

5. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenler ve Dörtgenler Konularında Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

Cumali ÖKSÜZ, Hüseyin BAŞIŞIK*

5.Sınıf Öğrencilerinin Çokgenler ve Dörtgenler konularında Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

Özet

Bu çalışmada beşinci sınıf öğrencilerinin “Çokgenler” ve “Dörtgenler” konularında sahip oldukları kavram yanılgıları ve bu yanılgılara temel olan düşünme biçimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan veri toplama yöntemi, kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla hazırlanan teşhis testinden oluşmuştur. Çoktan seçmeli bölümde verilen cevaplarla beraber ilgili gerekçe bölümünde verilen cevaplar da dikkate alınmıştır. Çoktan seçmeli soru-İlgili gerekçe tablosu hazırlanmış verilen cevap ve gerekçelerine göre farklı puanlama yapılmıştır. Çalışmada Aydın ilindeki beşinci sınıf öğrencileri evren olarak alınmış, Aydın merkez okullarından 3 tanesindeki 200 tane beşinci sınıf öğrencisi örneklem olarak seçilmiştir. Araştırma bulgularında beşinci sınıf öğrencilerinin çokgen, üçgen, kare, dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen, beşgen, altıgen, yamuk, köşegen, yükseklik kavramları ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları tespit edilmiş ve alınması gereken önlemler tartışılmıştır.

Determining the Misconceptions of Fifth Grade Students about Polygons and Quadrilaterals

Abstract

In this study, it was aimed to determine the misconceptions of fifth grade students about “polygons” and “quadrilaterals” and the thinking styles that are the basis of these misconceptions. The data collection method in this study was composed of the identification test. Multiple-choice questions and Justification section was scored carefully in the test. The fifth grade students in Aydın province were determined as the population and 200 fifth grade students studying in three elementary schools in the central district of Aydın province were determined as the sample. In the research, the misconceptions of fifth grade students in terms of polygon, triangle, square, rectangle, parallelogram, rhombus, pentagon, hexagon, trapezoid, diagonal and height were determined and the precautions were discussed.

Anahtar Kelimeler: Geometrik Kavram Yanılgıları, Geometrik Kavramların Öğretimi, İlköğretimde Geometri, Çokgenler, Dörtgenler

Key Words: Geometric Misconceptions, Teaching the Geometric Concepts, Geometry in Primary Schools, Polygons, Quadrilaterals

1. Giriş

Öğrencilerin akademik seviyelerini uluslararası düzeyde görebilmek ve değerlendirebilmek amaçlı olarak bazı sınavlar yapılmaktadır. TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ve PISA (Program for International Student Assessment) uluslararası sınavları bu bağlamda en yaygın olarak kullanılan sınavlardır. Bu sınavlarda Türk öğrenciler beklentilerin oldukça altında kalmaktadırlar. Örneğin 2015 yılındaki PISA sınav

*Cumali ÖKSÜZ, Prof.Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, cumalioksuz@gmail.com; ORCID ID orcid.org / 0000-0002-3255-2542, Hüseyin BAŞIŞIK, Öğretmen, Aydın Milli Eğitim Müdürlüğü, huseyin_basisik@hotmail.com, ORCID ID orcid.org / 0000-0002-4226-7569

verilerine göre 72 ülkenin katıldığı bu sınavda Türkiye matematik alanında 50. sırada yer almıştır. Genel ortalamanın 461 olduğu bu sınavda Türkiye ortalaması 420’de kalmıştır (PISA, 2015). Benzer şekilde TIMMS 2015 sınavı raporuna göre, Türkiye 4. Sınıflar düzeyinde Matematik testi sonuçlarına göre 49 ülke arasında 36. sırada yer almıştır. TIMSS raporuna göre matematik testi ölçeği orta noktası puanının ortalama puanının 500 olduğu bu sınavda Türkiye ortalama puan olarak 483’de kalmıştır. Geometri alt boyutunda ise bu ortalama 475 olarak gerçekleşmiştir. TIMMS 2015 sınavı raporuna göre, Türkiye 8. Sınıflar düzeyinde Matematik testi sonuçlarına göre 39 ülke arasında 24. sırada yer almıştır. Uluslararası matematik testi ölçeği orta noktası puanının 500 olduğu bu sınavda Türkiye ortalama puan olarak 458’de kalmıştır (TIMMS, 2015). Geometri alt boyutunda ise bu ortalama 463 olarak gerçekleşmiştir. Aşağıda tablo içinde yıllara göre Türkiye’nin başarı durumunun verildiği değerlere bakıldığında, 4. Sınıf düzeyinde Türkiye’nin Matematik başarı düzeyinin sınava giren ülkelerin ortalama puanlarının 20 puan altında, alt öğrenme alanı olan Geometri puanlarının ise genel ortalamasının 34,5 puan altında olduğu görülmektedir. 8. Sınıf düzeyinde Türkiye’nin Matematik başarı düzeyinin sınava giren ülkelerin ortalama puanlarının 42,5 puan altında, alt öğrenme alanı olan Geometri puanlarının ise genel ortalamasının 60 puan altında olduğu görülmektedir.

Tablo 1. PISA Sınav Sonuçları

<i>Sınav Yılı</i>	<i>Katılan Ülke Sayısı</i>	<i>Türkiye’nin Matematik Okuryazarlık Sıralaması</i>	<i>Genel Matematik Okuryazarlık Sıralaması Ortalama</i>	<i>Türkiye’nin Matematik Okuryazarlık Sıralaması Ortalaması</i>
2003	39	34	550	423
2006	57	43	550	424
2009	65	41	496	445
2012	65	44	496	448
2015	72	50	461	420

Tablo 2. TIMMS Sınav Sonuçları

<i>Sınav Yılı</i>	<i>Katılan Ülke Sayısı</i>	<i>Türkiye’nin Matematik Okuryazarlık Sıralaması</i>	<i>Genel Matematik Okuryazarlık Sıralaması Ortalama</i>	<i>Türkiye’nin Matematik Okuryazarlık Sıralaması Ortalaması</i>
1999 (8.sınıf)	38	31	487	429(Geometri: 428)
2007(8.sınıf)	48	30-(Geometri 36)	500	432(Geometri: 411)
2011(4.sınıf)	50	35-(Geometri 36)	492	469(Geometri: 448)
2011(8.sınıf)	42	24-(Geometri 21)	453	478(Geometri: 454)
2015(4.sınıf)	49	36-(Geometri 36)	500	483(Geometri: 475)
2015(8.sınıf)	39	24-(Geometri 22)	500	458(Geometri: 463)

NCTM (2007)' ye göre; günümüzde geometri öğeleri olan geometrik ve uzamsal zekâ, matematik öğreniminin başlıca öğeleridir. Bu öğeler fiziksel çevremiz ile ilgili derinlemesine düşünmek ve yorum yapmak için yollar sunarlar, matematik ve bilimin diğer çalışma alanlarında yardımcı olabilirler. Geometri, matematiğin doğal bir alanıdır. Öğrencilerin mantıksal ve düşünsel yeteneklerinin gelişimini sağlar. Yapılan araştırmalara göre (Del Friedenthal, 1973; Grande, 1985; Fuys ve Liebov, 1993) geometri öğrenimini çok küçük yaşlardan itibaren bireyin yöresini incelemesi ile başladığını göstermektedir. Geometri her düzeyde okulda okul matematiğinin önemli ve ihmal edilmeyen öğelerinden biridir ve az ya da çok temel eğitim için tüm ülkelerin öğretim programlarında yer alır (Duatepe ve Ersoy, 2001:110). Uygun aktivitelerle, materyallerle ve öğretmen desteğiyle öğrenciler geometri gelişimleri konusunda desteklenmeli ve geliştirilmelidir. Bu desteği uygun biçimde alamayan ve özellikle geometrideki kavramlar arası bağlantıları doğru bir temele dayandıramayan öğrencilerin yaşadığı kavram yanlışları başarısızlığın da temel nedenlerinden birini oluşturur.

