

Matematik Öğretmen Adaylarının Boyut Ölçütleri

Alattin Ural*

Özet

Bu çalışmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının boyut ölçütlerini belirlemektir. İlköğretim matematik eğitimi anabilim dalının 2., 3., 4. sınıf ve yüksek lisans öğrencileri araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak; bilinen geometrik nesnelerin isimlerinin yazılı olduğu ve kaç boyutlu olduğunun sorulduğu ayrıca "Bir şeklin kaç boyutlu olduğuna nasıl karar verirsiniz" sorusunun da ilave edildiği bir form kullanılmıştır. Nicel veriler frekans ve yüzdelik kullanılarak tablolaştırılmış, açık uçlu soru için betimsel analiz yapılarak kategoriler ortaya çıkarılmış ve bu kategoriler yüzdelik olarak verilmiştir. Geometrik şeklin boyutuna karar verilirken genellikle alan-hacim, eksen sayısı, en-boy-yükseklik ve düzlem-uzay konumu şeklinde ölçütlerin kullanıldığı ve özellikle bir ve iki boyutlu nesnelerin boyutunun teşhis edilmesinde önemli farklılaşmalar olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Boyut Kavramı, Boyut Ölçütleri

Prospective Mathematics Teachers' Criteria of Dimension

Abstract

The purpose of the study is to determine prospective mathematics teachers' criteria of dimension. Participants were 2nd, 3rd, 4th year and master students in mathematics education department. Familiar geometric objects were given the students and asked to decide the dimension of these objects. Besides, the question "how do you decide the dimension of a given geometric object" was used to determine their criteria of dimension. The quantitative data were tabulated by using frequency and percentage, the method of descriptive analysis was used for the open-ended question. The results indicated that the students used the criteria of area-volume, number of axis, length-width-height and plane-space position in general and also wide range of criteria of one and two dimension.

Key Words: Concept of Dimension, Criteria of Dimension

Giriş

Boyut kavramı matematiksel fikirler arasında önemli bir yer tutmasına rağmen (Manin, 2006, s.139) ders kitaplarında üzerinde pek fazla durulmaz (Skordoulis, Vitsas, Dafermos ve Koleza, 2009, s.253). Boyut kavramını açıklamak için öncelikle nokta, doğru, çizgi, eğri, yüzey, düzlem, alan, hacim, bölge, en, boy, yükseklik, kalınlık, derinlik gibi geometrik terimlerin ayrıca geometrik nesnelerin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Boyut kavramı üzerine varyasyonlar Euclid' in (M.Ö. 300) sınır notasyonu tanımlamasıyla

başlar (Manin, 2006). Euclid geometrisinde bir nesne, uzunluk, genişlik veya yüksekliğe sahip olma bakımından bir özellik taşır ve nesnenin sadece uzunluğu varsa 1-boyutlu; uzunluğu ve derinliği varsa 2-boyutlu; uzunluğu, derinliği ve yüksekliği varsa 3-boyutludur.

Poincare' in 1905' de topolojiyi tanıtmayla matematikçiler boyut kavramı hakkında daha derinlemesine düşünmeye başlamışlardır (Alexandroff, 1932, 1961; Pears 1975). O zamana kadar, boyut kavramı deneysel bir

*Yrd.Doç.Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı, Burdur.
e-posta: altnurl@gmail.com

bakış açısıyla ele alınmakta ve bir nesnenin boyutunun çeşitli yönlere yayılımı ile ilgili olduğu düşünülmekteydi. Bu tanımlamaya göre, bir düz doğru bir boyutludur, eğer nesne birinci doğruya dik ikinci bir yönde yayılmışsa iki ve ilk ikisine dik üçüncü bir yönde de yayılmışsa 3-boyutludur (Devlin, 1994). Bu tanımlama ile Euclid' in tanımlaması paralellik göstermektedir.

Boyut kavramına ilk sistematik didaktik yaklaşım Freudenthal tarafından yapılmıştır. Freudenthal (1983) boyut kavramının düzlem geometri, analitik geometri-analiz ve topoloji perspektiflerinden ele alınabileceğini belirtmiştir. Topolojide, uzayda bir N kümesinin her elemanı, tüm noktaları N' de olan bir kürenin merkezi ise bu N kümesine bir komşuluk denir. Örneğin bir kübün iç bölgesi komşuluktur. Bir N komşuluğunun sınırı N' ye ait olmayan tüm noktaların kümesidir fakat N' nin bazı noktalarını içeren keyfi küçük kürelerin merkezidir. Örneğin bir kübün içi için sınır altı tane yüzüdür. Bu kavramlara göre boyut tanımı şöyledir: Bir S kümesinin her noktası, S ile arakesitlerinin sınırları en fazla (n-1) boyutlu küçük komşuluklarda bulunuyorsa bu S kümesi en fazla n-boyutludur ve S kümesi en fazla n-boyutlu ise S kümesi n-boyutludur (Menger, 1943, s.4). Bu perspektiften bakıldığında çizgisel şekillerin 1-boyutlu (örn. doğru, dikdörtgen, çember, eğriler, vb), yüzeylerin 2-boyutlu (örn. küre, daire, prizmalar, düzlem, çokgensel bölgeler, vb.) ve katı cisimlerin (örn. küresel bölge, silindirik bölge vb) 3-boyutlu olduğu anlaşılmaktadır.

Euclid' in sınır notasyonuna göre bir çizginin uçları noktadır, bir yüzeyin sınırları çizgidir, bir cismin sınırı yüzeydir. Topolojik açıdan bir yüzey katı bir cismin sınıridir, bir çizgi bir yüzeyin sınıridir ve noktalar da çizgilerin sınırlarıdır (Skordoulis ve ark., 2009, s.254). Sınır ile sınırlanan bölge farklı kümelerdir ve boyutları farklıdır. Bir nesnenin sınırı, sınırladığı nesnenin boyutundan bir boyut azdır: bir çizgi bir nokta tarafından, bir bölge bir çizgi tarafından ve bir hacim bir yüzey tarafından sınırlanır (Jackendoff, 1991, s.32). Bu durumda örneğin küre, küresel bir bölgenin (hacmin) sınırı olduğundan, kürenin 2-boyutlu ve küresel bölgenin 3-boyutlu olduğunu söyleyebiliriz. Eğer küreye 3-boyutlu dersek küresel bölgenin 4-boyutlu olması gerekirdi.

