** denir. Düzlemsel kesite **koninin tabanı**, tepenin tabana olan uzaklığına da **koninin yüksekliği** denir.



Şekil 22. Koni

Taban çevresinin herhangi bir noktasını tepe noktasına birleştiren doğru parçasına **ana doğru (elemanı)**, taban merkezini tepe noktasına birleştiren doğru parçasına **koninin**

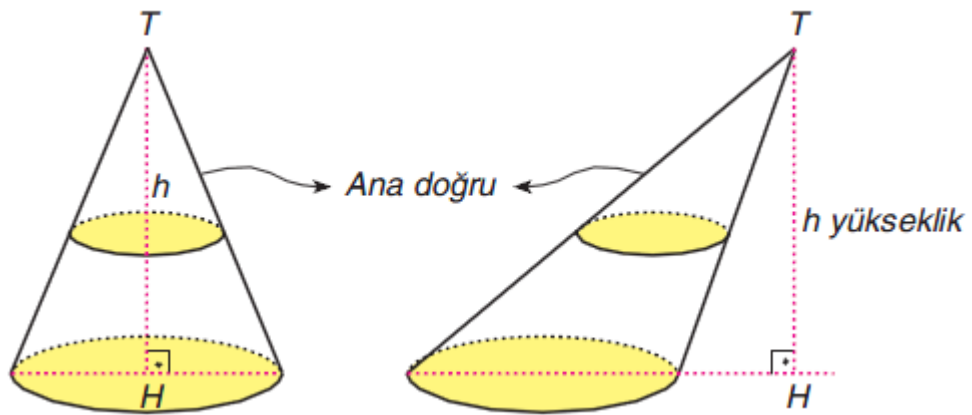
ekseni, tabanın çevresini tepe noktasına birleştiren eğri yüzeye koninin **yanal yüzeyi** denir.



Şekil 23. Koninin elemanları

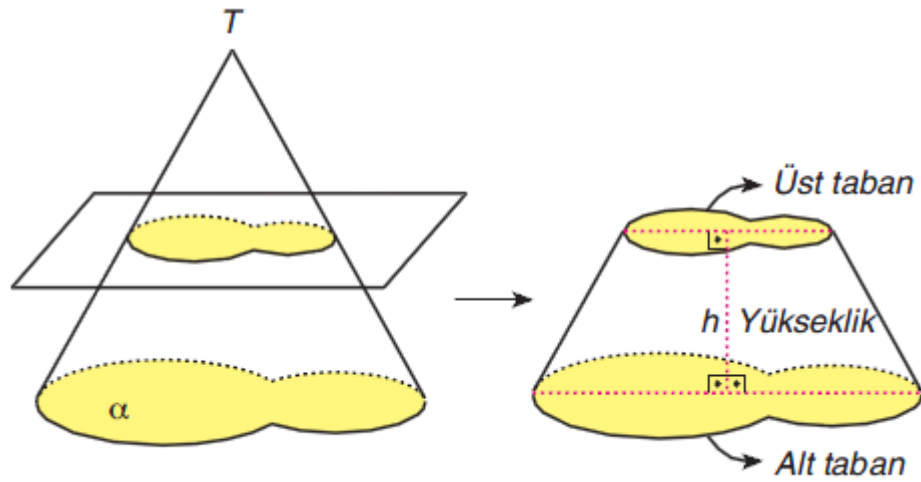
Koniler tabanlarına göre dairesel koni, eliptik koni ve yüksekliklerinin taban merkezinden geçip geçmediklerine göre de dik koni, eğik koni şeklinde adlandırılır.

Yükseklik ayağı taban merkezinde olan koniye, **dik koni** denir. Tabanı daire olan dik koniye, **dik dairesel koni** denir. Yükseklik ayağı taban merkezinde olmayan koniye, **eğik koni**, tabanı daire olan eğik koniye de **eğik dairesel koni** denir.



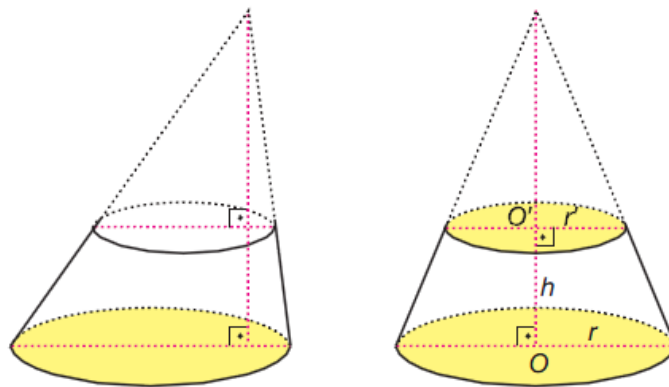
Şekil 24. Dik ve eğik dairesel koni

Bir koni tabanına paralel bir düzlemle kesildiğinde, kesit ile taban arasında kalan parçasına, **kesik koni** denir. Kesite **üst taban**, iki taban arasındaki yüksekliğe de kesik koninin **yüksekliği** denir. Tabanı daire olan kesik koniye, **dairesel kesik koni** denir.



Şekil 25. Kesik koni

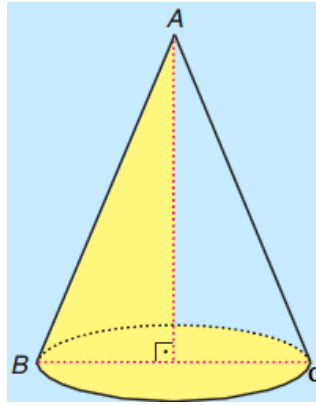
Yükseklik ayakları, alt ve üst tabanın merkezlerinden geçen koniye, **dik dairesel kesik koni** denir.



Şekil 26. Eğik dairesel kesik koni ve dik dairesel kesik koni

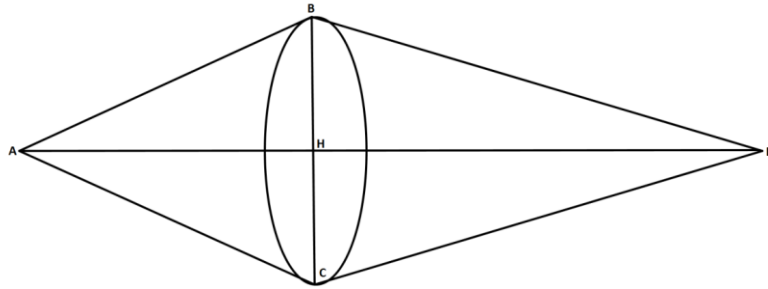
Taban ve tabana paralel kesitlere **dik kesik koninin tabanları**, tabanlar arasındaki dikme parçasına **dik kesik koninin yüksekliği**, her iki taban arasında kalan herhangi bir eleman parçasına **dik kesik koninin yanal yüksekliği** denir (MEB Geometri).

Bir dik üçgenin, bir dik kenarı etrafında 360^0 dönmesinden elde edilen dik koniye, **dönel koni** denir.



Şekil 27. Dönel koni

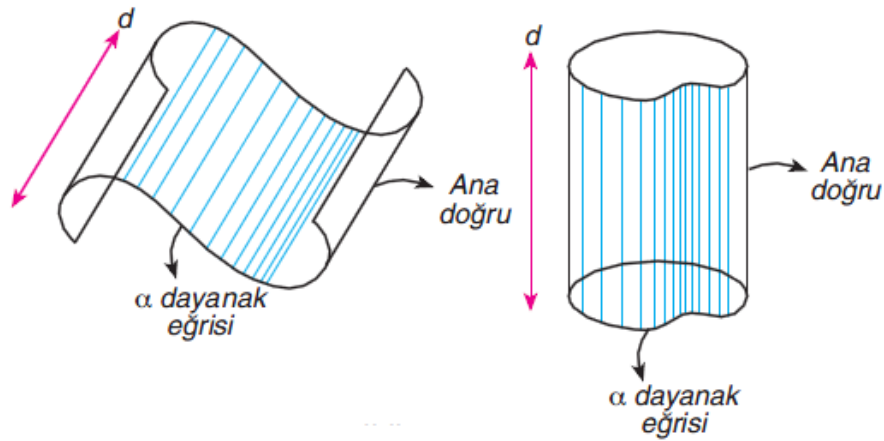
Dik üçgen hipotenüsü etrafında 360^0 döndürüldüğünde ise eş tabanlı iki dik dairesel koni oluşur.



Şekil 28. Eş tabanlı dönel koniler

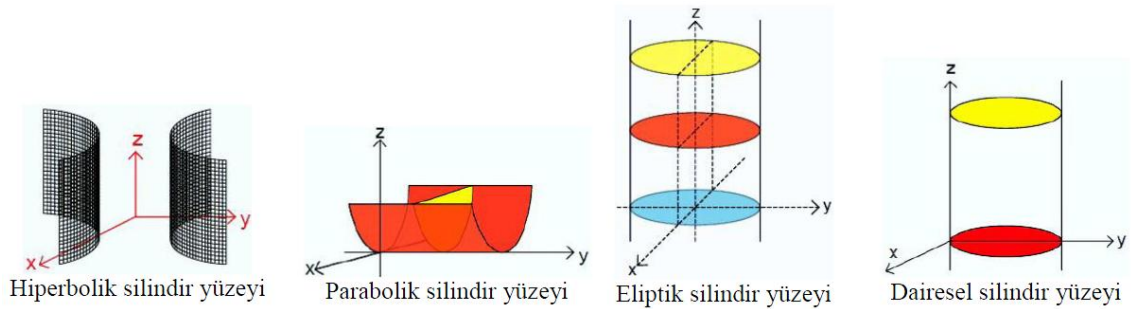
2.3.4. Silindir

Bir eğriye dayanan ve sabit bir d doğrusuna paralel olarak kayan doğruların oluşturduğu yüzeye, **silindirik yüzey** denir. Eğriye, silindirik yüzeyin **dayanak eğrisi** veya **doğrultmanı**, paralel doğrulara da **ana doğruları** denir.



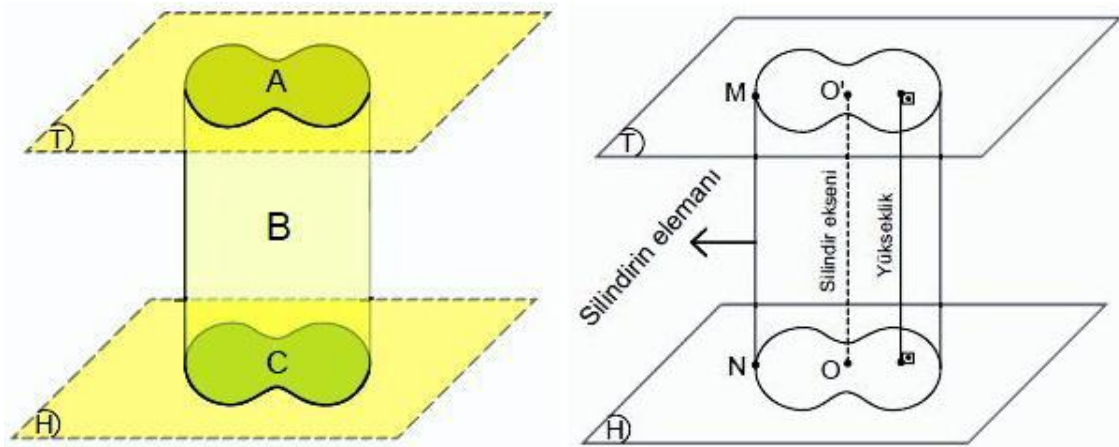
Şekil 29. Silindirik yüzey

Silindirik yüzey için taban eğrisinin kapalı olması gerekmez.



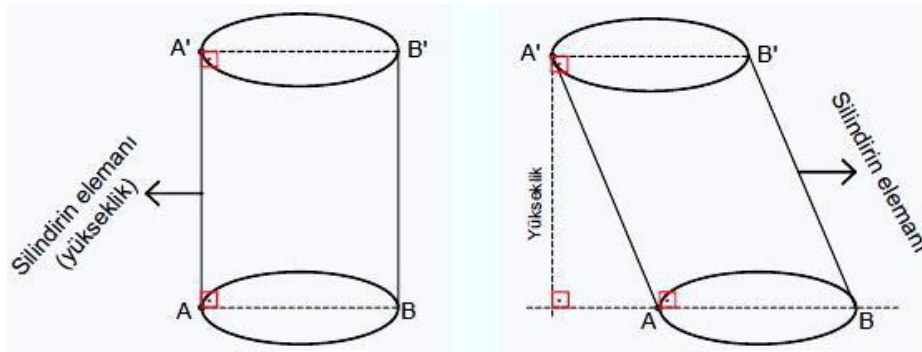
Şekil 30. Silindirik yüzey türleri

H düzlemine paralel bir T düzlemi ile silindirik yüzeyi kesiştirdiğimizde H ve T düzlemleri ile alttan ve üstten sınırlanan kapalı silindirik yüzey parçasına **silindir yüzeyi** adı verilir. Kendini kesmeyen kapalı bir dayanak eğrisine sahip olan silindirik yüzeyin sınırladığı bölgeye **silindirik bölge** denir. Dayanak eğrisi kapalı bir eğri olan bir silindir yüzeyinin ana doğrularını kesen ve birbirine paralel olan iki düzlemle silindir yüzeyi arasında kalan cisme, **silindir** denir. Düzlemlerle kesitlere silindirin **tabanları**, Taban yüzeylerinin merkezini birleştiren doğruya **silindirin eksenini**, tabanlar arasındaki dik doğru parçasına, silindirin **yüksekliği** denir.



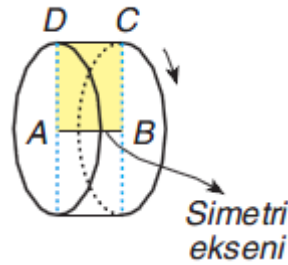
Şekil 31. Silindir

Ana doğrusu dayanak eğrisinin bulunduğu düzleme dik olan silindire **dik silindir**, tabanları daire olan silindire **dairesel silindir**, tabanları daire olan dik silindire de **dik dairesel silindir** denir. Tabanları dik olmayan silindire de **eğik silindir** denir. Tabanı daire olan eğik silindirlere **eğik dairesel silindir** denir.



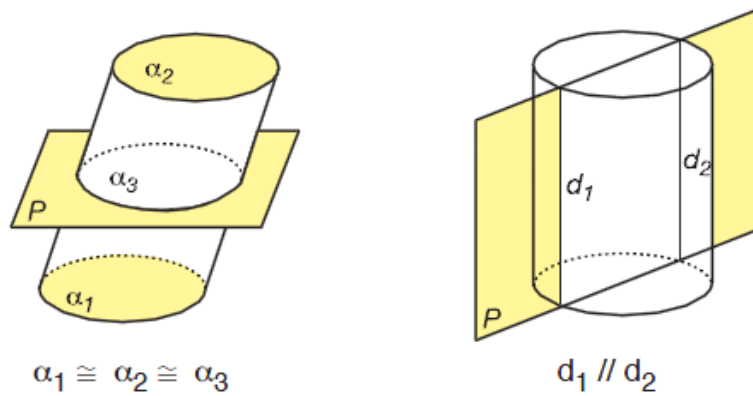
Şekil 32. Dik ve eğik dairesel silindir

Bir dikdörtgenin herhangi bir kenarın etrafında 360 derece döndürülmesi ile dik dairesel silindir meydana gelir.



Şekil 33. Dönel silindir

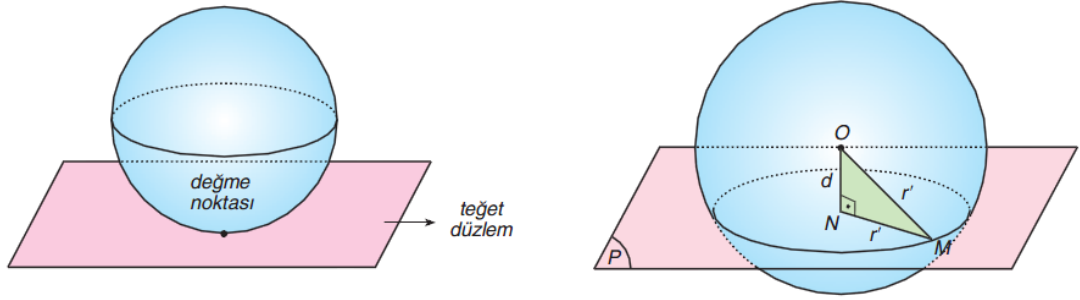
Bir dairesel silindir, tabana paralel düzlemlerle kesildiğinde arakesitler, alt ve üst tabana eş daireler olur. Tabana dik bir düzlemle kesildiğinde ise arakesitlerin karşılıklı kenarları, birbirine paralel doğru parçası çiftleridir.



Şekil 34. Silindirin düzlemle arakesitleri

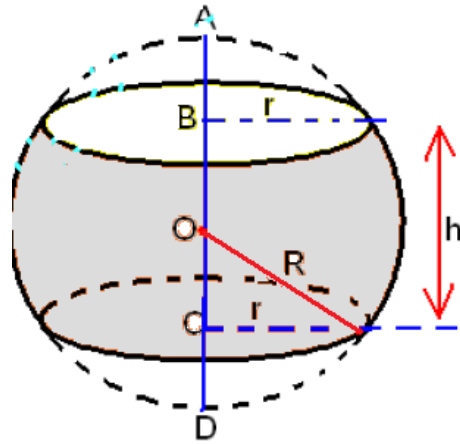
2.3.5. Küre

Uzayda sabit bir, O noktasından eşit uzaklıkta bulunan noktaların geometrik yerine **küre yüzeyi**, sabit olan O noktasına küre yüzeyinin **merkezi**, merkezden küre yüzeyine olan uzaklığa küre yüzeyinin **yarıçapı** denir. Küre yüzeyinin sınırladığı bölgeye ise **küre** denir.



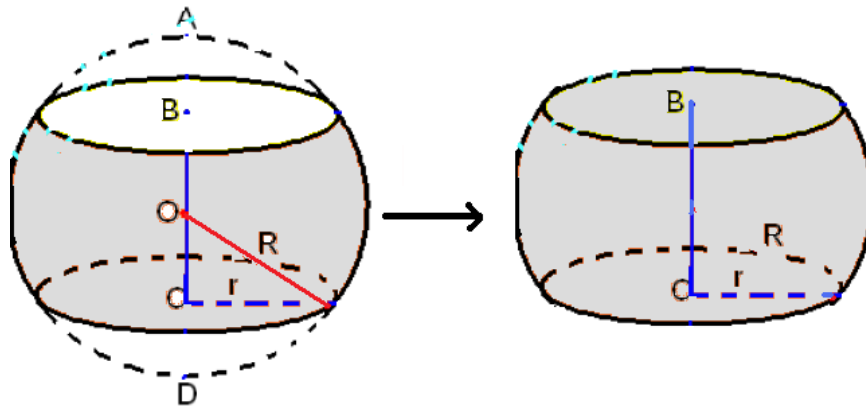
Şekil 38. Kürenin düzlemlerle ara kesitleri

Bir kürenin paralel iki düzlem arasında kalan parçasına (yüzeğe) **küre kuşağı** denir. (MEB Geometri).



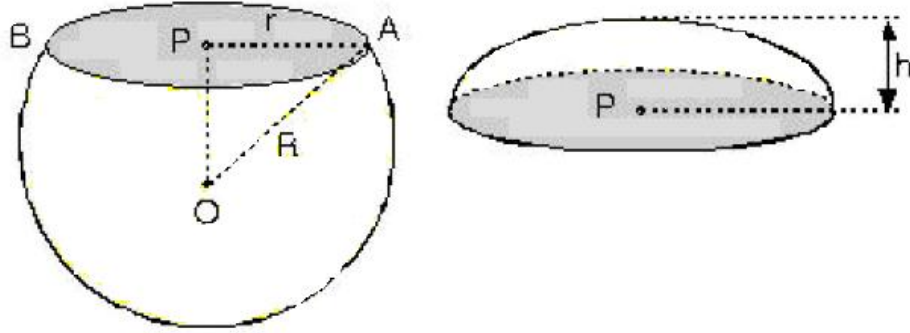
Şekil 39. Küre kuşağı

Bir kürede paralel iki düzlem ile küre kuşağının sınırladığı cisme **küre tabakası** denir.



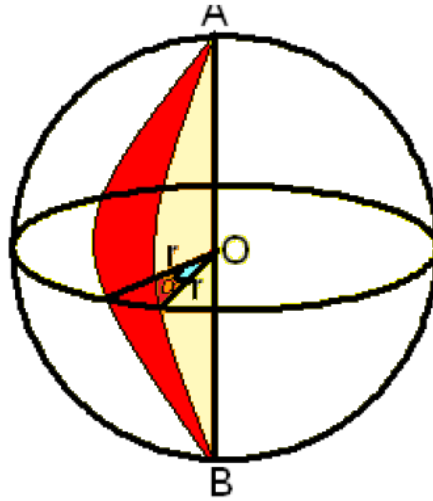
Şekil 40. Küre tabakası

Merkezden belirli bir uzaklıkta küreyi kesen düzlemlerle küreden ayrılan yüzeye **küre kapağı** denir.



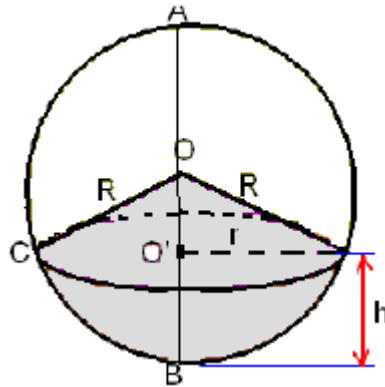
Şekil 41. Küre kapağı

Kürenin merkezinde kesişen iki düzlem arasında kalan parçasına **küre dilimi** denir.



Şekil 42. Küre dilimi

Küre yüzeyindeki bir daire kesmesinin kendisini kesmeyen bir çap etrafında dönmesiyle elde edilen cisme **küre kesmesi** denir. Aşağıdaki şekilde OBC daire dilimi [AB] çapı etrafında 360 derece döndürülerek küre kesmesi elde edilmiştir. Bu cisim aslında bir koni yüzeyi ve küre kapağı tarafından sınırlanmıştır (Akt. Avgören 2011)



Şekil 43. Küre kesmesi

2.4. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde çalışmamıza kaynak teşkil eden kavram, kavram yanılgıları, kavram imajları ve geometri eğitimi üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Dede, Beyazıt ve Soybaş (2010) “Öğretmen Adaylarının Denklem, Fonksiyon ve Polinom Kavramlarını Anlamaları” adlı çalışmada öğretmen adaylarının fonksiyon, denklem ve polinom kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkilere ait bilgi düzeyleri incelenmiştir. Araştırmanın çalışma grubu, Gazi ve Cumhuriyet Üniversitelerinden toplam 117 matematik öğretmeni adayıdır. Veri toplama ve analiz aşamalarında nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin araçları birlikte kullanılmıştır. Çalışma iki boyutla yürütülmüştür. Birinci boyutta öğretmen adaylarının fonksiyon, denklem ve polinom kavramlarından her birine ait sahip oldukları kavram imajı ve bilgi derinlikleri, ikinci boyutta ise bu kavramlar arasındaki ilişkiye ait bilgi ve düşünce genişlikleri analiz edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının fonksiyon, denklem ve polinom kavramlarından her birine ilişkin yeterli düzeyde bilgiye sahip olmakla birlikte bu kavramlar arasındaki içeriksel ilişkileri anlamada oldukça yetersiz kaldıklarını göstermektedir.

Sönmez ve Sulak “Öğrencilerin Çevre ve Alan Hesaplamalarındaki Yanlışlıkları ve Yanılgıları” isimli çalışmasında 5. sınıflarda 328 ve 7. sınıflarda 290 öğrenciye uygulanan teşhis testi ışığında elde edilen verilere göre öğrencilerin çevre kavramının anlamını bildiği fakat geometrik şekillerin kenar sayısı artınca çevreyi bulmada,

geometrik şekillerin alanlarını bulurken alan kavramının anlamında yanlışlıkları ve yanılgılarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Doğan ve diğerleri (2012) “İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Yamuk Kavramına Ait Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Sınıf Seviyelerine Göre Değişimi” adlı çalışmada öğrencilerin yamuk kavramını ne kadar doğru bildikleri ve yamuk ile ilgili kavram yanılgılarının 6,7 ve 8. Sınıf seviyelerine göre nasıl değiştiğini tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin yamuk kavramını genelde yanlış bildikleri, yamuk özelliği taşıyan kare, dikdörtgen, paralelkenar gibi bazı özel dörtgenlerin yamuk olmadığını düşündükleri, 6,7 ve 8. Sınıflarda bu kavram yanılgılarının giderilemediği fakat yamuğa ait bazı temel özelliklerin sınıf seviyesi ilerledikçe öğrencilerce daha iyi yorumlanabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bozkurt ve Koç (2012) “İlköğretim Matematik Öğretmenliği Birinci Sınıf Öğrencilerinin Prizma Kavramına Dair Bilgilerinin İncelenmesi” adlı çalışmada ilköğretim matematik öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin prizma kavramını tanımlama bilgilerini incelemeyi amaçlamıştır. Açık uçlu sorulardan oluşan test ve mülakat yoluyla toplanan veriler ışığında öğretmen adaylarının prizmayı tanımlamakta sıkıntı yaşadıkları ve matematiksel dili kullanmada yeterli olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Kaplan ve Hızarcı (2005) “Matematik Öğretmen Adaylarının Üçgen Kavramı İle İlgili Bilgi Düzeyleri” adlı çalışmada öğretmen adaylarının üçgen ile ilgili doğru kavram tanımlarına ulaşmada yeterli olmadıkları sonucuna varmıştır.

Erşen ve Karkuş (2013) “Sınıf Öğretmeni Adaylarının Dörtgenlere Yönelik Kavram İmajlarının Değerlendirilmesi” adlı çalışmada klinik mülakat yöntemiyle öğretmen adaylarının dörtgenler konusundaki kavram imajları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının notasyon gösterimi eksikliği, şeklin özelliklerini bilmemek gibi çeşitli nedenlerden dolayı hatalı çizimler yaptığı ve yanlış imajlara sahip oldukları tespit edilmiştir.

Zazkis ve Leikin(2008), öğretmen adaylarının kare kavramının tanımları ile ilgili bilgilerinin araştırıldığı çalışmada katılımcıların cevaplarını erişilebilirlik ve doğruluk, zenginlik ve genellik kategorilerine göre analiz etmişlerdir. Araştırmanın sonunda katılımcıların her birinin aslında karenin ne olduğunu bildiklerini; tanımlarken

zorluk yaşamalarının sebeplerinden birinin matematiksel terminolojiyi bilmemeleri, gerekli ve yeterli koşulları ayırt edememeleri veya matematiksel tanımın ne olduğunu bilmemeleri olduğu tespit edilmiştir.

Tall ve Vinner (1981)'in yapmış olduğu “ Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity” adlı çalışma ile birçok kavram imajı çalışmasına esin kaynağı olmuştur. Araştırmacılar bu çalışmada kavram imajı ve kavram yanımı kavramlarını detaylı bir şekilde anlatmış, potansiyel ve bilişsel çatışma faktörlerinden söz etmişlerdir.

Tall (1986) tarafından yapılan “Constructing the Concept Image of a Tangent” adlı deneysel çalışmada deney grubunda bilgisayar yardımı ile $y=|\sin x|$, $y=x\sin(1/x)$ fonksiyonların orijinde teğeti gibi farklı örnekler üzerinde teğet kavramı tartışılmıştır. Kontrol gruplarına geleneksel bir eğitim verilmiştir. Elde edilen bulgular deney grubundakilerin deneyimlerinin daha tutarlı bir kavram imajı oluşturmada onlara yardım ettiğini göstermiştir.

Matsuo (2000) tarafından yapılan bir çalışmada Van Hiele geometrik ilişki basamakları kavram tanımı ve kavram imajı pencerelerinden ele alınmıştır. Kavram imajı penceresinden geometrik şekilleri anlamayı dört basamağa (1,2,3,4) kavram tanımı penceresinde anlamayı ise beş basamağa ayırmıştır (a,b,c,d,e). İlkokul seviyesinde farklı sınıflardan öğrencilere ön test ve son test uygulamaları uygulanmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda ise öğrencilerin geometrik şekilleri anlamaları kavram tanımları ile kavram imajlarını ne denli ilişkilendirebildiklerine dair incelenmiştir. Bu sayede yapılan son teste göre kavram imajı seviyesi yükselmesi (1a'dan 2a'ya geçiş), kavram tanımı seviyesi yükselmesi (2c'den 2d'ye geçiş), ya da ikisinin birden seviyelerinin yükselmesinden(3d'den 4c'ye geçiş) bahsedilmiştir (Akt. Gülkılık 2008).

Shriki ve David (1998), ‘How Do Mathematics Teachers (Inservice And Preservice) Percieve The Concept Of Parabola?’ adlı çalışmayı hizmet içindeki öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının parabol kavramına ilişkin kavram imajlarını tespit etmek için yapmıştır. Çalışma temelde iki soruyu cevaplamak istemiştir.

1. Hizmet içinde bulunan öğretmen veya aday öğretmenlerin parabol ile ilgili oluşturdukları kavram imajları nasıldır?

2. Öğretmen adaylarının ve hizmet içindeki öğretmenlerin parabol kavramına ait algılamalarında ne gibi farklılıklar vardır.

Katılımcıların sorulara verdikleri cevaplar 3 gruba (zayıf- alakasız imajlar; kısmi kavram imajı; tam kavram imajı) ayrılarak analiz edilmiştir.

Attorps tarafından yapılan “Teachers Images of The “Equation Concept” adlı çalışmaya 10 öğretmen katılmıştır. Bu çalışma öğretmenlerin denklem konusundaki fikirlerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Veriler anket ve iki mülakat ile toplanmıştır. Elde edilen bulgular öğretmenlerin denklem kavramı ile ilgili fikirlerinin, denklem kavramının formal tanımından farklı olduğunu ve okulda zamanlarını matematiksel anlamının yerine işlemsel becerileri geliştirmeye yönelik harcadıkları bulunmuştur.

Gülkılık (2008)’in “Öğretmen Adaylarının Bazı Geometrik Kavramlarla İlgili Sahip Oldukları Kavram İmajlarının Ve İmaj Gelişiminin İncelenmesi Üzerine Fenomenografik Bir Çalışma” isimli araştırması önemli kavram imajı çalışmalarından biri olarak literatürde yerini almıştır. Çalışma bir devlet okulunun matematik öğretmenliği lisan eğitimi alan 5 öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiş, katılımcıların aç, çember, geometrik yer, metrik kavramları ile ilgili sahip oldukları kavram imajlarını incelenmiş daha sonra araştırma için temel alınan 3 aylık bir eğitim dönemi sonucunda öğretmen adayların kavram imajlarının gelişimi irdelenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının cevapları fenomenografik yöntemlerle kategorilere ayrılmış ve genel olarak Tall ve Vinner (1981) tarafından geliştirilen kavram imajı ve kavram tanımı yapısı esas alınarak analiz edilmiştir. Analizler ışığında geometrik kavramları içeren bir problem durumu ile karşı karşıya gelen öğretmen adaylarının farklı tecrübelerinin etkileriyle şu eylemleri gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir.

1. Sadece kazandıkları yeni kavram imajlarını kullanmaktadırlar.
2. İlk olarak yeni kavram imajı ile problemin üstesinden gelmeye çalışmakta, eğer bunu başaramazlarsa eski kavram imajına geri dönmektedirler.
3. Problem çözme sürecinde eski ve yeni kavram imajlarını birlikte kullanmayı tercih etmektedirler.

Eraslan (2005) iki cebir öğrencisi ile durum çalışması modeli çalıştığı doktora çalışmasında öğrencilerin kuadratik denklemler ile ilgili karşılaştıkları engelleri Schoenfeld (1989)'in matematiksel analiz basamakları ile kavram imajı ve kavram tanımı yapısı ışığında tespit etmiştir. "A Qualitative Study: Algebra Honor Students Cognitive Obstacles as They Explore Concepts of Quadratic Functions" isimli tezinde durum çalışması modeli çalışan araştırmacı karşılaşılan engellerden bazılarını kuadratik fonksiyonların geometrik ve cebirsel yaklaşımlarının bir arada düşünülmemesi, bilinmeyen bir ifadeyi bilinen bir ifadeye dönüştürme ihtiyacı, geometrik ve cebirsel düşüncenin uyuşmaması, kuadratik formülün ve sonsuz değerli fonksiyon imajının negatif etkisi olarak belirlemiştir (Akt. Süzer 2011).

Soğancı (2006), matematik öğretmen adaylarının matematiksel yaklaşımlarını konu alan tezinde kavram imajı ve kavram tanımı yapısını irdelemiştir. 7 matematik öğretmen adayı ile yaptığı görüşmeler sonucunda veri analizini fenomenografik yöntemle yapan araştırmacı, öğretmen adaylarının sadece tanımla kavramı öğrenemediklerini, tanımın örneklerle ve uygulamalarla zenginleştirilmesi gerektiğini, ayrıca öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde bazen sadece kavram tanımını, bazen sadece kavram imajını, bazen ise ikisini birden kullandıklarını tespit etmiştir.