1.1. Kavram ve Kavram Yanılgısı

Kavram, nesnelerin veya olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarım, mefhum, nosyon olarak isimlendirilir (TDK, 2015). Çocuklar, yaşamlarının erken dönemlerinde pek çok genel kavramı öğrenmeye ve yapılandırmaya başlarlar ve okula zihinlerinde oluşmuş birtakım kavramlarla gelirler (Treagust, 1988). Bu kavramları kendi yaşamlarının her yönü ile ilgili günlük deneyimlerden örneğin; pratik fiziksel aktivitelerden çevrelerindeki kişilerden ya da medyadan öğrenme yoluyla oluştururlar (Driver, Guesne, Tiberghien, 1985). İlk kavramlar olarak da isimlendirilen bu inanışlar bilimsel olarak kabul edilmiş kavramlarla uyum sağlamadığı zaman hatalı ya da yanlış olarak nitelendirilirler (Yılmaz, 1998). Başka ifadeyle yanlış kavramlar bilimsel olmayan ilk kavramlardır. Bilimsel gerçeklere aykırı kavramlar **kavram yanılgısı** olarak isimlendirilir (Gedik ve diğerleri, 2002, s.733; Yılmaz, 1998). Kavram yanlışları; önyargılı fikirler, bilimsel olmayan inançlar, kavramsal yanlış anlamalar, konuşma dilinden kaynaklanan yanlışlar, doğal olaylara dayalı yanlışlar olarak çeşitlere ayrılır (National Academy of Sciences/ National Research Council, 1997).

Yanlış kavramlar bilim adamlarınca, Novak (1984) 'ön kavramlar', Driver ve Easley (1978) 'alternatif kavramlar', Helm (1980) 'kavram yanlışları', Sutton (1980) 'çocukların bilimsel içgüdüleri', Halloun ve Hestenes (1985)' kendiliğinden oluşan bilgiler' gibi farklı türde isimlendirilir.

Kavram yanlışları anlamlı öğrenmede büyük bir engel oluşturmaktadır. Geleneksel öğretim yöntemleri yanlışların oluşmasında önemli etken gibi gözükmemektedir (Lawson and Thompson, 1988; Ubuz, 1999; Marek et al., 1994). Kavram yanlışlarının temel sebebi ise sınırlı sayıda ve belli örnekler üzerinde yoğunlaşmış olumasıdır (Fisher Vinner ve Herskowitz'den aktaran Bergeson; 2000, 19). Günümüzde işlem becerilerine daha çok yer

verildiği ve kavram öğretiminin önemsenmediği görülmektedir (Porter, 1989,11). Öğretmen açısından bakıldığında matematiğin yapısına uygun bir öğretim öğrencilerin matematikle ilgili kavramları anlamalarına, matematik ile ilgili işlemleri anlamalarına, kavramların ve işlemlerin arasındaki bağlarını kurmalarına yardımcı olma amaçlarına yönelik olmalıdır (Van de Walle, 1989, s.6).

1.2. Kavram Yanılgılarını Belirleme Biçimleri

Kavram yanılgılarının tespit edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. En sık olarak kullanılan yöntemler mülakatlar ve açık uçlu testler, çoktan seçmeli testler ve iki aşamalı testlerdir. Öğrenci ile yapılan görüşmeler ve mülakat kullanılan yöntemlerden biridir. Zamanın kısıtlı olması ve daha az bireye uygulanmasından dolayı örnekleme sınırlamaktadır (Akdemir, 2005). Ayrıca, açık uçlu mülakatlar öğrencilere düşünmeleri ve fikirlerini yazabilmeleri için daha fazla zaman vermelerine rağmen, açık uçlu mülakatların değerlendirilmesi ve sonuçlarının analiz edilmesi zor ve zaman alıcıdır (Al-Rubayea, 1996).

Kavram yanılgılarını tespit etmede kullanılan diğer bir yöntem de çoktan seçmeli testlerin kullanılmasıdır. Çoktan seçmeli testlerin başlıca özelliği, bu testlerde öğrenciye, her soru ile birlikte bu sorunun cevabı ve cevabı sanılabilecek ifadelerin verilmesi ve öğrenciden, bunlardan hangisinin sorulan sorunun cevabı olduğunu belirtmesinin istenmesidir (Özçelik, 1998). İyi hazırlanmış seçmeli testlerin kapsam geçerlikleri yüksektir. Testlerde çok sayıda soru sorulabilmesi, soruların açık ve anlaşılır olması koşuluyla güvenilirliğin de yüksek olmasını sağlar. Puanlama da bu cevapların sayılması şeklinde olacağından objektiftir yani ölçücü tarafından gelecek sistematik hatadan arınıktır. Birçok çeşidi bulunan testlerin bu tür hatalardan arınık olması onların yeterli güvenilirlik ve geçerlikle ölçüm yapmasına fırsat tanımaktadır (Turgut, 1995).

Genel olarak bakıldığında seçmeli testlerin önemli bir aksaklığı yoktur. Ancak, bu testlerde öğrencilerin zamanın büyük bir kısmını okumaya ayırdıklarından dolayı, okuduğunu anlama gücü bu testlerden elde edilen puanı bir ölçüde etkileyebilmektedir. Bu etkiyi azaltmak için, bir yandan soruların açık ve kolay anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi, sorularda okuma güçlüğüne düşük tutulması ve öte yandan da okuma için yeterli zamanın verilmesi gerekir. Bu testlerin başka bir olumsuz özelliği ise bilmeyen öğrencilerin de doğru cevabı verme olasılığının yüksek olmasıdır (Karataş vd., 2003).