Aynı şekilde prizmaların, silindirin, koninin de 2-boyutlu olduğu, prizmatik, silindirik ve konik bölgelerin ise 3-boyutlu olacağı söylenebilir.

MEB (2004) ilköğretim matematik programı, geometri öğrenme alanı 5. sınıf öğretim programında boyut; "herhangi bir yönde ölçülebilen büyüklük bir nesnenin boyutudur" şeklinde tanımlanmıştır. Programda, doğru, açı, çokgenler, kenarlar, ayrıtlar, çember vb nesnelere "uzunluk", "boy", "en", "yükseklik", "derinlik", "kalınlık", "incelik", "çap", "çevre", "sınır" vb. büyüklüklerden sadece birine sahip oldukları için 1-boyutlu; düzlemsel bölge, yüzey, geometrik cisimlerin yüzleri, çokgensel bölgeler, daire, açının içi vb. nesnelere "uzunluk ve en", "boy ve en", "en ve derinlik" vb. yalnız ikisine sahip oldukları için 2-boyutlu ve geometrik cisimlerin "uzunluk, en, yükseklik", "boy, en, derinlik", "en, boy, kalınlık" vb. yalnız üçüne sahip oldukları için 3-boyutlu nesnelere belirtildiği görülmüştür. Diğer taraftan, "çevre" ve "sınır" terimlerinin "uzunluk" özelliğini karşıladığı, nesnelere cinsi, yeri ve duruşlarına göre bazı hallerde "uzunluk", "en", "yükseklik" den her birinin yerine sırasıyla "boy", "çap", "derinlik" veya "kalınlık" kullanılabileceği ve alanın iki boyutlu, hacmin üç boyutlu nesnelere için karakteristik bir özellik olduğu vurgulanmıştır. Verilen bu tanım yukarıda bahsedilen boyut perspektifine uyumlu görünmektedir. 1 ve 2 boyutlu nesne örnekleri doğrudur ancak "küre, silindir vb. geometrik cisimlerin 3-boyutlu olduğu" ifadesinde terimsel ya da mantıksal bir sorun görünmektedir. Burada cisim ve 3-boyut kelimeleri tutarlıdır fakat küre, silindir vb. nesnelere bilindiği üzere bir yüzeydir ve hacmi yoktur, cisim değildir.

Eğitim alanında boyut kavramına ilişkin sadece iki tane araştırmaya rastlanılmıştır. Skordoulis ve ark. (2009) tarafından öğretmen adaylarının düzlemdeki bazı şekillerin boyutlarını Öklidiyen ve analitik düzlemde ayrı ayrı tahmin etmelerine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Bu makalede, öğrencilerin bir nesnenin boyutunu tahmin etmelerinde karşılaştıkları zorlukların nedeninin kartezyen koordinat sisteminden ya da kavram yanlışlarından ne ölçüde etkilendiği araştırılmıştır. Ayrıca koordinat sisteminin epistemolojik bir zorluğa veya sadece didaktik bir karaktere mi sahip olup olmadığı da tartışılmıştır.

Araştırmada;

- Öğrencilerin %96,5' unun doğru parçasını 1-boyutlu olarak teşhis edebildikleri,
- Bir eğrinin serbestçe ya da düzgün bir formda çizilip çizilmediğinden pek etkilenmeyip şeklin boyutunu iyi derecede tahmin edebildikleri,
- Koordinat sistemine yatay olarak yerleştirildiğinde doğru parçasının boyutunu tahmin etmelerinde koordinat sisteminin etki etmediği ancak şeklin serbest bir şekilde çizilmesi durumunda şeklin koordinat sisteminde olması durumuna göre daha iyi sonuçlar elde edildiği,
- Aynı koordinat sisteminde verilen doğru parçası eğer x-eksenine paralel verilmişse açılı verilmiş olması durumuna göre boyut tahminlerinde daha iyi sonuçlar alındığı,
- Öğrenciler eğer eğri koordinat sisteminde verilmemişse daha doğru boyut tahmininde buldukları,
- Sonuç olarak çoğu durumda koordinat sisteminin öğrencilerin verilen nesnenin boyutunu teşhis etmelerini etkilediği belirlenmiştir.

Vitsas ve Koleza (2000) tarafından da öğrencilerin boyutu algılamaları üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada matematik öğrencilerinin geometrik şekillerin boyutlarını doğru teşhis etme oranları ve ayrıca öğrencilerin geometrik boyut ölçütleri araştırılmıştır. Çalışmada öğrencilerin şeklin boyutunu belirlemelerinde x-y kartezyen koordinat sisteminin etkili olduğu; öğrencilerin basit öklidiyen düzlemde aynı şekle ait daha doğru boyut tahmininde buldukları tespit edilmiştir.

Boyut konusunda yerli ve yabancı yayınlar ya da internet yayınları incelendiğinde farklılıklar göze çarpmaktadır. Örneğin Şansan (1987: 34) MEB onaylı matematik terimler sözlüğünde, National Council of Teachers of Mathematics, Principles and Standards for School Mathematics (2000, s.396) ve Georgia Mathematics Performance Standards 2009-2010 adlı yayınlarda kare, dikdörtgenin, açılı, çember ve çokgenlerin

iki boyutlu; silindir, küre gibi yüzeylerin üç boyutlu olduğunu belirtilmiştir. MEB (2004) programında ise karenin, dikdörtgenin, açılı, çember ve çokgenlerin bir boyutlu, yüzeylerin iki ve silindir, küre vb şekillerin üç boyutlu olduğu belirtilmiştir. Bu türden farklı anlayışların temelinde İngilizce alan yazında, örneğin kare ile karesel bölge gibi farklı terimlerin kullanımına ya da ayrı tutulmasına yeterince özen gösterilmemesi ya da kare ile karesel bölgenin farklı boyutlarda oluşunun kavranmaması da yatabilir. Çünkü genellikle, dik koordinat sisteminde bir nesnenin noktalarının ifade edilebilmesi için kullanılan değişken sayısının, o nesnenin boyutunu ifade ettiği düşünülmektedir. Dolayısıyla kare ile karesel bölgenin boyutları açısından bir farklılık olmadığı düşünülmekte olabilir. Çünkü ikisinin de noktalarının belirtilebilmesi için iki değişkene ihtiyaç vardır. Aynı yaklaşımla örneğin küre ile küresel bölge ayırımına da gidilmediği düşünülebilir.