Süzer (2011) "Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramı İle İlgili Kavram Tanımı ve Kavram İmajları Üzerine Bir Durum Çalışması" isimli çalışmasını 8 bayan 2 erkek olmak üzere 10 lise öğrencisi ile yürütmüştür. Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin fonksiyon kavramı ile ilgili kavram tanımı ve imajlarını ortaya çıkarmak ve konu ile ilgili bir durum tespiti yapmanın amaçlandığı çalışmada veriler; görüşmeler, yazılı dökümanlar ve gözlemlerle toplanmıştır. Elde edilen veriler Tall ve Vinner (1981) tarafından geliştirilen kavram tanımı ve kavram imajı yapısı esas alınarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda öğrencilerin 9. Sınıfta yeni bir kavram olarak öğrendikleri fonksiyon kavramına ait kavram imajlarının kaldığı, birçok öğrencinin öğretmenin derste kurduğu tanımların, örneklerin dışına çıkamadığı ve öğrencilerin fonksiyon kavramını küme çizerek tanımlamaktan öteye geçemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada elde edilen diğer bir bulgu ise öğretmenlerin fonksiyon tanımına ait kavram imajı ile öğrencilerin fonksiyon tanımına ait kavram imajı doğrudan birbirini etkilediğidir. Öğrenci öğretmenin kavram imajı çerçevesinde bir kavram imajı oluşturmaktadır.

Kara (2014) “İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Eşlik Benzerlik ve Dönüşüm Geometrisi Konusundaki İmajlarının Fenomenografik Yaklaşımla Ele Alınıp Zihin Haritaları İle Gelişiminin İncelenmesi” isimli çalışmasını 6 6. sınıf öğrencisiyle yürütmüştür. 6. sınıf öğrencilerinin eşlik benzerlik ve dönüşüm geometrisine dair sahip oldukları kavram imajlarının ortaya çıkarılmasını amaçlayan bu çalışmada veriler; görüşmeler, yazılı dökümanlar ve gözlemler sonucu elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin eşlik benzerlik ve dönüşüm geometrisi konusunda var olan kavram imajlarını kullandıkları görülmüştür. Öğrencilerin kavram imajlarını zihin haritaları ile kalıcı olarak ve daha kolay geri getirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, örnekleme, araştırmada kullanılan veri toplama teknikleri, araştırmanın uygulanması ve verilerin analizi yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Öğretmen adaylarının katı cisimlerle ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarını ortaya çıkarmayı amaçlayan bu çalışmada nitel yöntem kullanılmıştır.

Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği araştırma olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle nitel araştırma, kuram oluşturmayı temele alan bir anlayışla sosyal olguları bağlı bulunduğu çevre içerisinde araştırmayı ve anlamayı ön plana alan bir yaklaşımdır. (Yıldırım ve Şimşek, 2013:45).

Nitel araştırmalarda çoğunlukla üç tür veri toplanır: “çevreyle ilgili veri,” “süreçle ilgili veri” ve “algılara ilişkin veri” (LeCompte ve Goetz, 1984; akt. Yıldırım ve Şimşek, 2013). Çevreyle ilgili veriler, araştırmanın yer aldığı sosyal, psikolojik, kültürel, demografik ve fiziksel özelliklere ilişkindir. Süreçle ilgili veriler, araştırma sürecinde neler olup bittiği ve bunların araştırma grubunu nasıl etkilediğine ilişkindir. Algılara ilişkin veriler ise, araştırma grubuna dahil olan bireylerin süreç hakkındaki düşüncelerine ilişkindir. Bu üç tür veriyi toplamak için araştırmacının bazı nitel veri toplama yöntemlerini kullanması gerekir. Nitel araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan üç tür veri toplama yöntemi vardır: görüşme (odak grup görüşmesi de dahil), gözlem ve yazılı dokümanların incelenmesi (Yıldırım ve Şimşek, 2013:46)

Araştırmanın amacı ve problemlerine uygun olarak bu çalışma nitel araştırma desenlerinden olgubilim (fenomenoloji) çalışmasıdır.

Olgubilim (fenomenoloji/phenomenology) farkında olduğumuz ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır. Olgular yaşadığımız dünyada olaylar, deneyimler, algılar, yönelimler, kavramlar ve durumlar gibi çeşitli biçimlerde karşımıza çıkabilmektedir. Bu olgularla günlük yaşantımızda çeşitli biçimlerde karşılaşabiliriz. Ancak bu tanışıklık, olguları tam olarak anladığımız anlamına gelmez. Bize tümüyle yabancı olmayan aynı zamanda da tam anlamını kavrayamadığımız olguları araştırmayı amaçlayan çalışmalar için fenomenolojik yöntem uygun bir araştırma zemini oluşturur (Yıldırım ve Şimşek 2013).

Fenomenolojik yöntem, öğrenme, öğrenme farklılıkları ve bu farklılıkların nedenleri gibi soruların cevabının araştırıldığı araştırmalarda kullanılır. Yöntemin esas hedefi birey değildir, bireylerin konuları kavrayışlarındaki farklılıkların tespit edilmesidir. Bu yöntemde, insanların belirli durum ve konuları nasıl kavradıklarının, nasıl anladıklarının, nasıl anlamlandırdıklarının ve nasıl yorumladıklarının analizi yapılır. Öğrencilerin, öğrenmeyi kavrayışları üzerine yoğunlaşan araştırmaların verilerinin analizinde kullanılan ve bilinen en iyi yöntem, fenomenolojik yöntemdir (Marton, 1991 akt. Gülkılık 2008).

Olgubilim araştırmalarında veri kaynakları araştırmanın odaklandığı olguyu yaşayan ve bu olguyu dışa vurabilecek veya yansıtabilecek bireyler ya da gruplardır. Olgubilim çalışmalarında örnekleme dahil edilecek birey sayısı genellikle 10' u geçmemelidir. Bu tür çalışmalarda uzun görüşmeler söz konusu olacağı için örneklemin sınırlı kalması doğaldır (Yıldırım ve Şimşek 2013: 80).

Olgubilim araştırmalarında başlıca veri toplama aracı görüşmedir. Bununla birlikte verileri desteklemek amaçlı genel olarak sesli düşünme metodu (think aloud method), iç gözlem (introspection), yazılı envanterler (written inventories) gibi bazı metotlar da kullanılmaktadır (Lester 1980, Akt. Yıldırım ve Şimşek, 2008).

3.2. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemi 2014-2015 eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinin ilköğretim anabilim dalı matematik eğitimi bilim dalında 2. sınıfta öğrenim gören 6 öğretmen adayından oluşmaktadır.

Araştırmanın örneklemini belirlerken 2015 yılı ocak ayında ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü 2. Sınıfta öğrenim gören 56 öğretmen adayına kısa cevaplı ve açık uçlu sorulardan oluşan 20 soruluk başarı testi uygulanmıştır bu soruların 5 tanesi kavram tanımlarının, 1 tanesi de katı cisimlerin günlük yaşam örneklerinin belirlenmesine yönelik sorulardır bu sorular puanlamaya dahil edilmemiş, kalan 14 soru puanlanmıştır.

Sorular objektif puanlamanın gerçekleştirilebilmesi amacıyla araştırmacı tarafından ayrıntılı puanlama anahtarı yardımıyla farklı zamanlarda iki kez puanlanmış, her bir soru 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda katılımcılar iyi orta ve zayıf olmak üzere 3 gruba ayrılmış ve maksimum veri çeşitliliğini elde edebilecek şekilde her gruptan 2 öğretmen adayı seçilmiştir.

Yapılan uygulama sınavının sonuçlarına dair puanlar aşağıda verilmiştir. Puanlamada öğretmen adaylarının her birine bir numara verilmiştir. Araştırmanın örneklemini olarak belirlenen katılımcılar koyu renkle gösterilmiştir.

Tablo 1. Başarı testi puanlama sonuçları

Katılımcı Numarası	Aldığı Puan	Katılımcı Numarası	Aldığı Puan
34	124	53	618
2	229	8	632
3	230	36	635
24	241	39	639
1	271	47	678
28	273	13	694
14	327	11	705
19	395	55	706
40	412	33	715
42	420	37	733
54	423	20	740
17	425	51	749
16	432	21	767

49	439	32	770
15	481	10	779
9	495	4	781
22	495	48	782
29	529	45	795
25	536	35	819
44	547	31	863
38	573	18	878
12	580	56	914
30	595	52	929
26	599	27	932
7	601	46	954
41	609	23	959
5	618	50	960
6	618	43	1122

Başarı testi sonuçlarına göre görüşmeler için belirlenecek öğretmen adayları seçilmiştir. Bunlar 11, 16, 18, 36, 42 ve 43. katılımcılardır. Seçilen katılımcılarla araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış sorular eşliğinde ortalama 45 er dakikalık görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bulguların sunumunda araştırma etiği gereği katılımcıların gerçek isimleri yerine kod isimler kullanılmıştır.

3.3. Veri Toplama Yöntemi ve Araçları

Nitel araştırmalarda en yaygın kullanılan veri toplama yöntemi görüşmedir. Bunun yanında başka yazılı ve görsel dokümanlar yoluyla da veri elde edilebilir.

Bu çalışmada kullanılan ilk veri toplama yöntemi başarı testidir. Öğretmen adayları arasından seçilecek örneklemin belirlenmesinde başarı testi kullanılmıştır. Başarı testi uygulanmadan önce öğretmen adaylarının katı cisimlerle ilgili kavram imajlarının hangi temel açılardan ortaya konulacağı araştırmacı tarafından belirlenmiş bu eksenle belirlenen kapsamı en iyi örnekleyecek şekilde sorular hazırlanmıştır. Hazırlanan testin

içerik geçerliliği için alan uzmanının görüşleri alınmış ve alınan bu görüşler doğrultusunda bazı sorular testten çıkarılmış, bazıları ise düzeltilerek teste son şekli verilmiştir.

Uygulanan başarı testinde kısa cevaplı ve açık uçlu sorular tercih edilmiştir. Bunun nedeni çalışmanın nitel karakterli olması dolayısıyla veri çeşitliliğini artırmak ve elde edilecek bulgularla görüşme sonucu elde edilen verileri desteklemektir.

Uygulanacak başarı testi araştırmanın amacına uygun olarak iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölümdeki 5 soru katılımcıların katı cisimlerle ilgili kavram tanımlarını, 1 soru cisimlerin günlük yaşama yansımalarını ortaya çıkarmaya yönelikken sonraki 14 soru kavram imajı temelli yorumu ve bilgiyi ön plana alan sorulardır. Öğretmen adaylarının seçiminde ikinci 14 soruya ait yanıtlar puanlanmıştır. Puanlanmayan ilk 6 soru ise seçilecek örneklemin maksimum çeşitlilik gösterecek şekilde belirlenmesinde ve gerektiğinde mülakat verilerinin desteklenmesinde kullanılmıştır. Başarı testinde kullanılan sorular Ek 1’de verilmiştir.

Patton’a göre (1987) maksimum çeşitlilik gösteren küçük bir örneklem seçmenin örnekleme dahil her durumun kendine özgü boyutlarıyla ayrıntılı biçimde tanımlanması ve büyük oranda farklılık gösterecek durumlar arasında ortaya çıkabilecek ortak temalar ve bunların değerlerinin ortaya çıkarılması gibi iki önemli yararı vardır. Bu bakımdan yapılacak araştırmada maksimum çeşitlilik örnekleme kullanılarak araştırma sonucunda ortaya çıkabilecek bulgular ve sonuçların başka bir yöntemle yürütülen araştırmaların sonuçlarına oranla daha zengin olacağı düşünülmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008, Akt. Avgören 2011).

Uygulanan başarı testi sonuçlarının objektif olarak puanlanabilmesi için ayrıntılı puanlama anahtarı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Araştırmacı puanlama anahtarına göre her bir açık uçlu soruyu katılımcıların yanıtları doğrultusunda 100 üzerinden farklı zamanlarda iki kez puanlamıştır. Öğretmen adayları aldıkları toplam puanlar göz önünde bulundurularak istatistiksel yöntemlerle iyi, orta ve zayıf olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her bir gruptan ikişer katılımcı maksimum örnekleme düzeyi ve veri çeşitliliği sağlanabilecek şekilde araştırmacı tarafından seçilmiştir.

Araştırmada kullanılan ikinci ve temel veri toplama yöntemi nitel çalışmalarda sıkça kullanılan görüşme yöntemidir.

Görüşme (İnterview, mülakat), sözlü iletişim yoluyla veri toplama (soruşturma) tekniğidir (Karasar, 2005). Stewart ve Cash (1985) görüşmeyi, “önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci” olarak tanımlamıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Görüşme, temelde soru sorma ve yanıt alma ile ilgilidir. Görüşmenin en çok bilinen türü bireysel, yüz yüze, söz alışverişidir. Görüşme, nitel araştırmada temel veri toplama araçlarındandır. Aynı zamanda başkalarını anlamak için kullanılan en güçlü yöntemlerdendir (Punch, 2005). Görüşme, sosyal bilimlerde ve özellikle de sosyolojide en sık kullanılan araştırma yöntemlerinden biridir. Görüşme, bireylerin, çeşitli konulardaki bilgi, düşünce, tutum ve davranışları ile bunların olası nedenlerinin öğrenilmesinde en kestirme yoldur (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Öğretmen adaylarının katı cisimlerle ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarını ortaya koyabilmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşmeler için bir görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formunda yer alacak sorular belirlenirken katılımcıların yapılan açık uçlu sınavda yanıtlamakta ve yorumlamakta zorlandıkları noktalar ile kavram imajlarını ortaya çıkarabilecek kritik öneme sahip bölümler dikkate alınmıştır. Görüşme formu hazırlanırken ayrıca geçerliği ve güvenilirliği test edilmiş yerli yabancı tezler ve makaleler, konu ile alakalı yardımcı kaynaklar ve uzman görüşleri esas alınmıştır.

Görüşmede kullanılacak sorular belirlendikten sonra bir kez daha uzman görüşüne başvurulmuş kullanılan ifadelerin sade ve anlaşılır olmasına dikkat edilerek görüşme formuna son şekli verilmiştir. Araştırmada temel veri toplama yöntemi olan görüşme formu ek 2’de verilmiştir.

Görüşmeye başlamadan önce öğretmen adaylarının kendilerini rahat hissedebilmeleri için görüşmenin amacı detaylı olarak anlatılmış ve sorular sohbet havasında sorulmaya çalışılmıştır. Katılımcılara sorulara kesinlikle doğru cevaplar vermelerinin beklenmediği sadece bahsedilen sorularla ilgili neler düşündüklerinin önemli olduğu, gerekli görülen tüm durumlarda hatırlatılmıştır. Anlaşılmadığı düşünülen sorular görüşme esnasında farklı ifadelerle tekrar sorulmuştur. Görüşmeler veri kaybını en aza indirebilmek amacıyla katılımcıların yüz ifadelerini çekecek biçimde kamera ve ses kayıt cihazı ile

öğretmen adaylarından izin alınarak kaydedilmiştir. Görüşmeler ortalama 45 dakika sürmüştür.

Ayrıca kavram imajı yapısının karmaşıklığı ve kapsamlı bir yapıya sahip olması nedeniyle veri toplama yöntemleri mümkün olduğunca çeşitlendirilmeye çalışılmıştır. Görüşmelere ait ses ve video kayıtları, araştırmacının tuttuğu notlar, öğretmen adaylarının jest ve mimikleri, araştırmacının gözlemleri ve katılımcıların yazdığı notlar da veri toplama sürecinde kullanılmıştır.

Yukarıdakilerden farklı olarak görüşmeler esnasında sesli düşünme tekniği de kullanılmıştır. Katılımcılardan önceden hazırlanmış katı cisim modellerini kararlarının sebebini açıklayarak sesli bir biçimde isimlendirmeleri istenmiştir. Böylelikle cisimlerin öğretmen adayları tarafından hangi özellikleriyle ön plana çıktığı ve modellerin kavram imajlarını nasıl etkilediği gibi noktalar incelenmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Nitel çalışmalarda veri analizi genel olarak iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan birincisi betimsel analiz, ikincisi içerik analizidir. Betimsel analiz içerik analizine göre daha yüzeyseldir ve daha çok araştırmanın kavramsal yapısının önceden açık bir biçimde belirlendiği araştırmalarda kullanılır. İçerik analizi, toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektirir ve önceden belirgin olmayan temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasına olanak tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s. 255).

Kavram imajı yapısı bireylerin zihinsel yapılarının açığa çıkarılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda fenomenolojik yaklaşıma da uygun olarak öğretmen adaylarının katı cisimlerle ilgili kavram tanımını ve kavramı imajına ait verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır.

İçerik analizi, insan davranışlarını ve doğasını belirleme üzerine doğrudan olmayan yollarla çalışmaya imkan tanıyan bir tekniktir. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanır. Bir mesajın belli özelliklerinin objektif ve sistematik bir şekilde tanımlanmasına yönelik çıkarımların yapıldığı bir tekniktir. İçerik analizi metin veya metinlerden oluşan bir kümenin içindeki belli

kelimelerin veya kavramların varlığını belirlemeye yönelik olarak yapılır. Araştırmacılar bu kelime ve kavramların varlığını, anlamlarını ve ilişkilerini belirler ve analiz ederek metinlerdeki mesaja ilişkin çıkarımlarda bulunur. İçerik analizi genellikle diğer yöntemlerle birlikte kullanılır. Özellikle gözlem ve görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde kullanılır (Büyüköztürk vd, 2013).

Görüşmeler sonucu elde edilen verilerin içerik analizi sürecinde aşağıdaki basamaklar izlenmiştir.



Şekil 44. İçerik analizi süreci

Analiz sürecinde görüşmelerin ardından elde edilen veriler incelenmiş ve katı cisimlerin tanım ve imajları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Veriler detaylı bir şekilde incelenerek kavram tanımı ve kavram imajı yapısı çerçevesinde kategoriler belirlenmiştir. Oluşan kategorilerin birbirinden net olarak ayırt edilebilir olmasına dikkat edilmiştir. Oluşan kategoriler ve bu kategorilere kaynaklık eden yanıtlar tablolar halinde sunulmuştur.

Bulgular prizma, piramit, koni, silindir ve küre olmak üzere 5 başlık altında verilmiştir. Her bir bölümde veriler literatürde yer alan teorilerle ilişki kurularak yorumlanmış ayrıca sunumda, yapılan yorumlara kaynaklık eden diyaloglara da yer verilmiştir.

3.5. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel araştırmalarda geçerlik araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız gözlemlemesi anlamına gelmektedir (Kirk ve Miller, 1986, Akt. Yıldırım ve Şimşek 2013).

İç geçerlik tüm araştırmalar için önemli olması gereken bir boyuttur. İç geçerlik gözlemlediğimizi sandığımız olaylar ya da anladığımızı düşündüğümüz olgulara ilişkin yorumlarımızın gerçek durumu ne kadar yansıttığı ile ilgilidir. Bu araştırmada uzman görüşleri alınarak hazırlanan bir başarı testi tüm gruba uygulanmış, uygulama sonucunda elde edilen başarılı, orta ve zayıf grupları temsil eden katılımcılar seçilmiştir. Bu durum sonuçların gerçek duruma uygun olarak yorumlanabilirliğine katkı sağlamıştır. Ayrıca yapılan yorumlar araştırmanın temele aldığı teori çerçevesinde tekrar tekrar incelenmiş eksik veya yanlış olabilecek yorumlar düzeltilmiştir. Çalışmada birden fazla veri toplama aracı ve analiz yöntemi kullanılarak iç geçerliğin yanı sıra güvenilirlik de artırılmaya çalışılmıştır.

Güvenirlik ise yapılmış bir çalışmanın başka bir araştırmacı tarafından aynı şekilde tekrar edildiğinde aynı veya benzer sonuçlar vermesi ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmanın güvenilirliğinin sağlanması için kullanılan veri toplama araçlarında kullanılan öğelerin sade ve anlaşılır olmasına dikkat edilmiştir. Görüşme yoluyla elde edilen veriler, doğrudan alıntılar yoluyla açıklanmıştır. Ayrıca araştırmanın veri kaynakları, veri toplama yöntemleri, analiz süreci ve yöntemleri net bir şekilde açıklanmıştır.

4. BULGULAR VE YORUM

4.1. Mülakat Verilerinin Değerlendirilmesi

4.1.1. Prizma Kavram İmajı

Bu bölümde öğretmen adaylarının katı cisimlerle ilgili kavram tanımı ve kavram imajlarını ortaya çıkarmak amacıyla 6 öğretmen adayıyla yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar sonucunda elde edilen veriler ışında prizma kavramına dair bulgulara ve yorumlara yer verilmiştir. Sunumda kavrama ait sonuçların bir bütün halinde incelenebilmesi açısından öncelikle sonuçlar genel bir tablo halinde verilmiş sonra adayların kavram imajlarını vurgulayan durumlar analiz edilerek yorumlanmıştır.

Öğretmen adaylarına ilk olarak “Prizmayı nasıl tanımlarsınız? Prizma denildiğinde aklınıza ne geliyor?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının prizma kavramına ait soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Cismin özelliklerini söyleme/tasvir etme	<ul style="list-style-type: none">• Tabanda belirli bir alana ve yüksekliğe sahip olan üç boyutlu bir cisimdir... (Nermin)• Prizma 3 boyutlu herhangi bir şekil farklı 3 boyutu olan genellikle belli yüzeyleri düzgün ve birbirine eşit mesela dikdörtgenler prizması gibi taban kenarlarına bağlı olarak eşit yanal alanlara sahip olabilen şekillerdir... (Ahmet)• Tabanı üçgen olacak kenarları dikdörtgenlerden oluşacak (eliyle şekli tarif ederek), karşılıklı kenarları (eliyle alt ve üst tabanı belirterek) karelerden oluşursa kare prizma üçgenlerden oluşuyorsa üçgen prizmadır... (Aylin)

Formal tanım	<ul style="list-style-type: none"> • Birbirine eşit ve paralel düzlemlerin köşelerinin birleştirilmesiyle oluşan şekillerdir... (Rabia) • Karşılıklı yüzeyleri birbirine paralel olacak şekilde köşelerinden birleştirilen cisimlerdir... (Aslı)
Örneklendirme	<ul style="list-style-type: none"> • Prizma deyince aklıma 3 boyutlu cisimler geliyor. Dikdörtgenler prizması kare prizma böyle 3 boyutlu şeyler... (Fatma)

Yukarıda verilen tabloya göre prizmanın tanımının istendiği soruya verilen cevaplar 3 kategoriye ayrılmaktadır. Verilen 6 yanıtın yarısı prizma kavramını genel özellikleriyle ya da belirli özel modelleri üzerinden tasvir etme şeklinde ortaya çıkmıştır.

Katılımcıların ikisinin prizma kavramını formal tanıma yakın bir şekilde tanımladıkları görülmüştür. Bir öğretmen adayı ise prizma türlerine örnek verme yoluna gitmiştir.

Aylin kod adlı katılımcı ve araştırmacı arasında prizmanın tanımlanması sırasında aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir.

- *Araştırmacı: Prizmayı nasıl tanımlarsınız? Prizma deyince aklınıza ne geliyor?*
- *Aylin: Üçgen bir prizma geliyor benim aklıma prizma denildiğinde tabanı ve kenarları üçgenlerden oluşan kapalı bir cisim.*
- *Araştırmacı: Tabanı da yan yüzleri de üçgenlerden mi oluşur?*
- *Aylin: Evet piramit kare (eliyle kare şekli gösterir. Düşünür). Hayır. Yanlış oldu galiba hmm tamam tabanı üçgen olacak kenarları dikdörtgenlerden oluşacak (eliyle şekli tarif ederek), karşılıklı kenarları (eliyle alt ve üst tabanı belirterek) karelerden oluşuyorsa kare prizma üçgenlerden oluşuyorsa üçgen prizmadır.*

Ahmet kod adlı katılımcı ve araştırmacı arasında prizmanın tanımlanması sırasında aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir.

- *Araştırmacı: Prizmayı nasıl tanımlarsınız? Prizma deyince aklınıza ne geliyor?*
- *Ahmet: İlk başta şekiller geliyor mesela mısırdaki piramitler benim için prizma. Pardon yanlış söyledim sanırım. Prizma 3 boyutlu herhangi bir şekil farklı 3 boyutu olan genellikle belli yüzeyleri düzgün ve birbirine eşit mesela*

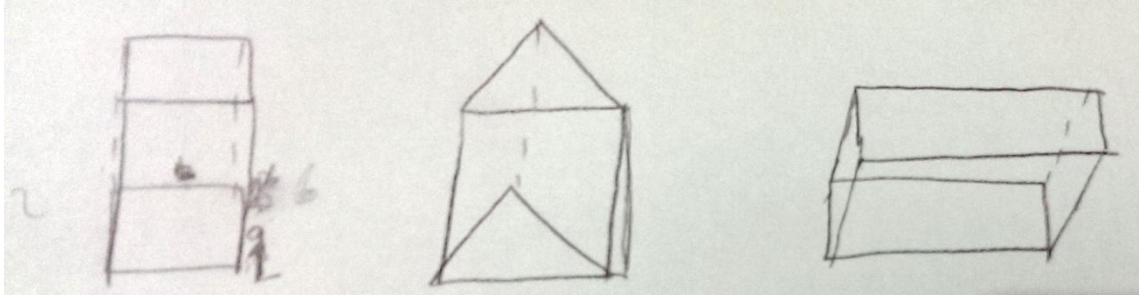
dikdörtgenler prizması gibi taban kenarlarına bağlı olarak eşit yanal alanlara sahip olabilen şekillerdir.

Yukarıdaki diyaloglarda öğretmen adaylarının ilk anda prizmayı piramit kavramı ile karıştırdıkları görülmektedir. Fakat araştırmacının katılımcıyı düşünmeye sevk etmek ve ifadelerini teyit ettirmek amacıyla yönelttiği soru ile birlikte Aylin kod isimli öğretmen adayının önce tereddütte kaldığı daha sonra ise doğru kavramsal yapıyı ifade eden cümleler kurduğu görülmektedir. Ahmet kod isimli katılımcı ise yanlış kavramdan bahsettiğini fark etmiş ve hatasını düzeltmiştir. Katılımcıların yanlışlarını anlayıp düzeltmelerinden dolayı prizma ve piramit kavramlarının karıştırılmasının kavramsal bir kargaşadan ileri gelmediği isim benzerliği sonucu ortaya çıkan bir durum olduğu düşünülmüştür.

Ayrıca Aylin kod isimli katılımcının görüşme süresince modellerle ilgili açıklama yaparken sürekli ellerini kullanarak modelleri canlandırmaya çalışması dikkat çekmiştir. Bu durum katılımcının genel anlamda katı cisimlerle ilgili kavram imajlarında kavramların somut halleriyle ön plana çıktığını düşündürmektedir.

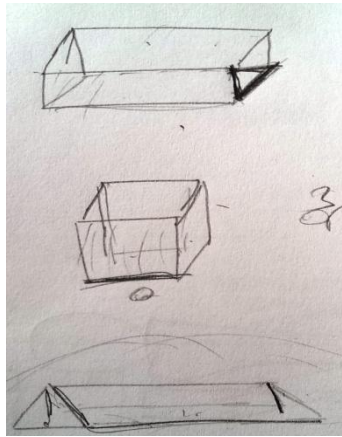
Katılımcıların prizma kavramıyla ilgili kavram imajlarını ortaya çıkarmak amacıyla mülakatın ilerleyen bölümlerinde prizma ile ilgili sorulara devam edilmiştir.

Bir kavramın zihinde nasıl yapılandırıldığına anlaşılabilmesinin yollarından biri de kavramın örneklendirilmesinin istenmesidir. Katılımcıların prizma ile ilgili kavram tanımları alındıktan sonra prizma için birbirinden farklı üçer örnek vermeleri istenmiştir. Katılımcıların dördü prizmaya örnek olarak üçgen prizma, kare prizma ve dikdörtgenler prizmasını vermiştir. Bu durum araştırma öncesinde yapılan açık uçlu uygulama sınavının sonuçlarıyla benzerdir. Prizma kavramı genel olarak öğretmen adaylarının zihninde bu üç modelle eşleşmiştir. Bu modelleri prizmayı tanımlarken de kullanmış olmaları bu yargıyı güçlendirmektedir. Bu duruma örnek olarak Rabia kod isimli katılımcının yanıtı aşağıda verilmiştir.



Şekil 45. Rabia kod isimli katılımcının oluşturduğu prizma modelleri

Ön planda yer alan bu üç modelden üçgen prizmanın çiziminin farklılaştığı göze çarpmıştır. Kare ve dikdörtgen prizma modelleri öğretmen adayları tarafından genellikle tabanları üzerine çizilirken, iki katılımcının üçgen prizmayı yan yüzeyleri üzerinde çizdiği görülmüştür. Bu durum üçgen prizmanın farklı perspektif çizimlerinin kare ve dikdörtgen prizmaya göre öğretmen adaylarının zihninde daha fazla yer edindiğini göstermektedir.

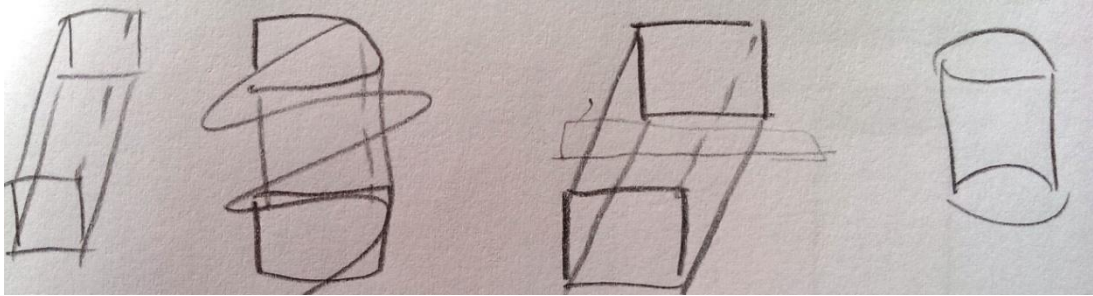


Şekil 46. Nermin kod isimli katılımcının prizmalara ait çizimleri

Katılımcıların modelleri oluştururken dikkat çeken önemli noktalardan biri alt ve üst tabanı eşit çizme gayretleridir. Bu durum öğretmen adayları tarafından prizmalarda alt ve üst taban eşliğinin kavram için ayırt edici bir özellik olarak benimsendiğini göstermektedir.

İki katılımcının ise prizma kavramına verdikleri örnekler arasında silindirin de yer aldığı görülmüştür. Mülakatlardan önce yapılan açık uçlu uygulama sınavında silindirin

tanımlanması noktasında öğretmen adaylarının prizmalarla ilişkili tanımlar yaptıklarını görülmüştü. Bu durumun bir yansıması olarak burada silindirik bir prizma örneği olarak verilmiştir. Fatma kod isimli katılımcının çizimleri:



Şekil 47. Fatma kod isimli katılımcının prizmalara ait çizimleri

Öğretmen adaylarının model oluştururken tabanları çizmekte zorlanmadıkları fakat taban köşelerini birleştirerek yan yüzeyleri oluştururken sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Fatma kod isimli öğretmen adayı soldan ikinci şekilde taban köşelerini tam olarak birleştiremeyerek şekli iptal etmiş ve üzerini karalamıştır.

Diğer yandan altı katılımcının sadece biri prizma örneği olarak küpü kullanmıştır. Bu sonuç araştırmacıyı öğretmen adaylarının küple ilgili imajlarını ortaya çıkarmaya yönlendirmiş ve katılımcılara “Küp hakkında ne söylersiniz? Nasıl tanımlarsınız?” ve “Sizce küp bir prizma mıdır?” soruları yöneltmiştir. Küp kavramıyla ilgili katılımcıların tanımları şöyledir.

- *Aylin: Eş karelerden oluşacak altı karenin taban yan kenarlar ve tepeyi oluşturacak şekilde (eliyle göstererek) birbirini kapatmasıyla oluşan bir şekildir.*
- *Nermin: Küp kapalı kare kutudur.*
- *Rabia: Küp de bir prizmadır fakat bütün kenarları birbirine eşittir tabanları ve yan yüzleri eşittir. Mesela kare prizmada kenarlar dikdörtgendir fakat bunda yine kare.*
- *Fatma: Karelerden oluşuyor ya küp bu karelerin hepsi birbirine eşit yani tüm kenarları eşittir.*
- *Aslı: Bütün yüzeyleri hatta kenar ölçüleri aynı olan belirli bir hacme sahip bir prizmadır.*
- *Ahmet: Birbirine eş altı yüzeyi olan üç boyutunun uzunluğu birbirine eş olan üç boyutlu cisimlerdir.*

Öğretmen adaylarının küp kavramını tanımlarken zorlanmadıkları ve küpü bir prizma olarak gördükleri söylenebilir. Katılımcıların dördü tereddütsüz bir şekilde küpün bir prizma olduğunu söylerken iki öğretmen adayının başlangıçta tereddüt ettiği sonradan küpün bir prizma olduğunu sezdiği gözlemlenmiştir. Bu noktada Ahmet kod isimli katılımcı ile araştırmacı arasında geçen diyalog şöyledir.