1.2.1. Teşhis Testleri ve Geliştirilmesi

Kavram yanılgılarını belirlemede kullanılan çoktan seçmeli testlerin özellikleri dikkate alınarak 1980'lerde, çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp olumsuzluklarını en aza indiren *iki aşamalı teşhis testleri* geliştirilmiş ve özellikle son 10-15 yıllık süre içerisinde birçok araştırmacı tarafından fen bilimlerinin farklı alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Karataş vd., 2003; Tan ve diğ., 2002; Voska & Heikkinen, 2000; Tyson ve diğ., 1999; Mann & Treagust, 1998; Odom & Barrow, 1995; Garnett & Treagust, 1992; Peter-

son ve diğ., 1989; Haslam & Treagust, 1987). İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden farklı kılan onun ikinci kısmıdır. Bu bölümde, öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesini belirtmesi istenmektedir (Karataş vd., 2003).

Güvenilir ve geçerli teşhis testi geliştirmek zor bir süreçtir ve çok çaba gerektirir (Zeilik, 2004). Treagust (1988)'un önerisi temel alınarak iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde üç aşamadan bahsedilebilir. (Can, 2009; Odom ve Barrow, 1995).

1.Aşama:1) Kavram sınırlılığı bir dizi tamlayıcı bilgi cümleleriyle belirlenir

2) Tamlayıcı bilgi cümlelerinin kavram geçerliliği belirlenir

2.Aşama:1) Öğrencilerin kavram yanlışları görüşmeler vasıtasıyla belirlenir

2) Serbest cevap gerekçeli çoktan seçmeli sorular oluşturulur ve uygulanır

3.Aşama:1) Serbest cevap gerekçeli çoktan seçmeli sorulara dayalı final(son) test soruları oluşturulur

2) Final (son) test soruları gözden geçirilir ve pilot çalışma yürütülür

3) Tanımlama ağı yardımıyla her bir test maddesinin en son kapsam ve görünüş geçerlilikleri belirlenir

4) Testin en son (final) versiyonu uygulanır.

Fen eğitiminin değişik alanlarında bu aşamalara dayalı bazı iki aşamalı tespit testleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada çoktan seçmeli, açık uçlu ve gerekçe yazımı gerektiren teşhis testi öğrencilerin matematiksel kavram yanlışlarını tespit edebilmek amaçlı olarak kullanılacaktır.

1.3. Amaç

Bu araştırma ile 5. sınıf öğrencilerinin çokgenler ve dörtgenler konuları ile ilgili kavram yanlışlarını ve hatalarını tespit etmek amaçlanmıştır. Bu genel amaç doğrultusunda ve ünitelerdeki kazanımlar doğrultusunda öğrencilerin çokgen, üçgen, kare, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk, eşkenar dörtgen, yükseklik ve köşegen kavramları ile ilgili kavram yanlışları tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.4. Önem

Araştırmanın sonuçlarının, özellikle Milli Eğitim Bakanlığının matematik dersinde geometri öğretimi faaliyetleri için veri oluşturacağı, kavram yanlışlarının tespit edilmesiyle çokgenlerin ve dörtgenlerin öğretiminde karşılaşılan sorunların giderilmesine katkı sağlayacağı, öğrenciler üzerinde bizzat uygulanabilecek çözüm önerileri getireceği ve Geometride çokgen ve dörtgen öğretimindeki zorlukları aşmayı amaçlaması açısından önem taşımaktadır.

Ülkemizde ve yurtdışında matematik ve geometri alanlarında kavram yanılgıları ile ilgili pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Yapılan literatür taramasında 5. sınıf düzeyindeki öğrencilerin çokgenler konusundaki kavram yanılgılarının tespitine yönelik yapılan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Geometrideki kavram yanılgılarına yönelik yapılan bu çalışmaların büyük bir bölümü orta öğretim ya da yükseköğretim düzeyindedir. Bu çalışmayla 5. sınıf öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenerek gerekli önlemler alınacak ve olası kavram yanılgılarının önüne geçilmesine katkıda bulunulacaktır.

1.5. İlgili Literatür

Geometride kavram yanılgıları konusunda yurt içinde çok fazla kaynağa rastlanmazken özellikle yurt dışında birçok çalışma yapılmış ve birçok bulguya ulaşılmıştır. Yapılacak olan çalışmada bu bulgulardan hem teşhis testi hazırlama aşamasında hem de bulguların yorumlanması aşamasında faydalanılmıştır.

Oberdorf ve Cox (1999) yaptıkları çalışmada geometri öğretiminin önemi üzerine birçok bilgi parçacıklarına ulaşmışlardır. Araştırma sonuçları öğrencilerinin yaptıkları kavram yanılgılarının nedenlerini sınırlı deneyim, ebeveynlerden alınan yanlış bilgi ve kelime haznelerinin yetersizliği olarak açıklamışlardır.

Batista (2002) yaptığı çalışmada bilgisayar yazılımları kullanarak öğrencilerinin geometri öğrenmelerine katkılarını araştırmıştır. Bazı şekilleri bilgisayar programı kullanarak öğrenmelerini sağlamak, çocukların şekillerin farklı dönüşümlerini de görmelerine olanak sağlamıştır.

Koester (2003) yaptığı çalışmada 3. sınıftan 5. sınıfa kadar öğrencilere geometrik şekilleri öğretmenin birçok ilginç yolunu tanımlamıştır. Ona göre çok yüzlü üç boyutlu cisimler çokgenlerden oluşmaktadır. Çalışmasında çocukların geometrik şekilleri daha iyi anlayabilmeleri için somut (abstract) düşünmeye ihtiyaçları olduğunu altını çizmektedir.

Mason (1989) yaptığı çalışmada dördüncü ve sekizinci sınıf arasındaki üstün zekalı öğrencilere logo kullanarak oyun yoluyla benzer şekilleri sınıflamalarını istemiştir. Bu uygulamalar sırasında şu kavram yanılgılarını tespit etmiştir:

- Öğrenciler açı ve üçgen arasındaki ilişkiyi kavrayamamış ve açının üçgen ya da kare içinde gizlendiğini belirtmişlerdir.
- Öğrencilerin çoğu ikizkenar üçgenlerin benzer üçgenlerden oluştuğunu belirtmişlerdir.
- Öğrenciler şekillerin benzerlik ve farklılıklarına bakarak şekilleri sınıflamaya çalıştıkları ve bazı kritik özellikleri göz ardı ettikleri gözlenmiştir.
- Sembolleri okurken üzerindeki ya da yanındaki işaretleri atlayarak okumuşlardır.