Pür matematik haricinde matematik eğitimi alanında boyut kavramına yönelik olarak sadece yukarıda verilen iki çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmalarda öğrencilerin doğru ve eğrinin boyutu konusundaki bilgileri Kartezyen düzlem üzerinde olup olmamasıyla ilgisi açısından incelenmiştir. Bu çalışmada ise matematik öğretmeni adaylarının 0, 1, 2 ve 3 boyutlu geometrik nesnelerin kaç boyutlu olduğuna yönelik kararları belirlenmiş ayrıca karar verirken kullandıkları boyut ölçütleri ortaya çıkarılmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarının, yürürlükte olan İlköğretim Matematik Öğretim Programı' nda yer alan boyut kavramının özellikle 3-boyut için tekrar gözden geçirilmesine katkı sunması ayrıca konunun matematik eğitimi çevresinde tartışılarak öğretmen adaylarının boyut kavramı konusunda fikirlerinin netleştirilmesi noktasında öğretim elemanlarına bir kaynak oluşturması beklenmektedir.

Yöntem

Örneklem

Bu araştırmanın örneklemini, 2009-2010 eğitim-öğretim yılında bir üniversitenin ilköğretim bölümü matematik öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören ikinci (43 kişi), üçüncü (28 kişi) ve dördüncü (29 kişi) sınıf öğrencileriyle aynı üniversitenin fen bilimleri enstitüsünün matematik bölümünde tezsiz

yüksek lisans eğitimi gören (23 kişi) toplam 123 öğrencisi oluşturmuştur.

Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin geometrik şekillerin kaç boyutlu olduğuna dair düşüncelerini almak amaçlandığından geometrik görünümü iyi bilinen 17 adet 0, 1, 2 ya da 3 boyutlu geometrik şekillerin isimlerinden oluşan bir test hazırlanmıştır. Öğrencilerden, şeklin kaç boyutlu olduğunu belirtmeleri istenmiştir. Eğer şekiller çizilerek verilseydi kalemin kalınlığından dolayı ve düzleme 3 boyutlu çizim yapılamayacağından verilen şekillerin hepsi 2 boyutlu olurdu. Eğer hem şekil çizip hem de ismi verilseydi mantıksal bir tutarsızlık olurdu. Bu yüzden sadece ismi söylendiğinde tam olarak algılanabilen geometrik nesnelere verilmiştir. Ekte verilen teste bakıldığında bir öğrencinin geometrik bir şeklin kaç boyutlu olduğu konusundaki bilgileri almak için yeterli derecede (hemen hemen tüm bilinen şekiller) geometrik nesneyi içerdiği görülmektedir. Dolayısıyla testin ölçülmesi istenen davranışı ölçmek için yeterli olduğu düşünülmektedir.

Diğer taraftan öğrencilerin geometrik bir şeklin kaç boyutlu olduğunu belirlerken kullandıkları ölçütleri ortaya çıkarmak için "Bir şeklin kaç boyutlu olduğuna nasıl karar verirsiniz" şeklinde bir soruyu yanıtlamaları da istenmiştir.

Verilerin Toplanması

On yedi geometrik şeklin isimlerinin yazılı olduğu birinci soru için öğrencilerden bu şekillerin karşılıklarına kaç boyutlu olduğunu yazmaları istenmiştir. İkinci soruda ise öğrencilerden bir geometrik şeklin kaç boyutlu olduğuna karar verirken hangi ölçüt ya da

ölçütleri kullandıklarını yazmaları istenmiştir. Çalışma grubu ikiye ayrılarak araştırmacının kendisi tarafından ardışık iki saatte ayrı ayrı birer saat süreyle uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Yapılan araştırma betimsel bir çalışma olup tarama modelindedir ve araştırmacının yöntemi nicel ve niteldir. Öğrencilerin "Bir şeklin kaç boyutlu olduğuna nasıl karar verirsiniz?" sorusuna verdikleri yanıtların analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Veriler incelenirken her bir öğrencinin vermeye çalıştığı mesajlar kodlanmış ve tüm öğrenciler için bu işlem yapıldıktan sonra anlam bazında ortak temaların bütünleştirilmesiyle gruplandırılmıştır. Bu bulgulara ait frekans ve yüzdeleri içeren tablolar verilmiştir. Verilen şeklin boyutunu işaretledikleri 17 sorunun yanıtlarının analizinde de frekans ve yüzdeleri tabloları kullanılmıştır.

Bulgular

Birinci Soruya İlişkin Bulgular

Birinci soruda sıfır, bir, iki ve üç boyutlu 17 adet şekil verilmiş ve öğrencilerden bunların kaç boyutlu olduklarını işaretlemeleri istenmiştir. Bununla ilgili bulgular aynı boyuttaki şekillere yönelik olarak aşağıda farklı alt başlıklarda verilmiştir.

Sıfır Boyutlu Şekillere Ait Bulgular

Öğrencilerin noktayı uzaydaki konumunu önemsemeksizin daima sıfır boyutlu (boyutsuz) olarak teşhis edip etmediklerini belirlemek için; bir soruda noktanın, diğer soruda bir prizmanın köşesinin kaç boyutlu olduğu sorulmuştur. Bu sorulara ilişkin elde edilen veriler Tablo 1' de sunulmuştur.

Tablo 1: Sıfır Boyutlu Şekillere Ait Boyut-Teşhis Oranları

	0 boyutlu	1 boyutlu	2 boyutlu	3 boyutlu	Kararsız
Nokta	108 (%88)	2(%2)	1(%1)	0	12(%10)
Prizmanın köşesi	66 (%54)	22(%18)	6(%5)	23(%19)	6(%5)

Tabloya bakıldığında öğrencilerin %88' i noktanın, %54' ü bir prizmanın köşesinin sıfır boyutlu olduğunu teşhis edebilmiştir. Bu durumda sıfır boyutlu bir şekli teşhis etme oranının ortalama %71 olduğu söylenebilir.

