



Matematik Öğretmenlerinin Sınavlarda Kullandıkları Soruların Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Boyutunda Analizi

Mehmet BEKDEMİRⁱ, Fatih BAŞⁱⁱ

Bu araştırmanın amacı; matematik öğretmenlerinin öğrencilerinin matematik bilgi ve becerilerini ölçerlerken kullandıkları soruların yapı ve içerik özelliklerini incelemektir. Araştırma doküman incelemesi yöntemi temel alınarak tasarlanmıştır. Veriler 13 matematik öğretmenin sekizinci sınıf öğrencilerini değerlendirmek amacıyla kullandıkları birinci-üçüncü sınav sorularını içeren 26 sınav kâğıdı ve bu sınavlarla ilişkin öğretmenler tarafından doldurulan “sınavlarda yer alan soruların aynı veya benzerlerini daha önce kullandınız mı?” şeklindeki açık uçlu soruyu içeren 13 anketten elde edilmiştir. Toplanan veriler betimsel analize tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda ulaşılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir. Öğretmenler tarafından sınavlarda ağırlıklı olarak çoktan seçmeli sorulara yer verilmiştir. Öğrencilerin kavramlar, kavramlar arası ilişkiler ve genellemeler hakkında çıkarımlarda bulunacakları, ilgili kavrama ilişkin zihinlerinde oluşan yapıları resmedecekleri veya düşüncelerini açıklayabilecekleri nitelikteki sorular oldukça sınırlı sayıdadır. Kullanılan soruların yarısından fazlasının resim formatında ve yaklaşık yarısı geometrik bir şekil (ağırlıklı olarak) veya bir resim-çizim ile desteklenmiştir. Öğretmenlerin internet ortamında yer alan hazır soruları kullandıkları belirlenmiştir. Ağırlıklı olarak öğrencilerin işlem bilgi seviyelerini ölçülmüş kavram bilgisiyle ilgili sorular tüm soruların ancak dörtte birlik bir bölümünü oluşturmuştur. Bu oran içerisinde açık ve kapalı kavram bilgisi ve alt kategorileri birbirine yakın bir şekilde kullanılmıştır. Kapalı kavram bilgisi olarak kavramların örneklerin değerlendirilmesi ve örnekleri kategoriler halinde sıralamak en az fazla sayıda kullanılan soru formatlarıdır. Açık bilgi olarak ise neredeyse sadece kavramların tanımlarının oluşturulması veya seçilmesine yönelik sorulara yer verilmiştir. Sınavlarda öğrencilerin yeni veya öğrenci tarafından daha önce kullanılmamış yöntemleri değerlendirecekleri veya yeni yöntemler temel alarak üretecekleri ve yöntemin niçin çalıştığını açıklayacakları sorulara yer verilmemiştir. Anketten elde edilen sonuca göre ankete yanıt veren öğretmenlerin tamamı sınavlarında yer verdikleri sorulara benzer sorulara (bazen aynı) sorulara derslerinde yer verdiklerini ifade etmişlerdir.

Anahtar Sözcükler: Kavram bilgisi, İşlem bilgisi, Ölçme ve değerlendirme, Sınav kâğıdı, Matematik öğretmeni

ⁱ Erzincan Üniversitesi, mbekdemir@erzincan.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1884-2938

ⁱⁱ Erzincan Üniversitesi, mat.fatihbas@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0035-4912

GİRİŞ

Matematik hakkında daha ayrıntılı ve derinlemesine bilgi elde edebilmek için matematik bilgisi, kavram bilgisi ve işlem bilgisi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kavram bilgisi, herhangi bir kavram, kural, genelleme ve bunlar arasındaki açık veya kapalı ilişkiler bilgisi şeklinde tanımlanabilir. Ayrıca kavram bilgisi kuralların, genellemelerin, bunlar arasındaki ilişkilerin ve işlemlerin altında yatan anlamları da içerir (Hiebert ve Lefevre, 1986; Rittle-Johnson ve Alibali, 1999; Rittle-Johnson ve Schneider, 2012). Kısaca, kavram bilgisi, anlam bilgisidir (Bekdemir ve Işık, 2007). Üçgen, kenar ve uzunluğu, örüntü, sayı örüntüsü gibi kavramlar; üçgenin bir kenarının uzunluğu diğer iki kenarının uzunluğunun toplamından küçüktür ve bir üçgende büyük açı karşısında büyük kenar, benzer şekilde büyük kenarın karşısında da büyük açı bulunur gibi ilişki ve genellemeler bilgisi kavram bilgisine örneklerdir. Bu bilgi, tek bir özel problemle ilişkilendirilemeyeceğinden dolayı, birçok yönü ve değişkenliği bulunan bir bilgi türüdür (Rittle-Johnson ve Schneider, 2012). Bu nedenle bir kavramın, kuralın veya genellenmenin tek başına doğru ve anlamlı olarak bir öğrenci tarafından bilinmesi, bu öğrencinin yeterli düzeyde kavram bilgisine sahip olduğunu anlamına gelmez (Bekdemir, 2012). Çünkü kavram bilgisinin tek başına bir anlamı ve işlevi olmasına rağmen bu durum tek başına yeterli değildir. Ayrıca kavram bilgisinin farklı bilgilerden üretilmesi veya farklı bilgilerin üretilmesine katkı sağlamasından dolayı birçok matematiksel bilgiyle yakın ve doğrudan bir ilişki içerisindedir (NCTM, 2000). Bu yüzden, kavram bilgisinin yanında diğer matematiksel bilgilerle olan ilişkilerini ortaya koyabilen birey, kavramsal bilgiye yeterli seviyede sahiptir denilebilir. Böyle bir birey matematiksel kavramların farklı anlamlarını bilir, kavramlar arasında kolayca geçiş yapabilir veya bu kavramlardan yararlanarak yeni kavramlar üretebilir ve hatta bu kavramları farklı alanlarda rahatlıkla kullanabilir (Hiebert ve Lefevre, 1986). Öğrencilerde kavram bilgisinin oluşturulması veya ortaya çıkarılması için öncelikle esnek düşünmeyi gerektiren problemler ortaya konmalıdır. Böyle problemler, öğrencilerin kendilerinde var olan bilgi ve becerilerini kullanmalarına, genişletmelerine veya yeni durumlara transfer etmelerine imkân sağlar (NCTM, 2000). Bu nedenle kavram bilgisinin derinliğini, zenginliğini ve kalitesini doğru şekilde ölçmek için öğrencilere alternatifli birçok problem sunulmalıdır (Star, 2000).