Ching Yuan Chang (1996) lise öğrencilerinin geometri konusundaki kavram yanılgılarının önüne geçmek için işbirlikli öğrenme yöntemine göre bir strateji programı uygulamıştır. Deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılan gruplardan kontrol grubuna nitel analiz uygulanmış, deney grubuna ise işbirlikli öğrenme programı uygulanmıştır. Öğrenciler için geometri testi, motivasyon ölçeği ve algılama ölçeği hazırlanmış ve uygulama sonucunda; lise öğrencilerinin geometri öğretiminde sistematik hatalarının olduğu, geometrik kavramları düşünme açısından okula yeni başlayanlarla deneyimliler arasında farklar olduğu, deney grubunun strateji programını aldıktan sonra kontrol grubundan daha başarılı olduğu, deney grubu ile kontrol grubu arasında motivasyon açısından farklılıklar olduğu, deney grubunun kendini yönetme ve değerlendirme açısından kontrol grubundan daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

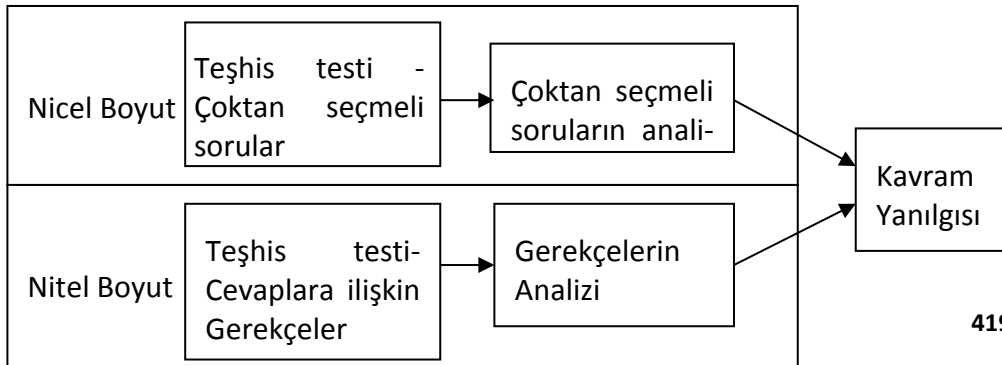
Cutugno ve Spagnolo (2002) öğrencileri arasında yaptıkları çalışmada öğrencilerin büyük çoğunluğunun üçgen modellerini eşkenar üçgen olarak algıladıklarını, yüksekliğin daima üçgenin içinden geçeceğine inandıklarını, yüksekliğin üçgeni daima iki eş parçaya ayıracağına inandıklarını tespit etmişlerdir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada nitel ve nicel araştırma metotlarından faydalanılmıştır. Bu araştırma **nitel ve nicel karma desen** olarak planlanmıştır. Nicel olarak betimsel bir tarama çalışması niteliğindedir. Nitel olarak yine betimsel analiz ve içerik analizi yapılmıştır. Çalışmanın nitel boyutunda katılımcıların verdikleri cevapların gerekçelerine ait veriler nitel araştırma metodu ilkelerine uygun olarak toplanmış, analize tabii tutulmuş ve kavram yanılgıları ve bu yanılgıların olası nedenleri ayrıntılarıyla ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmanın modeli Karma Araştırma Yöntemi Tasarımlarından Eşzamanlı Dönüşümsel Modeldir. Bu modelde tüm veriler aynı zamanda toplanarak analiz edilir. Öncelik genellikle nitel ya da nicel veri türlerine verilse de bazı özel durumlarda iki veri türü de eşit önem taşıyabilir (Creswell, 2003).

Çalışmanın nitel ve nicel karma modeli aşağıdaki şekilde desenlenmiştir.



2.2. Katılımcılar

Araştırmanın nicel çalışma evrenini, 2009–2010 Eğitim Öğretim Yılında Aydın ili merkez ilköğretim okullarının beşinci sınıflarında okuyan öğrenciler oluşturmaktadır. Aydın ilinin merkez ilçesindeki tesadüfi örnekleme alma yoluyla belirlenen 3 tane okul alınmıştır. Üç okulda toplam 200 öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Nitel veriler de aynı katılımcılardan toplanmıştır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Bu araştırma için gerekli bilgiler araştırmacılar tarafından geliştirilen **24 maddelik** “Çokgenler” ve “Dörtgenler” konularını kapsayan bir **“Teşhis Testi”** ile toplanmıştır. Test 24 maddeden ve bu maddelere ait alt maddelerden oluşan iki aşamalı bir testtir. Testin ilk aşamasını sorular ikinci aşamasını ise sorulara ilişkin cevapların yer aldığı gerekçeler kısmı oluşturmuştur. Testte öğrencilerin verdikleri doğru ve alternatif cevapların nedenlerini belirlemek için her teşhis sorusu için bir de neden böyle düşündüklerini açıklamaları istenen bir bölüm bırakılmıştır. Bu yönüyle hazırlanan teşhis testi son zamanlarda özellikle fen bilimlerinde sıklıkla kullanılmakta olan iki aşamalı teşhis testidir (Tan, Goh, Chia, Taber, 2005; Tan, goh Chia&Treagust, 2002; Voska & Heikkinen, 2000; Tyson, Treagust, & Bucat, 1999; Treagust, Duit & Fraser, 1996; Odom & Barrow, 1995; Treagust, 1995;1988; Peterson & Treagust, 1989). Katılımcıların kavram yanlışlarını tespit edebilmek amacıyla oluşturulan teşhis testinde açık uçlu, çoktan seçmeli, doğru-yanlış ve çizim gerektiren türde hazırlanmış sorular yer almış ve katılımcıların olası kavram yanlışları farklı soru türleriyle ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Hazırlanan bu teşhis testinin anlaşılabilirliğini incelemek amacıyla 12 öğrenci üzerinde pilot bir uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulama sonucu testte yer alan maddelerin tümünün öğrenciler tarafından anlaşıldığı kanısına varılmıştır. Son olarak test Türkçe konu alanı uzmanı 1 öğretim üyesine ve matematik konu alanından 2 öğretim üyesine inceletilerek gerekli görüşler alınmış ve teste son şekli verilmiştir.

Öğrenci cevaplarının puanlanmasında çoktan seçmeli bölümde verilen cevaplarla beraber ilgili gerekçe bölümünde verilen cevaplar da dikkate alınmıştır. Çoktan seçmeli sorularla ilgili gerekçe tablosu hazırlanmış ve çoktan seçmeli bölümde doğru, kısmi doğru ve yanlış verilen cevaplar için doğru, kısmi doğru ya da yanlış gerekçelerine göre farklı puanlama yapılmıştır.

2.4. Verilerin Toplanması

2009 -2010 öğretim yılında 5. sınıf Matematik programında çokgenler ve dörtgenler konularının 22 saatlik işleme süresini takiben örnekleme alınan okullara bizzat araştırmacılar tarafından gidilerek öğrencilere teşhis testi yüz yüze uygulanmış, gerekli açıklamalar yapılmış ve uygulanan testler araştırmacılar tarafından toplanarak, değerlendirmeye alınmıştır.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan verilerin Nicel boyutu ile frekans ve yüzdeler alınmıştır. Nitel boyutu ile elde edilen veriler betimsel ve içerik analizine tabii tutularak kodlanmış, sorular altında kategorilere ayrılmış ve cevaplardaki ortak noktalar bulunarak yorumlanmıştır.

