

İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Yamuk Kavramına Ait Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Sınıf Seviyelerine Göre Değişimi

Ahmet DOĞAN*

Kemal ÖZKAN**

Nuran Karlı ÇAKIR**

Derya BAYSAL**

Pınar GÜN**

Özet

Bu çalışma; ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin, yamuk ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için yapılmıştır. Öğrencilerin yamuk kavramını ne kadar doğru bildiklerini ve özel dörtgenlerden yamuk ile ilgili kavram yanılgılarının 6,7 ve 8. sınıf düzeylerine göre nasıl değiştiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Uşak il merkezindeki iki ve Ulubey ilçesi merkezindeki bir ilköğretim okulu çalışma grubunu oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda; öğrencilerin yamuk kavramını genel olarak yanlış bildikleri, yamuk özelliğini taşıyan kare, dikdörtgen, paralelkenar gibi bazı özel dörtgenlerin yamuk olmadığını düşündükleri, 6,7 ve 8. sınıflarda bu kavram yanılgılarının giderilemediği fakat yamuk şekline ait bazı temel özelliklerin sınıf seviyesi ilerledikçe öğrencilerce daha iyi yorumlanabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yamuk, Kavram Yanılgısı

Students' Misconceptions About Trapezium Through Primary Levels

Abstract

This study has been carried out to determine possible misconceptions about trapezium of primary school students. It was tried to determine the students' conceptions of trapezium and their misconceptions about special quadrilateral like square and trapezoid through 6th,7th and 8th grades. The sample comprises from two different primary schools in Uşak city centre and one primary school form Ulubey district: At the end of this research, it is understood that the students misunderstand the concept of trapezium and

* Yrd. Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi ABD

** Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi

they thought that square, rectangle and parallelogram were not a kind of special trapezium. Their misconceptions are not able to be removed completely through the 6th, 7th and 8th grades but some basic features about the shape of the trapezoid have been progressed and modified in the positive direction.

GİRİŞ

İlköğretim düzeyinde pek çok geometri kavramının öğrenciler tarafından yanlış algılanması ya da eksik öğrenilmesi daha sonraki dönemlerde birçok sorunun yaşanmasına ve matematiğe yönelik olumsuz tutum sergilenmesine neden olmaktadır.

Matematikselsel kavramlar, matematik öğreniminin ve öğretiminin en temel yapı taşlarıdır. Matematikselsel kavramların öğretiminde başarılı olunabilmesi için öğretim faaliyetlerinin öğrencilerin matematikselsel düşünce düzeyleriyle uygunluğu zorunludur (Dede, 2003).

Kavram öğretiminde, bugüne kadar uygulanan geleneksel yöntemlerin; öğrenciye kavramı ifade eden sözcüğü vermek, kavramın sözel tanımını yapmak, tanımın anlaşılması için kavrama ait nitelikleri belirtmek olduğu düşünülmüştür. Bu basamaklardan oluşan kavram öğretimi yöntemlerinin yeterince etkili olmadığı, özellikle soyut nitelikteki kavramlarda sözel bir tanım yapılmasının zor olduğu bilinmektedir (Nakiboğlu, 1995).

Öğretmenler öğrencilerin derse karşı olan motivasyonlarını arttırmalı, bilginin kalıcı ve etkin olarak öğrenilmesini engelleyen kavram yanlışlarının oluşmamasına özen göstermelidirler. Çünkü matematikteki bir önceki kavram ve bilgiler, bir sonrakiler için temel oluşturmaktadır. Öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarıyla başa çıkabilmenin yolu ise kavram yanlışlarının farkında olmaktır. Bunun için öğretmenler öğrencilere konuyla ilgili kavram bilgilerini ölçen testler uygulayabilir ya da açık uçlu sorular sorarak öğrencilerin konuyla ilgili kavram yanlışlarını öğrenebilirler. Kavram yanlışları belirlendikten sonra, bu yanlışların ortadan kalkması için öğrencilerin daha aktif olduğu öğretim yöntemlerini uygulayabilirler. Yapılan bu çalışmalar sayesinde eğitimin kalitesi artmakta ve daha nitelikli bireyler yetiştirilmektedir (Özbellek, 2003).