- *Araştırmacı: 3 farklı prizma çizer misiniz?*
- *Ahmet: Dikdörtgen prizma, küp ve üçgen prizma (üçgen tabanı üzerinde olmayan) çizeyim (kenar uzunluklarını harflerle belirtiyorum).*
- *Ahmet: Küpü prizma olarak düşünüyorum ama yanılabilirim, emin değilim.*
- *Araştırmacı: Küp bir prizma mıdır?*
- *Ahmet: 3 boyutu var üç boyutu da düzgün bir şekil dikdörtgenler prizmasına prizma diyebiliyorsak küpe de bir prizma diyebiliriz.*
- *Araştırmacı: Neden prizmadır? Yani küp prizmalara ait olan özellikleri sağlar mı?*
- *Ahmet: 3 boyutu var üç boyutunun birbirine eşit olması durumu eğer ki prizma özelliğini bozmuyorsa...*
- *Araştırmacı: Bozar mı peki?*
- *Ahmet: Şimdi emin olamadım ama dikdörtgenler prizmasını ele alacak olursak 3 boyutu birbirinden farklı birbirine paralel eşit yüzeyleri var (çizdiği modellere bakarak) her şartı sağlıyor sadece kenar ve yüzeylerinin hepsinin birbirine eşit olması var ama prizma diyebiliriz.*

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü gibi Ahmet kod isimli katılımcı başlangıçta küpü bir prizma örneği olarak verse de emin olmadığını söylemiştir. Buna karşılık araştırmacının soruları üzerine katılımcı küp imajı ile dikdörtgenler prizması imajı arasında bire bir eşleme yaparak akıl yürütmüş ve küpün bir prizma olduğu sonucuna ulaşmıştır. Vinner (1991)'e göre kavram öğrenme kavram imajını biçimlendirme anlamına gelmektedir. Burada katılımcının imaj biçimlendirme sürecinden söz edebiliriz.

Bir kişiye ait kavram tanımını öğrenmenin yolu, direkt olarak soru sormaktır çünkü tanımlar sözel ve açıktır. Diğer yandan, bir kişiye ait kavram imajını öğrenmenin yolu ise dolaylı olarak soru sormaktır çünkü kavram imajı sözsüz ve kapalıdır (Vinner,

1983). Bu bağlamda öğretmen adaylarının prizma çeşitleri ile ilgili ne düşündüklerini tespit etmek amacıyla “Prizma türleri hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: Eğik prizma mı vardı? Vardı galiba (tereddüt ederek) evet (eliyle eğim oluşturarak) eğer tabana dik bir şekilde ise dik prizma oluyordu. Dik değilse eğik prizma oluyordu. Onun dışında kare prizma üçgen prizma dikdörtgenler prizması şeklindedir.*
- *Nermin: Tabanın kenarına göre isim alıyorlar kare prizma, dikdörtgenler prizması, üçgen prizma.*
- *Rabia: Küp, silindir sonra dikdörtgen prizma, üçgen prizma bu şekildedir.*
- *Fatma: Dik prizmalar var (düşünür) benim için bu kadar.*
- *Aslı: Tabanın şekline göre olan çeşitleri mi mesela (çizdiği şekillere bakarak) üçgen prizma, kare prizma tarzı hepsinin şekline göre isim verilir.*
- *Ahmet: Dikdörtgenler prizması, kare prizma, üçgen prizma gibi.*

Öğretmen adayları prizma çeşitlerinden bahsederken de çizdikleri modellerde olduğu gibi dikdörtgen, kare ve üçgen prizma üzerine yoğunlaşmışlardır. Ayrıca tabandaki şekle göre prizma türlerinin artırılabilirliğini de belirtmişlerdir. Buna ek olarak katılımcıların büyük çoğunluğu sadece dik prizma eksenli örneklerle yoğunlaşmıştır.

Öğretmen adayların prizma türlerine ilişkin verdikleri yanıtlara bakıldığında sadece Aylin kod isimli katılımcı prizma türleri kapsamında eğik prizmalar ve dik prizmalar ayırımına yer vermiştir. Bu durum katılımcının prizma türleri bağlamında daha kapsamlı imajlara sahip olduğunu göstermektedir.

Bireylerin zihinlerindeki kavramsal yapıyı en doğru şekilde ortaya koyabilmek için üzerinde yoğunlaşılacak kavramların her boyutta sorgulanması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda katılımcıların prizma kavramına ait imajlarını daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla araştırmacı görüşmelerde “Prizmaların tabanları hakkında ne söylersiniz?”, “Prizmaların yan yüzleri hakkında ne söylersiniz?” sorularına yer vermiştir. Katılımcıların prizmaların tabanları hakkındaki yanıtları şöyledir.

- *Aylin: Düzgün çokgenlerdir.*
- *Nermin: Kare, dikdörtgen, üçgen gibi şekillerden oluşur. Çokgenlerden yani.*
- *Rabia: Çokgenlerden oluşur.*
- *Fatma: Geometrik şekillerden oluşur. Üçgen prizmadan başlar çizemediğimiz kadar kenarı olur.*
- *Aslı: (Düşünerek) belirli çokgenler olabilir. Düzgün çokgen olmalıdır.*
- *Ahmet: Dikdörtgen olabilir ama farklı şekillerde konulabilir mesela dikdörtgenler prizmasını üç farklı tabanda yatırabilirsiniz üç farklı tabanda da taban dikdörtgen olur. Küp 3 farklı tabanda da kare olur. Üçgen prizma yanala alana yatırıldığında dikdörtgen dikine yatırıldığında ise tabanı üçgen olabilir.*

Katılımcıların prizmaların tabanları ile ilgili görüşleri incelendiğinde birkaç yanlış imaj oluşumu görülmektedir. Katılımcıların bazıları prizmalarda tabanın düzgün çokgen olması gerektiğini belirtmişlerdir, bir katılımcının ise taban kavramını şeklin üzerinde durduğu yüzü olarak algıladığı görülmüştür. Bu noktada ortaya çıkan bazı diyaloglar şöyledir.

Araştırmacı ve Aylin arasında geçen diyalog:

- *Araştırmacı: Prizmanın tabanları hakkında ne söylersiniz?*
- *Aylin: (Tereddüt ederek ve eliyle göstererek) düzgün çokgenlerdir.*
- *Araştırmacı: Düzgün çokgenler midir?*
- *Aylin: Evet*
- *Araştırmacı: Herhangi bir çokgen olamaz mı? Düzgün olmayan bir dörtgen düşünün bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi.*
- *Aylin: (Bir süre düşündükten sonra) Evet yine prizma olur galiba. Dörtgenler prizması olur fakat özel bir ismi olmaz yine prizma şartlarını sağlar.*

Araştırmacı ve Rabia arasında geçen diyalog:

- *Araştırmacı: Prizmanın tabanları hakkında ne söylersiniz?*
- *Rabia: Çokgenlerden oluşur.*
- *Araştırmacı: Herhangi bir çokgen olabilir mi yoksa belli şartları sağlaması mı gerekir?*
- *Rabia: Düzgün çokgen olmalıdır.*

- *Araştırmacı: Mesela bir dörtgen düşünün bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir prizma çizilebilir mi?*
- *Rabia: Vardır ama özel bir adı yoktur.*
- *Araştırmacı: Peki önce düzgün olmalı demiştik.*
- *Evet.(düşünerek) o zaman düzgün olma şartı yoktur. Ama köşelerinin olması gerekir.*

Araştırmacı ve Fatma arasında geçen diyalog:

- *Araştırmacı: Prizmanın tabanları hakkında ne söylersiniz?*
- *Fatma: Geometrik şekillerden oluşur. Üçgen prizmadan başlar çizdiğimiz kadar olur.*
- *Araştırmacı: Herhangi bir çokgen olabilir mi yoksa belli özellikleri sağlamalı mı?*
- *Fatma: (Düşünür)*
- *Araştırmacı: Mesela bir dörtgen düşünün bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir prizma çizilebilir mi?*
- *Fatma: (Düşünür) olabilir. Bence olabilir ya üçgen olsa 3, 5, 6 desek karşılıklı taban da 3, 5, 6 olur çevresi de ona göre olur üçgen prizma olur bence.*
- *Araştırmacı: Dörtgen ya da beşgen gibi şekiller için de aynı şeyleri söyleyebilir miyiz?*
- *Fatma: Zaten dikdörtgende karşılıklı kenarlar aynı diğerleri farklı her kenar birbirine göre alt taban ve üst taban aynı bence olabilir.*

Araştırmacı ve Nermin arasında geçen diyalog:

- *Araştırmacı: Prizmanın tabanları hakkında ne söylersiniz?*
- *Nermin: Kare, dikdörtgen, üçgen gibi şekillerden oluşur. Çokgenlerden*
- *Araştırmacı: Peki tabandaki çokgenini düzgün olması ya da olmaması fark eder mi?*
- *Nermin: Düzgün çokgen olması gerekiyor belli bir şekli var.*

- *Araştırmacı: Mesela bir dörtgen düşünün bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir prizma çizilebilir mi?*
- *Nermin: Hayır olamaz.*

Araştırmacı ve Aslı arasında geçen diyalog:

- *Araştırmacı: Prizmanın tabanları hakkında ne söylersiniz?*
- *Aslı: (düşünerek) belirli çokgenler olabilir. Düzgün çokgen olmalı*
- *Araştırmacı: Herhangi bir çokgen olamaz mı?*
- *Aslı: En küçük üçgen olabilir çünkü hani çokgen oluşturabilmesi için*
- *Araştırmacı: Düzgün olması gerekiyor diyorsunuz.*
- *Aslı: Evet aynen prizma olabilmesi için düzgün çokgen olmalıdır.*
- *Araştırmacı: Mesela bir dörtgen düşünün bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir prizma çizilebilir mi?*
- *Aslı: Yok hayır oluşturamayız (kararlı).*

Vinner (1991)' a göre uygulamaya yönelik bir modelde öğrenci, kavram imajına başvurur ve sonuca ulaşır. Kavram imajları her zaman kavram tanımlarıyla oluşturulmaz.

Yukarıdaki diyaloglarda da görüldüğü gibi katılımcılar başlangıçta prizmaların tabanlarının düzgün çokgen olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun üzerine araştırmacının yönelttiği sorularla Aylin, Rabia ve Fatma kod isimli katılımcılar düzgün olmayan çokgenlerle de prizma oluşturulabileceği sonucuna ulaşabilirken Nermin ve Aslı kod isimli katılımcılar düzgün olmayan çokgenlerle prizma oluşturulamayacağını söylemiştir. Bu durumda Aylin, Rabia ve Fatma kod isimli katılımcıların prizma imajlarının kavram tanımı ile daha ilişkili bir şekilde oluşturulduğu söylenebilir. Nermin ve Aslı kod isimli katılımcıların ise prizma kavram imajlarının kavram tanımı tarafından şekillendirilmediği, imajın prototip modeller ile oluşturulduğu görülmektedir.

Prizmaların tabanları ile ilgili ortaya çıkan bir durum da şöyledir.

Araştırmacı ve Ahmet arasında geçen diyalog:

- *Araştırmacı: Prizmanın tabanları hakkında ne söylersiniz?*
- *Ahmet: Dikdörtgen olabilir ama farklı şekillerde konulabilir mesela dikdörtgenler prizmasını üç farklı tabanda yatırabilirsiniz (şekil hangi yüzü üzerinde duruyorsa orası tabandır algısı) üç farklı tabanda da taban dikdörtgen olur. Küp 3 farklı tabanda da kare olur. Üçgen prizma yanala alana yatırıldığında dikdörtgen dikine yatırıldığında ise tabanı üçgen olabilir.*
- *Araştırmacı: Yani şeklin duruşuna göre tabanı değişir mi?*
- *Ahmet: Evet duruşuna göre taban değişir ama tabi belirli bir yüzey tamamen tabana temas etmelidir. Üçgen, dörtgen, beşgen, altıgen olabilir.*
- *Araştırmacı: Herhangi bir çokgen olabilir mi yoksa belli özellikleri sağlamalı mı?*
- *Ahmet: (Düşünür)*
- *Araştırmacı: Mesela bir dörtgen düşünün bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir prizma çizilebilir mi?*
- *Ahmet: Olabilir sonuçta bunun alanı hesaplanabilir hacmi hesaplanabilir boşlukta kapladığı yer hesaplanabilir. Zaten hacmi tabana alanı çarpı yükseklik tabanı nasıl bir cisim olursa olsun eğer alanı hesaplanabilecek şekilde çember de daire de düzgün olmayan bir çokgen de olsa yine de hesaplanabileceğini düşünüyorum belki biraz zor bir şekilde ama bir sonuca ulaşılabilir.*

Yukarıdaki diyalogda Ahmet kod isimli katılımcının yanlış bir imaja sahip olduğu görülmektedir. Katılımcı prizmalarda taban kavramını cismin yer düzlemine temas ettiği yüzü olarak düşünmüş ve prizmaların duruşuna göre tabanının değişebileceğini belirtmiştir. Yani prizma üçgen prizma olsa dahi tabanı dikdörtgen olabilecektir. Burada katı cisimlerde taban imajının günlük yaşam temelli oluşturulduğu ve yanlış bir imaja sahip olunduğu söylenebilir. Ayrıca katılımcının cisimlerin farklı perspektif çizimlerini farklı bir cisim olarak algılama eğilimi de vardır.

Diyalogun ilerleyen bölümünde araştırmacı Ahmet kod adlı katılımcıya prizmanın tabanın düzgün olmayan bir çokgen olup olamayacağını sormuştur. Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü gibi katılımcı hacim ve taban alanı arasındaki bağlantıdan hareketle düzgün olmayan çokgenlerin de alanı hesaplanabileceğinden bu çokgenlerle prizma elde edilebilir sonucuna varmıştır. Buradan katılımcının prizma ile ilgili

imajlarında hacim ve taban alanının bir referans noktası halini aldığı görülmektedir. Katılımcı prizmanın oluşturulabilmesini alan ve hacmin hesaplanabilirliğiyle ilişkili görmektedir.

Öğretmen adaylarının “Prizmaların yan yüzeyleri hakkında ne söylersiniz?” sorusuna verdikleri yanıtlar şu şekildedir.

- *Aylin: Dikdörtgendir.*
- *Nermin: Yan yüzeyler tabanın kenarı ile yüksekliğe bağlı olarak ortaya çıkan yüzeylerdir (şekil üzerinde göstererek) kare ya da dikdörtgen olabilir.*
- *Rabia: Yan yüzler tabanların köşeleri birleşince oluşur. Hepsi dikdörtgendir.*
- *Fatma: Alt taban ve üst taban arasında kalan kısım prizmaların yan yüzeylerini oluşturur. Hani tabanlar birbirine birleştirenince onlar yan yüzler olur. Şekil olarak dikdörtgen olabilir kare olabilir.*
- *Aslı: Onlarda birbirine paraleldir. Gerçi paralele olması gerekmiyor ama onların da düzgün olması gerekiyor galiba evet. Dikdörtgen veya kare genelde dikdörtgen oluyor evet. Kenar uzunluklarına bağlı olarak kare olabilir. Ama dikdörtgen dersek daha genel bir anlamı olur.*
- *Ahmet: (Çizdiği modellere bakarak) Prizmaya göre değişir mesela dikdörtgenler prizmasında taban da yan yüzey de dikdörtgendi küpte kareydi, üçgen prizmada bir farklılık olabilir hem dikdörtgen hem üçgen olabiliyor. Üçgen prizmayı dikdörtgen yüzey üzerine yatırdığımızda iki tane dikdörtgen yanal yüzey iki tane de üçgen yanal yüzey çıkar (çizdiği model üzerinde göstererek).*

Katılımcılar prizmaların yan yüzeylerinin genellikle dikdörtgenlerden oluştuğunu düşünmektedir. Burada Ahmet kod isimli katılımcı yine tabandakine benzer biçimde yan yüzeylerin de şeklin duruşuna göre değişeceğini söylemiştir. Bu durum yukarıda da bahsettiğimiz -şekil hangi yüzünün üzerindeyse orası tabandır- şeklindeki yanlış imaj oluşumunun bir yansımasıdır.

Araştırmacı prizmalarının yanal yüzleri hakkında adayların imajlarını daha iyi ortaya koyabilmek için “Prizmalarda bütün yanal yüzler birbirine eş midir?” sorusunu sormuştur. Yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: Mesela dikdörtgenler prizmasını düşünürsek karşılıklı paralel olan yüzler eş olacak (eliyle göstererek) ama üçgen prizması olsa taban kenarlarına göre şekil alacak o yüzden hepsi birbirine eş olmayabilir.*
- *Nermin: Hayır. Kare prizmada evet hepsi eştir. Dikdörtgende ise karşılıklı olarak eştir (şekil üzerinde göstererek)*
- *Rabia: Karşılıklı olanlar eşit diğerleri farklı olmalı (düşünerek) eğer eşkenar üçgen ve kare prizma ise yan yüzeyler birbirine eştir. Ama dikdörtgen prizmada karşılıklı olanlar eş oluyor. Yani tabana göre değişir.*
- *Fatma: Farklı olabilir. Alt ve üst tabanların kenarlarına göre farklılaşır.*
- *Aslı: Hayır eş olabilir de olmayabilir de taban göre değişir.*
- *Ahmet: Eş de olabilir farklı da olabilir mesela dikdörtgenler prizması belli bir tabanı üzerine oturtulduğunda yan tarafa bakan iki yüzey eşit diğer iki yüzeyi farklı olabilir. Ama karşılıklı yüzler birbirine eşit olur. Tabi ki taban düzgün bir çokgen ise düzgün olmayan çokgenlerde yanal yüzeyler birbirine farklı olabilir.*

Öğretmen adaylarının yanal yüzlerin eşliğinin prizmaların tabanlarıyla bağlantılı olduğunu düşündükleri görülmektedir.

Araştırmacı öğretmen adaylarının prizma türleri ile ilgili imajlarını ortaya çıkarmak amacıyla “Düzgün ve düzgün olmayan prizmalar hakkında ne söylersiniz?” sorusunu yöneltmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar şöyledir.

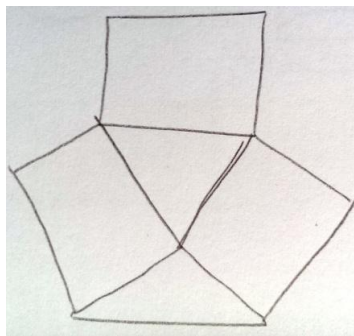
- *Aylin: Tabanları ile alakalı diye düşünüyorum. Tabanları eğer bir düzgün çokgen ise düzgün prizma düzgün olmayan bir çokgen ise düzgün olmayan prizmadır.*
- *Nermin: Bence düzgün olmayan prizma yoktur (gülerek) var da olabilir (tereddütle).*
- *Rabia: (Düşünerek) tabanları düzgün çokgenlerden oluşuyorsa düzgün prizmadır. Değilse değildir.*
- *Fatma: Galiba düzgün prizma tabanı düzgün çokgen olan kare dikdörtgen belli bir adı olan, dikdörtgen değil pardon beşgen.*
- *Aslı: Bence düzgün olmayan prizma yoktur. Hepsinin düzgün olması gerekiyor galiba. Bütün prizmalar düzgündür.*

- *Ahmet: Mesela silindir normalde düzdür ama silindiri belli bir açıyla yarisında kestığımızda taban ve üst yüzey birbirinden farklı alanlara sahip olur o zaman düzgün olmayan bir cisim oluşmuş olur. Taban ve tavan yüzeylerinin birbirine paralel ve eş olması yüksekliklerinin tabandan tavana her noktada birbirine eş olması düzgün bir prizmanın özelliklerindedir.*

Verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların çoğu düzgün ve düzgün olmayan prizma ayrımının prizmaların tabanlarıyla ilişkili olduğunu düşünmektedirler. Bir prizmanın düzgün olabilmesi için tabanlarının düzgün çokgenlerden oluşmasının yeterli şart olduğu görüşü öne çıkmıştır. Yalnızca Ahmet kod isimli katılımcı düzgünlük şartları arasında tabanların paralelliği ve sabit yükseklikler gibi farklı özelliklere de yer vermiştir.

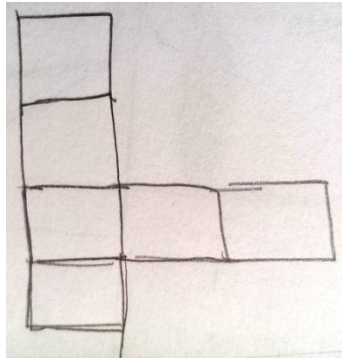
Öğretmen adaylarının prizmaların açılımları ile ilgili imajlarını ortaya çıkarmak amacıyla “Herhangi bir prizmanın açılımını çizer misiniz?” sorusu yöneltilmiştir.

Adayların dördü kare prizmanın, biri küpün biri de üçgen prizmanın açılımını çizmişlerdir. Öğretmen adayları cisimlerin açılımlarını oluştururken yan yüzleri yan yana, tabanları ise biri alta diğeri üste gelecek şekilde yerleştirdikleri görülmüştür. Açılımda da taban eşliğine dikkat ettikleri, tabanın şekline göre ise yan yüzleri de eşit çizmeye çalıştıkları söylenebilir. Öğretmen adaylarının bazıları cisimlerin açılımını çizdikten sonra zihinlerinde çizdikleri açılımı katladıkları ve cismi oluşturup oluşturmadığını test ettikleri görülmüştür. İki öğretmen adayının ise oluşturdukları prizma açılımlarının kapalı şekil oluşturmadığı görülmüştür. Aylin kod isimli öğretmen adayının çizdiği üçgen prizma açılımı şekil 48’de verilmiştir.



Şekil 48. Aylin kod isimli öğretmen adayının çizdiği üçgen prizma açılımı

Nermin kod isimli öğretmen adayının çizdiği kare prizma açılımı şekil 49’da verilmiştir.



Şekil 49. Nermin kod isimli öğretmen adayının çizdiği kare prizma açılımı

Bu katılımcıların prizmaların açılımı hakkında yanlış imajlar geliştirdikleri görülmektedir. Aylin kod isimli katılımcı prizma açılımını genelde piramitlerde kullanılan bir formda çizmeye çalışmıştır. Burada piramitlerin açık hallerinin prizma açılımı imajını olumsuz etkilemiştir denebilir.

Nermin kod isimli katılımcı prizmada olması gereken yüzlere açılımda yer vermiş fakat bazılarını yanlış konumlandırmıştır. Buradan hareketle katılımcıların prizmaların açılmış halleriyle ilgili kavram imajlarının kapalı cisim oluşturabilme temel şartını referans olarak gelişmediği söylenebilir. Katılımcılar sadece belirtilen prizmada olması gereken yüzeyleri bir araya getirmekle yetinmişlerdir.

Öğretmen adaylarının katı cisimlerin hacimleri ile ilgili bilgilerini nasıl yapılandırdıklarını öğrenmeden önce hacim kavram imajı sorgulanmıştır. Katılımcıların hacim kavramını nasıl tanımladıklarını öğrenmek amacıyla “Hacim nedir? Nasıl tanımlarsınız?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların verdikleri yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Bir cismin uzayda kapladığı boşluktur.*
- *Nermin: Cismin boşlukta kapladığı yer.*
- *Rabia: Uzayda kaplanan boşluktur.*
- *Fatma: Uzayda kaplanan yer.*
- *Aslı: Üç boyutlu olarak düşündüğümüzde boşlukta kaplanan yer.*
- *Ahmet: Bir cismin boşlukta kapladığı yerdir.*

Verilen yanıtlar doğrultusunda öğretmen adaylarının tamamının hacmi cismin fiziksel olarak kapladığı yer olarak gördükleri söylenebilir.

Öğretmen adaylarının prizmaların hacimleri ile ilgili imajlarını incelemek amacıyla “Prizmaların hacmini nasıl hesaplırsınız?” sorusu yöneltlmıştır verilen yanıtlar ve oluşan kategoriler şöyledir:

Tablo 3. Öğretmen adaylarının prizmaların hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Genelleştirme	<ul style="list-style-type: none"> • Taban alanını buluyoruz yükseklik ile çarpıyoruz sanırım. (Aylin) • Taban alanı çarpı yükseklik. (Fatma) • Taban alanı çarpı yükseklik. (Aslı) • Üç farklı boyutunun birbiriyle çarpımı. (Ahmet)
Formülle ifade etme	<ul style="list-style-type: none"> • a küp ile hesaplıyoruz. (Nermin)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> • Prizmanın hacmi iki tane taban alanının toplamı çarpı yüksekliktir. (Rabia)

Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların prizmaların hacmi için verdikleri yanıtların 3 kategoriye ayrıldığı görülür. Öğretmen adaylarının çoğu hacmi genelleştirilmiş bir ifade ile taban alanı ve yüksekliğin çarpımı olarak ifade etmişlerdir.

Prizmaların hacim hesabı ile ilgili verilen yanıtlarda karşılaşılan bazı özel durumlar karşısında katılımcıların prizmaların hacim algıları ile ilgili bazı yanlışlıklara sahip oldukları anlaşılmıştır. Bu bağlamda araştırmacı ile Nermin kod isimli katılımcı arasında geçen bir diyalog şöyledir:

- *Araştırmacı: Prizmaların hacmi nasıl hesaplırsınız?*
- *Nermin: r küp mesela küreninkini söyleyeyim 4 bölü 3 pi r küp*
- *Araştırmacı: Tamam bu kürenin hacmini verir. Prizmanın hacmini nasıl hesaplırsınız?*

- *Nermin: Pi r küp bölü 3... (düşünür) inanamıyorum r küp...*
- *Araştırmacı: r dediğiniz nedir?*
- *Nermin: Yarıçap yani bir kenarı a, a küp ile hesaplarız.*

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde katılımcının öncelikle prizma yerine kürenin hacim formülünden bahsettiği, araştırmacının uyarısı sonucu küpün hacim formülünü verdiği görülmektedir. Burada Aylin kod isimli katılımcının hacim hesabında formül odaklı bir zihinsel yapı geliştirmiştir. Bu sebeple prizmaların hacimlerini küpün hacmi ile ilişkilendirerek a küp yanıtını vermiştir. Prizmalar içerisinde hacmi formülle en kolay ifade edilebilen cisim olan küpün hacminin prizmaların hacim hesabı üzerinde, hacmi formül ize etme çabasından ileri gelen olumsuz etkisi görülmektedir.

Prizmaların hacim hesabı ile ilgili ortaya çıkan bir diğer yanılğı da Rabia kod isimli katılımcının yanıtında görülmektedir. Katılımcı prizmaların hacmini iki taban alanının toplamı ile yüksekliğin çarpımı olarak ifade etmiştir burada hacim hesabında yanlış bir imaja sahip olunduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının hacim-yükseklik ilişkisinde sahip oldukları imajları ortaya koyabilmek amacıyla sorulan “Bir dik prizmada başka hiçbir değişiklik yapılmadan sadece yükseklik 3 katına çıkarılırsa hacim nasıl değişir?” sorusuna verilen yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Bunun hacmini bulurken taban alanı ile yüksekliğini çarpıyoruz mesela buna a buna b buna h desem (çizdiği model üzerinde işlem yapıyor) hacim abh dı başlangıçta ama sonra ab3h oldu yükseklik 3 katına çıkarsa hacim de 3 katına çıkar.*
- *Nermin: 3 katına çıkar.*
- *Rabia: 3 katına çıkar. Çünkü taban alanı çarpı yüksekliktir.*
- *Fatma: Hacim taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğundan 3 katına çıkar.*
- *Aslı: Normalde a küp iken 3 a küp olur 3 katına çıkar.*
- *Ahmet: Hacim üç boyutunun çarpımıydı sonuçta biz iki boyutunu değiştirmeden bir boyutunu değiştiriyoruz o boyut hangi oranda artarsa hacim de o oranda artacak yani 3 katına çıkar.*

Öğretmen adaylarının tamamı hacim yükseklik ilişkisini beklendiği gibi doğru olarak ortaya koyarken sonuca ulaşırken benimsedikleri stratejiler hacim imajını çok yönlü olarak ortaya koymada bize ışık tutmaktadır. Katılımcılar hacmi oluşturan bir etmendeki değişim ile birlikte hacmin değişimini yorumlarken çoğunlukla modelden bağımsız olarak bütüncül yaklaşım sergilemişlerdir. Çok az katılımcı bu yorumu yapabilmek için bir örneğe ihtiyaç duymuş ve model üzerinde işlem yapmıştır. Bu durum katılımcıların yükseklik hacim ilişkisini genel anlamda modelden bağımsız oluşturabildiklerini göstermektedir.

Katılımcıların hacim kavramını nasıl algıladıklarının, ne kadar içselleştirdiklerinin ve yapılandırdıklarının belirlenmesi ve pratikteki kullanımı açısından kavram imajlarının nasıl şekillendiğini ortaya çıkarma amacıyla sorulan “Bir ayrıtı 10 cm olan bir küpün içine yerleştirilebilecek en büyük hacimli katı cisim hangisidir? Neden?” sorusuna verdikleri yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Küredir. Çünkü küre yerleştirdiğimizde dışarıda kalan boşluklar minimum olur. Ama başka bir şekil yerleştirdiğimizde kalan boşluklar daha fazla olacaktır.*
- *Nermin: Küredir. Bir çizeyim... en az boşluk kürede kalıyor çünkü.*
- *Rabia: Küre. Çünkü.. yani küredir ama neden bilmiyorum.*
- *Fatma: Küredir bence kürenin çapıyla küpün bir kenarını aynı tutarız içine yerleştirmemiz kolay olur hem de daha büyük hacim elde ederiz.*
- *Aslı: Küredir. Çünkü yarıçapı küpün kenarının yarısına eşit olur ve her yönden küpün kenarına değer en fazla hacmi o sağlar daha fazla hacmi küre kaplar.*
- *Ahmet: Her bir ayrıtı ondan küçük 9 nokta küsuratlı şekilde başka bir küp yerleştirebilirim. Çünkü genelde küp sorularında küre yerleştirilir sorularda genel mantıktır içine yerleştirilebilecek en büyük kürenin hacmi diye sorulur o sorularda kalan kısmı. İçine yerleştirilebilecek en büyük cisim kendine benzeyen en büyük cisimdir o yüzden hani daha doğrusu küpün hacmi 1000 santimetreküp olur içine 1000 santimetreküpten küçük hacimli en büyük küp yerleştirilebilir dersem daha doğru olur.*

Yanıtlar incelendiğinde katılımcıların hacim kavramının uygulama boyutunda kavram tanımını esas alan bir yaklaşım sergileyemedikleri görülmektedir. Tall ve Vinner (1981)’e göre öğrenciler yeni bir ortamda eski bir kavramla ya da bu kavramla ilintili

bir problemle karşılaştığında kavram tanımını geri plana iterek kavram imajını kullanmaya eğilimlidir.

Katılımcıların büyük bölümünün küre yanıtını vermesi hacim imajının oluşumunda katılımcıların daha önceki eğitim yaşamlarında karşılaştıkları soruların etkili olduğu göstermektedir. Ahmet kod isimli katılımcının belirttiği gibi bu tarz sorularda genellikle küp içerisine küre yerleştirilmesi istendiğinden katılımcıların kavram imajı o yönde şekillenmiştir. Burada kavram tanımını hücre sine süreç içerisinde hiç başvurulmamıştır. Katılımcıların geçmiş öğrenmelerinden ileri gelen düşünce alışkanlıkları hacmin kavramsal anlamda yorumlanmasına engel teşkil etmiştir diyebiliriz.

Ahmet kod isimli katılımcının ise soruyu doğru şekilde yanıtladığı ve bu noktada hacim imajının kavram tanımını temel alan bir yapıda olduğu söylenebilir.

Katılımcıların yüzey alanı kavramını zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarını öğrenmek amacıyla “Yüzey alanı hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların yanıtları aşağıdaki gibidir.

- *Aylin: Mesela bir küp düşünelim bu küpü oluşturan öndeki, yandaki, arkadaki tabandaki ve tabandaki bütün yüzeylerin alanlarını alıyoruz.*
- *Rabia: Taban alanı artı yanal alanların toplamıdır.*
- *Aslı: Şekli oluşturan bütün çokgenlerin alanları toplamıdır.*
- *Ahmet: Görünen yüzeylerin ve tabanların toplam alanıdır.*
- *Nermin: Mesela koni için söyleyeyim (modele bakarak) şuradaki üçgenin dönmesiyle oluşan alan yüzey alanıdır. Bu da mesela şurası l olsa (koni nin ana doğrusunu kastediyor) $\pi r l$ ile hesapladığımız alan.*
- *Fatma: Ben silindirden bahsedeyim silindirde o iki çemberin arasında kalan çemberleri çevreleyen dikdörtgen silindir in yüzey alanıdır.*

Katılımcıların çoğu yüzey alanını tanımlamaları istendiğinde genel bir alan ifadesinden çok bir örnek üzerinden kavramı anlatma yoluna gitmiştir. Yanıtlar incelendiğinde bazı katılımcıların yanal alan ve yüzey alanı kavramlarını karıştırdığı görülmektedir. Bu durumun mülakat süresince çokça tekrar etmesi katılımcıların yanal alan-yüzey alanı ayırımında geçerli zihinsel yapıyı oluşturmada eksik kaldıklarını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının prizmaların yüzey alanı ile ilgili imajlarını ortaya çıkarma amacıyla “Prizmaların yüzey alanını nasıl hesaplırsınız?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar tablo 4’deki gibidir.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının prizmaların yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Yüzeyler toplamı	<ul style="list-style-type: none"> • Cismi oluşturan yüzeylerin her birinin kendi içinde alanlarını bulup son olarak hepsini topluyoruz. (Aylin) • Taban alanları artı yanal yüzeylerin toplam alanıdır. (Ahmet)
Özel modelin alanı	<ul style="list-style-type: none"> • (Çizdiği modele bakar) hepsinin yanal alanlarının toplamı bir de iki tane tabanın toplamıdır. (Rabia) • (Çizdiği modele bakarak) mesela dikdörtgenler prizmasını düşünelim karşılıklı yüzeyleri olduğu için bunların birer tanesinin alanları toplamının iki katıdır. (Aslı)
Yanal alanla karıştırma	<ul style="list-style-type: none"> • Taban çevresi çarpı yüksekliktir. (Fatma)
Hacimle karıştırma	<ul style="list-style-type: none"> • Kenarların çarpımıyla, şu üç kenar (Nermin)

Tablo incelendiğinde katılımcıların prizmaların yüzey alanı hesabı için verdikleri yanıtların 4 kategoriye ayrıldığı görülmektedir. Katılımcıların ikisi alan hesabını bir modelden bağımsız olarak tüm prizmalar için geçerli olacak şekilde ifade etmişlerdir. İki katılımcı da alan hesabını bazı özel prizma modelleri üzerinden ifade etmişlerdir. Bu model genellikle dikdörtgen prizma olmuştur.