- Verilerin analizinde öğrencilerin her bir sorunun ilk aşamada çoktan seçmeli kısma verilen öğrenci cevapları şıklara dağıtılarak yüzdeler halinde verilmiştir. Çoktan seçmeli bölümde cevapların puanlama değerleri doğru, kısmi doğru ve yanlış olarak hesaplanarak puanlanmıştır. Doğru cevaba 2, kısmi doğru cevaba 1 ve yanlış cevaba 0 puan verilerek katılımcıların testteki başarıları ortaya konulmaya çalışılmıştır. İkinci aşamada ise öğrencilerin seçtikleri şıklara verdikleri gerekçeler, “*doğru gerekçe, kısmen doğru gerekçe, yanlış gerekçe ve boş*” olmak üzere dört kategori altında toplanmıştır.

Verilerin analizinde ilk aşamada çoktan seçmeli bölümde verilen cevaplarla beraber ikinci aşamada ilgili gerekçe bölümünde verilen cevaplar da dikkate alınmıştır. Verilerin analizinde öğrencilerin her bir sorunun ilk aşamada çoktan seçmeli kısma verilen öğrenci cevapları seçeneklere dağıtılarak yüzdeler halinde verilmiştir.

İkinci aşamada ise öğrencilerin seçtikleri seçeneklere verdikleri gerekçeler, Çoştü (2002)’nin açık uçlu sorulara verilen cevapların sınıflandırmasına benzer bir şekilde, “*doğru gerekçe, kısmen doğru gerekçe, yanlış gerekçe ve boş*” olmak üzere dört kategori altında toplanmıştır. İlk aşamadan ve ikinci aşamadan elde edilen veriler birleştirilerek testin puanlanması sağlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki puanlama tablosu oluşturulmuş ve bu tablodan elde edilen veriler ışığında öğrencilerdeki kavram yanlışlığı konusunda hükme varılmıştır.

Verilerin analizinde ilk aşamada çoktan seçmeli bölümde verilen cevaplarla beraber ikinci aşamada ilgili gerekçe bölümünde verilen cevaplar da dikkate alınmıştır. İlgili soru maddesi kategori olarak ele alınmış ve katılımcıların gerekçeler altında yaptıkları açıklamalar kodlanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Çoktan seçmeli sorulara verilen cevaplar ve bu cevaplara ilişkin gerekçeler için ayrıntılı tablolar hazırlanmıştır. Bu tablolarda katılımcıların çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapların seçeneklere dağılımı, sundukları gerekçelere ait açıklamalarının yüzde ve frekans değerleri ve bu gerekçelere ait puanlamalar yer almıştır. Çoktan seçmeli bölümde cevapların puanlama değerleri doğru, kısmi doğru ve yanlış olarak hesaplanarak puanlanmış ve de aynı şekilde gerekçelerine göre cevaplar doğru, kısmi doğru ve yanlış olarak ele alınarak her cevap için farklı puanlama yapılmıştır.

Tablo3. İki Aşamalı Test Puanlama Tablosu

<i>Cevap-Gerekçe Türü</i>	<i>Puan</i>	<i>Cevap-Gerekçe Türü</i>	<i>Puan</i>	<i>Cevap-Gerekçe Türü</i>	<i>Puan</i>
Doğru Cevap-Yanlış Gerekçe	2	Doğru Cevap-Kısmi Doğru Gerekçe	3	Doğru Cevap-Doğru Gerekçe	5
Kısmi Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1	Kısmi Doğru Cevap-Kısmi Doğru Gerekçe	3	Kısmi Doğru Cevap-Doğru Gerekçe	4
Yanlış Cevap-Yanlış Gerekçe	0	Yanlış Cevap-Doğru Gerekçe	3		

Bu tablodan elde edilen veriler sonucunda aşağıdaki verilen tablo ışığında ilgili soru ve gerekçe puanlanarak; 0–333 kavram yanlışlığı var, 334–666 kısmi kavram yanlışlığı var, 667–1000 kavram yanlışlığı yok şeklinde yorumlanmıştır.

Bu tablodan elde edilen veriler sonucunda aşağıdaki verilen tablo ışığında ilgili soru ve gerekçe puanlanarak; 0–333 kavram yanlışlığı var, 334–666 kısmi kavram yanlışlığı var, 667–1000 kavram yanlışlığı yok şeklinde yorumlanmıştır.

3. Bulgular ve Yorum

Öğrencilerin kavram yanlışları özellikle incelendiğinde, çokgenle ilgili olarak, çokgenin ne olduğu konusunda bir fikir oluşturmadıkları (%9), çokgeni çokgen yapan yeter ve gerek koşulları sıralayamadıkları (%49), bir şeklin çokgen olabilmesi için kenarları ve köşelerinin olmasını yeterli gördükleri (%42), çok kenarlılığı çokgen olmak için yeterli gördükleri ve bu anlamda iki kenarlı çokgen olabileceğini düşünebildikleri (%30,5), ancak çok az bir kısmının üçgeni bir çokgen olarak görebildikleri (%19) ve bu anlamda üçgen ile diğer çokgenler arasında ilişki kuramadıkları görülmüştür. Ayrıca şeklin benzerliğine bakarak, örneğin çokgeni andıran elips şeklinin çokgen olduğunu düşünebildikleri (%13), yıldız vb. gibi klasik formunda olmayan şekilleri çokgen olarak kabul etmemekte oldukları ve bu şekilleri çokgen olmayan şekiller sınıfına dahil edebildikleri (% 43) görülmüştür.

Öğrencilerin özellikle üçgen ilgili olarak kavram yanlışları incelendiğinde; üçgeni bir çokgen olarak göremedikleri (%19) ortaya çıkmıştır. Öğrencilere göre çokgenin 3'ten fazla kenarı olmalıdır.

Öğrencilerin kare ve dikdörtgenle ilgili olarak kavram yanlışları incelendiğinde; kareyi kare yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%85), sadece 4 kenarın birbirine eşit olmasını kare için yeterli gördükleri (%39), dikdörtgeni Dikdörtgen yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%85,5), kare ve dikdörtgende kapalılık özelliğini göz önünde tutmadıkları (%85) görülmüştür. Karenin ve dikdörtgenin açıla-

rının eşit olduğu bilinmekle birlikte iki şekilde de açılardan çok kenarlara odaklanıldığı, karenin tanımlanmasında açı özelliğine öğrencilerin sadece %50,5'unun dikdörtgenin açı özelliğine ise öğrencilerin sadece %20,5'unun değindiği ve karenin açılarının 90° olduğu bilgisini öğrencilerin sadece %21,5'unun ve dikdörtgenin açılarının 90° olduğu bilgisini ise öğrencilerin sadece %18'inin ifade edebildiği görülmüştür.

Öğrencilerin eşkenar dörtgenle ilgili olarak kavram yanılgıları incelendiğinde; eşkenar dörtgeni eşkenar dörtgen yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%85), eşkenar dörtgende kenar özelliklerine odaklanıp açılar göz önünde tutmadıkları (%73), eşkenar dörtgeni sadece bütün kenar uzunlukları aynı olan dörtgen olarak ifade ettikleri (%35) görülmüştür. Eşkenar dörtgenin karşılıklı kenarlarının paralel, karşılıklı açılarının eşit olması, çokgen ya da kapalı olması gibi özelliklerini göz önünde bulunduramayabildikleri görülmüştür.