Moss ve Case (2001) yaptıkları araştırmada çocukların

herhangi bir kavram yanlışlığı oluşturmalarını engelleyecek bir yolla öğretim yapmanın imkansız olduğunu ve çocukların doğru olmayan bazı genellemeler yaptıklarını ve öğretmenler bunları açığa çıkarmak için özel bir çaba harcamadıkça bunların gizli kalmaya devam edeceğini ifade ederler.

Sims-Knight ve arkadaşlarının (1983) yaptıkları bir çalışmada; öğrencilerin bir problemin çözümüne giderken ve problemi matematiksel sembollerle ifade ederken karşılaştıkları zorlukları araştırmışlar, bu tür problemlerin temelinde öğrencilerdeki yaygın kavram yanlışlarının yattığını belirtmişlerdir.

Buradan da anlaşılacağı gibi kaçınılmaz olan bu kavram yanlışlarının sebepleri ve en aza indirilebilmesi için neler yapılacağı konusunda bir çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan Akuyşal(2007) tarafından ilköğretim 7. Sınıf Öğrencileri ile yapılan bir çalışmada şu sonuçlara ulaşılmıştır;

- Öğrencilerin buldukları sonuçların nedenini açıklayamadıkları
- Geometrik bazı kavramları algılamalarına rağmen ifade etmekte zorlandıkları
- Ezbere yönelik bir eğitimle bazı kavramları kavrayamadıkları
- Üçgen, kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen, yamuk gibi özel isimli geometrik şekillerin çokgen olamayacaklarını düşündükleri görülmüştür.

Küçük ve Demir'in (2009) en az 10 yıllık tecrübeye sahip ilköğretim matematik öğretmenlerinin önerileri doğrultusunda hazırladıkları çalışmada ilköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin geometri ve cebir konularında yaygın kavram yanlışlarına sahip olduğunu gösterilmiştir. Araştırmacıların sorularından biri olan "Aşağıdakilerden hangisi paralelkenardır?" sorusu çalışmamıza benzer yönüyle dikkatimizi çekmiştir. Bu soruya öğrencilerin %67 'si yanlış cevap vermiş; kare, dikdörtgen, eşkenar dörtgen gibi paralelkenar özelliği taşıyan bazı özel dörtgenleri paralelkenar olarak tanımlayamamışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilere bu konular anlatılırken kavramların iyi verilmesi ve örneklerle desteklenmesi

gerektiği belirtilmiştir.

Özbellek (2003) tarafından yapılan araştırmada öğrencilere 22 soruluk klasik sınav uygulanmış ve veriler değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin;

- Verilen tanımlardan hangisinin aç olduğunu bilmedikleri,
- Açının düzlemi kaç bölgeye ayırdığını bilmedikleri,
- Aç ve açsal bölge kavramları arasındaki farkı bilmedikleri,
- Dar aç, dik aç, geniş aç kavramlarında bilgi eksikliklerinin olduğu,
- Komşu açıları yazabilmekte fakat ortak olan veya ortak olmayan kenarları yanlış yazdıkları,
- Komşu bütünler ve komşu tümler açılarda eksik bilgileri oldukları görülmüştür.

Çetin ve Dane (2004) sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri üzerine yaptıkları çalışmalarında öğretmen adaylarının aç, üçgen, çember, çap, yamuk gibi kavramlarda yanlışlara sahip olduğunu belirlemişler ve öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarında öğretmenlerin etkisini sorgulamışlardır.

Bu düşüncelerden yola çıkarak bizde öğrencilerin yamuk şekli üzerinde kavram yanlışlarının olup olmadığı ve varsa bu yanlışların sınıf düzeylerine göre değişimini tespit etmek amacıyla çalışmalarımızı şu alt problemler üzerine kurduk.