Bireylerin katı cisimlerle ilgili kavram imajları cismin özelliklerini içermiyorsa hacim ve alan hesabında zorlandıkları görülmektedir (Avgören 2011). Bu bağlamda

prizmaların alan hesabında karşılaşılan iki yanlışlıktan söz edilebilir. Bunların ilki yukarıda da bahsedildiği gibi yüzey alanı-yanal alan kargaşasından ileri gelmektedir. Bu iki kavram arasında yapılamayan net bir ayrımın prizmalardaki alana hesabını olumsuz etkilediği görülmektedir. İkinci yanlışlıktaki ise yüzey alanı kavramı hacim kavramıyla karıştırılmıştır. Genel olarak cisimlerle ilgili hacim ve alan gibi ölçüsel nitelikleri bir formüle dayandırma isteği bu iki kavram arasında yanlış bağlantıların kurulmasına yol açmıştır diyebiliriz.

Katılımcıların alan ve yükseklik ilişkisinde sahip oldukları imajları ortaya çıkarabilmek amacıyla sorulan “Bir dik prizmada başka hiçbir değişiklik yapılmadan sadece yükseklik 3 katına çıkarılırsa yanal alanı hakkında ne söylersin?” sorusuna verdikleri yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Mesela burada bir yan yüzün alanı a çarpı h oluyor eğer h 3 katına çıkarsa buradaki alan da 3 katına çıkmış olacak.*
- *Nermin: 3 katına çıkar. Taban çevresi çarpı yükseklik olduğundan yanal alan 3 katına çıkar.*
- *Rabia: Hesaplayıp söylesem olur mu (çizdiği bir kare prizmanın ayrıtlarına sayısal değer vererek hesaplar) üç katına çıkıyor.*
- *Fatma: 3 katına çıkar. Taban çevresi çarpı yüksekliktir yanal alan o yüzden.*
- *Aslı: A kare dersek birine o zaman üç katına çıkarsa 12 katına çıkıyor mu (düşünür) şekline göre değişir cisim hangi prizmayla o kadar alan olacak ona göre bir kat artışı olur.*
- *Ahmet: Eğer düzgün bir prizmadan bahsedersen yanal alan birbirine eş yüzeylerden oluşur mesela dikdörtgen prizmada yüksekliği artırdığımızda bir yüzeyin alanı da o oranda artacaktır yüzey sayısına bağlı olarak işlem yaptığımızda o oranda artacaktır. Kaç yüzü varsa o kadar kat artacaktır.*

Yanıtlar incelendiğinde katılımcıların ikisi soruyu modelden bağımsız olarak genel bir alan konteksti içerisinde yorumlayarak doğru sonuca ulaşabilmişlerdir. Katılımcıların kullandığı yaklaşım taban çevresi ve yükseklikle yanal alanı ilişkilendirmek olmuştur. İki katılımcı ise özel bir örnek üzerinden notasyonlar ya da sayısal değerler yardımıyla soruyu işlemsel bir forma dönüştürerek yanıtlamışlardır. Bu katılımcıların birbirine bağlı değişkenler arasındaki ilişkiyi yorumlamada bir örneğe ve işlemsel bir ön adıma ihtiyaç duydukları, bu ekseninde bir imaja sahip oldukları söylenebilir.

Alan-yükseklik bağlantısını kurmayı gerektiren soruda bir de yanılığ ile karşılaşmıştır. İki katılımcının her bir yan yüz için yükseklikteki artışın alana etkisinin ayrı ayrı toplamı kadar yanal alanın değişeceği yanılığına sahiptir. Bu noktada katılımcıların yanlış kavram imajları geliştirdikleri söylenebilir.

4.1.2. Piramit Kavram İmajı

Öğretmen adaylarının piramit kavramını nasıl tanımladıklarını belirlemek amacıyla “Piramidi nasıl tanımlarsınız? Piramit denildiğinde aklınıza ne geliyor?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının piramit kavramıyla ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Model çizme	<ul style="list-style-type: none"> İlk söyleyeceğim şey mısır piramitleridir (şekil çizerek) tabanı kare olsun bu kareden çıkan üçgenler bir tepe noktasında birleşsin piramit oluşur. (Aylin)
Somut örnek verme	<ul style="list-style-type: none"> Taban alanı çarpı yükseklik bölü üç diye bir hacmi vardı hatırladığım kadarıyla...(düşünür) piramitler (eliyle göstererek) mısır piramitleri o kadar. (Nermin)
Formal Tanım	<ul style="list-style-type: none"> Tabanı herhangi bir çokgen olan ve bütün noktaları bir noktada birleşen bir cisimdir. (Rabia)

Cismin özelliklerini söyleme/tasvir etme	<ul style="list-style-type: none"> • Tabanı üçgen olabilir dörtgen olabilir beşgen olabilir üstte bir tepe noktasında tabandan çıkan yan yüzlerin birleşmesiyle oluşan cisimdir. (Fatma) • Tabanın şekline göre isimlendirilen bir tepe noktası olan cisimdir. (Aslı) • Belli bir taban alanına sahip olan fakat tavan alanına sahip olmayan, bir noktadan tabanın köşelerinin birleştirilerek oluşturulan 3 boyutlu cisimdir. (Ahmet)
--	---

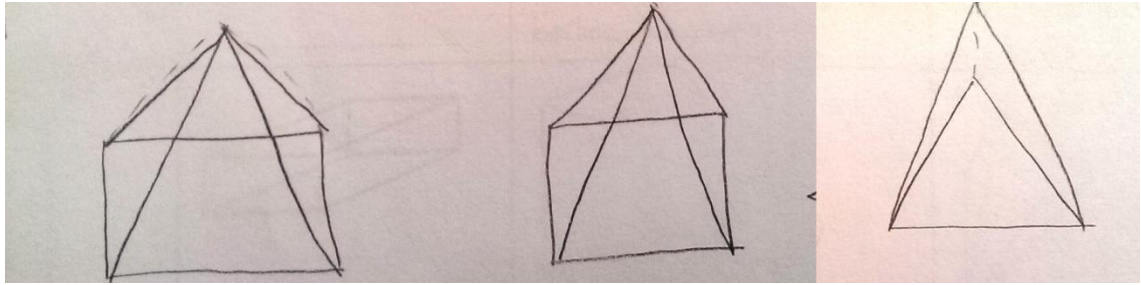
Verilen tabloya göre öğretmen adaylarının piramidi dört farklı kategoride tanımlamaya çalıştıkları görülmektedir.

Yanıtlar genel olarak incelendiğinde katılımcıların piramidin tepe noktasını tanımlarında sıkça kullanmışlardır. Bu durum tepe noktasının piramit kavramı için ayırt edici bir özellik olarak kavrandığını göstermektedir.

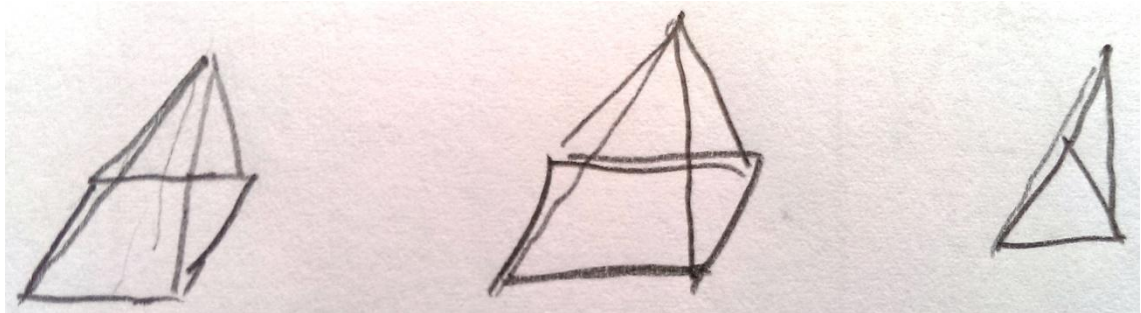
Prizmalarda olduğu gibi piramidlerde de katılımcıların cismin tasvirine yoğunlaştıkları görülmektedir. Katılımcıların piramidi tanımlarken tepe noktası ile cismin taban köşelerinin birleştirilmesiyle oluşturulduğundan sıklıkla söz ettikleri görülmektedir. Burada eksik bir imaj oluşumu görülmektedir. Bu noktada düzlemde çizilen piramit modellerinin kavram imajı üzerine olumsuz etkisinden söz edilebilir. Düzlemde çizilen piramit modellerinde cismin sadece köşelerinin tepe noktasıyla birleştirildiği algısı oluşmaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının tanımlarına da yansımaktadır. Yalnızca bir katılımcı piramidin tabanının her noktasının tepe noktasıyla birleştirildiğini belirterek formal tanıma yakın bir yanıt vermiştir.

Nermin kod isimli katılımcının piramidi tanımlarken hacim hesabından bahsettiği, Ahmet kod isimli katılımcının ise taban ve tavan alanı kavramlarını kullandığı görülmektedir. Bu tanımlar kavramla ilgili ölçüsel özelliklerin kavram imajı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Katılımcıların geçmiş öğrenim yaşantıları boyunca sürekli kavramların hacim, alan, yükseklik vb. ölçüsel boyutlarıyla iç içe olmaları bu durumun sebebi olarak görülebilir.

Öğretmen adaylarından piramidi tanımladıktan sonra 3 farklı piramit çizimleri istenmiştir. Katılımcıların çoğu kare, üçgen ve dikdörtgen piramit oluşturmuşlardır. Yalnızca bir katılımcının beşgen piramit çizdiği, bir katılımcının da paralelkenar piramit oluşturduğu ve bu şekilde isimlendirdiği görülmüştür. Katılımcıların tamamı modelleri oluştururken piramidin taban ayrıtlarını eş çizmeye çalışmıştır (dikdörtgen piramit dışında). Ayrıca modellerinde yüksekliği belirten katılımcılar yüksekliği tepe noktasından tabanın merkezine çizmeye özen göstermişlerdir. Bu durumda katılımcıların piramide dair kavram imajlarının düzgün piramidler kaynaklı oluşturulduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının oluşturduğu bazı modeller şunlardır.

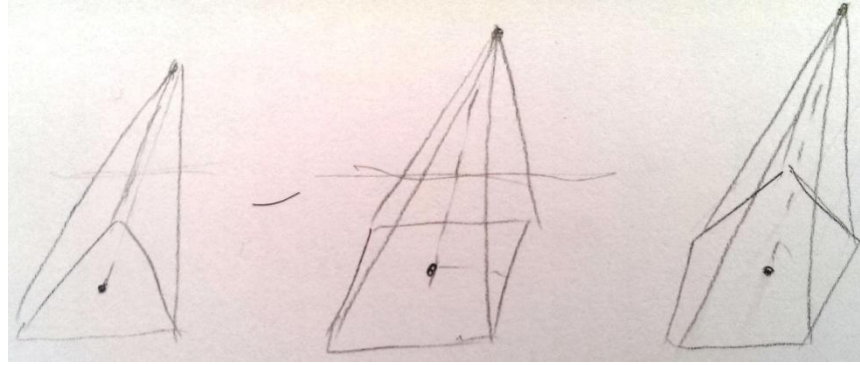


Şekil 50. Rabia kod isimli katılımcının oluşturduğu piramit modelleri

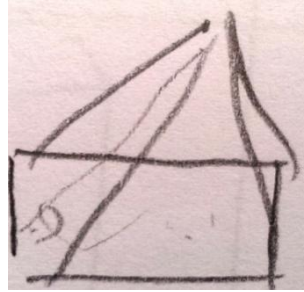


Şekil 51. Ahmet kod isimli katılımcının oluşturduğu piramit modelleri

Aslı kod isimli katılımcının oluşturduğu modellerde yüksekliklerine, Fatma kod isimli katılımcının ise cismin yan yüz yüksekliğine yer verdiği görülmektedir. Bu durumlar yukarıda da bahsedildiği gibi kavramın ölçüsel niteliklerinin imaj üzerinde etkili olduğunu ve kavram imajının problem çözebilmek için gerekli öğeleri ile birlikte oluşturulduğunu göstermektedir.



Şekil 52. Aslı kod isimli katılımcının oluşturduğu piramit modelleri



Şekil 53. Fatma kod isimli katılımcının oluşturduğu bir piramit modeli

Katılımcıların piramit türleri hakkında ne düşündüklerini öğrenmek amacıyla “Piramit türleri hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: (düşünür) kare piramit, tabanı üçgen olsa o zaman prizmadan ne farkı kaldı... (farklı modeller oluşturmakta zorlanıyor) uu bilmiyorum açıklayamayacağım (düşünür) kare piramit, dikdörtgen piramit bir de paralelkenar piramit deyim.*
- *Nermin: (düşünür) üçgen piramit geliyor, başka aklıma gelmiyor.*
- *Rabia: (düşünür) üçgen, kare, dikdörtgen piramit böyledir.*
- *Fatma: Tabanına göre değişir tabanı üçgen olursa üçgen piramit, kare olursa kare piramit böyle herhalde.*
- *Aslı: Yine taban şekillerine göre gerçi düzgün piramit düzgün olmayan piramit olarak da düşünebiliriz ama düzgün olmayan var mı ona emin olamadım şu an (tereddütle) türleri dersek daha çok hani yine dediğim gibi taban şekline göre üçgen piramit, kare piramit şeklindedir.*

- *Ahmet: Dikdörtgensel piramit var kare piramit var üçgensel piramit var aklıma gelen sonuçta belli bir tabandaki şekle göre türü değişir. Şu an emin olamamakla birlikte koninin de bir piramit olabileceğini düşünüyorum sonuçta aynı özelliklere sahip ama özel bir model olduğu için koni şeklinde adlandırılmıştır.*

Katılımcıların yanıtları incelendiğinde piramit türleri olarak genelde taban şekline göre değişen farklı piramit örnekleri verdikleri görülmektedir. Bu örneklerin başında yine üçgen, kare ve dikdörtgen piramidin geldiği söylenebilir.

Aslı kod isimli katılımcı piramitleri önce düzgün ve düzgün olmayan piramitler olarak çeşitlendirmeye çalışsa da sonra düzgün olmayan piramitlerin varlığı hakkında tereddüt etmiştir. Görüşmenin ilerleyen bölümlerinde bu tereddüitten kurtulduğu görülecektir. Ahmet kod isimli katılımcı ise tam emin olmamakla birlikte koniyi de bir piramit türü olarak ele almıştır.

Öğretmen adaylarının piramitlerin tabanları hakkında ne düşündüklerini anlayabilmek için “piramitlerin tabanları hakkında ne söylersiniz?” sorusuna verilen yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: Herhangi bir çokgen olabilir. Kare, dikdörtgen, paralelkenar, beşgen...*
- *Nermin: Piramidin tabanı hep şöyleymiş gibime geliyor (bir kare çizer).*
- *Rabia: Çokgenlerden oluşur.*
- *Fatma: Çokgendir.*
- *Aslı: Düzgün çokgen olabilir düzgün olmayan çokgen de olabilir gerçi en az 3 köşesi olan bir çokgen olmalı düzgün olma şartı yoktur.*
- *Ahmet: Kare, dikdörtgen, üçgen gibi çokgenlerden daireden oluşabilir. Düzgün olma şartı yoktur. Örneğin düzgün olmayan bir beşgen de olabilir.*

Piramitlerin tabanlarıyla ilgili araştırmacı ve Nermin kod isimli katılımcı arasında geçen bir diyalog şöyledir:

- *Araştırmacı: Piramidin tabanları hakkında ne söylersin*
- *Nermin: Piramidin tabanı hep şöyleymiş gibime geliyor (bir kare çizer).*
- *Araştırmacı: Başka ne olabilir çizdiğiniz bir kare, bütün piramitlerin tabanı böyle midir?*
- *Nermin: Hatırladığım kadarıyla evet.*

- *Araştırmacı: Piramitlerin tabanı düzgün bir çokgen mi olmalıdır sizce yoksa herhangi bir çokgen olabilir mi?*
- *Nermin: Olmayabilir ama nasıl olmayabilir bilemeyeceğim*
- *Araştırmacı: Mesela prizmalarda sorduğum gibi bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir piramit çizilebilir mi?*
- *Nermin: Yani evet olabilir.*
- *Araştırmacı: O halde taban her türlü çokgen olabilir mi?*
- *Nermin: Yok ya hayır düzgün çokgen olması gerekiyor.*

Kavramın istenilen şekilde yapılandırabilmesi için kavram imajının kavram tanımı tarafından şekillendirilmesi gerekir. Vinner ve Dreyfus (1989; Akt. Gülkılık, 2008), kavram imajının genellikle kavram tanımı tarafından değil de tipik örneklerle oluştuğuna işaret eder. Bu yüzden kavramın örnekleri olarak düşünülen matematiksel objelerle oluşturulan kavram imajı ile kavram tanımı tarafından tanımlanan matematiksel objeler tarafından oluşturulan kavram imajı doğal olarak aynı değildir. Özellikle geometride imajlar ve şekiller kavramların önüne geçebilir hatta yerini alabilir (Mariotti, 1993; Akt. Avgören 2011).

Yukarıdaki diyalogda da görüldüğü gibi katılımcı önce bütün piramitlerin tabanının kare olduğunu daha sonra düzgün olmayan bir çokgenin piramidin tabanını oluşturabileceğini en sonunda ise tabanın düzgün bir çokgen olması gerektiğini söylemektedir. Aynı katılımcı bir önceki soruda ise piramit türü olarak sadece üçgen piramidi örnek olarak vermişti. Katılımcının piramidi tanımlarken somut olarak mısır piramitlerini örnek verdiği de düşünüldüğünde öğretmen adayının piramitler hakkında yeterli ve tutarlı bir imaj yapısı oluşturamadığı söylenebilir. Katılımcının sorulara farklı ve çelişkili yanıtlar vermesi piramit imajının kavram tanımı tarafından şekillendirilmediğini, kavram imajının farklı boyutlarında farklı etmenlerin etkisi altında olduğunu göstermektedir.

Piramidin tabanları hakkında araştırmacı ve Rabia kod isimli katılımcı arasında geçen diyalog ise şöyledir:

- *Araştırmacı: Piramidin tabanları hakkında ne söylersin?*
- *Rabia: Çokgendir.*

- *Araştırmacı: Herhangi bir çokgen olabilir mi yoksa belli bir şart var mıdır?*
- *Rabia: (düşünür) düzgün olacak evet.*
- *Araştırmacı: Mesela prizmalarda sorduğum gibi bir kenarı 2cm bir kenarı 5 cm bir kenarı 7 cm diğer kenarı 10 cm gibi bu dörtgeni taban kabul eden bir piramit çizilebilir mi?*
- *Rabia: Hayır! Düzgün olmalı.*
- *Araştırmacı: Peki dikdörtgen piramit var mıdır?*
- *Rabia: Vardır.*
- *Araştırmacı: Peki dikdörtgen düzgün bir çokgen midir?*
- *Rabia: (Düşünür) evet karşılıklı kenarları eşit (düşünür) ... Değildir. Hayır! Düzgün değildir.*
- *Araştırmacı: O halde piramidin tabanının düzgün olma şartı vardır diyebilir miyiz?*
- *Rabia: Hayır diyemeyiz düzgün olmayabilir.*

Rabia kod isimli katılımcı piramitleri tanımlarken formal tanıma uygun bir tanım kullanmıştı. Aynı katılımcının piramitlerin tabanlarıyla ilgili başlangıçta doğru kavram imajına sahip olmadığı görülmüştür. Vinner (1991)'e göre kavram öğrenme kavram imajını biçimlendirme anlamına gelmektedir. Kavram tanımı, birey tarafından kavramın anlaşılmasını garantilemez. Bireyin kavramı anlamış olması, onun kavram imajına sahip olduğu anlamına gelir (Gülkılık, 2008).

Katılımcı önce uygun olmayan kavram imajını kullanarak piramidin tabanlarının düzgün çokgen olması gerektiğini söylemiştir. Buna karşılık araştırmacının katılımcıya yanışını fark ettirecek şekilde sorular yöneltmesiyle doğru olmayan imaj yapısı kavram tanımı eksenli olarak yeniden şekillendirilmiştir.

Araştırmacı ile Fatma kod isimli katılımcı arasında piramidin tabanları hakkında geçen bir diyalog şöyledir:

- *Araştırmacı: Piramidin tabanları hakkında ne söylersin Herhangi bir çokgen olabilir mi yoksa belli bir şart var mıdır?*
- *Fatma: Üçgen için taban kenarları farklı olabilir 3, 4, 5 gibi*
- *Araştırmacı: Dörtgen için?*
- *Fatma: Bence dörtgen için de olabilir.*

- *Araştırmacı: Beşgen için olur mu?*
- *Fatma: Olur ya bütün çokgenler için taban kenarları farklı olabilir.*

Yukarıda verilen diyalogda Fatma kod isimli öğretmen adayı başlangıçta sadece üçgen için farklı kenarlara sahip olabileceğini düşünmüş buradan hareketle diğer çokgenler için de aynı sonuca ulaşmıştır.

Öğretmen adaylarının piramitlerin yan yüzleri hakkında ne düşündüklerini ortaya çıkarmak amacıyla “Piramitlerin yan yüzleri hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Hepsi üçgen olacak çünkü tepe noktasına gelmesi için (eliyle göstererek) iki kenardan bir tepe noktasına çıkan şekil üçgendir.*
- *Nermin: (eliyle tarif ederek) yani şu şekilde (şekli ifade etmekte zorlanıyor) oluşan bir üçgenlik yan yüzeyleri (çizdiği şekillere bakarak) üçgen gibi bir kenardan oluşur.*
- *Rabia: Üçgendir*
- *Fatma: Dediğimiz gibi tabanla tepe noktası arasında tabanın kenarlarından tepe noktasına ayrıtlar çizeriz o ayrıtlarla tepe noktası ve taban ayrıtları arasında kalan yüzeylerdir. Şekil olarak üçgendir.*
- *Aslı: Üçgenlerden oluşur farklı kenar ölçülerine sahip.*
- *Ahmet: Yan yüzeyleri... Örnek vereyim üçgen, beşgen, dörtgen gibi köşeleri olan tabanları aldığımızda yan yüzeyler üçgensel yüzey olur.*

Yukarıdaki yanıtlar dikkate alındığında öğretmen adayları genel olarak piramitlerin yan yüzeylerinin üçgensel bölgelerde oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu aşamada Rabia kod isimli katılımcı ile araştırmacı arasında geçen bir diyalog şöyledir:

- *Araştırmacı: Piramidin yan yüzleri hakkında ne söylersin?*
- *Rabia: Üçgendir.*
- *Araştırmacı: Üçgenler hep eş midir yoksa farklı olabilir mi?*
- *Rabia: Farklı olabilir.*
- *Araştırmacı: Neye göre farklılaşır?*
- *Rabia: Tabana göre değişir.*

Verilen diyalogda katılımcı piramidin yan yüzeylerinin her zaman eş üçgenlerden oluşmayacağını farklılaşabileceğini belirtmiştir. Bu farklılaşmanın taban kaynaklı olacağını söylemiştir. Bu durum araştırmaya katılan bütün katılımcılar tarafından bu şekilde belirtilmiştir.

Katılımcıların düzgün ve düzgün olmayan piramit ayrımı hakkında ne düşündüklerini tespit etmek amacıyla sorulan “Düzgün ve düzgün olmayan piramitler hakkında ne söylersiniz? Arasındaki farklar nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar aşağıda verilmiştir.

- *Aylin: Yine tabanı ile alakalıdır diye düşünüyorum. Tabanı eğer düzgün bir çokgen oluşturabiliyorsa düzgün bir şekilde çıkacak piramit ama düzgün değilse düzgün piramit olmaz.*
- *Nermin: Ya bence düzgün olmayan yok dediğiniz gibi kenarları farklı olacağını düşünmüyorum bence sadece düzgün olabilir tabanın kenarlarının hepsi eşit olur ya da dikdörtgenlerdeki gibi ikisi bir ikisi bir eşit olur.*
- *Rabia: Düzgün olmayan piramit yoktur bence.*
- *Fatma: Düzgün piramit tabanı kare eşkenar üçgen düzgün beşgen olan piramitlerdir düzgün olmayan piramitlerde dikdörtgen piramit olabilir.*
- *Aslı: Şekline göre işte değişir düzgün olmayan. Bazıları eşit kenar ölçülerine sahip tabanla oluşturulur düzgün olanlar bazıları düzgün olmayanlar da işte farklı taban ölçülerine sahip tabanla oluşturulur.*
- *Ahmet: Düzgün piramit tepeden tabana çizilen yüksekliğin tabanın tam merkezinden geçtiği durumlarda düzgün piramit, ama seçtiğimiz tepe noktasından çizilen yükseklik tabanın merkezine denk gelmeyen bir şekilde çiziliyorsa düzgün olmayan piramittir.*

Katılımcıların yarısı bir piramidin düzgün olup olamamasını tabanda yer alan çokgenin düzgün olmasıyla ilgili olduğunu söylemişlerdir. Sadece Ahmet kod isimli katılımcının bu şarta ek olarak yüksekliğinin taban merkezinden geçmesi şartını belirttiği görülmüştür. Araştırmacı ve Ahmet kod isimli katılımcı arasında geçen diyalog şöyledir.

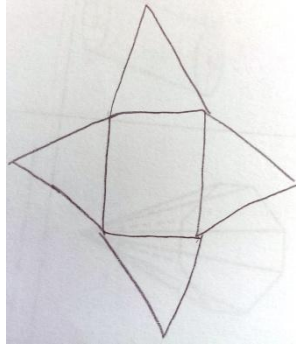
- *Araştırmacı: Düzgün ve düzgün olmayan piramit hakkında ne söylersin*

- *Ahmet: Düzgün piramit tepeden tabana çizilen yüksekliğin tabanın tam merkezinden geçtiği durumlarda düzgün piramit, ama seçtiğimiz tepe noktasından çizilen yükseklik tabanın merkezine denk gelmeyen bir şekilde çiziliyorsa düzgün olmayan piramittir.*
- *Araştırmacı: Düzgün olma ya da olmamanın tabanla bir ilgisi var mıdır? Mesela biraz önce bahsettiğimiz kenar uzunlukları farklı bir beşgen düşünün bu beşgeni taban kabul eden bir piramit düzgün piramit olabilir mi?*
- *Ahmet: Kenarları farklıysa düzgün bir piramit olmaz. Çünkü tabanının da düzgün merkezinin de düzgün yan yüzlerinin de birbirine eşit olduğu durumda düzgün piramitten bahsedebiliriz.*

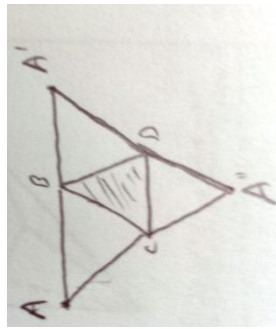
Nermin ve Rabia kod isimli katılımcılar ise piramitlerin tabanlarının düzgün olmayan çokgenlerle oluşturulamayacağını belirtmişlerdir. Bu noktada bu iki öğretmen adayının eksik imaj yapısı geliştirdikleri söylenebilir. Nermin kod isimli katılımcının verdiği yanıt incelendiğinde piramidin tabanının dikdörtgen olabileceğini fakat düzgün olmayan bir çokgen olamayacağını belirttiği görülmektedir. Bu noktada katılımcının düzgün ve düzgün olmayan çokgen kavramlarını yeterince iyi bilmediği ve bu kavramlarda yaşanan yanlışın piramit imajını olumsuz etkilediği söylenebilir. Buradan anlaşılmaktadır ki bir kavrama ait kavram imajlarının zihinde doğru yapılandırılabilmesi için o kavramın ilişkili olduğu diğer alt kavramların da aynı şekilde doğru yapılanmış olması gerekmektedir. Herhangi bir kavram hakkında zihinde yanlış bir imaj yapısının varlığı o kavramla ilişkili üst kavramların imajlarını olumsuz etkileyebilmektedir.

Öğretmen adaylarının piramitlerin açılımları ile ilgili kavram imajlarını ortaya çıkarabilmek için “Herhangi bir piramidin açılımını çizer misiniz?” sorusu yöneltilmiştir.

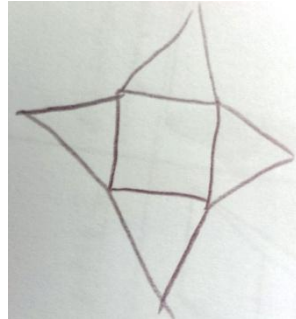
Katılımcıların ikisi kare piramidin, ikisi üçgen piramidin, biri ise dikdörtgen piramidin açılımını çizmişlerdir. Öğretmen adaylarının hepsi açılım oluştururken önce tabanları merkeze çizmiş sonra tabanın etrafına üçgen yan yüzeyleri yerleştirmişlerdir. Bu formdan farklı bir şekilde açılım çizen olmamıştır. Katılımcıların oluşturdukları piramit açılımlarından birkaç örnek şöyledir:



Şekil 54. Rabia kod isimli katılımcının çizdiği piramit açılımı



Şekil 55. Ahmet kod isimli katılımcının çizdiği piramit açılımı



Şekil 56. Fatma kod isimli katılımcının çizdiği piramit açılımı

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından Nermin kod isimli katılımcı bir çizim denemesi yaptıktan sonra piramit açılımı oluşturamayacağını belirtmiştir. Bu durum katılımcının piramitlerin açılımları ile ilgili yeterli kavram imajına sahip olmadığını gösterirken aynı katılımcının piramit kavram imajı hakkında yukarıda vardığımız yargıyı güçlendirmektedir.

Öğretmen adaylarının piramitlerin hacimleri ile ilgili imajlarını incelemek amacıyla “Piramitlerin hacmini nasıl hesaplıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir verilen yanıtlar ve oluşan kategoriler şöyledir:

Tablo 6. Öğretmen adaylarının piramidin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Genelleştirme	<ul style="list-style-type: none"> • Taban alanını buluyoruz ortadan indirdiğimiz bu yükseklikle çarpıyoruz. Bunu üçe bölüyoruz. (Aylin) • Bir bölü 3 çarpı taban alanı çarpı yükseklik. (Fatma)
Prizma İle Karıştırma	<ul style="list-style-type: none"> • Taban alanının yükseklikle çarpımı olarak hesaplanır • Taban alanı çarpı yükseklik. (Rabia) • Taban alanı çarpı yükseklik. (Aslı)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> • πr küp bölü üç. (Nermin)

Tablo 6 incelendiğinde katılımcıların piramitlerin hacim hesabı için verdikleri yanıtların 3 kategoride toplandığı görülmektedir. Öğretmen adayları piramit hacim hesabında çoğunlukla genelleştirme yoluna gitmişlerdir. Fakat katılımcıların yarısı prizma ve piramidin hacim hesabını karıştırmıştır. Bir öğretmen adayı ise ilgisiz bir yanıt vermiştir.

Katılımcıların piramitlerin hacmini hesaplarırken diğer cisimlere göre daha çok zorlandıkları söylenebilir. Bu durum piramit kavramıyla ilgili genel olarak diğer cisimlere kıyasla daha yetersiz imaj oluşumunun bir yansımasıdır. Gerek cismin temel özellikleri gerekse ölçüsel nitelikleri bağlamında katılımcıların piramit imajları diğer cisimlere göre daha sınırlı bir yapıdadır.

Öğretmen adaylarının piramitlerin yüzey alanı ile ilgili imajlarını ortaya çıkarma amacıyla “Piramitlerin yüzey alanını nasıl hesaplırsınız?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar tablo 7’deki gibidir.

Tablo 7. Öğretmen adaylarının piramidin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Özel modelin alanı	<ul style="list-style-type: none"> • Üçgen piramidin açık hali üzerinden göstereyim buradaki tabanı ve yan yüzeyleri oluşturan üçgenlerin alanlarını buluyoruz ve topluyoruz. (Aylin)
Yüzeyler toplamı	<ul style="list-style-type: none"> • Taban alanı ve diğer yanal yüzeylerin alanı toplamıdır. (Rabia) • Tabanını hesaplıyorum sonra bir tane eğer tabi ki düzgünse tabanı bir tane üçgenin alanını hesaplıyorum sonra kaç tane üçgen varsa çarpıyorum düzgün değilse tek tek hepsini bulup topluyorum. (Fatma) • Taban alanı artı yan yüzey alanıdır. (Aslı) • Taban alanı artı yanal yüzeylerin alanları toplamıdır. (Ahmet)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> • O da aynı kenarların çarpımıyla. (Nermin)

Tablo incelendiğinde katılımcıların piramidlerin yüzey alanı hesabı için verdikleri yanıtların 3 kategoriye ayrıldığı görülmektedir. Katılımcıların çoğu alan hesabını bir modelden bağımsız olarak tüm piramidler için geçerli olacak şekilde ifade etmişlerdir. Bir katılımcı da alan hesabını üçgen piramid modeli üzerinden ifade etmiştir.