Diğer taraftan öğrencilerin yaklaşık %20' si prizmanın köşesinin 3 boyutlu olabileceğini düşünmüşlerdir. Bu kişilerin sadece 10 tanesi bir ölçüt belirtmiş ve bu ölçütlerden ve Tablo 9' dan prizmanın köşesinin üç boyutlu olarak

teşhis edilmesinde öğrencilerin ifadesiyle, bu noktanın yüksekliğinin olmasının, hacmi olan bir nesneye ait olmasının, üç eksenle ifade edilmesinin veya düzlemsel olmamasının (uzayda olmasının) etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Bir Boyutlu Şekillere Ait Bulgular

Öğrencilerin birinci boyut hakkındaki bilgilerini almak için doğru, doğru parçası, dikdörtgen ve üçgen şekillerinin kaç boyutlu olduğu sorulmuş ve elde edilen veriler Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 2: Bir Boyutlu Şekillere Ait Boyut-Teşhis Oranları

	0 boyutlu	1 boyutlu	2 boyutlu	3 boyutlu	Kararsız
Doğru Parçası	2(%2)	113 (%92)	5(%4)	0	3(%2)
Doğru	4(%3)	109 (%89)	6(%5)	2(%2)	2(%2)
Açı	14(%11)	68 (%55)	37(%30)	1(%1)	3(%2)
Parabol	5(%4)	62 (%50)	51(%41)	3(%2)	2(%2)
Çember	5(%4)	57 (%46)	59(%48)	2(%2)	0
Üçgen	0	53 (%43)	68(%55)	0	2(%2)
Beşgen	0	52 (%42)	65(%53)	3(%2)	3(%2)
Dikdörtgen	2(%2)	47 (%38)	73(%59)	0	1(%1)
Bir dikdörtgenler prizmasının sadece ayrıtlarından oluşan şekil	0	12 (%10)	17(%14)	91 (%74)	3(%2)

Tablodaki oranlar incelendiğinde; öğrencilerin bir boyutlu bir geometrik şeklin boyutunu teşhis etme oranlarını önemli ölçüde farklılaştıran üç şekil grubu olduğu görülmektedir. Bunlar; doğru ve doğru parçası (1. grup), dikdörtgen, çember, üçgen, beşgen, parabol, açı (2. grup), bir prizmanın sadece ayrıtlarından oluşan şekil (3. Grup). Tablodaki oranlara bakıldığında 2. grup şekillerden açının ve parabolün boyutunu bilmeleri daha yüksek iken dikdörtgenin en az olduğu görülmektedir. İkinci gruptaki şekiller boyutlarının tahmin edilebilmesindeki zorluk açısından kendi arasında ikiye ayrılabilir: Parabol ve açı gibi açık şekiller ve üçgen, beşgen, dikdörtgen gibi kapalı şekiller.

Tablodaki değerlere bakıldığında bir boyutlu bir şeklin boyutunu teşhis etmede başarı oranlarının sırasıyla; 1. grupta ortalama %91, parabol ve açıda (açık şekiller) ortalama %52.5, ikinci grupta kalan diğer kapalı şekillerde ortalama %42, genel olarak ise 2. grup şekillerde %45.7 ve 3. grup şekillerde ise

%10 şeklinde olduğu görülmektedir. Genel olarak ise 1 boyutlu şekillerin boyutuna karar vermedeki başarı oranı %51' dir.

Ayrıca, açı ve parabol gibi açık şekillerin bir boyutlu olarak teşhis edilmesi oranlarının; çember, üçgen, beşgen ve dikdörtgen gibi kapalı şekillerin bir boyutlu olarak teşhis edilmesi oranlarına göre daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Buradan, öğrencilerin verilen düzlemsel şeklin açık olması durumunda kapalı olmasına göre daha yüksek bir oranda 1-boyutlu olduğuna karar verebilecekleri söylenebilir. Bir diğer dikkat çekici nokta ise bir prizmanın sadece ayrıtlarından oluşan şeklin üç boyutlu olarak teşhis edilmesidir. Bu durum şeklin dik koordinat sistemi açısından üç değişkenle belirleniyor olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Diğer taraftan, açı, parabol, çember, üçgen, beşgen ve dikdörtgenin bir yerine iki boyutlu olarak ifade edilmesinde bu şekillerin koordinat sisteminde iki eksenli olmasının, öğrenciler açısından bir bölge (alan) belirttiğinin

düşünülmüş olmasının etkili olduğu Tablo 8' den anlaşılmaktadır.

İki Boyutlu Şekillere Ait Bulgular

Öğrencilerin ikinci boyut hakkındaki bilgilerini almak için karesel bölge, üçgensel bölge,

daire, küre yüzeyi, prizma yüzeyi şekillerinin kaç boyutlu olduğu sorulmuş ve elde edilen veriler Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3: İki Boyutlu Şekillere Ait Boyut-Teşhis Oranları

	0 boyutlu	1 boyutlu	2 boyutlu	3 boyutlu	Kararsız
Karesel bölge	0	6 (%5)	109 (%89)	6(%5)	2(%2)
Üçgensel Bölge	0	4(%3)	109(%89)	9(%7)	1(%1)
Daire	2(%2)	8(%7)	99(%80)	11(%9)	3(%2)
Küre	1(%1)	11(%9)	18(%15)	90(%73)	3(%2)
Dikdörtgenler prizması	0	2 %2)	14(%11)	106(%86)	1(%1)

Tablo incelendiğinde; öğrencilerin iki boyutlu bir geometrik şeklin boyutunu teşhis etmesini etkileyen iki grup şekil olduğu görülmektedir.

Bunlar;

1. Grup: Karesel bölge, üçgensel bölge, daire
2. Grup: Küre yüzeyi ve prizma gibi üç boyutlu şekillerin yüzlerinden oluşan şekiller.

Tablodaki değerlere göre, iki boyutlu bir şeklin boyutunu teşhis etmede başarı oranları sırasıyla, 1. grupta ortalama %86 ve 2. grupta ortalama %12' dir. Genel olarak ise 2 boyutlu şekillerin boyutuna karar vermedeki başarı oranı %49' dur.