Öğrencilerin yamuk çokgenine yönelik kavram yanılgıları incelendiğinde; yamuğu yamuk yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%89,5), yamuk çokgeninin yalnızca iki kenarı paralel olan bir dörtgen ya da çokgen olduğunu ifade edemedikleri, yamuğu her bir kenarı birbirinden farklı, düzgün olmayan ya da kenarları yamuk olan şekiller olarak ifade ettikleri (%57) görülmüştür. Üst sınıflama bilgisi olarak sadece %7'sinin karşılıklı kenarları paralel olan dörtgenlerden örneğin, eşkenar dörtgen veya dikdörtgen, kare, paralelkenar formlarını yamuk olarak tanımlayabildiği görülmüştür. Ayrıca öğrenciler hiçbir kenarı paralel olmayan ancak yamuk çokgenine benzeyen dörtgenleri yamuk olarak tanımlayabilmekte (%71), taban kenarlarından birinin çok kısa olması durumunda şekli yamuk olarak tanımlayamamakta oldukları (%29), dik yamuk çokgenini kısmen tanıyabilmekte oldukları ve bu şekli yamuk olarak görebilenlerin oranının oldukça düşük kaldığı (%23) görülmüştür. Ayrıca gündelik yaşamda yamuk şeklindeki nesnelerin özelliklerini sıralayamadığı ve sadece yamuğa benzediklerini ifade ettikleri (%67) ve bu bağlamda Van Hiele'nin çocuğun geometrik gelişim aşamalarından Görsel Dönem özelliklerini taşıdıkları görülmüştür.

Öğrencilerin paralelkenarla ilgili olarak kavram yanılgıları incelendiğinde; paralelkenarı paralelkenar yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%89,5), paralelkenarı sadece 2 kenarı paralel olan şekil olarak ifade ettikleri (%31,5) görülmüştür. Klasik bir paralelkenarda köşegenlerin birbirine eşit olmadığını belirtme oranı sadece %16,5 olarak kalmıştır. Ayrıca öğrencilerin paralelkenarda karşılıklı açılar eşit olduğunu ve karşılıklı kenarlarının paralel bir çokgen olduğunu göz ardı ettikleri görülmüştür.

Öğrencilerin şekillerin klasik formlarını tanımlarına bakıldığında; klasik formunda verilen şekillerden üçgen, dikdörtgen, kare ve paralelkenar çokgenlerinin tanınırlık oranı %91 ve üzerinde olduğu, ancak klasik formatında şekillerden eşkenar dörtgenin tanınırlık oranı sadece %45 düzeyinde kaldığı görülmüştür. Klasik formunda verilmeyen bir kare veya eşkenar dörtgenin tanınırlık oranının ise sadece %12 olduğu görülmüştür. Öğrenci-

ler karenin 90° döndürülmüş halinin artık bir kare olmadığını ve eşkenar dörtgen olduğunu düşünebilmekte, eşkenar dörtgenin 90° döndürülmüş formunu eşkenar dörtgen olarak kabul etmemekte ve bir paralelkenar olduğunu söyleyebilmekte, klasik formunda sunulmayan eşkenar dörtgeni, eşkenar dörtgen olarak kabul etmemekte ve bu şeklin ne olduğu konusunda bir fikre sahip olmadıklarını söyleyebilmektedirler. Öğrenciler yamuk çokgeninin klasik formunu kısmen tanıyabilmekte (%62,5) ancak yamuk çokgeninin klasik olmayan formlarını ise neredeyse tanıyamamakta (%11) oldukları görülmüştür.

Öğrencilerin köşegen kavramıyla ilgili olarak kavram yanılgıları incelendiğinde; köşegenin ne olduğu konusunda bir fikir oluşturamadıkları (%20), köşegeni köşegen yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%84,5) görülmüştür. Yine öğrencilerin üçgenin en az bir köşegeni olabileceğini düşündükleri (%37), üçgenin yükseklik, açıortay ya da kenarortaylarını üçgenin köşegeni olarak gördükleri, çemberin bile en az bir köşegeni olabileceğini düşündükleri (%10), karenin köşegenlerinin eşit olmadığını düşünebildikleri (%10), dikdörtgenin köşegenlerinin eşit olmadığını düşündükleri (%42), sadece %20'sinin yamuğun köşegen uzunluklarının her zaman birbirine eşit olamayacağını düşünebildiği görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin dört kenardan fazla kenara sahip olan çokgenlerin köşegenlerinin olmadığı (%5), çaprazda konumlanan köşeleri olmayan çokgenlerin köşegenlerinin olmadığına inandıkları (%6), klasik formunda verilmeyen çokgen şekillerin (yıldız, vb) köşegeni olmadığını düşündükleri (%5), kenar uzunlukları eşit olmayan çokgenlere köşegen çizilemeyeceğini (%5) düşündükleri, kenar uzunlukları eşit olan çokgenlerin köşegen uzunluklarının eşit olacağı; kenar uzunlukları eşit olmayan çokgenlerin ise köşegen uzunluklarının eşit olamayacağını düşündükleri (%16) görülmüştür. Köşegenin ardıl olmayan köşeleri birleştiren doğrulardan oluştuğunu belirtmedikleri görülmüştür. Bu bağlamda ardıl olmayan köşeleri birleştiren doğru parçaları olan çokgenlerin kenarlarını, köşegen olarak düşünebildikleri görülmüştür. Son olarak gündelik yaşam bağlantısı kurulan, "Ali elindeki eşit uzunluktaki iki çitayla aşağıda verilen şekillerin köşegenlerine gelecek şekilde yerleştirerek uçurtma yapmak istiyor. Buna göre Ali aşağıdaki uçurtmalardan hangisini yapamaz" şeklindeki köşegenin dolaylı olarak özelliklerinin istenildiği sorularda öğrencilerin en başarısız oldukları (%16,5 başarı) ve gerekçelendirmede de yine en başarısız oldukları (%20,5 başarı) görülmüştür.

Öğrencilerin yükseklik kavramıyla ilgili olarak kavram yanılgıları incelendiğinde; yüksekliği yükseklik yapan gerek ve yeter koşulları tam olarak sıralayamadıkları (%69,5), klasik formunda verilen dikdörtgenin (%74), paralelkenarın (%68) gibi şekillerin yüksekliğini kısmen doğru çizibildikleri, eşkenar dörtgenin yüksekliğini çizmede ise oldukça başarısız oldukları (%15,5 başarı), klasik formunda ya da 180° döndürülmüş olarak verilen bir üçgenin yüksekliğini büyük oranda doğru olarak çizibildikleri (%76,5) ancak dik üçgenin yüksekliğini kısmen doğru olarak çizibildikleri (%54,5), geniş açılı üçgenin yüksekliğini doğru olarak çizilebilmekte ise oldukça zorlandıkları (%45,5) görülmüştür. Öğrenciler günlük hayatta yer alan üç boyutlu cisimlerin yüksekliği konusunda kısmi kavram yanılgısına

sahip oldukları; Öğrencilerin kapı gibi dikey olarak sunulan 2 boyutlu resimlerde yüksekliği doğru olarak çizebilmekte oldukları (%72,5) ancak masa gibi en, boy ve yüksekliği bulunan 3 boyutlu resimlerde yüksekliği doğru olarak çizebilmekte zorlandıkları (%43,5) ve öğrencilerin sadece %12,5' gibi bir oranının döndürülmüş kare şeklinde bir çerçevenin yüksekliğini doğru olarak çizebilmekte olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin %30,5' u her çokgenin yalnızca bir tane yüksekliği olacağını düşündüğü görülmüştür.