4.1.3. Koni Kavram İmajı

Öğretmen adaylarının koni kavramını nasıl tanımladıklarını belirlemek amacıyla “Koniyi nasıl tanımlarsınız? Koni denildiğinde aklınıza ne geliyor?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Öğretmen adaylarının koni kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Somut Örnek Verme	<ul style="list-style-type: none"> • Ben direk böyle gösterirdim sanırım (eline kâğıt alır katlayarak koni oluşturur) bu şekilde tabanı daire olacak, tepe noktası kapalı olacak bu cisme koni diyoruz. (Aylin)
Geometrik Modelleme	<ul style="list-style-type: none"> • Alt tabanı daire üstte şöyle çizeyim (şekil çizer) yüksekliği olan tabanı daireden oluşan bir şekil. (Nermin)
Özel model tanımlama	<ul style="list-style-type: none"> • Tabanı bir daire ve bu dairenin tüm noktalarının bir köşede birleşmesiyle oluşur. (Rabia) • Tabanı daire üstte bir tepe noktasında dairenin tüm noktalarından birleştirince koni oluyor. (Fatma) • Bir çember üzerinde yine bir tepe noktasıyla (eliyle canlandırarak) birleşmesi yani bir çemberle bir tepe noktasının düzgün bir şekilde birleştirilmesidir. (Aslı)
Silindire ilişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> • Genelde hep koni silindirin üçte biri olan, taban alanı dairesel bölge, tepede tepe noktası olan biraz huniyi andıran 3 boyutlu cisimdir. (Ahmet)

Koni kavram tanımının 4 kategoride ortaya çıktığı görülmektedir. Katılımcıların yarısı özel bir koni olan dik dairesel koniyi tanımlarken birer katılımcı da sırayla somut örnekleme, geometrik model oluşturma ve silindire ilişkilendirme yoluna gitmiştir.

Aylin kod isimli katılımcı tüm görüşme boyunca cisimleri tanımlarken el hareketleriyle şekli canlandırma yoluna sürekli başvurmuştu. Koni kavramını tanımlarken de kâğıt kullanarak somut bir model ortaya koyması katılımcının katı cisimlerle ilgili kavram imajlarında somut nesnelere etkin olduğunun bir diğer göstergesi olarak kabul edilebilir.

Koni kavram imajının katılımcıların zihinlerinde iki önemli noktada yoğunlaştığı söylenebilir bunlar koninin tepe noktası ve tabanındaki dairedir. Bütün öğretmen adaylarının koninin tabanının daire olduğunu belirttikleri görülmüştür. Katılımcıların koniye dair imajları dik dairesel koni üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Araştırmacı koni imajını daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla katılımcılara “Koninin tabanı hakkında ne söylersiniz?” sorusunu yöneltmiştir. Katılımcıların tamamı koninin tabanının daire olduğu noktasında hemfikir olmuşlardır. Bunun üzerine araştırmacı “Daire dışında herhangi bir eğri ile koni oluşur mu sizce örneğin elips ya da başka bir kapalı eğri?” sorusuyla görüşmeye devam etmiştir alınan yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: Olmaz bence ya tabanının daire olması lazım*
- *Nermin: Hayır sadece daire olmalı*
- *Rabia: Hayır sadece daire olabilir*
- *Fatma: Olamaz*
- *Aslı: Yok hayır olamaz*
- *Ahmet: Alan ve hacim hesaplamalarında taban alanı hesaplanacağı için düzgün olmayan ve köşesi olmayan bir şeklin hacmi... (düşünür) integrallerden taban alanı hesaplanabilecek düzeyde ise alan ya da hacim bulunabilir düzgün olmaz ama bir koninin varlığından söz edebiliriz.*

Mariotti (1993)’ e göre özellikle geometride imajlar ve şekiller kavramların önüne geçebilir hatta yerini alabilir. Dairesel koni imajının tamamen koni kavramının yerini aldığı görülmektedir katılımcıların büyük çoğunluğu koniyi sadece dairesel koni olarak görmektedir.

Ahmet kod isimli katılımcı (daha önce prizmalarda olduğu gibi) alan ve hacim merkezli bir akıl yürütme ile koninin tabanının daire dışında bir eğri olabileceği sonucuna ulaşmıştır. Burada katılımcının başlangıçta koniyi silindir ve huni gibi kavramlara benzetip tabanının daire olması gerektiğini belirtirken belirli durumlar arasında doğru bağlantılar kurarak düşünme süreciyle birlikte imaj gelişimi sağladığı söylenebilir.

Öğretmen adaylarının koninin yan yüzü ile ilgili ne düşündüklerini ortaya çıkarmak amacıyla “Koninin yan yüzeyi hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltmiştir. Alınan yanıtlar şunlardır:

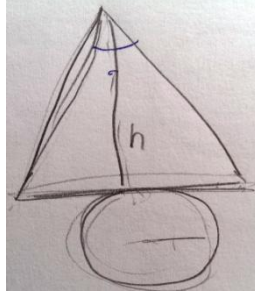
- *Aylin: (Çizerek) mesela şimdi bu daire (koni çizer) bunu da şekil itibariyle gösterecek olursam şöyle bir koni oluşturacak bunu açarsam bu ortadaki daire yine olduğu gibi kalacak ama bu daireyi çevreleyen şey şöyle bir yarım dairedir. Aslında açısına göre de değişir diye de düşünüyorum ama bunun çevresi kadar (tabanı gösterir) buradaki yarım dairenin çevresi olmalı (yay uzunluğunu kastediyor) evet her zaman yarım değil açısına göre ve çevre uzunluğuna göre daha fazla ya da az olabilir.*
- *Nermin: Bir daire parçası (bir daire dilimi çizer) bunun taban etrafında dönmesiyle oluşur.*
- *Rabia: Üçgen miydi? Üçgeni sanırım.*
- *Fatma: İşte çemberle birleştiriyoruz o alanı. Yan yüzü oluşturan şey daire dilimidir.*
- *Aslı: Yan yüzler üçgenden de oluşuyor diyebiliriz.*
- *Ahmet: Bir yarım dairedir.*

Katılımcılar genellikle koninin yan yüzünün daire dilimi ile oluşturulduğunu düşünmektedir. Bu noktada ortaya çıkan yanılgılardan ilki yarım dairede ısrar edilmesi olmuştur burada Ahmet kod isimli katılımcı ile araştırmacı arasında şu diyalog geçmiştir.

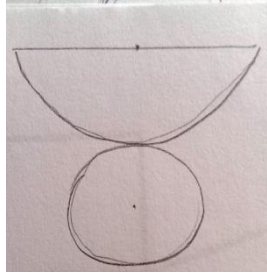
- *Araştırmacı: Koninin yan yüzü hakkında ne söylersiniz?*
- *Ahmet: Bir yarım dairedir*
- *Araştırmacı: Yarım olması şart mıdır?*
- *Ahmet: Kavisli olarak büküleceği için yarım daire kavisli olarak belli bir açıyla büküldüğünde koninin yanal yüzeyini tamamen kapladığı için yarım daire.*

Koninin yan yüzeyi hakkında görülen yanlış imajlardan biri de yan yüzeyin üçgen olduğunun düşünülmesidir. Bu noktada kavramın yerini aldığını belirttiğimiz dik dairesel koni modelinin etkisi görülebilmektedir. İki boyutlu bir düzlemde çizilen dik dairesel koni modelinin yan yüzünün üçgensel bir görüntü oluşturmasının, yan yüzeylerin üçgenden oluştuğu algısını ortaya çıkardığı düşünülmektedir. Yan yüzeyin üçgenden oluştuğunu düşünen katılımcıların koninin açılımında da üçgene yer vermesi ulaştığımız yargıyı güçlendirmektedir.

Öğretmen adaylarının koninin açılımı ile ilgili imajlarını ortaya çıkarmak amacıyla birer koni açılımı çizmeleri istenmiştir. Katılımcıların çizimlerinden birkaç örnek şöyledir.



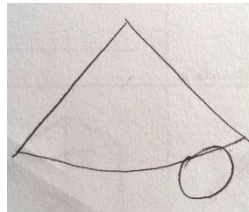
Şekil 57. Nermin kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi



Şekil 58. Aylin kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi



Şekil 59. Ahmet kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi



Şekil 60. Rabia kod isimli katılımcının koni açılımı çizimi

Koninin yan yüzeyi hakkında üçgen ve yarım daire cevabını veren katılımcıların açılım çizerken de aynı şekillere yer verdikleri görülmektedir.

Katılımcıların koniye dair imajlarını derinlemesine ortaya koyabilmek amacıyla “Yarıçapları aynı olmak üzere 120 derecelik ve 150 derecelik merkez açılarına sahip iki daire dilimini yan yüz kabul eden iki farklı konide farklı değerler neler olabilir?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: (Çizdiği daire dilimlerine bakarak) Bunun çevresi daha büyük olduğu için (daire diliminin yay uzunluğunu kastederek) bu daha büyük bir koni olmalı yani şöyle bunun çevresi koninin tabanını oluşturan dairenin çevresiyle eşit olacak eğer bu çevre daha büyükse tabandaki daire daha büyük bir koni tabanı oluşturacak.*
- *Nermin: Taban yarıçapları farklıdır, hacmi büyür.*
- *Rabia: Şurası farklı olur (daire diliminin yay uzunluğunu göstererek) o zaman dairenin çevresi de farklı olur. Koninin hacmi ve alanı büyür.*
- *Fatma: Tabanları farklı olur zaten çember olur ama çevresi farklı olur. Koninin açısı farklı olduğu için daha geniş bir koni olur. Hacim olarak daha büyük olur.*
- *Aslı: Tabandaki çemberin yarıçapı farklı olur başka olmaz.*
- *Ahmet: Dairenin kapladığı alan belli bir oranda azalacaktır böylelikle alttaki taban küçülecektir. Taban alanı küçüldüğü için hacimde bir değişiklik olacaktır alanda bir değişiklik olacaktır. Yanal alanda değişiklik olacaktır.*

Yanıtlara göre öğretmen adayları konide yan yüzeyleri oluşturan daire diliminin merkez açısıyla ilk olarak tabanın yarıçapını ve çevresini bağlantılı görmektedirler. Tabandaki değişime bağlı olarak ikinci aşamada hacim ve alan gibi değişkenlerle ilişki kurmuşlardır. Bunlar dışında herhangi bir değişkeni yan yüzeyi oluşturan daire diliminin merkez açısıyla ilişkilendiren olmamıştır.

Öğretmen adaylarının koninin hacmi ile ilgili imajlarını incelemek amacıyla “Koninin hacmini nasıl hesaplıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir verilen yanıtlar ve oluşan kategoriler şöyledir:

Tablo 9. Öğretmen adaylarının koninin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Genelleştirme	<ul style="list-style-type: none"> • (Çizdiği koni modeline bakar) tabandaki dairenin alanını buluyoruz yükseklikle çarpıyoruz bunu da üçe bölüyoruz. (Aylin) • Bir bölü 3 çarpı taban alanı çarpı yükseklik. (Fatma) • Taban alanı çarpı yüksekliğin üçte biri şeklinde bulunur. Bunu nedeni de silindirin içerisinde üç adet koni olduğu bilindiği içindir. (Ahmet)
Silindirle Karıştırma	<ul style="list-style-type: none"> • (Çizdiği modele bakarak) taban alanı çarpı yüksekliktir. (Aslı)
Formülle İfade Etme	<ul style="list-style-type: none"> • (Koni modeline bakarak) $\pi r^2 h$ bölü üç. (Nermin)
Yükseklik-Ana doğru karıştırma	<ul style="list-style-type: none"> • Taban alanının çarpı şurası yanal yüzeyi oluşturan dairenin yarıçapı (koninin ana doğrusunu kastediyor). (Rabia)

Tablo 9 İncelendiğinde Öğretmen adaylarının konin hacim hesabı için verdikleri yanıtların 4 kategoride toplandığı görülmektedir. Katılımcıların yarısının hacmi genelleştirilmiş bir şekilde ifade ettikleri görülmektedir. Bir katılımcı da formül yardımıyla ifade etmiştir.

Koni hacim hesabında ortaya çıkan iki yanlış göze çarpmaktadır. Bunlardan ilki Aslı kod isimli katılımcı tarafından koninin hacim hesabı silindirle karıştırılarak gerçekleştirilmiştir. Diğerisi ise Rabia kod isimli katılımcının koninin yüksekliği yerine ana doğrusunda hacim hesabına kullanmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu iki katılımcının koninin hacim hesabında yanlış imajlara sahip oldukları söylenebilir.

Öğretmen adaylarının koninin yüzey alanı ile ilgili imajlarını ortaya çıkarma amacıyla “Koninin yüzey alanını nasıl hesaplıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar tablo 10’daki gibidir.

Tablo 10. Öğretmen adaylarının koninin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Yüzeyler toplamı	<ul style="list-style-type: none"> • Tabandaki dairenin alanı ve bunu çevreleyen daire diliminin alanı toplanır. (Aylin) • Dairenin alanı ve daire diliminin alanının toplamıdır. (Rabia) • Zaten açılımında daire dilimi oluşur demiştik o daire dilimine göre buluyoruz. Onun alanı ile dairenin alanını topluyoruz. (Fatma) • Tabandaki dairenin alanı artı yanal yüzeydeki yarım dairenin alanı toplamıdır. (Ahmet)
Formülle	<ul style="list-style-type: none"> • πr^2 kare artı $\pi r l$ deriz. (Aslı)
Yanal alanla karıştırma	<ul style="list-style-type: none"> • Mesela şurası l olsa (koninin ana doğrusunu kastediyor) $\pi r l$ ile hesapladığımız alan. (Nermin)

Tablo incelendiğinde katılımcıların koninin yüzey alanı hesabı için verdikleri yanıtların 3 kategoriye ayrıldığı görülmektedir. Katılımcıların büyük oranda koninin alan hesabını modelden bağımsız olarak genel ifadelerle açıkladığı, bir katılımcının ise formül kullandığı görülmektedir. Nermin kod isimli katılımcı ise diğer cisimlerde de karşılaşıldığı gibi yüzey alanı hesabını yanal alan ile karıştırmıştır.

4.1.4. Silindir Kavram İmajı

Öğretmen adaylarının silindir kavramını nasıl tanımladıklarını belirlemek amacıyla “Silindiri nasıl tanımlarsınız? Silindir denildiğinde aklınıza ne geliyor?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Öğretmen adaylarının silindir kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Geometrik Modelleme	<ul style="list-style-type: none"> • Alt ve üst tabanları daire (model çizerek) bunların kapalı bir şekil oluşturmasıyla elde edilir. (Aylin) • (Yatık bir silindir modeli çizer) Yanları daireden oluşan bir şekil şöyle. (Nermin)
Özel Model Tanımlama	<ul style="list-style-type: none"> • İki tabanı da dairedir ve bu dairelerin tüm noktaları karşılıklı eşleşecek. (Rabia) • Altı üstü daire olan bu dairelerin her noktada birleşmesiyle oluşan katı cisimdir. (Fatma) • İki çemberin her noktasından birleştirilmesi ile oluşan bir cisimdir. (Aslı)
Cismin Özelliklerini Söyleme/Tasvir Etme	<ul style="list-style-type: none"> • Taban ve tavan yüzeyleri daire şeklinde olan hacim olarak koninin 3 katı olan yan yüzeyi dikdörtgenel bölgeden oluşan üç boyutlu cisimdir. (Ahmet)

Katılımcıların silindire dair tanımları 3 kategoride toplanmıştır. Katılımcıların ikisi modelleme yoluna giderken bir katılımcı silindiri dik dairesel silindir üzerinden tasvir ederek tanımlamıştır. Diğer katılımcıların ise silindir tanımını dairesel silindir özelinde yaptıkları görülmüştür.

Konide olduğu gibi silindirde de katılımcıları imajlarının dik dairesel silindir üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Silindiri tanımlamasını istediğimiz bütün katılımcılar farklı açılardan olsa da hep dik dairesel silindire odaklanmıştır.

Katılımcıların silindirin tabanları hakkında ne düşündüklerini anlayabilmek amacıyla “Silindirin tabanları hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların tamamı bu soruya “daire” yanıtını verirken araştırmacı “Daire dışında herhangi bir eğri olabilir mi?” sorusunu yöneltilmiştir ve yine katılımcıların hepsi daire dışında bir eğri ile silindir oluşturulamayacağını belirtmişlerdir. Kavramı tanımlarken karşılaşılanlara ek

olarak bu durum da katılımcıların zihninde dik dairesel silindir modelinin silindir kavramının yerini aldığını göstermektedir.

Silindir kavram imajını daha etraflıca inceleyebilmek amacıyla katılımcılara “Silindirin yan yüzeyi hakkında ne söylersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Dikdörtgendir.*
- *Nermin: Dikdörtgen gibi bir şey (tereddütlü). Evet dikdörtgendir.*
- *Rabia: Dikdörtgenden oluşur.*
- *Fatma: Dikdörtgenden oluşur.*
- *Aslı: Bir karenin silindirin çevresinde sarılmasıyla oluşur kare ya da dikdörtgen olabilir.*
- *Ahmet: Dikdörtgen.*

Görüldüğü gibi katılımcıların tamamı silindirin yan yüzeylerinin dikdörtgenden oluştuğunu düşünmektedir. Bunun üzerine araştırmacı “Bu dikdörtgenin belirli özellikleri var mıdır?” sorusunu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir.

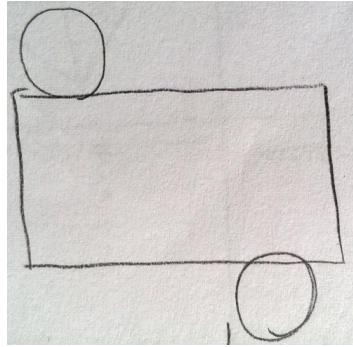
- *Aylin: (Bir silindir açılımı çizer) buradaki dikdörtgenin uzun kenarı bu dairenin yarıçapı kadar olacak diğer kenarı da silindirin yüksekliği kadar yani h kadar olacak.*
- *Nermin: Bilemeyeceğim.*
- *Rabia: Dairenin çevresi ile bir kenarı eşittir (düşünür). Diğer kenarın bir özelliği yok.*
- *Fatma: Bir kenarı çemberin çevresine eşit, iki çember arasındaki de yüksekliğe eşittir.*
- *Aslı: Uzun olan tabanın çevresine diğeri de yüksekliğe eşit olmalı.*
- *Ahmet: Tabanın çevresi dikdörtgenin alt kenar uzunluğuna eşit olur. Çevresini tamamen kapladığı için dikdörtgenin alt tabanı dairenin çevresine eşit olur. Diğer kenar yüksekliktir, duruma göre değişkenlik gösterebilir. Tabana bağlı değildir.*

Öğretmen adaylarının büyük oranda silindirin yan yüzünü oluşturduğunu belirttikleri dikdörtgenin kenar özelliklerini doğru tespit ettikleri söylenebilir. Sadece Nermin kod isimli katılımcı herhangi bir yorum yapmamıştır. Rabia kod isimli katılımcının ise

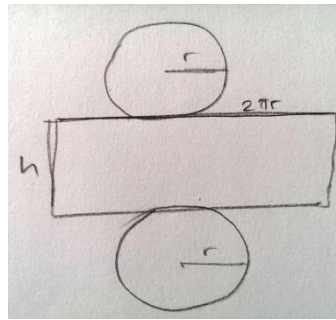
silindirin yan yüzünü oluşturduğunu belirttiği dikdörtgenin tabana denk gelen kenarı dışındaki kenarlar hakkında yorum yapmadığı görülmektedir.

Silindirin yan yüzü ile ilgili dikkat çekici bir durum bazı katılımcıların soruyu yanıtlamadan önce dairesel silindir açılımı çizmeleri olmuştur. Burada silindirin yan yüz imajının açılımla bağlantılı oluşturulduğu söylenebilir.

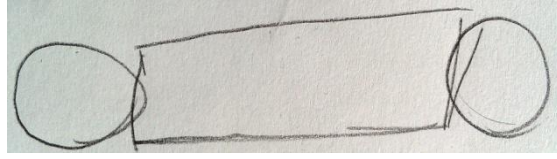
Önemli bir diğer nokta ise katılımcılar genel olarak dik dairesel silindirin taban çevresiyle eşit olan yan yüz kenarının dikdörtgenin uzun kenarı olarak belirleme eğiliminde olduklarıdır. Bu durum dairesel silindir açılımı modellerinde de kendini göstermiştir. Katılımcılar açılımları genellikle dairenin temas ettiği kenar dikdörtgenin uzun kenarı olacak şekilde çizmektedir. Bu hal üzerinde katılımcıların önceki öğrenim yaşamlarında tek tip silindir açılımı modeli ile karşılaşmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Sadece bir katılımcı buna muhalif bir çizim yapmıştır. Öğretmen adaylarının oluşturduğu silindir açılımlarından bazıları aşağıda verilmiştir.



Şekil 61. Rabia kod isimli katılımcının çizdiği silindir açılımı



Şekil 62. Aylin kod isimli katılımcının çizdiği silindir açılımı



Şekil 63. Nermin kod isimli katılımcının çizdiği silindir açılımı

Öğretmen adaylarının silindirin hacmi ile ilgili imajlarını incelemek amacıyla “Silindirin hacmini nasıl hesaplıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir verilen yanıtlar ve oluşan kategoriler şöyledir:

Tablo 12. Öğretmen adaylarının silindirin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Genelleştirme	<ul style="list-style-type: none"> • Taban alanını buluyoruz yükseklikle çarpıyoruz. (Aylin) • Taban alanı çarpı yükseklik. (Fatma) • Taban alanı çarpı yükseklik. (Aslı) • Taban alanı çarpı yükseklik. (Ahmet)
Formülle İfade Etme	<ul style="list-style-type: none"> • $\pi r^2 \cdot h$. (Nermin)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> • İki tane taban alanı çarpı h. (Rabia)

Tablo 12 İncelendiğinde katılımcıların silindirin hacim hesabı için verdikleri yanıtların 3 kategoride toplandığı görülmektedir. Önceki cisimlerde olduğu gibi silindirde de öğretmen adayları çoğunlukla genelleştirilmiş bir hacim ifadesi kullanmışlardır. Nermin kod isimli katılımcı hacmi formülle ifade etmiştir. Dairesel silindir etkisi bu noktada hacim hesabında da kendini göstermiş formülde taban alanı dairenin alanı olarak alınmıştır.

Rabia kod isimli katılımcının prizmalarda olduğu gibi silindirde de hacim hesabında taban alanı olarak her iki tabanın alanlarını topladığı ve bu noktada aynı yanılığa sahip olduğu görülmüştür.

Öğretmen adaylarının silindirin yüzey alanı ile ilgili imajlarını ortaya çıkarma amacıyla “Silindirin yüzey alanını nasıl hesaplırsınız?” sorusu yöneltlmıştır. Alınan yanıtlar tablo 13’teki gibidir.

Tablo 13. Öğretmen adaylarının silindirin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Yüzeyler toplamı	<ul style="list-style-type: none"> • Karşılıklı iki dairenin alanı ve bu dikdörtgenin alanı toplanır. (Aylin) • İki tane dairenin alanı ve dikdörtgenin alanıdır. (Rabia) • En kolayı o zaten taban çevresi çarpı yükseklik yanıl alan iki de taban alanını topluyoruz. (Fatma) • İki eş dairenin alanı artı yanıl yüzeydeki dikdörtgenin alanı. (Ahmet)
Formülle	<ul style="list-style-type: none"> • İki taban alanının bir yanılana eklenmesiyle bulunur. $2\pi r^2$ ama yanıl yüzeyi nasıl formülünü bilemedim. (Aslı)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> • (Silindir modeline bakar) dikdörtgenin dönmesiyle oluşuyordu dikdörtgenin iki kenarının çarpımıyla bulunur. (Nermin)

Tablo incelendiğinde katılımcıların silindirin yüzey alanı hesabı için verdikleri yanıtların 3 kategoriye ayrıldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının büyük oranda silindirin alan hesabını genel ifadelerle açıkladığı görülmüştür. Katılımcıların çoğunun silindirin alanını açık hali üzerinden ifade etmeye çalıştıkları söylenebilir. Aslı kod isimli katılımcının ise silindirin alan hesabında formül

odaklı bir imaja sahip olduğu söylenebilir. Katılımcı alan hesabını formülleştirmeye çalışmış fakat yanal alanı formülle ifade edememiştir.

Nermin kod isimli katılımcının ise geçerli bir yanıt veremediği ve yeterli bir alan imajına sahip olmadığı söylenebilir.

4.1.5. Küre Kavram İmajı

Öğretmen adaylarının küre kavramını nasıl tanımladıklarını belirlemek amacıyla “Küre nasıl tanımlarsınız? Küre denildiğinde aklınıza ne geliyor?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuş ve sonuçlar tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Öğretmen adaylarının küre kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Somut Örnek Verme	<ul style="list-style-type: none"> • Top düşünebiliriz. Topa benzer. (Aylin)
Geometrik Modelleme	<ul style="list-style-type: none"> • (Küre modeli çizer) yarıçapa sahip dairenin 360 derece döndürülmesiyle oluşan cisimdir. (Nermin)
Dönel Cisim	<ul style="list-style-type: none"> • Herhangi bir dairenin belli bir x ya da y koordinatında 360 derece döndürülmesi ile elde edilen 3 boyutlu cisimdir. Belirli hacmi ve alanı vardır. (Ahmet)
Çemberle İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> • İçi dolu çemberlerden oluşmuş yapı. Yani bir sürü çemberden oluşan 3 boyutlu bir cisim. (Fatma)
Özelliklerini Söyleme/Tasvir Etme	<ul style="list-style-type: none"> • Belirli bir hacme sahip cisim (düşünür ifade etmekte zorlanıyor) yarıçapı olan ve o yarıçap doğrultusunda her yönden sarılan cisimdir. Bir yarıçapı ve hacmi olan cisim. (Aslı)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> • (Düşünür) biliyorum ama ifade edemeyeceğim. (Rabia)

Tablo 14'e göre kürenin tanımı için öğretmen adaylarının cevaplarıyla 6 ayrı kategori oluşturulmuştur. Her katılımcının küreyi farklı şekilde ifade ettiği görülmektedir.

Küre tanımı itibariyle düzlemsel şekillerden çembere benzemesi dolayısıyla genellikle kolay tanımlanabilen bir cisim olmuştur fakat görüşmeye katılan öğretmen adaylarının hiçbirinin kürenin formal tanımını yapamamış olması dikkat çekicidir.

Tablo 15. Öğretmen adaylarının kürenin hacmi ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Formülle	<ul style="list-style-type: none"> • 4 bölü 3 pi r küp ile hesaplıyorduk (Aylin) • 4 bölü 3 pi r küp (Nermin) • 4 bölü 3 pi r küptü. (Rabia) • 4 bölü 3 pi r küp (Fatma) • 4 bölü 3 pi r küp (Aslı) • 4 bölü 3 pi r küp ile hesaplanır.(Ahmet)

Öğretmen adaylarının kürenin hacmi ile ilgili imajlarını incelemek amacıyla “Kürenin hacmini nasıl hesaplıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir katılımcıların tamamının 4 bölü 3 pi r küp formülünü kullandıkları görülmüştür. Katılımcıların tamamı kürenin hacmini formülle hesaplayabileceklerini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının kürenin yüzey alanı ile ilgili imajlarını ortaya çıkarma amacıyla “Kürenin yüzey alanını nasıl hesaplıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar tablo 16'daki gibidir.

Tablo 16. Öğretmen adaylarının kürenin yüzey alanı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Genelleştirme	<ul style="list-style-type: none"> Bir tane dairenin alanını buluyoruz 4 ile çarpıyoruz. (Fatma)
Formülle	<ul style="list-style-type: none"> 4 pi r kare (Rabia) Kürenin yüzey alanını herhangi bir şekilde ifade edemediğimiz için (kare dikdörtgen gibi çokgen olmamasını kastediyor) sadece 4 pi r kare ile ifade edebiliyoruz. Yüzey alanını bulurken döndürdüğümüz dairenin alanı pi r kare ama bunu bir şeylerle çarpıyorduk ama ne yapıyorduk hatırlamıyorum sanırım. pi r kare kadar değil çünkü o dairenin alanı olur kürede başka bir şey yapıyoruz ama hatırlamıyorum. (Aylin)
Diğer	<ul style="list-style-type: none"> Bilmiyorum (Aslı) Bilmiyorum. (Nermin)

Tablo incelendiğinde katılımcıların kürenin yüzey alanı hesabı için verdikleri yanıtların 3 kategoriye ayrıldığı görülmektedir. Kürenin alan hesabı hacminde olduğu gibi genel olarak formülle ifade edilmiştir.

Öğrenciler çoğu kez çevre, alan ve hacim formüllerini ezberlemekte, bunların kavramsal boyutunu bilmemektedirler (Altun 1998). Kürenin hacim formülü kolay öğrenilse de alan formülünün kolay öğrenilememesi dikkat çekicidir. Bu durum katılımcıların geçmiş öğrenim yaşantılarında kürede alanı ölçüsel olarak hacme göre daha az kullanma ihtiyacı hissetmelerinde ileri gelebilir.

Küre kavramının diğer cisimlerden farklı olan yapısı dolayısıyla katılımcıların formül söyleme haricinde alternatif bir yol üretmedikleri görülmektedir. Bunun nedeni Ahmet kod isimli katılımcının yanıtında belirtilmektedir. Katılımcılar kürenin yüzey alanını

diğer cisimlerde olduğu gibi bildikleri düzlemsel şekiller yardımıyla ifade edemeyeceklerini düşündüklerinden formül ezberlemek zorunda kalmışlardır.

Kürenin yüzey alanını düzlemsel bir formda ifade etme isteği Fatma ve Aylin kod isimli öğretmen adaylarının yanıtlarında ortaya çıkmıştır. Katılımcılar kürenin alanını daire ile ilişkilendirerek açıklamaya çalışmışlardır.

4.1.6. Arakesit Kavram İmajı

Öğretmen adaylarının arakesit kavramını zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarını açığa çıkarabilmek amacıyla katılımcılara “Arakesit kavramını nasıl tanımlarsınız?” sorusu yöneltilmiştir yanıtlar şöyledir.

Tablo 17. Öğretmen adaylarının arakesit kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Düzlem	<ul style="list-style-type: none"> Mesela bir kare prizma düşünelim (eliyle canlandırarak) prizmayı bu şekilde (yukarıdan aşağı) tam olarak kesen bir düzlemdir. (Aylin) Şekli şu şekilde (yukarıdan aşağı eliyle tarif eder) bölün şekle arakesit denir. (Nermin) Bir prizmayı istediğimiz bir yerinden herhangi bir şekilde şöyle (çizdiği kare prizma modeli üzerinde dikey bir kesit çizerek) kesmek düzlemlerle ortasından bölmek gibi. (Fatma)
Oluşan Yüzey	<ul style="list-style-type: none"> Mesela kesiyoruz işte kare prizmayı kestiğimizde oluşan o yüzeydir. (Rabia) Küreyi düşünersek bir noktadan kesilince orda oluşan çember arakesit oluyor. (Aslı) Belirli bir cismin tabanıyla tavan arasında dik konumda bir yüzey belirlenmesidir. (Ahmet)

Katılımcıların arakesit hakkındaki düşünceleri incelendiğinde iki kategori oluştuğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının tamamı arakesit denildiğinde bir katı cismin bir düzlemlle olan arakesiti üzerinden tanım üretmişlerdir. Bu tanımların yarısı arakesitte düzlemi odağa alırken yarısı ise kesit sonrası oluşan yüzeye yoğunlaşmıştır.

Mülakat süresince arakesit kavramında katılımcıların çoğunlukla yatay ve dikey kesitlere odaklandıkları görülmüştür. Farklı açılarda oluşturulacak kesitleri nadir kullandıkları söylenebilir.

Katılımcıların cisim odaklı olarak arakesiti nasıl yapılandırdıklarının belirlenmesi amacıyla prizma, piramit, koni, silindir ve kürenin arakesitleri hakkında ne düşündükleri sorulmuştur. Katılımcıların tamamı yatay ve dikey kesitlerden bahsetmiştir.

Genel olarak prizma, piramit, koni ve silindirde yatay kesitlerde tabanla doğru ilişki kurulabildiği görülmüştür. Katılımcılar yatay kesitlerde prizma ve silindirde taban eş piramit ve konide ise benzer şekillerin oluşacağını belirtmişlerdir. Dikey kesitlerde ise katılımcıların genel olarak cisimlerin yanal yüzeyleri üzerinden yorum yaptıkları ve doğru imajlar oluşturdukları söylenebilir.