Diğer taraftan tablo incelendiğinde küre yüzeyi ve prizma yüzeyinin ortalama %80 oranında 3 boyutlu olarak teşhis edilmesi dikkati çekmektedir. Bu şekillerin iki yerine üç boyutlu olarak ifade edilmesinde bu şekillerin koordinat sisteminde üç eksenli olmasının, en, boy ve yüksekliğinin olmasının veya öğrenciler açısından bir hacminin olmasının etkili olduğu Tablo 9' dan anlaşılmaktadır.

Üç Boyutlu Şekillere Ait Bulgular

Öğrencilerin üçüncü boyut hakkındaki bilgilerini almak için silindirin kaç boyutlu olduğu sorulmuş ve elde edilen veriler Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4: Üç Boyutlu Geometrik Şeklin Teşhis Edilmesi

	0 boyutlu	1 boyutlu	2 boyutlu	3 boyutlu	Kararsız
Silindir ve iç bölgesi					
(silindirik bölge)	0	0	5(%4)	116(%94)	2(%2)

Tablodan da görüldüğü üzere öğrencilerin %94' ü bu şekli üç boyutlu olarak teşhis edebilmişlerdir. Silindir, prizma yüzeyi, küre yüzeyi ve bir prizmanın sadece ayrıtlarından oluşan şekil oranlarına bakıldığında öğrencilerin 3 boyutlu olup olmadığı konusunda karar vermelerinde aynı sırada etkili oldukları görülmektedir.

Genel olarak bakıldığında, en iyi boyut kararlarının, silindirik bölgenin 3-boyutlu (%94), noktanın 0-boyutlu (%88) ve çokgensel bölgelerin 2-boyutlu (ortalama %86) olarak teşhis edilmesinde olduğu görülmektedir..

İkinci Soruya İlişkin Bulgular

İkinci soruda öğrencilerden bir şeklin boyutuna nasıl karar verdiklerini yazmaları

istenmiştir. Öğrencilerin bir kısmının bu soruyu yanıtlamadığı, bir kısmının verdikleri ölçütleriyle birinci sorudaki işaretlemeleri arasında önemli derecede tutarsızlıklar olduğu, bir kısmının sadece bazı boyutlar için bir ölçüt belirttiği, bir kısmının da bir ölçüt belirttiği ancak bu ölçüte göre hangi şekillerin kaç boyutlu olacağını tam olarak belirlemediği belirlenmiştir.

Bu durumda okuyucuya daha güvenilir ölçüt ifadeleri sunmak amacıyla aşağıda verilen tablolarda 1, 2 ve 3 boyuttan genellikle en az ikisi hakkında ölçüt belirtmiş ve bu ölçütü ile yaptığı işaretlemeler arasında çok fazla tutarsızlık göstermeyen öğrencilere ait ölçüt ifadelerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Toplam 123 kişiden 57 tanesi (%46) bu şekilde bir ölçüt ortaya koyabilmiştir. Genel olarak öğrencilerin boyut ölçütleri Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5: Genel Boyut Ölçütleri

Ölçütler	Frekans	Yüzdellik (N=57)
En, boy, yükseklik	22	%39
Alan ve hacim	14	%25
Düzlemde yer alma	8	%14
Eksen sayısı	7	%12

iTablodan, ölçüt belirten öğrencilerin %39' unun bir şeklin boyutuna karar verirken en, boy ve yükseklikten hangilerine sahip olduğunu; %25' inin alan veya hacminin olup olmadığını; %14' ünün şeklin düzlemde mi yoksa uzayda mı yer aldığını; %12' sinin de şeklin koordinat sisteminde hangi eksenler kullanılarak ifade edildiğini dikkate aldığı görülmektedir.

Ayrıca özel olarak, öğrencilerin "Bir şeklin kaç boyutlu olduğuna nasıl karar verirsiniz?" sorusuna verdikleri yanıtlar 1, 2 ve 3 boyut ölçütleri temelinde sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin hangi boyut için ne oranda ölçüt belirttikleri Tablo 6' da verilmiştir.

Sıfır boyutlu şekillerden nokta için genellikle "nokta sıfır boyutludur, boyutsuzdur, eni boyu yüksekliği yoktur, alanı ve hacmi yoktur" şeklinde ifadeler kullanılmış ya da çoğu zaman herhangi bir ölçüt belirtilme gereği duyulmamıştır ya da belirtilmemiştir. Prizmanın köşesi için oranın noktaya göre düşük olmasının nedeni ise bu şeklin 3 boyutlu olduğu şeklindeki yönelimlerdir. Dolayısıyla sıfır boyut için aşağıdaki tablolarda ayrıca bir satır açmaya yetecek zenginlikte ölçüt olmadığından tablolarda yer vermeye gerek duyulmamıştır.

Tablo 6: Boyut-Ölçüt Belirtme Oranları

Boyut	Frekans	Yüzdellik (N=57)
1	36	%63
2	54	%95
3	54	%95

Tablo incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun 2 ve 3 boyut için bir ölçüt ortaya koyabildiği ancak 1 boyut için daha düşük bir oranda olduğu görülmektedir. Tablo 7, 8, 9' a bakıldığında 1 boyut için belirtilen ölçütlerin sayısının 2 ya da 3 için belirtilenlerden çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, 1 boyut ölçütünün netliğinin görece çok

daha az olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan belirtilen alan-hacim ölçütü 1 boyut için net bir yargı belirtmemektedir. Dolayısıyla "alan ve hacme göre karar veririm" şeklinde bir ölçüt belirtmiş öğrencilerden bir kısmı ayrıca 1 boyut için bir ölçüt belirtmemiştir. Bu durum da bu oranın düşüklüğünde etkili olmuştur.

Tablo 7: Bir Boyutlu Şekiller İçin Ölçütler

Ölçüt	Frekans	Yüzde (N=36)
Sadece uzunluğu varsa	10	%28
Kullanılan eksen sayısı bir ise	7	%19
En, boy, yükseklikten sadece birine sahipse	4	%11
Tek çizgi şeklindeyse veya doğru boyunca ise	4	%11
Alanı ve hacmi yoksa	3	%8
Çevresi varsa	2	%6
Noktaların birleşmesiyle oluşan açık bir şekilse	1	%3
İçi boş ise	1	%3
Çizimse	1	%3
Doğruları varsa	1	%3
Nokta ise	1	%3
Çizgi şeklindeyse	1	%3

Yukarıdaki tabloda öğrencilerin ifadeleri yazılmıştır. Bu ifadelerin ne anlama geldiğinin anlaşılması için 1. sorudaki işaretlemeleri incelenmiş ve anlamları aşağıda verilmiştir.