İşlem bilgisi ise alıştırmaları çözmek için kullanılan sembol, aritmetik işlem ve rutin kurallar bilgisidir (Hiebert ve Lefevre, 1986; Van de Walle, 2004). İşlem bilgisine, \neq , $(A,)^{\tan x}$ gibi semboller; $25.24=?$ gibi aritmetik işlemler; $2/(x-1)=3/(x+3)$ ise $2(x+3)=3(x-1)$ $2x+6=3x-3$ ve $6+3=3x-2x$ ise $x=9$ gibi rutin kurallar birer örnektir. İşlem bilgisi kavram bilgisi ile karşılaştırıldığında işlem bilgisi ölçülecek özellikler açısından kavram bilgisinden daha az değişkenliğe sahiptir.

İşlem ve kavram bilgisi hakkında birçok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Yapılan bu araştırmalar öncelikle öğrencilerin ilk olarak işlemsel bilgiyi mi yoksa kavramsal bilgiyi mi öğrendikleri konusu üzerine odaklanmıştır (Bekdemir, Okur ve Gelen, 2012; Star, 2000). Birkaç çalışma (Siegler, 1991) dışında bu konudaki çalışmaların çoğunluğu öğrencilerin öncelikle işlemin altında yatan kavramsal anlamı, sonra da işlemin kendisini öğrendiklerini ortaya koymuştur (Hiebert ve Waerne, 1996; Rittle- Johnson ve Alibali, 1999). Yine de bilginin kazanılmasında öncelik sırasının kesin olarak belli olmadığını, bazen işlemin bazen de kavramın öncelikle öğrenildiğini, bunun için “durum”un belirleyici olduğunu ortaya koyan araştırmalar vardır (Rittle- Johnson ve Siegler, 2000).

İşlem ve kavram bilgisiyle ilgili araştırma konularından bir diğeri de, bu bilgilerden birinin önce öğrenilmesinin diğerinin öğrenilmesini nasıl etkilediğini belirlemek olmuştur. Bu araştırmaların büyük çoğunluğu, işlem bilgisinin kazanılmasının yeterli derecede kavram (anlam) bilgisi kazanılmasını sağlamadığını (Fuson, 1990; Hiebert ve Waerne, 1996); tersine yeterli derecede kavram bilgisinin kazanılmasının ise anlamlı derecede işlem bilgisi kazanılmasını sağladığını ortaya koymuştur (Baki ve Kartal, 2004; Hiebert ve Waerne, 1996; Perry, 1991; Rittle- Johnson ve Alibali, 1999).

Kavram ve işlem bilgisinin nasıl ölçüleceği ve değerlendirileceği konusu bu alandaki diğer önemli araştırma konularından birisi olmasına rağmen bu konuda yapılan araştırmalar yeterli düzeyde değildir. Kavram bilgisi işlem bilgisine göre ölçülecek özellikler bakımından daha karmaşık ve çok sayıda değişken içermektedir. Bu yüzden kavram bilgisinde ölçülecek kavram, özellik ve ilişkiler örtük

veya açık kavram bilgisi olarak sınıflanabilir. Örtük kavram bilgisi; örnek bir işlemin veya cevabının doğru veya yanlış şeklinde kategorik bir seçimle değerlendirilmesiyle; çok zekice, zekice veya zekice değil şeklinde derecelendirme yapılmasıyla, bir kesrin pasta grafiğiyle gösterilmesi gibi temsiller arasında geçiş yapılmasıyla veya hangi kesir diğerinden büyüktür şeklinde çoklukların karşılaştırılmasıyla ölçülebilir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2012).