Öğretmen adaylarının uzamsal düşünme kabiliyetlerine bağlı olarak arakesit kavram imajlarına farklı bir açıdan bakma adına katılımcılara “Bir küp bir düzlemlle kesildiğinde kesit alanı altıgen olabilir mi?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: (Düşünür) olamaz. Onu yapmak için düz ya da yatay değil eğik kesmek gerekir. Eğer bir küpü eğik kesersek eğik bir kare elde ederiz altıgen oluşmaz.*
- *Nermin: Hayır olmaz. Kare olur hep*
- *Rabia: (Bir küp çizer) olur bence. (Şekil üzerinde düşünür kafasında canlandırmaya çalışıyor) yatay ve dikey kesmeyeceğiz çapraz kesmemiz gerekir.*
- *Fatma: Hayır olamaz.*
- *Aslı: Hayır olmaz. Bir dikdörtgen olur altıgen elde edemeyiz.*
- *Ahmet: Olmaz dik kesince kare, yan kesince kare, çapraz kesince kare ya da dikdörtgen çıkar.*

Katılımcılar genel olarak küpün bir düzlemlle kesilmesi sonucu altıgen elde edilemeyeceğini düşünmektedir. Katılımcıların ilk etapta yatay ve dikey kesitleri

düşündükleri, sonrasında ise bazı katılımcıların çapraz kesit almaya çalıştıkları görülmektedir. Buradan öğretmen adaylarının arakesit imajlarının yatay ve dikey kesit odaklı olduğu söylenebilir.

Yatay ve dikey kesit haricinde çapraz kesit alan katılımcıların ise bu kesiti küpün cisim köşegeni üzerinden tarif ettikleri görülmüştür. Katılımcılar küpün herhangi bir noktasından farklı açılarla alınabilecek bir kesiti zihinlerinde oluşturamamışlardır.

Katılımcıların arakesit imajlarını daha kapsamlı ortaya koyabilmek amacıyla son olarak “Bir silindirin bir düzlemlle arakesiti elips olabilir mi?” sorusuna yanıt aranmıştır. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Olabilir hayır olamaz (düşünür) olabilir galiba çapraz şekilde kesersek (eliyle canlandırır) elips oluşur.*
- *Nermin: Hayır olamaz. Daire çıkar.*
- *Rabia: Olmaz.*
- *Fatma: Olmaz çünkü tabanı dairedir.*
- *Aslı: Yok hayır.*
- *Ahmet: Olur belirli açıyla çapraz kesilince olur.*

Verilen yanıtlar incelendiğinde yine baskın olarak yatay kesite odaklanıldığı görülmektedir. Katılımcılar silindir ve koniyi tabanın daire olması gerektiği şekilde kavramsallaştırdıkları için bu cisimlerin bir düzlemlle yatay kesitinin daima daire olacağını düşünmüşler. Sadece iki katılımcı farklı bir açıyla kesilince elips elde edilebileceğini belirtmiştir. Bu noktada Aylin ve Ahmet kod isimli katılımcıların daha kapsamlı bir arakesit imajına sahip oldukları söylenebilir.

4.1.7. Ayırıt Kavram İmajı

Katılımcıların ayırıtı nasıl tanımladıklarını ortaya çıkarmaya yönelik olan “Ayırıt kavramından ne anlıyorsunuz? Açıklar mısınız?” sorusuna verilen yanıtlar tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Öğretmen adaylarının ayırıt kavramı ile ilgili soruya verdikleri cevapların analizi

Kategoriler	Katılımcı Cevapları
Model Üzerinde Gösterme	<ul style="list-style-type: none"> • (Model üzerinde göstererek) mesela bu prizmanın şuralarına ayırıt diyoruz. (Aylin)
Kenar	<ul style="list-style-type: none"> • Kenardır. (Nermin) • Kenardır. (Rabia) • Mesela kareyi düşünelim karenin köşelerini birbirine bağlayan doğru parçasına ayırıt diyoruz. (Fatma) • Kenardır. (Aslı)
Uzunluk	<ul style="list-style-type: none"> • Herhangi bir prizma ya da piramidin herhangi bir uzunluğudur. (Ahmet)

Öğretmen adaylarının ayırıt kavramını düzlemsel şekillerdeki kenar kavramıyla açıkladıkları görülmektedir. Bir kavrama ait imaj tanım yoluyla şekillenebileceği gibi şekiller de imajı oluşturabilir. Bu bağlamda katılımcıların ayırıt imajlarının tanımın dışında şekillendiği görülmektedir. Model eksenli olarak şekillenen ayırıt imajında düzlemsel şekillere ait olan kenar kavramının etkisi görülmektedir.

Katılımcıların bir cisimdeki ayırıt sayısını nasıl saydıklarının belirlenmesi amacıyla öğretmen adaylarından altıgen prizmanın ayırıtlarını saymaları istenmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: Taban altıgen tepesinde de altıgen var ve altı tane kenarı olduğu için bunları da birleştiren altı tane ayırıt olacak (model çizerek saydı) altı ayırıt orada var altı ayırıt üstte altı da altta var 18 ayırıt*
- *Nermin: Formülü var mıydı? (Düşünür) açık şekilde sayardım direk.... Altı ayırıtı var kenarlarda (hayal ederek) üst ve altta var on sekiz tanedir.*
- *Rabia: Köşelerinden sayarım. Tabanlar 6, 6 yanlar 6 18 ayırıt vardır.*
- *Fatma: (Hayal ederek) 6 altta 6 da üstte vardır önce alt ve üstte bakarım sonra altı kenar olduğu için yan yüzeyde de 6 ayırıt oluşuyor toplam 18 tane.*
- *Aslı: Tabanları düşünürsek 6 altta 6 üstte ayırıt vardır ayrıca bunları birleştiren 6 ayırıt vardır 18 tane.*

- *Ahmet: Altı köşeli tabanda 6 tane ayrıtı var bu prizmanın aynı zamanda bir de tavandaki yüzeyi vardır 6 ayrıtı tabanda 6 ayrıtı tavanda toplam 12 taban ve tavana ait ayrıtı vardır. Bunları haricinde altıgenlerin köşelerini birleştiren altı tane de yan al ayrıtı vardır toplamda 18 tane ayrıtı vardır.*

Katılımcıların yanıtları incelendiğinde bir katılımcının model oluşturarak ayrıtı sayısını model üzerinden saydığı, model oluşturmayan katılımcıların ise istenen şekli zihinlerinde canlandırma yoluna başvurdukları görülmüştür. Katılımcıların çoğu altıgen prizma modelini zihinlerinde canlandırarak önce tabanlardaki ayrıtlardan başlayıp sonra yan yüzeyleri ekleyerek sayma stratejisi geliştirmişlerdir.

Mariotti(1993)'e göre öğrenci cisim elinde olduğunda kolayca somut bir şekilde sayma yapabilir. Bunun dışında eğer cisim yoksa saymak oldukça zordur. “Şekiller az ya da çok belirli olabilirler fakat sayma işlemi süresince nesnelere nasıl algılandığı önemlidir. Bir nesnenin sayılması, şekil çok karmaşık olduğunda oldukça zordur (Mariotti,1993 Akt. Avgören 2011).” Dolayısıyla geometrik cisimler den en çok bilinen prizma ve piramitlerin ayrıtı ve yüzey sayıları rahatça söylenebilirken; daha az karşılaşılan prizma ve piramit çeşitleri için öğrenciler ya somut modele ihtiyaç duymakta- ki çevresinde öğrenci böyle bir model bulursa ona yönelmektedir- ya da cismin geometrik modellenmesini çizmektedir (Avgören 2011). Bu noktada elde edilen sonuç Mariotti (1993) ve Avgören (2011) tarafından elde edilen sonuçlarla tutarlıdır.

Nermin kod isimli katılımcının ilk etapta ayrıtı sayısı ile ilgili bir formül hatırlamaya çalıştığı görülmektedir. Aynı öğretmen adayının hacim ve alan gibi ölçüsel niteliklerde formül odaklı düşündüğü göz önüne alındığında bu durumun ayrıtı imajını da etkilediği söylenebilir.

Katılımcılar silindir ve konide ayrıtı olup olmadığı ile ilgili soru karşısında yanıt vermekte zorlanmışlardır. Katılımcılardan bu soruya ilişkin alınan yanıtlar şöyledir.

- *Aylin: Evet var şöyle biz bu şekle baktığımızda buraları düz görüyoruz ya düz gördüğümüz için bunlara ayrıtı deniyor (çizdiği koni modeline bakarak.... (Koninin ana doğrusunu ayrıtı olarak alıyor)*
- *Nermin: Bir iki tane var derim yani şuralar (koninin ana doğrularını kastediyor).*
- *Rabia: Yoktur.*
- *Fatma: Yoktur. Köşe yok ki ayrıtı olsun bence yoktur.*

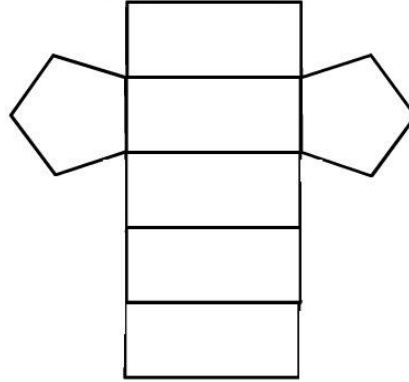
- *Aslı: Açtığımız zaman olur da yine de vardır. Mesela şu yan uzunluğu bir ayrıttır diyebiliriz (koninin ana doğrusunu kastediyor).*
- *Ahmet: Şekil açık haline getirildiğinde var ama kapalı durumda köşe olmayacağı için belli bir ayrıttan söz etmek mümkün değil. Açık halinde köşeler görüldüğü için ayrıttan bahsedebiliriz çünkü ayrit iki köşe arasındaki uzunluktur silindir ve konide köşe yok tabi konideki tepe noktasını saymazsak ama onun gidebileceği herhangi bir köşe olmadığından koninin kapalı durumunda bir ayrıttan söz edemiyoruz ama açık hale getirildiklerinde silindirde dikdörtgen çıkacağından orada 4 farklı ayritı görebiliyoruz.*

Yanıtlar incelendiğinde bir yanılığın söz konusu olduğu ortaya çıkmaktadır. Katılımcıların bazıları koninin ana doğrusunu ayrit olarak görmektedir. Bu durumun temel sebebinin üç boyutlu cisimlerin düzlemde modellenmesi sonucu ana doğrunun ayrit olarak görülmesi olduğu düşünülmektedir. Burada katılımcıların ayrit kavramına dair bilgilerinin bu konudaki teknik bir problemi çözmede yetersiz kaldığı söylenebilir.

Ayrit yoktur yanıtını veren katılımcıların ayrit kavramını köşe kavramıyla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Silindir ve konide köşe olmadığını düşündüklerinden ayrit da olamayacağını söylemişlerdir.

Ayrıca Ahmet kod isimli katılımcının yanıtı incelendiğinde ayrit kavramıyla ilgili bir yanılığın daha söz edilebilir. Ahmet kod isimli katılımcı cisimlerin açık ve kapalı halleri arasında ayrit sayılarının farklı olacağını vurgulamaktadır. Bu duruma ayrit kavram imajının düzlemsel şekillerdeki kenar kavramıyla oluşturulmuş olmasının neden olduğu düşünülmektedir. Bu yanılığın düzgün beşgen prizmanın açık hali verilerek ayrit sayısı istendiğinde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

Katılımcılara aşağıdaki düzgün beşgen prizmanın açık hali verilerek cismin kaç ayrita sahip olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir:



Şekil 64. Beşgen prizma açılımı

- *Aylin: 5 tane burada var 5 de burada var (tabanlar) bunları birleştiren köşe sayısı kadar yani 5 tane olacak 15 tanedir.*
- *Nermin: 20 teker teker hepsini saydım. (Düşünür) ama bunlar birbiriyle birleşiyor dimi... (şeklin açık hali üzerinden hangi kenarların birleşeceğini düşünerek sayıyor) yok hesaplayamadım. Önce tek tek hesaplamayı düşündüm ama kapatınca üst üste gelenler olacak ama şekli kapatamadım şu an 5 aşağıda olacak 5 yukarda yanlarda da 5 tane olacak sanırım evet 15 tane oluyor.*
- *Rabia: Kenarları sayarım. 24 tanedir.*
- *Fatma: Tek tek sayarım. 24 ayrıtı vardır.*
- *Aslı: Açık şekildeki bütün kenarları sayarım 24 tane var.*
- *Ahmet: İlk başta tabanlardan başlarım tabanda 5 ayrıtı var tavanda da 5 ayrıtı olur. Yan yüzeylere geçecek olursak 5 tane dikdörtgensel bölgesi var bunun da toplam 20 tane ayrıtı var ama bazıları birbirine denk gelecek. Tabandan 5 tavandan 5 sadece yandan da 5 tane 15 tane ayrıtı vardır. Açık şeklini düşünürsek sayabildiğimiz kadar olur kapalı halinde ise taban ayrıtlar ve yan yüzeyin taban tarafındaki ayrıtlarına denk geleceği için onları bir kabul ederiz.*

Diyaloglarda görüldüğü gibi bazı katılımcıların ayrıtı kenar gibi düşünmesiyle bir cismin açık ve kapalı halinin ayrıtı sayısının farklı olacağı yanlışlığı ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle ayrıtı imajının kavram tanımı baz alınarak oluşturulmadığı söylenebilir.

4.1.8. Eğik Katı Cisim İmajı

Öğretmen adaylarının eğik katı cisimler hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan “Eğik katı cisim dendiğinde ne anlıyorsunuz?” sorusuna verilen yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Katı cisim belirli bir açı yapmış eğilmiştir.*
- *Nermin: Yere herhangi bir açıyla yatırılmış şekildir.*
- *Rabia: Belli bir açıyla eğilmiş katı cisim yani kenarları paralel yine tabanları var dik değil ama belirli açıyla yatırılmış.*
- *Fatma: Katı cisimlerin belirli açıyla yatırıyoruz eğik katı cisim oluyor.*
- *Aslı: (Şekil çizer) şöyle mesela bir koni düşünürsek yüksekliğin taban dik değil farklı bir açıyla gelmiş olması lazım eğik olabilmesi için.*
- *Ahmet: Piramitte bahsetmiştim piramidin tepesinin taban merkezine denk gelmediği durumlarda tepe noktası cismin dışında kaldığında eğik bir piramit olur.*

Verilen yanıtlara göre katılımcıların eğik katı cisimlerde cismin tabanla yaptığı açığı ve yüksekliğin taban merkezine göre konumunu ayırt edici özellik olarak belirledikleri söylenebilir.

Eğik katı cisimlerde yükseklik kavramının oluşumu hakkında katılımcıların düşüncelerini belirlemek amacıyla bazı katılımcılardan eğik katı cismin yüksekliğini belirlemesi istenmiştir. Katılımcılar genelde eğik çizimi kolay olduğu düşüncesiyle eğik piramit üzerinde cismin dışında kalacak şekilde yüksekliği oluşturmuşlardır.

Katılımcıların eğik katı cisimlerde hacim kavramı ile ilgili imajlarını belirlemek amacıyla “Bir dik prizma herhangi bir ayırıt uzunluğu değiştirilmeden yer düzlemiyle belirli bir açı yapacak şekilde eğilirse hacmi nasıl değişir?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlar şöyledir:

- *Aylin: Azalır çünkü yüksekliği değişiyor. (Model çizerek yüksekliğin azaldığını gösterir)*
- *Nermin: Kapladığı yer değişmez hacimleri aynıdır.*
- *Rabia: Azalır yükseklik azaldığı için. (Eğik prizmanın yüksekliğini dışarıda çizerek gösterir)*

- *Fatma: Yüksekliğe göre değişir taban alanı değişmeyecek yükseklik açığa göre azalır dolayısıyla hacim azalır.*
- *Aslı: Azalır çünkü yükseklik değişir küçüleceği için hacim değişir (tereddütlü) gerçi cisim aynı cisim ama eğdiğimizde değişmesi lazım gibi... evet değişir.*
- *Ahmet: Hacim 3 boyutun çarpımıdır tabandaki iki boyut sabit kalır eğilen açığa göre üçüncü boyut olan yükseklik değişeceği için hacmi de etkiler azalır.*

Yanıtlar incelendiğinde katılımcıların çoğunun eğik katı cisimlerin hacmi ve yüksekliği arasında doğru aktarım yapabildiği görülmüştür. Cisim eğildiğinde yükseklikteki azalışa bağlı olarak hacmin de azalacağını belirtmişlerdir. Sadece Nermin kod isimli katılımcı hacmin değişmeyeceğini söylemiştir katılımcının eğik katı cisimlerde hacim-yükseklik ilişkisini doğru yapılandıramadığı düşünülmüştür.

4.1.9. Kavram İmajlarının Öğretimsel Açıdan Değerlendirilmesi

Öğretmen adaylarının herhangi bir cismi tanımlarken pedagojik açıdan sergileyecekleri yaklaşım tarzları da kavram imajı kapsamında değerlendirilebilir. Bu doğrultuda katılımcıların prizma kavramını farklı gruplara nasıl tanımlayacaklarını, tanımlar arasında farklılık olup olmayacağını belirlemek amacıyla “Prizma kavramını ilköğretim öğrencisine, lise öğrencisine, sınıf arkadaşınıza ve hocanıza nasıl tanımlardınız?” sorusu yöneltilmiştir katılımcıların yanıtları şöyledir:

İlköğretim öğrencisi için yapılan tanımlar

- *Aylin: Mesela dikdörtgenler prizmasını anlatırken ona bir kibrit kutusunu örnek veririm kibrit kutusunun tabanı ve yanları dikdörtgen derim.*
- *Nermin: İlköğretim öğrencisine maket götürürüm.*
- *Rabia: Önce gösteririm somut olarak yani o şekilde anlatmaya çalışırım.*
- *Fatma: İlköğretim Öğrencisine: Somut nesnelere göstermemiz lazım kendimiz küp falan yaparsak ancak o şekilde öğrenir.*
- *Aslı: Beyninde oluşması için cismi göstererek anlatmak daha doğru olur.*
- *Ahmet: Kırtasiyeden bir silgi alırım en basitinden öğrencinin önüne bırakırım şekilde gördüklerini sorurum onu somut şekil üzerinden anlatmaya çalışırım.*

Lise öğrencisi için yapılan tanımlar

- *Aylin: Lise öğrencisine direk şekille anlatırım çizerek.*
- *Nermin: Şekille göstermeye çalışırım taban alanı yüksekliği vardı derim hepsi 3 boyutlu derim.*
- *Rabia: Tanım kullanırdım. Mesela birbirine paralel ve eş yüzeylerin köşelerinin birleştirilmesiyle oluşan cisimdir derim.*
- *Fatma: Lise öğrencisi anlar tahtaya çizerim.*
- *Aslı: İki düzgün şeklin köşe noktalarından birleştirilmesiyle oluşan cisimdir.*
- *Ahmet: Somut şekle lise öğrencisinde gerek duymam sadece tahtada çizerek ilköğretimdeki bilgilerinden esinlenerek anlatırım.*

Sınıf arkadaşı için yapılan tanımlar

- *Aylin: Dikdörtgenler prizması karşılıklı kenarları dikdörtgen belirli bir yüksekliği olan bir alana ve hacme sahip kapalı şekildir derim.*
- *Nermin: Boşlukta yer kaplayan taban alanına ve yüksekliğe sahip 3 boyutlu şekildir.*
- *Rabia: Tabanları aynı köşelerini birleştir derim.*
- *Fatma: Arkadaşıma çizerek anlatırım.*
- *Aslı: Aynı şekilde tanımlarım iki düzgün şeklin köşe noktalarından birleştirilmesiyle oluşan cisimdir.*
- *Ahmet: Sınıf arkadaşşıma prizmanın sadece formülden ibaret olduğunu daha soyut olarak hani prizmanın şeklini düşünmeden sorularda formül isteniyorsa formüle göre şekil isteniyorsa ona göre anlatırım.*

Öğretim üyesi için yapılan tanımlar

- *Aylin: Mesela dikdörtgen prizma için tabanları dikdörtgen olan kapalı bir şekildir diye tanımlarım.*
- *Nermin: Taban alanı var yüksekliği var boşlukta yer kaplar 3 boyutludur bu şekilde tanımlarım.*
- *Rabia: Mesela birbirine eş yüzeylerin köşelerinin birleştirilmesiyle oluşan cisimdir derdim.*
- *Fatma: Hocama kare prizmayı tanımlayım derim alt ve üst taban kare olmak üzere buları birleştirdiğimizde oluşan şekildir derim.*

- *Aslı: Düzgün çokgenin köşe noktalarından karşılıklı olarak birleştirilmesiyle oluşur.*
- *Ahmet: Belirli bir taban ve tavan alanına sahip olan taban ve tavan yüzeyleri birbirine paralel ve bu paralel yüzeylerin köşelerinin birbirine ayrıtlarla bağlandığı uzayda belirli bir yer kaplayan 3 boyutlu cisimlere prizma denir.*

Yanıtlar incelendiğinde öğretmen adaylarının ilköğretim seviyesinde somut örneklerle yöneldikleri görülmektedir. Lise seviyesinde şeklin düzlemde modellenmesinin yeterli olacağını düşünen katılımcılar, yüksek öğrenim seviyesinde daha çok modelden bağımsız yanıtlar vermişlerdir.

İlköğretim seviyesinden akademik seviyeye doğru yanıtların genel olarak daha teknik bir boyut kazandığı somuttan soyuta bir ilerleyişin olduğu görülebilir. Ayrıca katılımcılar mülakat esnasında ilköğretim seviyesinde formal tanım kullanılırsa konunun öğrenciler tarafından anlaşılmayacağını, tanımların daha ileri sınıf seviyelerine uygun olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar, formal tanıma yakın yanıtları yüksek öğretimde, model odaklı tanımları ise ilk ve orta öğretimde daha çok kullanmaktadır. Bu durum, Howson ve Austin 1980'in formal tanımların yüksek öğrenimde ve informal ya da açık tanımların ilk ya da orta öğrenimde önemsendiği fikrini desteklemektedir.

4.1.10. Sesli Düşünme Tekniği İle Elde Edilen Verilerin Yorumlanması

Bilişsel psikolojide kavram ve imge birbirlerinden belirgin olarak ayrılmakta ve bu iki durum farklı zihinsel kategori olarak düşünülmektedir. Çünkü kavram bir grubun veya olayın genel özelliklerini ifade eden soyut ve genel bir gösterim iken, zihinsel imge bir kavramın zihnimizde oluşturduğu ve uzamsal özellikler (ölçülebilir özellikler; uzunluk, alan, hacim...) taşıyan resmidir (Fischbein, 1993). Yani kavram soyut ve genel bir yapıyı temsil ederken, zihinsel imge bu soyut ve genel yapının somut halidir.

Fischbein (1993)'e göre bilişsel psikolojide var olan kavram ve zihinsel imge ayrımı geometrik şekiller için geçerli değildir ve bu ikisinin birlikte düşünülmesini gerektiren üçüncü bir kategorinin tanımlanması gerekmektedir. Çünkü geometrik şekil, kavram ve zihinsel imge beraber düşünülmeden anlaşılabilir.

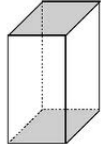


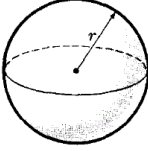

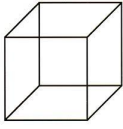
Hollebrands'a (2006, Akt. Avgören, 2011) göre öğrencilerin geometrik dönüşümleri algılama şekillerini araştırmak için onların geometrik dönüşümlerin gösterimlerini (dil, geometrik diyagramlar, semboller, matrisler) nasıl yorumladığını, anlamlandırıldığını ve kavramaya çalıştığını gözlemlemek gerekmektedir. Buna göre öğrencilerin şekilleri nasıl yorumladıkları kavram imajları hakkında fikir verebilir.

Öğrencilerin kavram imajı ile ilgili bilgileri ve bunun kavramın formal tanımı ile ilişkisini görmenin geometride bir yolu da öğrencinin geometrik modeller ile ilgili ne düşündüklerini öğrenmektir (Avgören, 2011). Bu bağlamda görüşmelerin bu bölümünde öğretmen adaylarının katı cisim modellerin nasıl yorumladıklarını, yorum yaparken hangi düşünceleri temele aldıklarını belirlemek amacıyla katılımcılardan 24 geometrik modeli, kararlarının sebeplerini sesli olarak ifade ederek isimlendirmeleri istenmiştir.

Geometrik modeller oluşturulurken Geogebra 5.0.82.0 dinamik geometri yazılımı kullanılmıştır. Geometrik şekillerin geçerliğini sağlamak amacıyla başlangıçta oluşturulan 30 modelden alan uzmanıyla birlikte anlaşılması güç olduğu ve amaca uygun olmadığı düşünülen 6 model çıkarılmıştır. Kalan modeller katılımcıların anlayabileceği şekilde düzenlenerek kullanılan son haline getirilmiştir. Sesli düşünme sürecinde kullanılan şekiller kolay anlaşılabilir prototip modellerden daha zor anlaşılabilir üst düzey modellere doğru 5 kategoride oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller katılımcılara karışık halde cevaplatılmıştır. Bulgular modeller için oluşturulan kategori sırasına göre sunulmuştur.

Katılımcıların sıkça karşılaştıkları modellerden oluşan birinci kategoriye ait yanıtları tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Öğretmen adaylarının birinci kategori şekillere verdikleri yanıtlar

	Şekil 1	Şekil 2	Şekil 3	Şekil 4	Şekil 5	Şekil 6
Öğrenci Cevabı						
Aylin	Kare prizma	Paralelkenar piramit	Silindir	Küre	Koni	Küp
Nermin	Dikdörtgen prizma	Kare prizma	Silindir	Küre	Koni	Küp
Rabia	Kare prizma	Kare piramit	Silindir	Küre	Koni	Küp
Fatma	Kare prizma	Kare piramit	Silindir	Küre	Koni	Küp
Aslı	Kare prizma	Dörtgen piramit	Silindir	Küre	Koni	Küp
Ahmet	Kare prizma	Kare piramit	Silindir	Küre	Koni	Küp

Yukarıda verilen birinci kategoriye ait katı cisim modellerini öğretmen adaylarının neredeyse tamamı doğru yanıtlamıştır.

Katılımcılar cisimleri isimlendirmeden önce ilk olarak cisimlerin tabanlarını tespit etme çalışmışlardır. Bu da cisimleri yorumlarken tabanı ön plana aldıklarını göstermektedir.

Katılımcılar prizma ve piramit modellerinde şeklin çeşidine kadar isimlendirme yapmayı tercih ederken koni ve silindir modellerini genel başlık altında isimlendirdikleri görülmektedir. Bunun nedeninin silindir ve konide tabanın sadece daire olabileceğini düşünmeleridir.

Nermin kod isimli katılımcının şekil 1'deki prizmayı farklı isimlendirmesinin sebebi prizmaya ait ayrıt uzunluklarının verilmemiş olması olabilir. Aynı şekilde ayrıt uzunlukları verilmese de katılımcıların tamamı şekil 6'ya küp demiştir bu durumda küp imajının verilen şekille özdeşleştiği, katılımcıların küp hakkında prizmalarla

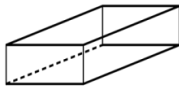
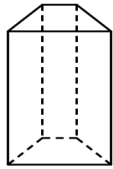
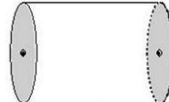

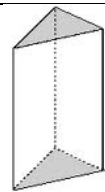
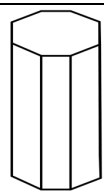
ilişkilendirmeden ayrı bir imaj oluşturdukları söylenebilir. Katılımcıların hiçbiri küpü isimlendirirken prizmalara vurgu yapmamıştır.

Genel olarak en çok hata şekil 2’de yapılmıştır. İlk olarak prizma ve piramit kavramlarının isim olarak karıştırıldığı Nermin kod isimli katılımcının yanıtında görülmektedir.

Aylin kod isimli katılımcı ise cisim paralelkenar piramit olarak isimlendirmiştir kare piramidin düzlemsel çiziminde taban ayrıtlarının görülebilmesi için sağlanan görüntü katılımcının bu yanıtı vermesinde etkili olmuş olabilir. Aslı kod isimli katılımcı ise cismin özel ismini kullanmadan genel olarak dörtgen piramit ifadesini kullanmıştır. Küre modeli ise kolay bir şekilde isimlendirilmiş ve hata yapılmamıştır.

Katılımcıların ikinci kategoride yer alan cisimlerle ilgili yanıtları tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Öğretmen adaylarının ikinci kategori şekillere verdikleri yanıtlar

	Şekil 7	Şekil 8	Şekil 9	Şekil 10	Şekil 11	Şekil 12
Öğrenci Cevabı						
Aylin	Dikdörtgenler prizması	Yamuk prizma	Silindir	Yamuk piramit	Üçgen prizma	Sekizgen prizma
Nermin	Dikdörtgen prizma	Kesilmiş üçgen prizma	Silindir	Bir cisim benzemiyor	Üçgen prizma	Düzgün sekizgen prizma
Rabia	Dikdörtgen prizma	Yamuk prizma	Silindir	Yamuk piramit	Üçgen prizma	Sekizgen prizma
Fatma	Dikdörtgenler prizması	Yamuk prizma	Silindir	Yamuk piramit	Üçgen prizma	Sekizgen prizma
Aslı	Dikdörtgenler prizması	Yamuk prizma	Silindir	Yamuk prizma	Üçgen prizma	Sekizgen prizma
Ahmet	Dikdörtgenler prizması	Yamuk prizma	Yatık silindir	Yamuk piramit	Üçgen prizma	Düzgün sekizgen prizma

Katılımcıların birinci kategoriye göre daha nadir karşılaştıkları ikinci kategori cisimlere verdikleri yanıtlar incelendiğinde şekil 7'nin tüm katılımcılar tarafından doğru yanıtlandığı görülmektedir. Öğretmen adayları şekillerin önce tabanlarını belirlemiş daha sonra ismine karar vermiştir. Aynı şekilde şekil 9 ve şekil 11'de öğretmen adayları tarafından kolayca yanıtlanabilmiştir. Şekil 9'da katılımcıların çoğu şeklin duruşu hakkında yorum yapmazken Ahmet kod isimli katılımcı verilen şekli yatık silindir olarak isimlendirmiştir. Bu katılımcının cisimlerin dönme altındaki görüntülerinde cismin duruşuna odaklandığı söylenebilir.

Şekil 11 üçgen prizmanın prototipi diyebileceğimiz türden olduğundan katılımcılar bu cismi isimlendirirken zorlanmamışlardır.

Şekil 8'e gelindiğinde öğretmen adaylarının yanıtlarında bazı yanlışlar görülmüştür. Cisimleri isimlendirmeye başlamadan önce araştırmacının katılımcıları şekilleri olduğu halleriyle yorumlamaları noktasındaki uyarısına rağmen Nermin kod isimli katılımcının şekil 8'i kesilmiş üçgen prizma olarak isimlendirdiği görülmüştür. Bu şekillerin yorumlanması süresince diğer katılımcılarda da aynı durum sıkça ortaya çıkmıştır. Nermin kod isimli katılımcının tabanda dört ayrıt olduğunu görmesine rağmen kesilmiş üçgen prizma yanıtını vermesi geometrik modellerin kavram imajı üzerindeki etkisini göstermektedir. Katılımcı daha önce karşılaşmadığı bir cisimle karşılaştığında bunu bildiği şekillerden hareketle, onlara benzeterek yorumlamıştır.

Tall ve Vinner (1981), öğrencilerin yeni bir ortamda eski bir kavramla ya da bu kavramla ilintili bir problemle karşılaştığında kavram tanımını geri plana iterek kavram imajını kullanmaya eğilimli olduğunu belirtmiştir. Katılımcı yeni bir cisimle karşılaşmış ve cismi kavram tanımını yerine kavram imajını kullanarak yorumlamıştır.

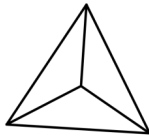
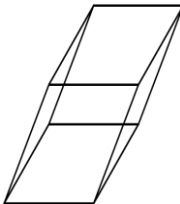
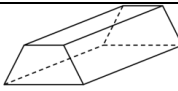
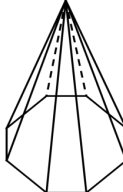
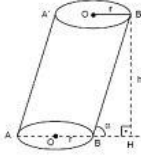
Öğretmen adaylarının şekil 10'a verdikleri yanıtlara bakıldığında cismin genel olarak tabandaki şeklin özel ismi kullanılarak isimlendirildiği görülmüştür. Katılımcılar tabandaki şekle yamuk demekle zorlanmazken prizmayı yamuk piramit olarak isimlendirmekte tereddüt ettikleri gözlemlenmiştir. Katılımcıların kavram tanımına uygun olsa da cisimle ilgili zihinlerinde yer etmemiş bir ismi kullanmakta zorlandıkları söylenebilir.

Şekil 10'da piramit kavramı için ayırt edici bir özellik olan tepe noktası kolay tespit edilebildiğinden katılımcıların isim karmaşası yaşamadıkları söylenebilir. Sadece

Nermin kod isimli katılımcının şekli yorumlamakta zorlandığı ve isimlendiremediği görülmektedir.

Katılımcıların üçüncü kategoride yer alan cisimlerle ilgili yanıtları tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Öğretmen adaylarının üçüncü kategori şekillere verdikleri yanıtlar

	Şekil 13	Şekil 14	Şekil 15	Şekil 16	Şekil 17
Öğrenci Cevabı					
Aylin	Üçgen piramit	Eğik kare prizma	Yamuk prizma	Sekizgen piramit	Eğik silindir
Nermin	Üçgen piramit	Eğik kare prizma	Kesilmiş üçgen prizma	Sekizgen piramit	Eğik silindir
Rabia	Piramit	Eğik kare prizma	Bir cisme benzemiyor	Sekizgen piramit	Eğik silindir
Fatma	Üçgen piramit	Eğik küp	Yamuk prizma	Sekizgen piramit	Eğik silindir
Aslı	Düzgün dört yüzlü	Eğik kare prizma	Yamuk prizma	Sekizgen piramit	Eğik silindir
Ahmet	Düzgün üçgen piramit	Eğik kare prizma	Kesik üçgen prizma	Düzgün sekizgen piramit	Eğik silindir

Katılımcıların cisimlerin eğik formlarını da içeren üçüncü kategori cisimlere verdikleri yanıtlar incelendiğinde ilk etapta katılımcıların çoğunlukla eğik katı cisimler doğru şekilde isimlendirdikleri görülmektedir. Yalnızca Fatma isimli katılımcı şekil 14’ü isimlendirirken küp kavramını kullanması şeklin ayrıt uzunlukları bilinmediğinden küpe benzetilmiş olmasıyla açıklanabilir.