- Yamuk kavramında 6,7 ve 8. sınıf seviyelerindeki öğrencilerde ne gibi kavram yanlışları vardır?
- Yamuk şekline ait kavram yanlışlarının 6,7 ve 8. sınıf seviyelerine göre nasıl değişmektedir?
-

YÖNTEM

Model

Bu araştırma var olan durumu tam olarak ortaya koymayı amaçladığı için tarama modeli benimsenerek gerçekleştirilmiştir.

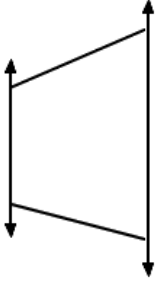

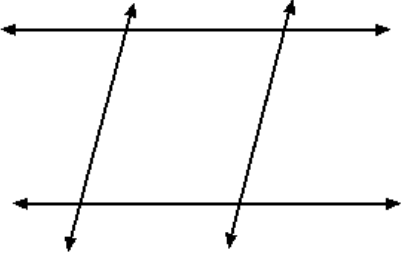
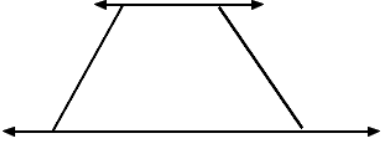
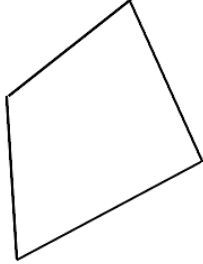
Çalışma Grubu

Bu çalışma Uşak il merkezinde bulunan iki ve Ulubey ilçesinde bulunan bir ilköğretim okulunda yürütülmüştür. 6.sınıfta

öğrenim gören 170, 7.sınıfta öğrenim gören 154, 8. sınıfta öğrenim gören 191 öğrenci bilgi toplama grubuna dahil edilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada kullanılan bilgi toplama aracı; açık uçlu bir sorunun beş farklı geometrik şekilden oluşmakla birlikte literatür ve ilköğretim II. Kademeye yönelik müfredat programı göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Burada yamuk ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. Bilgi toplama aracının hazırlanışında Uşak Üniversitesi Eğitim Fakültesindeki uzmanların görüşü dikkate alınmıştır. Bilgi toplama aracı aşağıdadır.

| Soru: Aşağıdaki şekillerden yamuk olanları işaretleyerek gerekçelerini açıklayınız. | | |
|--|---|--|
| ŞEKİL1:  | ŞEKİL2:  | ŞEKİL3:  |
| ŞEKİL4:  | ŞEKİL5:  | |

Verilerin Analizi

Veriler SPSS 13 programında işleme tabi tutulmuştur. Uygulanan anketten elde edilen verilerin frekans ve yüzdeleri hesaplanarak tablolar yardımıyla sunulmuştur. SPSS ortamına veriler girilirken yanlış cevaplar için 0, doğru cevaplar için 1 değeri girilmiştir.

BULGULAR VE YORUM

Tablo 1. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplara ilişkin betimsel istatistik sonuçları

| Sınıf | f | Sekil1 | | Sekil 2 | | Sekil 3 | | Sekil 4 | | Sekil 5 | |
|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Yamu k | | Yamu k | | Yamu k | | Yamu k | | Yamu k | |
| | | Değil dir | Yamuk tur | Değil dir | Yamuk tur | Değil dir | Yamuk tur | Değil dir | Yamuk tur | Değil dir | Yamuk tur |
| 6.sını f | 31 | 139 | 162 | 8 | 160 | 10 | 2 | 168 | 23 | 147 | |
| f | % 18,2% | 81,8% | 95,3% | 4,7% | 94,1% | 5,9% | 1,2% | 98,8% | 13,5% | 86,5% | |
| 7.sını f | 14 | 140 | 154 | 0 | 126 | 28 | 26 | 128 | 8 | 146 | |
| f | % 9,1% | 90,9% | 100,0 % | ,0% | 81,8% | 18,2% | 16,9% | 83,1% | 5,2% | 94,8% | |
| 8.sını f | 16 | 114 | 127 | 3 | 95 | 35 | 19 | 111 | 17 | 113 | |
| f | % 12,3% | 87,7% | 97,7% | 2,3% | 73,1% | 26,9% | 14,6% | 85,4% | 13,1% | 86,9% | |
| Topla f | 61 | 393 | 443 | 11 | 381 | 73 | 47 | 407 | 48 | 406 | |
| m | % 13,4% | 86,6% | 97,6% | 2,4% | 83,9% | 16,1% | 10,4% | 89,6% | 10,6% | 89,4% | |