Öğrencilerin Üst Sınıflama Bilgisi'ne yönelik kavram yanılgıları incelendiğinde; eşkenar dörtgenin kare ile aynı olduğunu düşündükleri (%62,5), bunun dışında kare ile diğer dört kenarlı çokgenler arasında ilişki kuramayı her birini birbirinden bağımsız şekiller olarak algılamakta oldukları (%83,5), dikdörtgeni 2 uzun 2 kısa kenarı olan şekil olarak tanımlayabildikleri (%21,5) ve bu durumun üst sınıflama bilgisi geliştirmelerine engel olduğu ve bu bağlamda örneğin dikdörtgenin aynı zamanda bir paralelkenar olduğunu düşünemedikleri (%77,5), eşkenar dörtgen gibi karşılıklı kenarları paralel olan dörtgenlerin aynı zamanda bir yamuk olduğunu düşünemedikleri (%93) görülmüştür.

Öğrencilerin beşgen ve altıgen çokgenlerine yönelik kavram yanılgıları incelendiğinde; klasik formunda verilmeyen beşgeni ayırt etmede zorlanmadıkları (%95), farklı çokgenler içinden beşgen çokgenini ayırt edebilmede kısmen zorlandıkları (%54,5) görülmüştür. Ayrıca öğrenciler altıgen çokgeninin klasik formunu diğer çokgenler arasından ayırt edebilmekte oldukları, ancak farklı formlarını ayırt etmekte zorlandıkları (%29,5) ve altıgen çokgeninin klasik formuna benzeyen ama altıgen olmayan şekilleri altıgen olarak kabul etmekte (%46) oldukları görülmüştür.

Öğrencilerin çizim gerektiren sorularda yine zorlandıkları ve karenin bile doğru çizimini yapamayanların oranı %19 olduğu görülmüştür.

4. Sonuçlar ve Öneriler

334–666 puan aralığının kısmi kavram yanılgısı olarak nitelendirildiği bu çalışmada, puanlanabilen soruların (14 madde) puanlama ortalaması alınmış ve ortalama 430 puan elde edilmiştir. Bu 14 sorunun her birinden elde edilen puanlar (668, 336, 292, 461, 463, 337, 527, 362, 281, 769, 429, 227, 680, 189) toplanarak ortalaması alınmıştır. Bu puanla 5. sınıf öğrencilerinin Dörtgenler ve Çokgenler konusunda kısmi kavram yanılgısına sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin çokgen olan ve olmayan şekilleri ayırt etme ile ilgili 6 soruya verdikleri cevapların puanları (668, 336, 292, 461, 463, 337) toplanarak ortalaması hesaplanmıştır. Bu soruların ortalaması ise 426 olup burada da kısmi kavram yanılgısına sahip oldukları söylenebilir. Benzer biçimde Oberdorf ve Cox (1999) tarafından yapılan bir çalışmada yetersiz deneyim nedeniyle öğrencilerin kavram yanılgısına sahip olduğu görülmüştür. Koester (2003) ise öğrencilerin kavram yanılgısını çözebilmeleri için somut düşünmeye ihtiyaçlarının olduğunu belirtmiştir. Çokgen olan veya olmayan şekilleri ayırt etme ile ilgili 5 soruda, öğrencilerin yanlış cevaplarını gerekçelendirmelerine bakıldığında %38 ile % 62,5 arasında verilen şeklin çokgen olmadığını ya da çokgene benzemediğini

ifade ettikleri ve her hangi bir gerekçe üretmedikleri görülmüştür. Bu bağlamda Van Hiele'nin geometrik gelişim aşamalarına göre çıkarım döneminde bulunması gereken bu öğrencilerin şekilleri görünüşleri ile değerlendirdikleri için "görsel dönem" özellikleri sergiledikleri görülmüştür. Mason (1989)'nın yaptığı çalışmada da tespit edilen kavram yanlışlarında öğrencilerin şekillerin görünüşü ile değerlendirme becerisinde hata yaptıkları belirlenmiştir. Ching Yuan Chang (1996) tarafından yapılan çalışmada ise şekillerin görünüşü ile ilgili yapılan kavram yanlışlarının, işbirlikli öğrenme yolu ile giderilebildiği bulunmuştur.

Öğrencilerin seçenekli maddelerden aldıkları puanlara bakıldığında başarı yüzdeleri; %41 olarak gerçekleşmiştir. Yani testte başarısız oldukları görülmüştür. Öğrencilerin seçenekli maddelerde yazdıkları cevap gerekçelerine bakıldığında doğru gerekçe başarı yüzdeleri; %32 olarak gerçekleşmiştir. Yani cevaplarını gerekçelendirmedi oldukça başarısız oldukları görülmüştür. Öğrencilerin seçtikleri seçeneklerin gerekçelerini ifade etmelerine puan verildiğinde 9 puan daha başarısız olmuşlardır.

Öğrencilerin kavram yanlışlarına bakıldığında genel olarak;

- Üçgen, dikdörtgen, kare ve paralelkenar gibi çokgenlerinin klasik formunu tanımakta oldukları ve bu konuda bir kavram yanlışına sahip olmadıkları görülmüştür.
- Klasik formunda olmayan üçgen, dikdörtgen, kare, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuk gibi çokgenler konusunda ciddi kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür.
- Döndürülmüş çokgenlerin özellikleri ile ilgili kavram yanlışına sahip oldukları görülmüştür.
- Köşegen ve yükseklik ile ilgili kavram yanlışına sahip oldukları görülmüştür.
- Şekilleri sadece klasik formuyla tanımlama eğiliminde olup bu şeklin girdiği üst sınıflama bilgisine sahip olmadıkları, örneğin karenin bir dikdörtgen, dikdörtgenin bir paralelkenar, paralelkenarın bir yamuk olmadığını düşündükleri görülmüştür. Benzer bir şekilde karenin bir eşkenar dörtgen, eşkenar dörtgenin bir paralelkenar ya da yamuk olmadığını düşünmekte oldukları görülmüştür.