Şekil 13'e yapılan yorumlar dikkate alındığında katılımcılar genellikle bu cisimle daha önce karşılaştıklarını özel bir isme sahip olduğunu bildiklerini fakat hatırlayamadıklarını belirtmişlerdir hatırlayan katılımcılar ise ismi kullanmıştır. Şekil 13 katılımcıların çoğu tarafından üçgen piramit olarak isimlendirilmiştir. Rabia kod isimli katılımcı şekli sadece piramit olarak isimlendirirken şeklin tabanını tespit etmekte zorlandığı ve tepe noktasını tespit etmesiyle genel bir ifade kullandığı görülmüştür. Burada tepe noktasının piramit için ayırt edici bir öge olduğu tekrar görülmektedir.

Aslı kod isimli katılımcı verilen model üzerinde cismin ayırt uzunluklarının eşliğine karar vermiş ve şekli düzgün dört yüzlü olarak isimlendirmiştir. Burada düzgün dörtyüzlünün benzer şekilde modelize edilmesinin bu duruma katkı sağladığı, ayrıca katılımcının piramit imajından ayrı bir düzgün dörtyüzlü imajına sahip olduğu da söylenebilir.


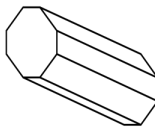
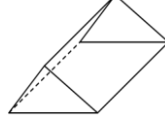
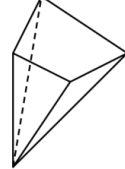
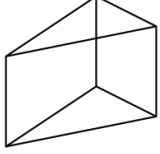
Şekil 15'e gelindiğinde katılımcıların şekli isimlendirmekte zorlandıkları görülmüştür. Öncelikle cismin tabanını tespit etmeye çalışan katılımcılar bunda başarılı olduklarında şekli doğru yorumlayabilmişlerdir. Yine üç katılımcının şeklin tabanını özel olarak yamuk şeklinde isimlendirdikleri ve buna bağlı olarak cisme yamuk prizma dedikleri görülmüştür.

Nermin ve Ahmet kod isimli katılımcılar cismi kesik üçgen prizma olarak tanımlarken burada yine bilinen modellerin kavram imajı üzerine etkisinde söz edilebilir. Katılımcılar bir önceki kategoride olduğu gibi burada da cismi bildikleri bir model üzerinden yorumlamışlardır. Rabia kod isimli katılımcı ise cisim hakkında herhangi bir yorum yapamamıştır.

Katılımcıların şekil 16'yı isimlendirirken ise zorlanmadıkları görülmüştür. Öncelikle tabanın kenar sayısına odaklanan öğretmen adayları cismi doğru şekilde isimlendirmeyi başarmıştır. Ahmet kod isimli katılımcının kenar uzunlukları verilmemesine rağmen cismi düzgün sekizgen piramit olarak isimlendirmesi katılımcının zihnindeki düzgün piramit imajıyla şeklin uyduğunu göstermektedir.

Katılımcıların dördüncü kategoride yer alan cisimlerle ilgili yanıtları tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Öğretmen adaylarının dördüncü kategori şekillere verdikleri yanıtlar

	Şekil 18	Şekil 19	Şekil 20	Şekil 21	Şekil 22
Öğrenci Cevabı					
Aylin	Kesik kare prizma	Sekizgen prizma	Üçgen prizma	Yamuk piramit	Kesik dikdörtgenler prizması
Nermin	Bir cisme benzemiyor	Sekizgen prizma	Üçgen piramit	Bir cisme benzemiyor	Üçgen prizma
Rabia	Kesik kare prizma	Sekizgen prizma	Üçgen prizma	Bir cisme benzemiyor	Üçgen prizma
Fatma	Kesik kare prizma	Sekizgen prizma	Üçgen prizma	Dörtgen piramit	Üçgen prizma
Aslı	Dik üçgen prizma	Sekizgen prizma	Üçgen prizma	Yamuk piramit	Üçgen prizma
Ahmet	Kesik kare prizma	Yatık sekizgen prizma	Yatık üçgen prizma	Düzgün olmayan piramit	Üçgen prizma

Bu kategoride yer alan cisimler daha çok önceki kategorilerdeki geometrik modellerin dönme ya da öteleme ile elde edilmiş görüntülerinden oluşturulmuştur. Bu kategori katılımcıların kavram imajlarının uzamsal yetenek boyutuyla ilişkisinin belirlenebilmesi açısından önemlidir. Katılımcıların bu şekilleri isimlendirmekte zorlandıkları görülmüştür.

Öğretmen adaylarının bu kategoride yer alan cisimlerle ilgili verdikleri yanıtlar ve yaptıkları yorumlar incelendiğinde bir yanılgıyla karşılaşılmaktadır. Katılımcıların şekil 18'e verdikleri yanıtlarda şeklin büyük oranda kesik kare prizma olarak isimlendirildiği görülmektedir. Katılımcıların tamamının şekilleri isimlendirmeden önce tabanları tespit etmeye çalıştıklarını belirtmiştik. Şekil 18'i isimlendirmeye çalışan katılımcılar tabanın kare olduğunu belirtmişlerdir. Burada daha önce de değinilen şeklin üzerinde durduğu

yüzey tabandır algısının etkisi görülmektedir. Katılımcılar bu algının etkisiyle cismin tabanını kare olarak belirleyip bu yanıtlara ulaşmışlardır. Bu durum katılımcıların cisimlerin döndürülmesiyle birlikte cisme ait özellikleri yorumlamada güçlük çektiklerini göstermektedir. Bu durumun nedeni katılımcıların geçmiş öğrenim yaşantılarında aynı tip modeller üzerinde çalışmaları ve modellerin farklı perspektif çizimlerine yoğunlaşılması olabilir.

Şekil 18 sadece Aslı kod isimli katılımcı tarafından doğru yorumlanmıştır. Katılımcı şeklin üçgen prizmanın döndürülmüş hali olduğunu belirtmiştir. Nermin kod isimli katılımcı ise cisim hakkında herhangi bir yorum yapmamıştır.

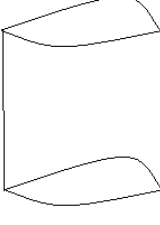

Şekil 19'a gelindiğinde katılımcıların tamamının şekli doğru isimlendirdiği görülmektedir. Şekil 18'in şekil 17'ye göre daha az döndürülmüş olması şeklin tabanının belirlenmesinde ve yorumlanmasında engel teşkil etmemiştir.

Şekil 20 katılımcıları çoğunluğu tarafından doğru olarak isimlendirilmiştir burada sadece Nermin kod isimli katılımcının yine prizma-piramit kargaşası yaşadığı görülmektedir. Katılımcıların şekil 20'ye dair yorumları dikkate alındığında dört katılımcının şekli doğru isimlendirdiği söylenebilir. Bunlar arasında Aylin ve Aslı kod isimli katılımcılar daha özel bir isim kullanırken, Fatma ve Ahmet kod isimli katılımcılar daha genel ifadeleri kullanmışlardır. Nermin ve Rabia kod isimli katılımcılar ise şekil hakkında herhangi bir yorum yapamamışlardır.

Şekil 18'de karşılaşılan durum şekil 22'de de kendini göstermektedir. Aylin kod isimli katılımcı şeklin dikdörtgen prizma olduğunu ve bu prizmanın yukarıdan aşağı doğru ortasından kesilerek bu cismin elde edildiğini belirtmiştir. Burada şeklin üzerinde durduğu yüzey tabandır algısı tekrar görülmüştür. Diğer katılımcılar şekli doğru yorumlayabilmişlerdir.

Katılımcıların beşinci kategori cisimlere verdikleri yanıtlar tablo 23'deki gibidir.

Tablo 23. Öğretmen adaylarının beşinci kategori şekillere verdikleri yanıtlar

	Şekil 23	Şekil 24
Öğrenci Cevabı		
Aylin	Düzensiz olmayan silindir	Bir cisme benzemiyor
Nermin	Bir cisme benzemiyor	Bir cisme benzemiyor
Rabia	Bir cisme benzemiyor	Bir cisme benzemiyor
Fatma	Bir cisme benzemiyor	Bir cisme benzemiyor
Aslı	Bir cisme benzemiyor	Bir cisme benzemiyor
Ahmet	Düzensiz olmayan silindir	Düzensiz olmayan koni

Öğretmen adaylarının yukarıda verilen modelleri oldukça garip karşılamışlardır. Bu katılımcıların daha önce bu cisimlerle karşılaşmadıklarını göstermektedir.

Katılımcıların geometrik cisimlerle ilgili imajları genel olarak şekiller ve modeller üzerinden şekillendiği için yukarıda verilen cisimler kavramların tanımlarına uyduğu halde bu cisimleri herhangi bir şekle benzetemediklerini belirtmişlerdir.

Eğer bir öğrenci, gördüğü bir objenin adını söyleyebilirse, bu öğrencinin kavramı kendi zihninde yapılandırdığı anlamına gelmez. O, mekanik olarak obje ya da olay ile onlara verilen ad arasında bağ kurmuş olabilir. (Ülgen, 1996).

Cisimlere düzgün olmayan silindir ve düzgün olmayan koni yanıtlarını veren Aylin ve Ahmet kod isimli katılımcılar ise şekillerin silindir ve koniye benzediklerini belirtmiş olsa olsa düzgün olmayan silindir ve koni olabileceğini söylemişlerdir.

Geometrik cisimlerde karşılaşılan yanılgıların temel nedeni öğrenim yaşamları boyunca öğretmen adaylarına şekillerin genellikle bilinen en yaygın formları üzerinden sunulmasıdır.

Vinner ve Dreyfus (1989), kavram imajının genellikle kavram tanımı tarafından değil de, tipik örneklerle oluştuğuna işaret etmektedir. Bu yüzden; kavramın örnekleri olarak düşünülen matematiksel objelerle oluşturulan kavram imajı ile kavram tanımı tarafından tanımlanan matematiksel objeler tarafından oluşturulan kavram imajı illa ki aynı değildir. Geleneksel öğretimin yapıldığı sınıflarda özellikle geometrik kavramlarda kavramlarla ilgili verilen örnekler genellikle kavram imajını oluşturan matematiksel deneyimler olarak sunulmaktadır (Akt. Güllük 2008).

Bu bağlamda bu ve benzeri geometrik cisimlerle ilgili sunumlarda cisimlerin formal tanımına uygun farklı örnekler ve cisimlerin farklı konum, boyut ve perspektiften çizimlerine de yer verilmesi doğru imaj oluşumu açısından oldukça önemlidir.

4.2. Katı Cisimlere Ait Günlük Yaşam Örneklerinin İncelenmesi

Katı cisimlerle ilgili günlük yaşam ilişkisinde verilecek örneklerin sayıca fazla olmasının konuyla ilgili imajları ortaya koymada daha etkili sonuç vereceği düşünülerek bu bölüm öğretmen adaylarının tamamına uygulanan açık uçlu uygulama sınavında değerlendirilmiştir. Bu noktada uygulama sınavında elde edilen verilere yer verilecektir.

Matematik günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır. Öğrencilerin matematik dersine karşı olan, oluşan veya oluşturulan önyargılardan kurtulmalarını, matematiğe karşı daha olumlu yaklaşımları ve bu dersten daha başarılı olmalarını sağlamak için matematiğin günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası olduğu mutlaka benimsetilmelidir. Matematik sadece belirli şekillerden, formül ve denklemlerden oluşan soyut sembol ve ilişkilerden oluşmamaktadır. Günlük yaşamla ilişkilendirme yapılmadan matematiği öğretmeye çalışmak onun anlaşılmasını ve öğrenilmesini olumsuz yönde etkilemektedir (İlgar L., Gülten D. 2013).

Özellikle ilköğretimde matematiği günlük yaşam durumlarıyla ilişkilendirmek ve konulara yaşam içerisinde örnekler vererek daha somut bir öğretim sağlamak oldukça önemlidir. Bu amaçla ilköğretim düzeyinde katı cisimlerin kavramsal boyutta daha iyi anlaşılması amacıyla hizmet edecek yaşamsal örnekler öğretmenler tarafından belirlenmeli ve kullanılmalıdır.

Günlük yaşamdan verilen örneklerde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri verilecek örneğin kavramı tam olarak karşılaması ve bir kavram yanılgısına ya da kargaşasına yol açacak nitelikte olmamasıdır. Öğrencilerin sağlıklı kavram imajları oluşturmada öğretmenlerin büyük oranda etkili olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan geleceğin öğretmenlerinin bu doğrultudaki birikimleri önem kazanmaktadır. Bu kapsamda katılımcıların katı cisimlerle ilgili kavram imajlarının günlük yaşamdan ne gibi öğeleri içerdiğinin belirlenmesi amacıyla sorulan “Katı cisimler size günlük hayattan neleri çağrıştırıyor?” sorusuna verilen yanıtlar her bir cisim için ayrı ayrı incelenmiştir. Aşağıda verilen tablolarda birinci sütun verilen cismin günlük yaşamdan örneğini, ikinci sütun ise verilen örneğin frekansını göstermektedir. Ortaya çıkan sonuçlar şöyledir:

Tablo 24. Prizma kavramına ait günlük yaşam örnekleri

Örnek	Frekans	Yüzde
Kalıp peynir	1	2,1
Sabun	1	2,1
Kibrit kutusu	3	6,3
Karton kutu	5	10,4
Kitap	4	8,3
Buzdolabı	5	10,4
Küp şeker	6	12,5
Silgi	5	10,4
Bina kolonu	1	2,1
İlaç kutusu	2	4,2
Bina	7	14,6
Oda	1	2,1
Televizyon	4	8,3
Bulaşık makinesi	1	2,1
Tuzluk	1	2,1
Masa	1	2,1
Toplam	48	100,0

Katılımcıların günlük yaşamla en kolay ilişkilendirebildikleri cismin prizma olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları prizma kavramı için 16 farklı çeşit örnek belirlemişlerdir. Verilen yanıtlarda en dikkat çekici olan “küp şeker” yanıtıdır. Bunun nedeni öğretmen adaylarının prizma kavramına dair geometrik modellemelerde küp kavramını kullanmadıklarını (bir katılımcı dışında) tespit etmiştik. Buna rağmen küp kavramını temsil eden “küp şeker” örneğinin prizma kavramı için en çok verilen örnekler arasında yer aldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının prizma için kullandıkları günlük yaşam örnekleri arasında en sık tekrar edilenlerin bina, küp şeker, karton kutu, buzdolabı ve silgi olduğu görülmektedir. Katılımcıların prizma imajlarının en çok bu cisimleri içerdiği söylenebilir.

Tablo 25. Piramit kavramına ait günlük yaşam örnekleri

Örnek	Frekans	Yüzde
Mısır piramitleri	12	80,0
Üçgen gofret	1	6,7
Çatı	1	6,7
Çadır	1	6,7
Toplam	15	100,0

Piramide ait günlük yaşam örneklerinin 4 çeşitle sınırlı kaldığı görülmektedir. Piramide verilen örneklerin çeşitliliğinin yanında toplam sayısının da az olması piramit kavramının günlük yaşamla daha az ilişkilendirildiğini göstermektedir. Katılımcıların piramit imajları günlük yaşam bağlamında daha sınırlıdır denebilir. Bunda piramidin kavramsal özelliklerinden ötürü prizmaya göre günlük yaşama aktarımının daha zor olması etkili olmuş olabilir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu piramidi mısır piramitleri ile ilişkilendirmiştir.

Tablo 26. Koni kavramına ait günlük yaşam örnekleri

Örnek	Frekans	Yüzde
Huni	6	37,5
Yılbaşı şapkası	4	25,0
Dondurma külahı	6	37,5
Toplam	16	100,0

Günlük yaşamdan örnekleri en az çeşitlendirilen (3 farklı çeşit) kavram koni olmuştur. Öğretmen adaylarının koni imajlarının günlük yaşamdan en çok huni ve dondurma külahını içerdiği görülmüştür.

Tablo 27. Silindir kavramına ait günlük yaşam örnekleri

Örnek	Frekans	Yüzde
Kalem	3	15,8
Soba borusu	4	21,1
Pil	1	5,3
Kavanoz	2	10,5
Baca	1	5,3
Konserve kutusu	3	15,8
Su şişesi	2	10,5
Pipet	1	5,3
Bardak	2	10,5
Toplam	19	100,0

Öğretmen adaylarının silindir için verdikleri günlük yaşam örneklerinin analizi Tablo 9 da verilmiştir. Tabloda katılımcıların 9 farklı çeşit örnek kullandıkları görülmektedir. Silindir kavramının en çok ilişkilendirildiği cisimler soba borusu, kalem ve konserve kutusu olmuştur.

Tablo 28. Küre kavramına ait günlük yaşam örnekleri

Örnek	Frekans	Yüzde
Top	19	73,1
Portakal	1	3,8
Dünya	4	15,4
Ay	1	3,8
Misket	1	3,8
Toplam	26	100,0

Öğretmen adaylarının küre kavramı için verdikleri günlük yaşam örneklerinin analizi Tablo 10 da ki gibidir. Tabloda katılımcıların 5 farklı çeşit örnek kullandıkları görülmektedir. Küre kavram imajlarının en çok “top” kavramını içerdiği söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulgulara dayanarak ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir. Ayrıca sonuçlar ışığında benzer konularda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara ve okullarda eğitim öğretim işlerini yürüten eğitimcilere yönelik önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

5.1.1. Prizma Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Öğretmen adayları prizmaları tanımlarken genellikle prizmaların belirli özelliklerine yoğunlaşmışlardır. En sık kullanılan özellikler çokgen tabanlar, üç boyutluluk, belirli hacim ve alana sahip olması şeklinde ortaya çıkmıştır.

Öğretmen adaylarının bir şeklin türüne karar verirken ilk baktıkları şeklin tabanı olmuştur. Katılımcılar için prizmaların tabanlarını oluşturan şekillerin eşliği ve paralelliği prizma için ayırt edici özelliktir.

Öğretmen adayları prizma modellerinde dikdörtgen prizma, kare prizma ve üçgen prizma olmak üzere üç model üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu üç modelin genel özellikleri prizma kavramı için genel kriterleri oluşturmaktadır. Katılımcılar bilinen taban şekillerine benzemeyen ve düzgün olmayan bir çokgenin prizma oluşturup oluşturamayacağı noktasında tereddüt etmişlerdir. Vinner (1991)' a göre uygulamaya yönelik bir modelde öğrenci, kavram imajına başvurur ve sonuca ulaşır. Kavram imajları her zaman kavram tanımlarıyla oluşturulmaz. Bu bağlamda prizma imajı genel olarak prototip modellerin etkisinde kalmıştır.

Öğretmen adayları prizmanın dikdörtgen yan yüzlere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yan yüzeylerin taban uzunlukları ile bağlantılı olarak şekilleneceği algısı ön plandadır. Buna karşın –cismin üzerinde durduğu yüzey cismin tabanıdır- algısı taban ve yanal yüzey imajını olumsuz etkilemiştir. Bazı katılımcılar aynı cismin farklı perspektif çizimlerinin farklı taban ve yan yüzlere sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları zihinlerinde prizmaları genellikle tabanlarına göre sınıflandırmışlardır. Prizma türlerini farklı tabanlara sahip modeller üzerinden açıklamışlardır. Düzgün-düzgün olmayan prizma ve eğik prizma gibi türlerin zihinlerde daha az yer edindiği görülmüştür.

Öğretmen adayları düzgün ve düzgün olmayan prizma ayrımını cisimlerin taban şekillerinin özelliklerine göre belirlemişler, genel olarak tabanı düzgün çokgen olan prizmaları düzgün prizma olarak nitelendirmişlerdir.

Katılımcılar prizma açılımı çizerken yüzey sayısı, tabanların eşliği ve yan yüzeyleri tabana göre eş olup olmamasına dikkat etmişlerdir. Bir cismin açılımı kapalı formunu temsil eder. Bu noktada katılımcılar prizma açılımı çizerken şeklin kapalı şekil oluşturup oluşturmadığına dikkat etmemişlerdir. Çizilen bazı açılımların kapalı cisim belirtmediği görülmüştür.

Öğretmen adaylarının tamamı hacmi bir cismin boşlukta kapladığı yer olarak görmektedir. Prizmaların hacim hesabında ise genel bir yaklaşım ön plana çıkmıştır. Katılımcılar prizmaların hacmini çoğunlukla taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olarak ifade etmişlerdir. Bu noktada genel anlamda modelden bağımsız bir hacim hesabı imajından söz edilebilir. Bunun yanında hacim kavramında karşılaşılan yanlışların temelinde hacim hesabını formülle ifade etme çabası önemli yer tutmuştur. Böyle durumlarda prizmaların hacmi küp gibi özel bir modelinin hacminin formüle edilmiş haliyle sınırlandırılabilmiştir.

Katı cisimlerin hacim hesabında yükseklik önemlidir. Öğretmen adayları prizmaların yüksekliği ve hacmi arasında modelden bağımsız olarak ilişki kurmuşlardır. Hacmin genel ifadelerle açıklanabilmesi yükseklik hacim ilişkisinin tespitine de genel yaklaşım sergilenmesinde etkili olmuştur.

Öte yandan katılımcıların hacmin uygulama boyutunda daha önce karşılaştıkları sorularla imaj geliştirdikleri görülmüştür. Katılımcılar uygulama boyutunda hacim kavramına tanım odaklı bir yaklaşım sergileyememişlerdir.

Öğretmen adayları yüzey alanı kavramını tanımlarken bir özel örnekten bahsetme ihtiyacı hissetmişlerdir. Yüzey alanının hesaplanabilmesi için yüzeylerin şekil olarak belirli, bilinen şekiller olması gerektiği algısına sahip olan katılımcılar, prizmaların yüzey alanının hesaplanmasında genellikle cismin açılımını temele alarak farklı yüzeylerin alanlarının ayrı ayrı bulunup toplanması yöntemini tercih etmişlerdir. Bu aşamada karşılaşılan genel bir sorun ise yanal alan ve yüzey alanı kavramlarının birbiri yerine yanlış kullanılması olmuştur.

Prizmalarda yanal alanın yükseklikle ilişkisini ortaya koyarken yanal alanı taban çevresiyle ilişkili gören katılımcılar özel bir modele ihtiyaç duymadan doğru yanıt verebilmişlerdir. Genelleştirilmiş bir yanal alan imajına sahip olmayan katılımcıların bu ilişkiyi ortaya koymada bir modele ve modelin ayırt uzunluklarına ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

5.1.2. Piramit Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Katılımcılar piramit kavramını tanımlarken ağırlıklı olarak cismin ayırt edici özelliklerini ön plana çıkarmışlardır. Piramitlerde tepe noktasının tanımlarda sıkça kullanılması tepe noktası kavramının piramit için ayırt edici nitelikte olduğunu göstermektedir.

Kavram imajları oluşum süreçlerinde birçok faktörün etkisiyle şekillenmektedir. Tanımlar, geçmiş yaşantılar ve öğrenim deneyimleri, somut ya da soyut örnekler, geometrik modellemeler, çevresel faktörler... vb kavram imajları üzerinde etkin olabilmektedir.

Özellikle geometride geometrik modellerin ve somut örneklerin kavram imajı üzerinde oldukça etkili olduğu bilinmektedir. Piramit kavramı özelinde somut örnek olarak mısır piramitlerinin kavram imajı üzerindeki etkisi öğretmen adaylarında da görülmüştür.

Bazı katılımcıların piramit kavramını tanımlarken akıllarına ilk gelen mısır piramitleri olmuştur. Bu durum piramit imajının somut nesnelere sınırlandırılmasına yol açmıştır. Dolayısıyla somut nesnelere ve onun özellikleriyle sınırlanan piramit imajı soyut düzeye erişememiştir. Bu durumun sonucu olarak öğretmen adayları piramitlerin tabanlarını düzgün çokgen olarak belirleme eğilimindedirler. Gerek çizilen modellerde gerekse yapılan tanımlarda katılımcılar piramitlerin tabanının düzgün olmayan bir çokgenle oluşturulup oluşturulamayacağı noktasında tereddüt etmişlerdir.

Katılımcıların dikdörtgen piramidi kabul ettikleri halde düzgün çokgen özelliği taşımayan diğer çokgenler için tereddütte kalmaları katı cisimlerin ilişkili olduğu çokgen kavram imajlarındaki eksiklikleri de ortaya koymuştur.

Katılımcılar piramidin yan yüzlerinin üçgenlerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Üçgenlerin yapısının taban uzunluklarına bağlı olarak değişeceği algısı ön plana çıkmıştır. Öğretmen adayları genel olarak prizmalarda olduğu gibi piramitlerde de düzgün ve düzgün olmayan piramit ayrımının tabanın türüyle bağlantılı olarak belirlendiğini söylemişlerdir.

Öğretmen adayları piramitlerin hacimlerinin hesaplanması noktasında zorlanmışlardır. Katılımcıların çoğunluğu piramitlerin hacim hesabını prizmalar ile karıştırmıştır. Kavramlar ilgili doğru imajlar oluşturamayan adayların hacim ve alan hesabında zorlandıkları görülmüştür.

Piramitlerin hacim hesabı hakkında geçerli yanıt veren katılımcılar ise genel ifadelerle hacmi tarif etmişler ve modelden bağımsız bir hacim hesabı imajı geliştirebilmişlerdir.

Hacim hesabında karşılaşılan genel anlamda en önemli hatanın hacmi formüle indirgeme çabası olduğu görülmektedir. Bu durumun katılımcıların geçmiş öğrenim yaşantılarında sınav odaklı bir sistem içerisinde doğru yanıtı en çabuk şekilde ulaşma çabasından ileri geldiği düşünülmektedir. Formüle indirgenmeye çalışılan piramit hacim hesabında şekilsel benzerliklerinden dolayı dairesel koninin hacim hesabının olumsuz etkisi görülmüştür.

Öğretmen adayları genel olarak piramitlerin yüzey alanında prizmalarda olduğu gibi şeklin açılımını temele alarak bütün yüzeylerin alanının ayrı ayrı bulunup toplanması

gerektiğini belirtmişlerdir. Bu noktada kavram ait özel modellerden bağımsız bir yaklaşım sergilemişlerdir.

5.1.3. Koni Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Öğretmen adayları koni kavramını tanımlarken iki özelliği ön plana çıkarmışlardır bunlar tabanın daire olması ve bir tepe noktasının olmasıdır. Mariotti (1993)' e göre özellikle geometride imajlar ve şekiller kavramların önüne geçebilir hatta yerini alabilir. Katılımcılar koniyle ilgili bütün yanıtlarında dik dairesel koniyi kullanmışlardır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının zihninde dik dairesel koni imajı koni kavramının yerini almıştır.

Katılımcılar dik dairesel koninin etkisiyle koninin tabanını daire olarak belirlemişlerdir. Katılımcıların çoğu daire dışında bir eğri ile koni oluşturulamayacağını belirtmiştir.

Katılımcılar genel olarak koninin yan yüzeyinin daire diliminden oluştuğunu belirtmişlerdir, daire dilimleri içerisinde ise daha çok yarım daire kullanma eğilimindedirler. Üç boyutlu cisimlerin iki boyutlu düzlemlerde modellenmesi bazen yanlış imajların gelişmesine neden olabilmektedir. Bu bağlamda konide yan yüzeylerin üçgenden oluşması gerektiğini belirten katılımcılar benzer bir yanılgıya sahiptir.

Öğretmen adaylarının oluşturduğu koni açılımlarında da dik dairesel koni etkisi hâkim olmuştur. Çizilen açılımlarda koninin yan yüzlerini belirlerken ortaya çıkan yanılğının tekrarlandığı göze çarpmıştır. Bazı katılımcılar koninin yan yüzünü üçgen şeklinde çizmiştir.

Koninin hacim hesabında katılımcılar prizma ve piramitte olduğu gibi genel ifadeler kullanmıştır. Hacmi taban alanı ile yüksekliğin çarpımının üçte biri olarak görmektedir. Bazı katılımcılarda koninin hacmini silindirin hacmi ile ilişkilendirme çabası görülmüştür. Silindirle ilişkili bir koni hacim hesabı imajı geliştiren katılımcılarda koninin hacmini silindirin hacmi ile karıştırma eğilimi ortaya çıkmıştır. Hacim hesabında ortaya çıkan bir diğer yanılgıda koninin ana doğrusu yükseklik olarak kabul edilmiştir. Burada dik prizma gibi bir yan ayrıtı yüksekliğe eşit olan modellerin etkisinden söz edilebilir.

Koninin yüzey alanı hesabında dik dairesel koninin etkisi altında ayrı ayrı yüzeylerin toplanması yaklaşımı ön plandadır. Katılımcılar tabandaki dairenin ve yan yüzü oluşturan daire diliminin alanlarını ayrı ayrı hesaplayıp toplama eğilimindedirler. Hacim ve alan hesabında formül odaklı imaj geliştiren katılımcılar ise koninin yüzey alanını formülle ifade etmişlerdir.

5.1.4. Silindir Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Konide olduğu gibi silindirde de dik dairesel silindirin silindir kavramının yerini aldığı söylenebilir katılımcılar silindiri tanımlarken dik dairesel silindir üzerinden açıklamalarda bulunmuşlardır. Katılımcıların tamamı silindirin tabanının daire olması gerektiğini belirtirken daire dışındaki bir eğri ile silindir oluşturamayacağını söylemişlerdir.

Öğretmen adayları silindirin yan yüzeyinin dikdörtgenden oluştuğunu düşünmektedir. Katılımcılara göre dikdörtgenin bir kenarı silindirin yüksekliğini diğer ise taban çevresini belirlemektedir. Burada katılımcılar dikdörtgenin kısa kenarını silindirin yüksekliği uzun kenarını ise taban çevresi olarak belirleme eğilimindedirler. Bu duruma çevrenin daha büyük olması gerektiği algısı yol açmaktadır.

Silindir açılımı çizimlerinin tamamında dik dairesel silindire yer verilmiştir. Katılımcılar yan yüzeyi dikdörtgen tabanları ise dairede oluşturmuş ve yukarıda belirtilen durumun etkisiyle genel olarak daireler dikdörtgenin uzun kenarıyla teğet çizilmiştir.

Katılımcılar silindirin hacim hesabında zorlanmamışlardır. Çoğunlukla hacim taban alanı ve yüksekliğin çarpımı şeklinde genelleştirilmiş olsa da bazı katılımcılar hacmi formülleştirmiştir. Hacim hesabında karşılaşılan bir yanlgı alt ve üst tabanın her ikisinin alanının toplamının yükseklikle çarpılması şeklinde ortaya çıkmıştır. Çok sık karşılaşılan bir yanlgı olmadığı düşünülse de yüzey alanı hesabında her iki tabanın alanının da toplanıyor olmasının hacim hesabı imajını olumsuz etkilediği söylenebilir.

Silindirin yüzey alanı hesabında dik dairesel silindirin etkisiyle ayrı ayrı yüzeylerin toplanması yaklaşımı ön plandadır. Katılımcılar tabanlardaki dairelerin ve yan yüzü oluşturan dikdörtgenin alanlarını ayrı ayrı hesaplayıp toplama eğilimindedirler. Hacim

ve alan hesabında formül odaklı imaj geliştiren katılımcılar ise silindirin yüzey alanını formülle ifade etmişlerdir.

5.1.5. Küre Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Küre kavram tanımını beklenenin aksine çok farklı şekillerde ortaya çıkmıştır. Formal tanımını diğer cisimlere göre daha bilinen bir tanım olmasına rağmen öğretmen adayları kürenin formal tanımını yapamamışlardır. Küreyi tasvir etme, dönel cisim şeklide tanımlama ve daire veya çemberle ilişkilendirme gibi yollarla küre tanımlanmaya çalışılmıştır.

Kürede diğer cisimlerden farklı olarak hacim ve alan hesabı tamamıyla formül odaklı oluşturulmuştur. Kürenin yüzeyinin bilinen düzlemsel şekillerle ifade edilemediğini düşünen katılımcılar yüzey alanı hesabında formül kullanmıştır. Katılımcılar hacim formülünü alan formülüne göre daha kolay hatırlayabilmiştir.

5.1.6. Arakesit Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Katılımcılar arakesit kavramını bir cismin bir düzlemle kesilmesi olarak görmektedir. Bu bakış açısında iki odak noktası ön plana çıkmıştır katılımcıların yarısı arakesiti düzlem odaklı tanımlarken yarısı kesit alanı odaklı tanımlamıştır.

Bir cismin bir düzlemle arakesitinde katılımcılar ilk olarak yatay ve dikey kesite vurgu yapmıştır. Arakesit imajı yatay ve dikey kesit odaklı oluşmuştur.