Sadece uzunluğu varsa: Yüzeyle ve düzlemsel olmayan şekiller haricindekiler (4 kişi), doğru ve doğru parçası (3 kişi), doğru, doğru parçası ve parabol (1 kişi)

En, boy, yükseklikten sadece birine sahipse: Dört kişinin hepsi, doğru, doğru parçası, açı işaretlemiş bunlardan biri bu şekillere ek olarak parabol ve çemberi biri de dikdörtgen, üçgen ve beşgeni işaretlemiştir.

Tek çizgi şeklindeyse veya doğru boyunca ise: Doğru ve doğru parçası

Çizgi şeklindeyse: Yüzeyle, düzlemsel olmayan şekiller, parabol ve bir kişide de bunlara ek olarak açı haricindeki şekiller.

Noktaların birleşmesiyle oluşanlar ve alanı olmayanlar: Doğru, doğru parçası, açı ve parabol

İçi boş şekiller: Daire, silindir, küre yüzeyi, prizma yüzeyi haricindeki şekiller

Çevresi olanlar ve çizim şeklindekiler: Yüzeyle ve düzlemsel olmayan şekiller haricindekiler

Doğruları varsa: Yüzeyle ve silindir haricindeki şekiller

Tablo 7 incelendiğinde öğrencilerin 1 boyut için ölçütlerinin fazlaca çeşitlilik gösterdiği ancak genel olarak en boy yükseklikten birine sahip olma, tek eksenli olma, çizgi şeklinde olma şeklinde ifadelerin yaygın olduğu görülmektedir.

Tablo 8: İki Boyutlu Şekiller İçin Ölçütler

Ölçüt	Frekans	Yüzde(N=54)
Eni ve boyu varsa	20	%37
Alanı varsa	14	%26
Düzlem üzerindeyse	8	%15
Eksen sayısı iki ise	7	%13
İçi dolu düzlemsel bir şekilse	2	%4
Eni ve boyu var ve bölge belirtiyorsa	1	%2
Eni ve boyu var ve içi doluyorsa	1	%2
Eni ve boyu olan kapalı şekilse	1	%2

Tablo 8 incelendiğinde iki boyut için ölçütlerin genel olarak sırasıyla eni ve boyunun olması, alanının olması, düzlem üzerinde olması ya da iki eksenli olması şeklinde olduğu görülmektedir. Burada eksen sayısının iki olması, şeklin üzerindeki herhangi bir noktanın yerinin belirtilebilmesi için analitik düzlemde iki değişkene gereksinim duyulacağı anlamındadır. Bilindiği gibi bu o noktanın (x,y) şeklindeki gösterimidir.

Diğer küçük oranlara bakıldığında, şeklin eni ve boyu olmasının yanında içinin dolu veya kapalı bir şekil olması gerektiği de belirtilmiştir. Bu açıdan bakıldığında, öğrencilerin bir şeklin en ve boyunun olması onun bir bölge (içinin dolu olduğu) belirtip belirtmediği noktasında bir tereddüt yaşadıklarını ortaya koymaktadır.

Tablo 9: Üç Boyutlu Şekiller İçin Ölçütler

Ölçüt	Frekans	Yüzde (N=54)
Eni, boyu ve yüksekliği varsa	23	%43
Hacmi varsa	19	%35
Kullanılan eksen sayısı üç ise	7	%13
Uzayda ise	2	%4
Birden fazla düzlemden oluşuyorsa	1	%2
Eni, boyu, yüksekliği var ve içi doluyorsa	1	%2
Gerçekse	1	%2

Tablo 9 incelendiğinde üç boyut için ölçütlerin genel olarak sırasıyla en, boy ve yüksekliğinin olması, hacminin olması ya da üç eksenli olması şeklinde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan boyut sayısı için ölçüt ifade etmedeki netliğin sırasıyla 3, 2 ve 1 şeklinde olduğu görülmektedir.

Tartışma

Araştırmanın sonucunda bir geometrik nesnenin boyutuna karar vermede kullanılan ölçütlerin çok çeşitlilik gösterdiği görülmüştür. Bazı öğrencilerin doğru bir ölçüt belirlediği halde yanlış kararlar verdikleri de belirlenmiştir. Örneğin alan ve hacim ölçütüne göre hareket eden bir öğrenci aslında nesnenin boyutu hakkında doğru bir yargıda bulunabileceken alan ve hacim konusundaki yanılgıları doğru sonuca ulaşmasını etkilemiştir. Örneğin dikdörtgenin alanı olduğunu düşünerek dikdörtgenin iki boyutlu olduğunu, kürenin hacmi olduğunu düşünerek de üç boyutlu olduğunu belirtmiştir. Bu durum geometri öğretim sürecinde yapılan bazı yanlış terminoloji kullanımından kaynaklı olabilir. Çünkü derslerde genellikle dikdörtgenin, karenin alanı, kürenin, silindirin hacmi gibi ifadeler kullanılmaktadır. Bunların yeri "...sel

bölge" denilmesi gerekirdi. Yeni ilköğretim programında bu kullanımlara 2 boyutlu şekiller için dikkat edildiği görülmektedir.

Diğer taraftan, bir prizmanın sadece ayrıtlarından oluşan şekle (%74), prizmaya (%86), küreye (%73) ve silindirik bölgeye (%94) 3-boyutlu olduğu yönündeki oranlarının dikkate değer şekilde yakın olduğu görülmektedir. Bu durumda bu kategorideki öğrencilerin şeklin yüzeyinin olup olmadığıyla ya da içinin boş olup olmadığıyla pek ilgilenmedikleri; öğrencilerin ortalama %82'sinin bu şekilleri üç boyutlu olarak teşhis ettikleri görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, küre, silindir, prizma gibi yüzeyler ile bunların iç bölgelerinin de dahil olduğu prizmatik (ya da prizmasal) bölge, silindirik bölge, küresel bölge gibi cisimlerin özelliklerinin ayırt edilememesinin de boyut teşhisini olumsuz etkileyen bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Geometrik şekil bilgisindeki yetersizlik, terminolojinin yanlış kullanımı ve terminolojideki bazı terimlerin eksikliği (ya da yaygın kullanımının olmayışı), öğretim sürecinde yapılan bazı hatalar boyut kavramının doğru bir şekilde ele alınabilmesini olumsuz etkileyen unsurlar olduğu düşünülmektedir.