6. Sınıf Seviyesinde;

1.şekil:

Şeklin yamuk olduğunu söyleyen öğrenciler (%81,8) gerekçe olarak açılarının ve kenarlarının eşit olmamasını sunmuştur. Yamuk olmadığını söyleyen öğrenciler (%18,2) ise gerekçe olarak yamuğa benzemediği ya da şeklin düz olduğunu belirtmişlerdir.

2.şekil:

Yamuk olduğunu belirten öğrenciler (%4,7) gerekçe olarak kenarlarının eşit olmamasını söylemiştir. Yamuk olmadığını savunan öğrenciler (%95,3) ise gerekçe olarak bu şeklin dikdörtgen olduğunu, açılarının ve kenarlarının eşit olduğunu yada şeklin düz olduğunu savunmuşlardır.

3.şekil:

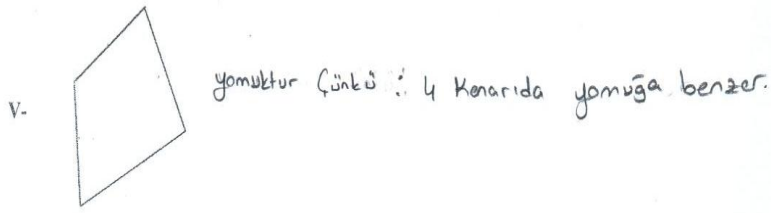
Yamuk olduğunu belirten öğrenciler %5,9 gerekçe olarak yine kenar ve açılarının eşit olmaması ve kenarlarının uzadıkça uzamasını savunmuşlardır.Yamuk olmadığını savunan öğrenciler (%94,1) ise gerekçe olarak şeklin düz olduğunu, paralelkenar olduğunu ya da açı ve kenarlarının eşit olduğunu söylemişlerdir.

4. şekil:

Öğrencilerimizin (%98,8) çoğunluğu şekli yamuk olarak tanımlamış ve tamamına yakını gerekçe olarak açı ve kenarlarının eşit olmamasını savunmuştur. Şeklin yamuk olmadığını söyleyenler düz bir şekil olmasını gerekçe olarak göstermiştir.

5.şekil;

Yamuk olarak tanımlayan öğrencilerin (%86,5) büyük çoğunluğu gerekçe olarak açı ve kenarlarının eşit olmamasını savunmuştur. Yamuk olmadığını savunanlar (%13,5) ise şeklin düz bir



şekil olduğunu savunmuştur.

Şekil1: 6. sınıf öğrencilerinden 5. şekle verilen cevap örneği.

6. sınıf seviyesinde öğrencilerin; genellikle şeklin özelliklerine bakmadan sadece görüntüsüne göre karar verdikleri, yamuk olan bir şeklin görüntüsünün de isminden algıladıkları gibi düz olmayacağını, eşitlik ya da paralellik içermeyen şekiller olabileceğini söylemişlerdir.

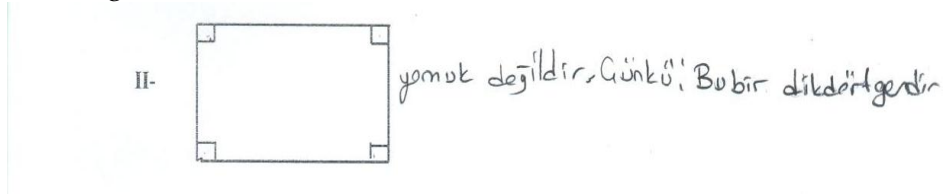
7. Sınıf Seviyesinde:

1.şekil:

Şeklin yamuk olduğunu savunan öğrenciler (%90,9) gerekçe olarak açılarının ve kenarlarının eşit olmaması, karşılıklı kenarlarının paralel olması, şeklin yamuğa benzemesi savunulmuştur. 6.sınıf seviyesinden farklı olarak paralellik kavramı ortaya atılmıştır. Yamuk olmadığını söyleyen öğrencilerimiz (%9,1) gerekçe olarak yamuğa benzemediği ya da şeklin düz olduğunu söylemişlerdir. Öğrencilerin zihnine yerleşmiş bir yamuk şekli olduğu ve buna benzemeyen şekillerin yamuk olamayacağı gibi bir şartlanmaya sahip oldukları anlaşılmıştır.

2.şekil:

Öğrencilerin tamamı şeklin yamuk olmadığını savunmuştur. Gerekçe olarak ise bu şeklin dikdörtgen olduğunu, açılarının ve kenarlarının eşit olduğunu ya da şeklin düz olduğunu, açılarının dik açı olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil2: 7. sınıf öğrencilerinden 2. şekle verilen cevap örneği.

3.şekil:

Yamuk olduğunu söyleyen öğrenciler (%18,8) gerekçe olarak yine kenar ve açılarının eşit olmamasını ve kenarlarının uzadıkça uzamasını savunmuşlardır. Yamuk olmadığını savunanlar (%81,8)

gerekçe olarak ise şeklin düz olduğunu, ya da açı ve kenarlarının eşit olduğunu söylemişlerdir Ayrıca paralelkenar olduğundan dolayı yamuk olamayacağını belirten öğrenciler de vardır.

4. şekil:

Yamuk olarak tanımlayanlar (%83,1) gerekçe olarak açı ve kenarlarının eşit olmamasını, karşılıklı kenarların paralel olmasını, şeklin yamuk gibi görünmemesini savunulmuştur.Yamuk olmadığını söyleyenler (%16,9) şeklin düz bir şekil olduğunu belirtmişlerdir.

5. şekil;

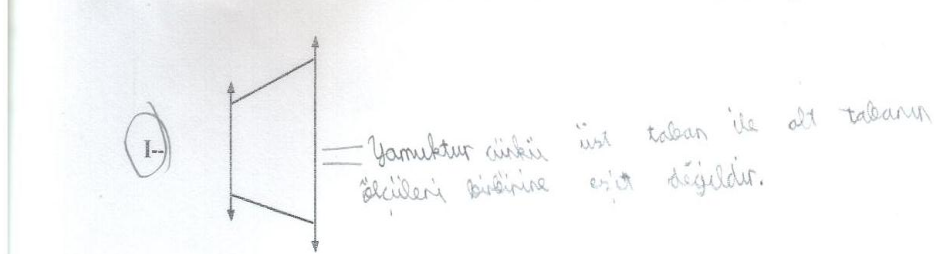
Yamuk olarak tanımlayanlar (%94,8) gerekçe olarak açı ve kenarlarının eşit olmamasını, şeklin tam yamuğa benzemesini savunmuştur.Yamuk olmadığını söyleyenler (%5,2) kenarlarının kesişmemesini, kenarlarının paralel olmamasını gerekçe göstermiştir.

7. sınıf seviyesindeki öğrencilerin öncelikle şekillerin görüntüsüne baktıkları anlaşılmıştır. 6. sınıf seviyesindeki öğrencilerden farklı olarak, paralellik gibi bazı özelliklerin oluştuğu ve şeklin ismi ile görüntüsünün yanı sıra bu özelliklerinin de sorgulandığı fark edilmiştir.

8. Sınıf Seviyesinde:

1.şekil:

Şeklin yamuk olduğunu söyleyenler (%87,7) gerekçe olarak; açılarının ve kenarlarının eşit olmamasını, karşılıklı kenarlarının paralel olmasını, tabanlarının paralel olmasını, tabanlarının bulunmasını, açılarının bütünler olmasını belirtmişlerdir. 6. ve 7. sınıflardan farklı olarak 8. sınıf öğrencilerimiz taban kavramını ortaya koymuşlardır. Yamuk olmadığını söyleyen öğrenciler (%12,3) gerekçe olarak yamuğa benzemediği ya da şeklin düz ve açılarının eşit olduğunu söylemişlerdir.