Katılımcılara göre katı cisimlerin bir düzlemle yatay kesitlerinde oluşacak kesit alanları tabanla eş ya da benzer olabilirken, dikey kesitlerde cismin yan yüzünü oluşturan şekillere göre kesit alanının farklılaşmaktadır. Bu bağlamda öğretmen adayları yatay kesitlerde prizma ve silindirde taban eş, koni ve piramitte ise tabana benzer kesit alanlarının, dikey kesitlerde prizma ve silindirde dikdörtgen, koni ve piramitte üçgen kesit alanlarının, kürede ise bütün açılardan kesit alanının daire şeklinde ortaya çıkacağını belirtmişlerdir.

Arakesit imajını yatay ve dikey kesit odaklı oluşturan öğretmen adayları, yatay ve dikey kesit dışında belirli bir açıyla oluşturulacak kesitlerde ortaya çıkacak kesit alanını belirlemede zorlanmışlardır.

5.1.7. Ayırıt Kavramı İle İlgili Sonuçlar

Öğretmen adayları ayırıt kavramını düzlemsel şekillerdeki kenar kavramıyla açıklamışlardır. Katılımcılardan bir cismin ayırıt sayısını belirlemeleri istendiğinde ilk etapta cismin modeline ihtiyaç duymuşlar, ikinci yol olarak ise cisim zihinlerinde canlandırarak sonuca ulaşmışlardır. Bu sonuç Mariotti (1993) ve Avgören (2011)'in tezleri ile uyumludur. Katılımcılar öncelikle cisimlerin taban ayırıtlarını daha sonra ise tabanla bağlantılı yan yüz ayırıtlarını sayma eğilimindedirler.

Katı cisimlerin hacim ve alan hesabında eğer formül odaklı imajlar geliştirilmiş ise benzer şekilde ayırıt sayısı hesaplanırken de formülleştirme çabası ortaya çıkmıştır.

Ayırıtın kenar olarak tanımlanması belli yanılgıları beraberinde getirmiştir. Aynı cismin açık ve kapalı hallerinin ayırıt sayılarının farklı olduğu algısı gelişmiştir. Ayrıca katılımcılar genel olarak koni ve silindirde ayırıtın varlığından söz etmiştir.

5.1.8. Eğik Katı Cisimler İle İlgili Sonuçlar

Öğretmen adayları eğik katı cisimlerle ilgili imajlarını cisimlerin taban düzlemiyle yaptıkları açı odaklı oluşturmuşlardır. Eğik cisimler denildiğinde ilk olarak taban düzlemiyle yapılan açıdan bahsetmişlerdir.

Katılımcılar aynı cismin dik ve eğik formlarında yüksekliği doğru oluşturabilmiş ve cisim eğildiğinde yükseklikteki değişime bağlı olarak hacmi doğru yorumlayabilmişlerdir.

5.2.Öneriler

- Geometrik kavramlarda modellerin kavram imajı üzerinde oldukça önemli etkisi bulunmaktadır. Öğretmenler dersleri işlerken kavramların bilinen örnekleri ile sınırlı kalmayıp farklı modellere de yer vermeleri öğrencilerde doğru imaj gelişiminin sağlanabilmesi açısından oldukça önemlidir.
- Öğretmen adaylarının katı cisimlerde ortaya çıkan belirli kavram yanılgıları vardır. Lisans düzeyinde konulan geometri derslerinde öğretmen adaylarının eksik olduğu noktalar tespit edilerek giderilmelidir.
- Matematik öğretmenlerinin öğrencilerinde sağlıklı kavram imajları oluşturabilmesi, kavram imajı yapısını hangi ölçüde bildikleri ve benimsedikleri ile doğru orantılıdır. Bu sebeple lisans düzeyinde öğretimi ön plana alan dersler kapsamında kavram imajı yapısına yer verilerek öğretmen adaylarının bu konuda bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır.
- Öğretmenlerin kavram imajlarını olduğu gibi öğrencilere aktardıkları düşünüldüğünde benzer çalışmalar örgün eğitim sistemi içerisinde yer alan öğretmenlerle de yapılmalıdır.
- Kavram imajı yapısı araştırmacılara bireylerin matematiksel düşünce yapılarını ortaya çıkarmakta oldukça elverişli imkanlar sunmaktadır. Bu bağlamda okullarda daha doğru bir matematik eğitimi verilebilmesi açısından matematik eğitiminde kavram imajı çalışmaları artırılmalıdır.
- Geometride olduğu kadar cebirde de öğrenci veya öğretmen adaylarının kavram imajlarını ortaya çıkarmak matematik eğitiminin gelişimine katkı sağlayacaktır.
- Lise düzeyinde öğrencilerin konuya ilgilerinde ve konuyu kavramalarında bir numaralı belirleyici etken üniversite yerleştirme sınavıdır. Dersler sınavda çıkan ya da çıkması olası sorularla işlenmekte, bu öğrencileri güdüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Öğrenciler de dersi sınav odaklı dikkate değer bulmakta, sınavlarda şimdiye kadar karşılaşmamış soru tiplerini ve konu başlıklarını dikkate almamaktadırlar. Bu da katı cisimlerin öğretilmesinde ve kavranmasında büyük boşlukların oluşmasına sebep olmaktadır Avgören (2011). Belirtilen durumun etkisi lisans seviyesinde öğretmen adaylarında da devam etmektedir. Bu bağlamda merkezi sınavların hem geometrik hem cebirsel açıdan kavram imajlarına etkisi incelenebileceği gibi, bu sınavların bireylerde

oluşturulmak istenen doğru kavramsal yapıya ket vurmaması noktasında gerek lokal gerekse genel anlamda önlemler alınmalıdır.

- Öğretmenler kavram imajları konusunda hizmet içi eğitimlerle bilinçlendirilmeli ve ilkökul seviyesinden itibaren bu bilinçle eğitim verilmesi sağlanmalıdır.
- Kavram imajlarının farklı birçok faktörün etkisiyle oluştuğu bilinmektedir. Bu faktörler arasında ders kitapları ve diğer kaynak kitaplar önemli yer tutmaktadır. Ders kitaplarında sunulan kavram tanımları ve kavramlara ilişkin modellerin niteliği bu açıdan oldukça önemlidir. Bu bağlamda her eğitim seviyesinde hazırlanan ders kitabı ve kaynak kitaplarda bireylerin imaj gelişimleri dikkate alınarak, bir kavramı belirli birkaç model, formül veya yöntemle sınırlamaktan kaçınılmalı, kavramı örnekleyen farklı modellere ve kavramlara ilişkin daha zengin içeriklere yer verilmelidir.
- Öğrencilerin matematik derslerindeki başarılarını etkileyen birçok faktör vardır. Matematik öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının bu faktörlerin neler olduğu hakkında bilgi sahibi olmaları oldukça önemlidir. Bu sağlandığı takdirde bireylerin matematik başarıları ve kavramları algılayış biçimleri daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilir ve doğru kavramsal yapıların oluşumuna katkıda bulunulabilir.
- Günümüz eğitim anlayışı bireyi merkeze alan, süreç odaklı, düşünme becerilerinin gelişimini destekleyen yöntem ve tekniklerin kullanımını amaçlamaktadır. Öğretmenlerimiz ve öğretmen yetiştiren eğitim kurumları, çağa uygun eğitim metodlarını takip ederek ve kullanarak öğrenilecek konularla ilgili yanlış imajların oluşumu engellemeye çalışmalı, uygun kavram imajlarının oluşturulmasını sağlamalıdır.
- Her eğitim seviyesinde çağa uygun modern yöntem ve tekniklerin kullanımının bireylerin kavram imajları üzerine etkilerini inceleyen akademik çalışmalar yapılmalıdır.
- Günümüz modern eğitim anlayışında eğitim teknolojilerinin sağladığı imkanlar her eğitim seviyesinde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle görsel öğelerle iç içe olan geometri derslerinde teknolojik araçların ve geometrik yazılımların kullanımı konuların anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu bağlamda günümüz eğitim teknolojilerinin öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin imaj gelişimine etkilerinin inceleneceği akademik çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- AĞCA, N. (2006). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Bilgisayar İle İlgili Temel Kavramlar Konusunda Kavramsal Değişim Yaklaşımının Yaşadıkları Yanılgılarına, Kavram Yanılgılarının Giderilmesine ve Bilgisayar Dersindeki Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- AKKOÇ, H. (2005). Fonksiyon kavramının anlaşılması: Çoğul temsiller ve tanımsal özellikler. Eğitim Araştırmaları Dergisi, 14 – 24
- ATURAN, U., BAŞ T. Nitel Araştırma Yöntemleri Nvivo İle Nitel Veri Analizi Örneklem Analiz Yorum. Seçkin Yayınları (2. Baskı). Ankara. 2008.
- ALTUN, A. (2009). “*Kavram Öğretiminde İçerik Geliştirme Aracının Tasarlanması ve Etkiliğinin Değerlendirilmesi*” ŞUBAT 2009, Ankara
- ALTUN, M. (2008). Geometri Öğretimi. Eskişehir: Açık Öğretim Fakültesi Yayınları
- ATASAYAR, A. (2008). Kavram öğretimi sürecine yönelik içerik geliştirme aracının tasarlanması ve kullanışlılığı. (Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- AYDOĞDU, Ö. (2007). İlköğretim 6. Sınıf Matematik Dersi Geometri Öğrenme Alanının Değerlendirilmesine İlişkin Öğretmen Görüşleri(Kütahya İli Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Avgören, S. (2011). Farklı Sınıf Seviyelerindeki Öğrencilerin Katı Cisimler (Prizma, Piramit, Koni, Silindir, Küre) İle İlgili Sahip Oldukları Kavram İmajı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Baki A. “Kuramda Uygulamaya Matematik Eğitimi” Harf Yayıncılık (4.baskı), Ankara. (2008)
- Bingölbali,E, Özmantar,M.F. (2009). İlköğretimde Karşılaşılan Matematiksel Zorluklar ve Çözüm Önerileri. Pegem A Yayınları, Ankara.
- Buzan, Tony ve Buzan, Barry (2013). *Zihin Haritaları.(3.Baskı)* (Çeviren: Güntülü Tercanlı). İstanbul: Alfa Yayınları.
- BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. ve Diğerleri. Bilimsel Araştırma Yöntemleri (15. Baskı). Ankara 2013.
- Bütüner, S. Ö. (2006). *Açılar ve Üçgenler Konusunun İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerine VEE Diyagramları ve Zihin Haritaları Kullanılarak Öğretimi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

- Dane, A. , Bekdemir, M. , (2012). A Concept of “Accumulation Point” and Its Usage. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED) Cilt 6:217-233
- DEDE, Y. , BAYAZİT, İ. ve SOYBAŞ, D. (2010), Öğretmen Adaylarının Denklem, Fonksiyon Ve Polinom Kavramlarını Anlamaları, *Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt:18 No:1* 67-88
- DURSUN, Ş. ve DEDE, Y.(2004). Öğrencilerin Matematikte Başarısını Etkileyen Faktörler: Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri Bakımından, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı.2 pp.217-230
- Delice, A. ve Sevimli, E.(2011) integral kavramının öğretiminde konu sıralamasının kavram imgeleri bağlamında incelenmesi; belirli ve belirsiz integraller. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı 30 (Temmuz 2011/II), : 51-62*
- Dursun, Ş. ve Dede, Y.(2004). Öğrencilerin Matematikte Başarısını Etkileyen Faktörler: Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri Bakımından, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, (2) :217-230
- Evrekli, E. (2010). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Zihin Haritası ve Kavram Karikatürü Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Evrekli, E. ve Balım, A. G. (2010). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Zihin Haritası ve Kavram Karikatürü Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarıları ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algılarına Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi. 1(2), 76-98.*
- Gülek, H. (2008) Öğretmen Adaylarının Bazı Geometrik Kavramlarla İlgili Sahip Oldukları Kavram İmajlarının Ve İmaj Gelişiminin İncelenmesi Üzerine Fenomenografik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kamışlı, F. E. (2008). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Çember Ve Daire Konularına Yönelik Matematiksel Becerilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kara, M. (2014) İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Eşlik Benzerlik Ve Dönüşüm Geometrisi Konusundaki İmajlarının Fenomenografik Bir Yaklaşımla Ele Alınıp Zihin Haritaları İle Gelişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- MEB. (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 6-8.Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu.* MEB Yayınları: 2009

- NCTM, (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- Smith, M.(2000). Redefining Success In Mathematics Teaching And Learning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, February, 5.
- Süzer. V. (2011). Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyon Kavramı İle Kavram Tanımı ve İmajı Üzerine Bir Durum Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Türnüklü, A. (2000). Eğitim bilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilen nitel bir araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 6 (24), 543-559.
- Tall, D. (1988). Concept Image and Concept Definition. *Senior Secondary Mathematic Education*, (ed. Jan de Lange, Michiel Doorman), OW&OC Utrecht, 37–41.
- Tall, D. O. Ve Vinner, S. (1981). Concept İmage And Concept Definition Mathematics, With Special Reference To Limits And Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169.
- Yıldırım, Ali ve Şimşek, Hasan (2008). *Nitel Araştırma Yöntemleri (7. Baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yüksel Dede ve Danyal Soybas "Preservice Mathematics Teachers' Concept Images of Polynomials". *Springer Science Bussines Media B.V. 2009 p.391*
- Van de Walle, J.A. (2007). *Elementary and Middle School Mathematics: Teachin Developmentally (6th Ed.)*. Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Vinner, S. (1983). Concept Definition, Concept İmage And The Notion Of Function. *International Journal Of Mathematical Education Science And Technology*, 14, 293–305.

EKLER

Ek 1. Başarı testi

UYGULAMA SORULARI

Aşağıdaki test Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü bünyesinde yürütülmekte olan “İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Katı Cisimler İle İlgili Sahip Oldukları Kavram Tanımı ve Kavram İmajlarının Fenomenografik Yaklaşımla İncelenmesi” adlı yüksek lisans tez çalışması kapsamında uygulanmaktadır. Soruların ve cevapların tamamı sadece araştırma için kullanılacaktır. Samimiyetle ve açıklamalı biçimde cevaplamanızı rica eder, zaman ayırdığınız için şimdiden teşekkür ederim.

Emre YILMAZ

Adı:

Soyadı:

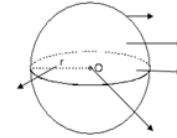
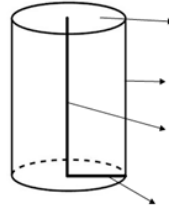
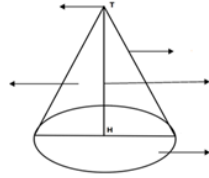
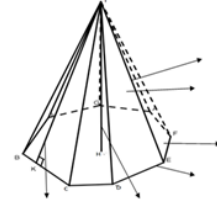
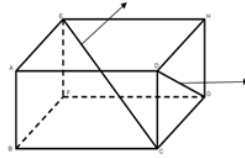
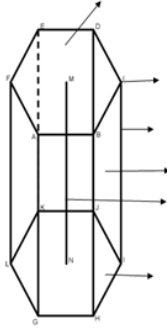
Cinsiyet: E/K

Genel Akademik Not Ortalaması:

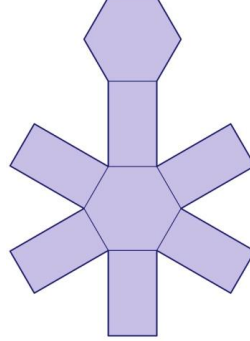
1. Prizma nedir? Tanımlayarak örnek veriniz.
2. Piramit nedir? Tanımlayarak örnek veriniz.
3. Koni nedir? Tanımlayarak örnek veriniz.
4. Silindir nedir? Tanımlayarak örnek veriniz.
5. Küre nedir? Tanımlayarak örnek veriniz.
6. Katı cisimler size günlük hayattan neleri çağrıştırıyor açıklayınız.
7. Aşağıdaki tabloda istenen özellikteki cisimleri oluşturunuz.

7 yüzlü bir katı cisim oluşturunuz	15 ayrıtlı bir katı cisim oluşturunuz
8 köşeli bir katı cisim oluşturunuz	Hacmi 240 cm^3 olan bir katı cisim oluşturunuz

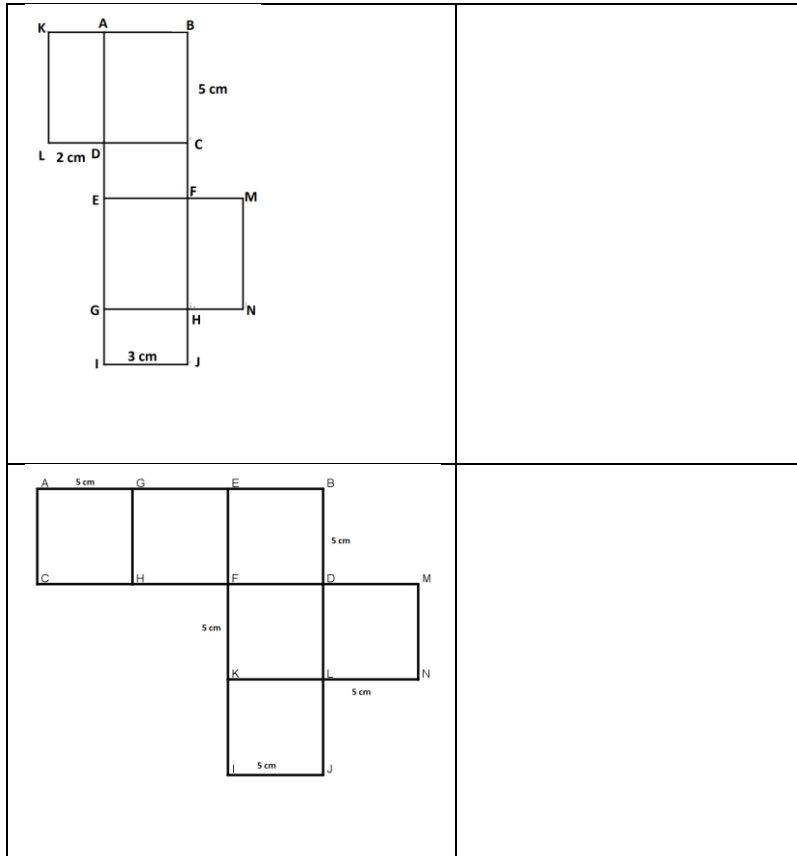
8. Aşağıda verilen katı cisimlerin elemanlarını oklara göre belirtiniz.

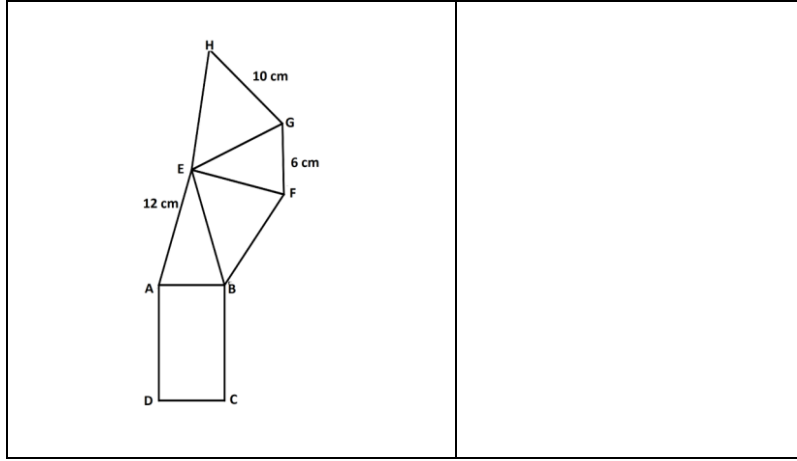


9. Ayrıt nedir? Açıklayınız. Aşağıda açık hali verilen cismin ayrıt sayısını bulunuz. Nasıl saydığınızı açıklayınız.



10. Aşağıda açılımları verilen cisimler kapalı şekil belirtir mi açıklayınız. Belirtenlerin kapalı hallerini oluşturunuz. Hangi köşeler birbiriyle eşleşir belirtiniz.

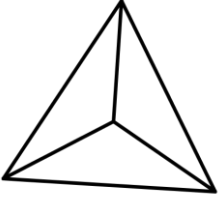
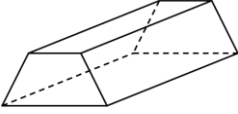

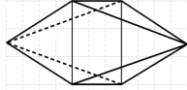
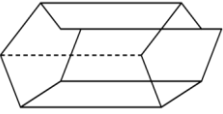
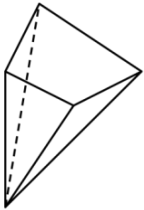
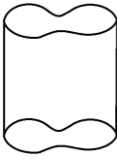
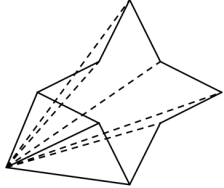
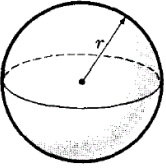
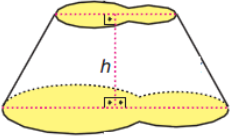

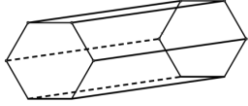
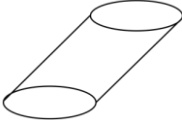
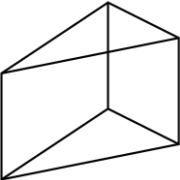
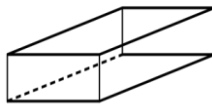
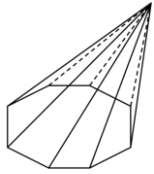
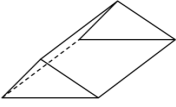
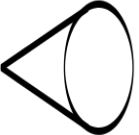
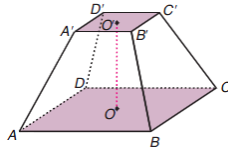
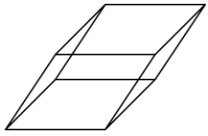




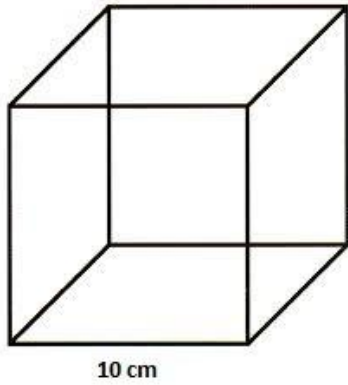
11. Aşağıdaki tabloda verilen cisimlere ait yüz, ayrıt ve köşe sayılarını ve elemanları sayarken kullandığınız yöntemi kısaca belirtiniz.

Cisim	Yüz sayısı	Ayrıt sayısı	Köşe sayısı

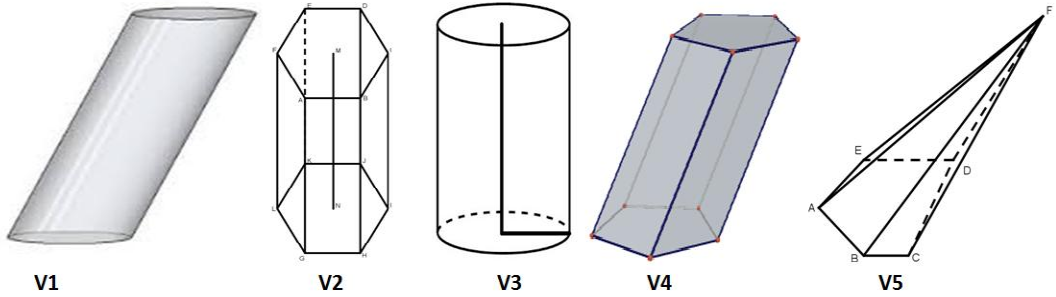
12. Aşağıda verilen cisimlerin adlarını altlarına yazınız.

			
.....
			
.....
			
.....
			
.....
			
.....

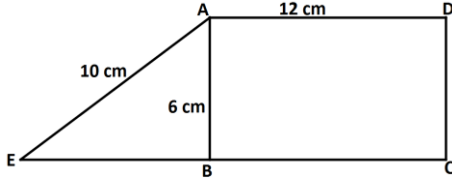
13. Bir altıgen dik prizmanın tabanı aynı kalmak şartıyla yüksekliği 5 katına çıkarılırsa prizmanın yanal alanı ve hacmi nasıl değişir? Çözümünüzü açıklayınız.
14. Şekilde verilen küp şeklindeki kabın içine yerleştirilebilecek en büyük hacimli katı cisim hangisidir? Seçiminizin nedenlerini açıklayınız. Yerleştirilen bu cismin hacminin değeri için ne söylenebilir?



15. İçerisi su ile tam dolu dik dairesel silindir şeklindeki bir kabın içerisindeki suyun yarısının dökülmesi için silindir taban düzlemiyle kaç derecelik açıyla yatırılmalıdır? Nedenini açıklayarak çözünüz.
16. Taban çevresi ve yüksekliği birbirine eşit olan üçgen prizma ve sekizgen prizmanın yanal alanları arasında nasıl bir ilişki vardır açıklayınız.
17. Aşağıda verilen taban alanı ve yükseklikleri birbirine eşit olan cisimlerin hacimlerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Sonuca nasıl ulaştığınızı açıklayınız.



18. ABCD bir dikdörtgen olmak üzere aşağıda verilen AECD yamuğu EC kenarı etrafında 180 derece döndürüldüğünde oluşan cismin hacmini bulunuz.



19. Bir dikdörtgenler prizmasının tüm ayrıtları 2 şer cm uzatılırsa hacmi 80 cm^3 artıyor. Bu prizmanın farklı ayrıtları toplamı 8 cm olduğuna göre yüzey alanı kaç cm^2 dir?
20. Taban alanı 48 cm^2 ve yüksekliği 8 cm olan bir dik dairesel koni tepe noktasının 2 cm aşağısından tabana paralel bir düzlemlle kesildiğinde oluşan kesik koninin hacmini bulunuz. Çözümünüzü açıklayınız.

Ek 2. Görüşme soruları

GÖRÜŞME SORULARI

1. Prizma nedir tanımlar mısın?

- Birbirinden farklı 3 prizma çizer misin?
- Prizma türleri hakkında ne söylersin?
- Prizmaların tabanı hakkında ne söylersin? Herhangi bir çokgen olabilir mi?
- Prizmanın yan yüzleri hakkında ne söylersin?
- Düzgün ve düzgün olmayan prizma ne demektir açıklar mısın? Düzgün prizmaları düzgün olmayanlardan ayıran özellikler nelerdir?
- Bir prizmanın açılımını çizer misin?
- Küp hakkında ne söylersin? Küp bir prizmadır.

2. Piramit nedir tanımlar mısın?

- Birbirinden farklı 3 piramit çizer misin?
- Piramit türleri hakkında ne söylersin?
- Piramitlerin tabanı hakkında ne söylersin? Herhangi bir çokgen olabilir mi?
- Piramidin yan yüzeyleri hakkında ne söylersin?
- Düzgün ve düzgün olmayan piramit ne demektir açıklar mısın? Düzgün piramitleri düzgün olmayanlardan ayıran özellikler nelerdir?
- Bir piramidin açılımını çizer misin?

3. Koni nedir tanımlar mısın?

- Koni türleri hakkında ne söylersin?
- Birbirinden farklı koni örnekleri verebilir misin?
- Koninin yan yüzü hakkında ne söylersin? Nasıl oluşur.
- Bir koninin açılımını çizer misin?
- Yarıçapı 9 cm olan bir daireden 120 derecelik ve 150 derecelik daire dilimleri keserek iki ayrı koni oluşturulursa bu iki konide aynı ve farklı değerler neler olurdu?

4. Silindir nedir tanımlar mısın?

- Silindir türleri hakkında ne söylersin?
- Birbirinden farklı silindir örnekleri verebilir misin? Var mıdır?
- Silindirin tabanı hakkında ne söylersin?
- Silindirin yan yüzü hakkında ne söylersin? Nasıl oluşur.
- Bir silindirin açılımını çizer misin?

5. Küre nedir tanımlar mısın?

6. Hacim nedir tanımlar mısın?

- Prizmanın hacmi nasıl hesaplanır?
- Piramidin hacmi nasıl hesaplanır?
- Koninin hacmi nasıl hesaplanır?
- Silindirin hacmi nasıl hesaplanır?
- Kürenin hacmi nasıl hesaplanır?

7. Katı cisimlerin yüzey alanı hakkında ne söylersin

- Prizmanın yüzey alanını nasıl hesaplırsın?
- Piramidin yüzey alanını nasıl hesaplırsın?
- Koninin yüzey alanını nasıl hesaplırsın?
- Silindirin yüzey alanını nasıl hesaplırsın?
- Kürenin yüzey alanını nasıl hesaplırsın?

8. Bir dik prizmada sadece yükseklik 3 katına çıkarılırsa

- Hacmi hakkında ne söylersin?
- Yanal alanı hakkında ne söylersin?

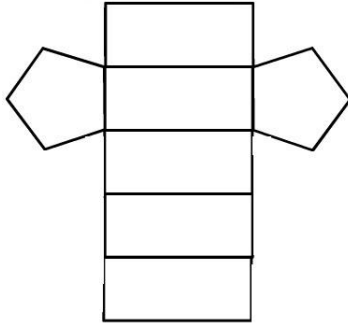
9. Bir ayrıtı 10 cm olan bir küpün içine yerleştirilecek en büyük hacimli katı cisim hangisidir. Neden?

10. Arakesit nedir tanımlar mısın?

- Kesit alanı nedir tanımlar mısın?
- Prizmayı bir düzlemlle kestiğimizde oluşacak kesit alanları hakkında ne söylersin?
- Piramidi bir düzlemlle kestiğimizde oluşacak kesit alanları hakkında ne söylersin?
- Koniye bir düzlemlle kestiğimizde oluşacak kesit alanları hakkında ne söylersin?
- Silindiri bir düzlemlle kestiğimizde oluşacak kesit alanları hakkında ne söylersin?
- Küreyi bir düzlemlle kestiğimizde oluşacak kesit alanları hakkında ne söylersin?
- Bir küpün arakesit alanı altıgen olabilir mi?
- Bir silindirin arakesit alanı elips olabilir mi?

11. Ayrıt nedir tanımlar mısın?

- Altıgen prizmanın kaç ayrıtı vardır nasıl sayarsın?
- Koni ve silindirin ayrıtı var mıdır?
- Ayrıt sayısı kaçtır? Nasıl sayarsın.



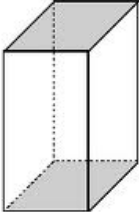


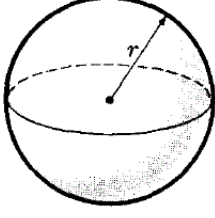

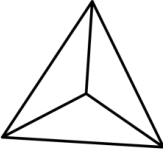
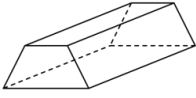

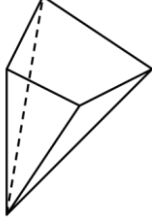
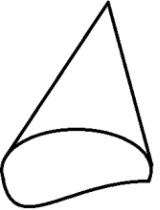
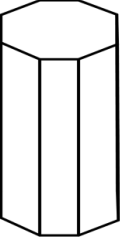
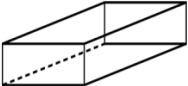
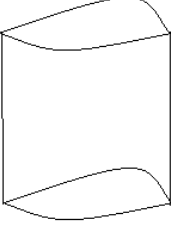
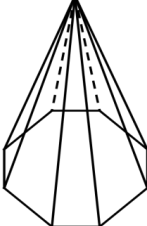
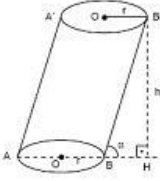
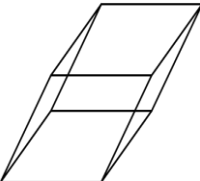
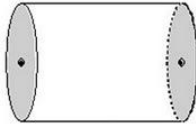
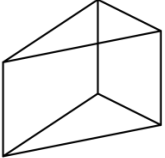
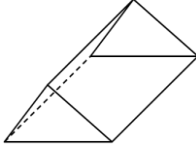
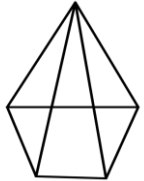
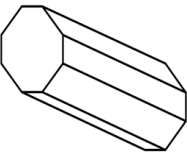
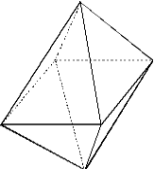
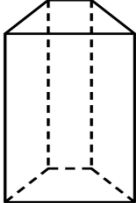
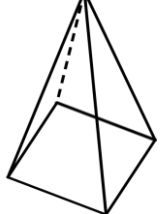
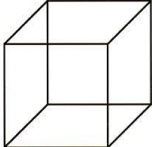
12. Eğik katı cisimler dendiğinde ne anlıyorsun?

- Bir prizma yer düzlemiyle belirli bir açı yapacak şekilde eğilerek eğik prizma elde edilirse hacmi ilk duruma göre nasıl değişir?

13. Katı cisimleri ilköğretim öğrencisine, lise öğrencisine, sınıf arkadaşınıza ve hocanıza nasıl tanımlarsınız?

SESLİ DÜŞÜNME

Aşağıda verilen modelleri sesli düşünerek isimlendiriniz. Kararınızın nedenini açıklayınız.

				
.....
				
.....
				
.....
				
.....
				
.....

ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Emre YILMAZ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi : 20 Mart 1991

Medeni Durumu: Bekar

Tel: 05412487581

Email: emreyilmaz1134@gmail.com

Yazışma Adresi: İbrahim Ağa Mahallesi Karamüftü Caddesi No: 15 A Blok Daire: 3
Develi/Kayseri

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Kastamonu Üniversitesi	2012
Lise	MP lisesi, Develi	2007

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2012	Kirazlı Ortaokulu, Yahyalı	Öğretmen

YABANCI DİL

İngilizce