Bu kavram yanlışlarına benzer olarak Cutugno ve Spagnolo (2002) tarafından yapılan çalışmada da öğrencilerin üçgen çeşitleri ve üçgenin yüksekliğinin konumu ile ilgili birçok kavram yanlışına sahip olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

- Akdemir, M. (2005).** *İlköğretim ikinci kademe yedinci sınıf öğrencilerinin katı ve sıvıların basıncı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Al-Rubayea, A. A. M. (1996).** An analysis of saudi arabian high school students' misconceptions about physics concepts. *Kansas State University, Dissertation Abstracts International University Microfilms* No. 9629018
- Battista, M. T. (2002).** Learning Geometry in A Dynamic Computer Environment. *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 633-639
- Bergeson, T. (2000).** Teaching and learning mathematics. State Superintendent of Public Instruction, Washington.
- Can, Ö. (2009).** *Veri yapıları eğitimi alan öğrencilerin listeler konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Ching-Yuan Chang (1996).** *A study of the way of students' constructing geometry concept and the evaluation of the effects of geometry teaching strategies with integrated cooperative learning,* <http://www.ceps.com.tw/ec/ecjnlarticleview.aspx>
- Creswell, J. (2003).** Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Cutugno, p. & Spagnolo, fç (2002).** *Misconception about triangle in elementary school,* <http://www.math.unipa.it/grim/SiCutugnoSpa.PDF>
- Driver, R., Easley, J. (1978).** Pupils and paradigms. a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*. 61-84.
- Driver, R; Guesne, E.; Tiberghien, A. (1985).** *Children's ideas and the learning of science,* in r. driver et al. (eds.) *children's ideas in science*, pp. 1-9, Milton Keynes, UK: Open University Pres.
- Duatepe, A.-Ersoy, Y. (2001).** Teknoloji destekli matematik öğretimi-I: hesap makinesi ve okullarda geometri öğretimi. Matematik Etkinlikleri 2001 Sempozyumu, Ankara, 110-119.
- Fisher, K.M. (1985).** A misconception in biology: aminoacids and translation, *Journal of Research in Science Teaching*, vol.22, pp.53-62.
- Fuys D.J. & Liebov, A (1993).** *Geometry and spatial sense. in research ideas for the classroom,* edited by R. J- Jensen, 219, New York: Macmillan Publishing Co.

- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. (1992).** Conceptual difficulties experienced by senior high school students of chemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (10), 1079-1099.
- Gedik, E., Ertepinar, H., Geban, Ö. (2002).** Lise öğrencilerinin elektrokimya konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımına dayalı gösteri yönteminin etkisi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildirileri, Ankara: *Milli Eğitim Basımevi*, , 16-18 Eylül 2002, Cilt2.
- Grande, J.(1985).**Can grade 2 children’s spatial perception belmproved by inserting a transformational geometry component into their mathematics program? Ph.D.diss., Institute for Studies in Education(Ontario).
- Halloun, I A; & Hestenes, D. (1985).** Common sense concepts about motion.*American Journal of Physics*, 1056-1065
- Haslam, F. & Treagust, D. F. (1987).** Diagnosing secondary students’ misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two- tier multiple choice *Instrument, Journal of Biological Education*, 21 (3), 203-211.
- Helm,H. (1980).** *Misconcentions in physics amongst south african students.* Physics Education, 92-105.
- Karataş, F.; Köse S.; Ve Coştu B. (2003).** Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Yıl:2003 (1) Sayı:13.
- Koester, B. A. (2003).** Prisms and pyramids: Constructing three-dimensional models to build understanding, *Teaching children mathematics*, 9(8), 436- 442.
- Lawson, A. E. And Thompson, L. D., (1988).** Formal reasing ability and misconception concerning geneticsand natural selection, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.25: (733–746).
- Mann, M., Treagust, D. F. (1998).** A pencil and paper instrument to diagnose students’ conception of breathing, gas exchange and respiration, *Australian Science Teachers Journal*, 44, 2, 55-59.
- Mason, M. M (1989).** Geometric understanding and misconceptions among gifted fourth-eighth graders. *American Educational Research Association: San Franmsisco, CA*, March 27-31
- Marek, E. A.; Cawon, C. C. And Cavallo, A. M. L., (1994).** Students misconceptions about difusion: how can they be eliminated, *The American Biology Teacher*, Vol.56: (77)

- National Academy of Sciences/National Research Council (1997).** *Possible Health Effects of Exposure to Residential Electric and Magnetic Fields*. National Academy Press, Washington, D.C., 1997.
- National Council of Teaching Mathematics. (2007).** Retrieved at May 17, 2017 from <http://standarts.nctm.org/document/chapter3/geom.htm>
- National Council of Teaching Mathematics. (2007).** Retrieved at May 17, 2017 from <http://standarts.nctm.org/document/chapter7/geom.htm>
- Novak,J.D.;Gowin,B.D.(1984).***Learning how to learn*. NewYork: Cambridge University Press
- Odom, A. L., Barrow, H. L. (1995).** Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (1), 45-61.
- Oberdorf, C., & Taylor-Cox, J. (1999).** *Shape up!* Teaching Children Mathematics, 5, 340-345.
- Özçelik, D. A. (1998).** *Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: ÖSYM Yayınları, Yüksek Öğretim Kurulu Matbaası.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F., ve Garnett, P.J. (1989).** Development and application of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 301-314.
- Porter, A. (1989).** *A curriculum out of balance: The case of elementary school mathematics*. Educational Researcher, 18, 9-15
- PISA(2015).** Assessment and Analytical Framework: *Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. PISA, OECD Publishing, Paris.
- Sutton,C.R.(1980).**The learner's prior knowledge: a critical review of techniques for probing its organization. *European Journal of ScienceEducation*.107-120.
- Tan, K. C. D., Goh, K. N., Chia, S. L. & Treagust, D. F. (2002).** Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 4, 283-301.
- Treagust, D. F.(1988),** Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science, *International Journal of Science Education*, vol.10,pp.9,159-169
- Treagust, D.F., Duit, R. & Fraser, B. (Eds) (1996).** *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*. New York: Teachers College Press.

- TIMMS(2015).***International Results in Mathematics (2015).*TIMMS PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College Publishing, Boston
- Turgut, M. F. (1995).** *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları.* Ankara: Yargıcı Matbaası.
- TDK. (2015).** *Türk Dil Kurumu Türkçe Sözlük,* Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Tyson, L., Treagust, D. F., Bucat, R. B. (1999).** The complexity teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education, 76 (4),* 554- 558.
- Ubuz, B. (1999).** 10. ve 11. sınıf öğrencilerinin temel geometri konularındaki hataları ve kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16-17:* 95-104.
- Voska, K. W., Heikkinen, H. W. (2000).** Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problems, *Journal of Research in Science Teaching, 37, 2,* 160-176.
- Yılmaz, Ö.(1998).** Kavramsal değişim metinleri ile verilen kavram haritalarının hücre bölünmesi ünitesini anlamadaki etkisi, (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Zeilik,M.(2004).**İnternet Sitesi Retrieved at March 16, 2017 from <http://www.flaguide.org/extra/download/cat/diagnostic/diagnostic.pdf>
- Van De Walle, J. (1989).** *Elementary school mathematics.* New York: Longman.