Bu açıdan şunlara dikkat edilmesinin önemli olacağı düşünülmektedir:

Gerçek her nesne üç boyutludur ve hacmi vardır. Dolayısıyla geometrik nesnelere örnek verilirken dikkat edilmelidir. Örneğin top küreye yaygın olarak verilen bir modeldir aynı şekilde kutular da dikdörtgenler prizmasına. Öğrenci ilerde bu iki nesneyi eş tutabilir ve boyutlarının aynı olacağını düşünebilir. Bu açıdan öğretim sürecinde geometrik nesnelere bunlara örnek gösterilen modeller arasındaki fark uygun bir sınıftan itibaren vurgulanmaya başlanmalıdır.

Prizmaların, kürenin, koninin, silindirin bir yüzey olduğu içinin boş olduğu, içindeki bir noktanın bu şekillerin elemanı olmadığı açısından bilgilendirilmelidir. Dolayısıyla bu nesnelerin hacminden söz etmemiz doğru değildir ancak alanlarından bahsedebiliriz ve bu alan nesnenin tamamını kapsar. Dolayısıyla silindirin yüzey alanı denilmesine gerek yoktur sadece silindirin alanı (alt soru olarak taban alanı veya yan alanı) ifadesi yeterlidir. Bu durum örneğin dikdörtgen için de geçerlidir: Dikdörtgenin değil dikdörtgensel bölgenin alanından söz edilebilir. Bu iki durum kesinlikle ayrı tutulmalı ve vurgulanmalıdır. Bir kapalı eğrinin belli bir alanı çevrelemesi, bu eğrinin alanı olduğunu gerektirmez aynı şekilde bir

yüzeyin (küre, silindir, prizma vb) belli bir hacmi çevreliyor olması onun hacmi olduğunu gerektirmez.

Aynı şekilde çokgenlerin bir çizgisel şekil olduğu, bir yüzey olmadığı, içinin boş olduğu vurgulanmalıdır. Bu durumda da örneğin dikdörtgenin uzunluğu ifadesi yeterlidir ve dikdörtgenin çevresinin uzunluğu ifadesine gerek yoktur bu ifade "dikdörtgensel bölgenin çevresinin uzunluğu" için uygun olur. Çünkü dikdörtgen bir çizgisel şekildir ve nasıl ki doğru parçasının çevresinden söz edilemez dikdörtgenin de çevresinden söz edilemez.

Prizmaların, kürenin, koninin, silindirin kendisinden ve iç bölgesinden oluşan geometrik nesne için uygun bir terimin kullanımının yaygınlaştırılması önemlidir. "Silindirik, küresel, konik, prizmatik (ya da prizmasal) bölge" terimleri kullanılabilir. Bu durumda örneğin "kürenin alanı, küresel bölgenin hacmi" gibi ifadelerin kullanımı doğru olur.

Geometrik şekillere ilişkin eğitim sürecinde yalın olarak aşağıdaki tabloda gösterilen şekil sınıflaması boyut kavramından önce sınıf düzeyine uygun şekilde ele alınabilir.

İlköğretimde matematik öğretim programı geometri öğrenme alanında karesel bölge,

	Düzlemsel	Düzlemsel Olmayan	Ölçülebilir Özelliği (sonsuz değilse)
1-Boyutlu (Çizgisel şekiller)	Kare, üçgen, parabol, doğru, doğru parçası, aç, vb.	Bir prizmanın sadece ayrıtlarından oluşan şekil (prizma çatısı denilebilir), uzayda spiral bir çizgi, bir prizmanın köşegeni, vb.	Uzunluk
2-Boyutlu (Yüzeyler)	Çokgensel bölgeler (karesel bölge, üçgensel bölge, daire, vb), düzlem, herhangi bir düzlem parçası, vb.	Küre, prizma, silindir, pramit, koni, dalgalı yüzeyler vb	Alan
3-Boyutlu (Cisimler)		Kübik, silindirik, prizmatik, konik bölgeler, vb. ayrıca tüm gerçek nesnelere	Hacim

üçgenel bölge ifadeleri kullanılmaktadır. Bu kullanımlar küresel, silindirik, konik, prizmatik bölge kullanımlarıyla 5. sınıftaki boyut kavramından önce tanıtılmalı ve 5. sınıfta verilen boyut tanımlaması bu anlamda yeniden

yapılandırılmalıdır. Ayrıca 1-5. sınıflar geometri öğretim sürecinde terminolojinin öğretmen ve öğrenciler tarafından doğru ve özenli kullanılması boyut kavramının öğrenilmesini kolaylaştıracaktır.