Şekil3: 8. sınıf öğrencilerinden 1. şekle verilen cevap örneği.

2. şekil:

Öğrencilerin çoğunluğu (%97,7) bu şeklin yamuk olmadığını savunmuştur. Gerekçe olarak ise bu şeklin dikdörtgen olduğunu, açılarının ve kenarlarının eşit olduğunu, düz olduğunu, açılarının dik açı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca karşılıklı kenarlarının paralelliklerinden dolayı şeklin yamuk olmadığını ifade edenler de vardır.

3. şekil:

Yamuk olduğunu söyleyen öğrenciler (%26,9) gerekçe olarak kenar ve açılarının eşit olmamasını, kenarların paralel olmasını belirtmişlerdir. Yamuk olmadığını savunanlar (%73,1) gerekçe olarak ise şeklin düz olduğunu, karenin eğilmiş şekli olduğunu ve paralel kenar olduğunu belirtmiştir.

4. şekil:

Şekli yamuk olarak belirtenler (%85,4) gerekçe olarak açı ve kenarlarının eşit olmaması, karşılıklı kenarların paralel olması, üst tabanın alt tabandan kısa olması, tabanların paralel olması söylenmiştir. Yamuk olmadığını belirtenler (%14,6) bir gerekçe sunmamıştır.

5. şekil;

Yamuk olarak tanımlayan öğrenciler (%86,9) gerekçe olarak açı ve kenarlarının eşit olmamasını, şeklin tam yamuğa benzemesini, her yerinin yamuk olmasını belirtmiştir. Yamuk olmadığını

savunanlar (%13,1) ise tabanlarının paralel olmaması, yamuk şekline benzememesi gibi gerekçeler belirtilmiş.

8. sınıf seviyesinde öğrencilerin; şeklin görünümüne göre karar vermeleri yanında şeklin özelliklerini de inceledikleri, fakat yamuk şekline ait özellikleri tam olarak benimseyemedikleri gözlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

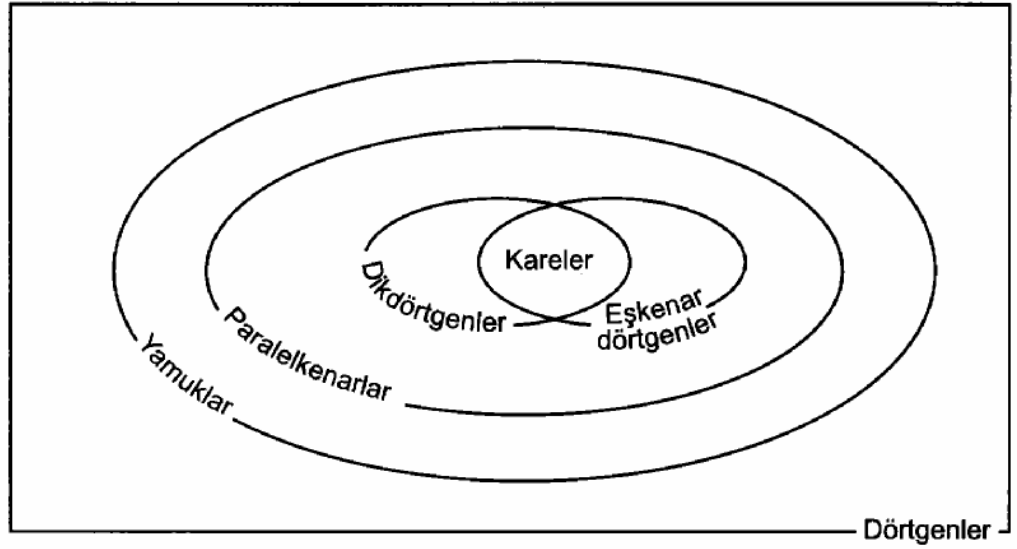
Bu çalışmadan elde edilen bulgulara bakıldığında;