KAYNAKÇA

- Alexandroff, P. (1932). Dimensions theorie. *Mathematische Annalen*, 106, 161–238. İnternet’ ten 10 Şubat 2010 tarihinde <http://www.springerlink.com/content/x5url0795l8u74lx/> adresinden alınmıştır.
- Alexandroff, P. (1961). *Elementary concepts of topology*. (Çev. Alan E. Farley). New York: Dover Publications.
- Devlin, K. (1994). *Mathematics: The science of patterns*. New York: Scientific American Library.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: NL Reidel. İnternet’ ten 15 Şubat 2010’ da http://www.google.com/books?hl=tr&lr=&id=Ow3KrKYnZLwC&oi=fnd&pg=PP9&dq=Freudenthal+Didactical+phenomenology+of+mathematical+structures&ots=VI_Y1m687&sig=pMVdo4ymnxqY7uQAFXZDVJkRQxE#v=onepage&q&f=false adresinden alınmıştır.
- Georgia Department of Education. (2010). *Georgia mathematics performance standards. 2009-2010*. Atlanta. İnternet’ ten 5 Ekim 2010’ da <http://gdoe.georgiastandards.org/math.aspx> adresinden alınmıştır.
- Heath, T. L. (1908). *The thirteen books of euclid's elements: Introduction and books I, II*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- Jackendoff, R. (1991). Parts and boundaries. *Cognition*, 41, 9-45. İnternet’ ten 11 Kasım 2010’ da ScienceDirect (Elsevier) veri tabanından alınmıştır: <http://www.sciencedirect.com/>
- Manin, Y. I. (2006). The notion of dimension in geometry and algebra. *Bull. Amer. Math. Soc. (N.S.)*, 43 (2), 139–161. 17 Şubat 2010’ da <http://www.ams.org/journals/bull/2006-43-02/S0273-0979-06-01081-0/S0273-0979-06-01081-0.pdf> adresinden alınmıştır.
- Menger, K. (1943). What is dimension. *The American Mathematical Monthly*, 50 (1), 2-7. İnternet’ ten 1 Şubat 2010 tarihinde JSTOR veritabanından alınmıştır: <http://www.jstor.org/>
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2004). İlköğretim matematik dersi (1-5 sınıflar) Öğretim Programı. Ankara.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Virginia.
- Pears, A. R. (1975). *Dimension theory of general spaces*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Skordoulis, Vitsas, Dafermos ve Koleza (2009). The system of coordinates as an obstacle in understanding the concept of dimension, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 253-272. İnternet’ ten 10 Nisan 2010 tarihinde Springerlink veritabanından alınmıştır: www.springerlink.com
- Şansan, T. (1987). *Dictionary of maths*. İstanbul: Ataman Elektroteknik Yayınevi.
- Vitsas, T., Koleza, E. (2000). *Student 's misconceptions on the concept of dimension*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd Mediterranean Conference on Mathematics Education, 108–119. Nicosia, Cyprus.

Ek**Boyut Testi**

1) Aşağıdaki tabloda verilen şeklin boyutunu X işareti kullanarak belirtiniz.

	0 boyutlu	1 boyutlu	2 boyutlu	3 boyutlu
Doğru				
Nokta				
Doğru Parçası				
Dikdörtgen				
Karesel bölge				
Üçgen				
Bir dikdörtgenler prizmasının sadece ayrıtlarından oluşan şekil				
Çember				
Daire				
Küre				
Silindirik bölge (silindir ve iç bölgesi)				
Açı				
Bir prizmanın köşesi				
Parabol				
Beşgen				
Dikdörtgenler prizması				
Üçgensel Bölge				

2) Bir geometrik şeklin kaç boyutlu olduğuna nasıl karar verirsiniz?

Summary**Introduction**

Measurable magnitude (length, width, depth, height, thickness, thinness, diameter, perimeter, border, etc.) in any direction is called dimension of an object. On the other hand, length is characteristic feature for 1-dimensional objects, area is for 2-dimensional objects and volume is for 3-dimensional objects.

Topologically, a set S of points of space is at most n -dimensional if each point of S lies in arbitrarily small neighborhoods whose boundaries have at most $(n-1)$ dimensional intersections with S and the set S is

n -dimensional if it is at most n -dimensional. Besides, a surface is the boundary of a body, a line is the boundary of a surface, points are the boundaries of lines in topology and dimension of boundary of an object is less one than the object's.

By these definitions, it is obvious that angle, circle, curve, parabola polygons, etc. are 1-dimensional; all surfaces such as square surface, sphere, circular region, cylinder, plane, polygonal regions, etc. are 2-dimensional; spherical region (sphere and interior), cylindrical region, cubical region, etc. are 3-dimensional.

On the other hand, the dimension of an object is defined as the minimum number of coordinates needed to specify each point within it. Thus a line has a dimension of one because only one coordinate is needed to specify a point on it. A surface such as a plane or the surface of a sphere has a dimension of two because two coordinates are needed to specify a point on it (for example, to locate a point on the surface of a sphere you need both its latitude and its longitude). The inside of a cube, a cylinder (cylindrical region) or a sphere is three-dimensional because three coordinates are needed to locate a point within it.

Methodology

The purpose of the study is to determine prospective mathematics teachers' criteria of dimension. Participants were 2nd, 3rd, 4th year and master students in mathematics education department. Familiar 17 geometric objects such as point, circle, rectangle, triangle, prism, sphere, polygonal regions were given the students and asked to decide the dimension of these objects. Besides, the question "how do you decide the dimension of a given geometric object" was used to determine their criteria of dimension. The quantitative data were tabulated by using frequency and percentage, the method of descriptive analysis was used for the open-ended question.

Findings

1. 1. The students' decisions on the dimension of the geometric objects are as follows: "Point" (88%) and "corner of a prism" (54%) are 0-dimensional, "line" and "line segment" (average 91%), angle and parabola (average 53%), triangle, rectangle, pentagon, circle (average 42%), a shape consisting of only edges of a prism (10%) are 1-dimensional, "square region" and "triangle region" (89%), "circular region" (80%), "sphere", "prism" (average 12%) are 2-dimensional, "cylindrical region" is 3-dimensional (94%).

2. The rates of the best decisions for the dimensions of the objects are as follows: cylindrical region (cylinder and internal region) is 3-dimensional (94%), point is 0-dimensional (88%) and polygonal regions are 2-dimensional (average 86%).
3. 46% of the students could express largely consistent (between their criteria and decisions) criteria of dimension.
4. Deciding on the dimension of the geometric object, 39% of the students indicating criteria consider whether the object has width, length or height; 25% consider whether the object has area or volume; 14% consider whether the object is on the plane or space; 12% consider that which axis on the coordinate system are used expressing the object.
5. 63% of these students expressed criteria for 1-dimensional objects, 95% for 2 and 3-dimensional objects.
6. None of the students could specify true or consistent criteria for all of the one, two and three dimensional objects.

Discussion

It seemed that incorrect use of geometry terms or some misunderstandings about geometric objects such as "polygons (not polygonal region) have an area" or "the surfaces such as sphere, prism (not spherical or prismatic region) have a volume" caused the students to make wrong decisions. Those students decided that triangle, rectangle, pentagon, circle are 2-dimensional, sphere, cylinder, cube, prism, the shape consisting only edges of a prism are 3-dimensional. Thus, the terms of "volume of spherical region", "area of the rectangular region" or "short and long edge of the rectangle" instead of "width and length of the rectangle" should be used.