1. Öğrencilerin 6.,7 ve 8. sınıf seviyesinde yamuk konusunda yamuk şeklinin düz olamayacağı, yamukta açların eşit olamayacağı, kenarlarının eşit olamayacağı gibi kavram yanlışlarının olduğu, temel yamuk şekillerini(şekil-1 ve şekil-4) genel olarak bildiği ama kenarları paralel olmayan herhangi bir dörtgeni de yamuk gibi algıladıkları gözlenmiştir. Geometrik kavramlarda şeklin özelliklerinden daha çok görüntüsüne göre yorum yapıldığı anlaşılmıştır.
2. Öğrencilerin 6.,7,8. sınıf seviyesinde Yamuk konusunda kavram yanlışlarının olduğu temel yamuk şekillerini(şekil-1 ve şekil-4) genel olarak bildiği gözlenmiştir. Geometrik kavramlarda şeklin özelliklerinden daha çok görüntüsüne göre yorum yapıldığı anlaşılmıştır.
3. Öğrenciler “yamuk” isminden esinlenerek, şeklin yamuk olması için düz olmaması gerektiğine inanmaktadırlar.

Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak yamuk kavramına ait öğrenci yanlışlarını gidermek için şu çözüm önerileri sunulmuştur.

1. Öncelikle yamuğun özel bir dörtgen olduğu vurgulanmalıdır.
2. Bir dörtgenin yamuk olması için en az iki kenarının paralel olması ön plana çıkarılmalıdır. Bunun için de paralellik kavramının tam olarak öğrenilmesi sağlanmalıdır.
3. Diğer özel dörtgenlerin de yamuğun özelliğini taşıdığı belirtilip nedeni açıklanmalıdır.
4. Dersin işlenişinde yamuk hep aynı şekilde çizilmemelidir.

5. Yamuk kavramı verilirken “kenarları eşit değildir”, “şekli yamuktur” gibi öğrenciyi yanılgıya düşürecek ifadeler kullanılmamalıdır. Kenarların paralelliğine vurgu yapılmalıdır.
6. Değişik dörtgenler çizilerek, yamukla diğer dörtgenlerin benzer yönleri ve farklılıkları belirtilmelidir.
7. Konu işlendikten sonra, öğrencilerin doğru anlayıp anlamadıklarını belirlemek ve yanlış algılamaları tespit edip düzeltmek için; öğrencilerden yamuk şekilleri çizmeleri istenebilir.
8. Derslerde dörtgenler konusu işlendikten sonra aşağıdaki şema öğrencilere sunulabilir.



KAYNAKÇA

Akuysal, N. (2007). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf ünitelerindeki geometrik kavramlardaki yanılgıları* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

Çetin, Ö. ve Dane, A. (2004). Sınıf öğretmenliği iii. sınıf öğrencilerinin geometrik bilgilere erişim düzeyleri üzerine. *Kastamonu*

Eğitim Dengesi, 12(2), 427-436.

Dede, Y., Yaman, S., (2003).Fen ve matematik eğitiminde proje çalışmalarının yeri, önemi ve değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 23(1), 117-132.

Küçük, A., Demir, B., (2009) İlköğretim 6-8. sınıflarda matematik öğretiminde karşılaşılan bazı kavram yanlışları üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 13, 97-112.

Moss, J., Case, R. (2001). Developing children's understanding of the rational numbers: A new modal and experimental curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30, 122-147.

Nakiboğlu, M. (1995).Beyin fırtınası (brain storming) yönetiminin fen bilimleri eğitimindeki yeri, 2. *Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, ODTÜ, Ankara.

Özbellek, S. (2003). *İlköğretim 6. ve 7. sınıf düzeyindeki açđ konusunda karşılaşılan kavram yanlışları, eksik algılamaların tespiti ve giderilme yöntemleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Sims-Knight, J., Kaput, J. (1983). Abstract of paper presented at the proceeding of the misconceptions in science and mathematics. *Cornell University*. USA.