Açık kavram bilgisi de; örneklerden kavram ve terimlerin seçilmesi veya üretilmesiyle, bir problemin çözümünde seçilen bir yöntemin niçin çalıştığına açıklanmasıyla veya kavram haritasının çizilmesiyle ölçülebilir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2012). Hem örtük hem de açık kavram bilgisi açık uçlu problemlerle veya standartlaştırılmış veya klinik görüşmelerle ortaya çıkarılabilir (Ginsburg, 1997).

İster örtük isterse açık kavram bilgisi olsun ikisinin de ortak özelliği bir öğrenci için daha önceden bilinen bir bilgi olmamasıdır. Bu yüzden kavram bilgisinin ölçülmesi için, bir problemin çözümünde bilinen bir kuralı uygulaması yerine öğrenciden kendinde var olan matematiksel bilgiden yola çıkarak o problemin için gerekli kavramı, yöntemi veya çözümü uygulaması veya üretmesi beklenmektedir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2012).

Bir öğrenci sürekli olarak aynı tipteki problemler üzerine çalışırsa, bu problemlerdeki kavram, kural, genelleme ve ilişkiler gibi kavramsal bilgiler o öğrenci için artık işlem bilgisine dönüşür (Bekdemir, 2012; Byrnes ve Wasik, 1991; Engelbrecht, Harding ve Potgieter, 2005; Rittle-Johnson ve Schneider, 2012). Örneğin, sayıların büyüklüğünün karşılaştırıldığı problemler bazı öğrenciler için kavramsal bilgilerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır (Hecht, 1998; Schneider, Grabner ve Paetsch, 2009). Fakat çocuklara sayılarda büyüklükleri karşılaştırma için öğretmenler tarafından bazen yöntemler öğretilmekte veya tekrarlı pratikler yaptırılmaktadır. Bu problemler artık o öğrenciler kavram bilgilerinin ölçülmesini değil, işlem bilgilerinin ölçülmesiyle ilgili olacaktır (Rittle-Johnson ve Schneider, 2012).

Öğrencilerin matematik bilgilerini ölçmede çoklu ölçüm özellikleri gerektiren bir problem durumu kullanılıyorsa muhtemelen öğrencinin kavram bilgisi ölçülüyordur. Çünkü birincisi, çoklu görev içeren problemlerde kullanılan kavramların özelliklerini ve kullanımlarının etkisini ölçmek zorlaşır. İkincisi de herhangi bir problemde kullanılacak olan kavram bilgisi, onunla bağlantılı olan diğer birçok kavram bilgisine ihtiyaç duyar. Örneğin aritmetikte bir problemin çözümünde anahtar kavramlar olan basamak değeri, değişme ve ters eleman özelliklerine genellikle gereksinim duyulur. Şu da unutulmamalıdır ki her kavram bilgisi birbiriyle ilişkili olmasına rağmen bu ilişkileri ortaya çıkarmada zorluk standart bir hiyerarşinin olmamasıdır (Dowker, 2008; Jordan, Mulhern ve Wylie, 2009).

İşlem bilgisinin ölçülmesinde daha az değişkenlik vardır. İşlem bilgisinin ölçülmesinde hemen hemen her zaman birinci iş problemi çözmektir. Onun ölçülmesi genellikle cevabın veya yöntemin doğruluğu ile yapılmaktadır. Araştırmacılar ara sıra problemin çözüm zamanını da işlem bilgisinin ölçülmesinde kullanmaktadırlar (Canobi, Reeve ve Pattison, 1998; Schnieder ve Stern 2010). İşlem bilgisi bilinedir, öğrencilerin daha önce çözdüğü tipteki alıştırmaları içerir ve çözmek için yöntemler daha önceden bilinir. Bazen de işlem bilgisi, bilinen yöntemleri benzer probleme transferleri içerir. Yine işlem bilgisi ya bilinen bir yöntemle ilişkili olan problemi çözme ya da çözümü bilinmeyen bir probleme bilinen bir yöntemin küçük bir adaptasyonunu uygulamak şeklinde olabilir (Renkl, Stark, Gruber ve Mandl, 1998; Rittle-Johnson, 2006).

Araştırmacılar, işlem bilgisini ölçerken öğrencilerin problemi çözerken ne kadar otomatikleştiğiyle ilgilenir (Ruthruff, Johnston ve Van Selst, 2001; Schummacher, Seymour, Glass, Kieras ve Meyer, 2001). Otomatikleştirilmiş işlem bilgisinin icrası bilinçli düşünmeyi (yansımayı) ihtiva etmez ve kavramsal bilgiden bağımsızdır (Anderson, 1993). Ancak araştırmacılar işlem bilgisinin ne kadar esnek olduğu ile ilgilenildiğinde öğrencilerin problemleri çözmek için çoklu yöntem bilgilerinin ve onları esnek bir şekilde seçme kabiliyetlerini değerlendirmektedir (Blöte, Van der Burg ve Klein, 2001; Star ve Rittle-Johnson, 2008; Verschaffel, Luwel, Torbeyns ve Van Dooren, 2009). Aslında işlem bilgisinin esnekliği direkt olarak

kavramsal bilgiyle ilişkilidir ama bu ilişki araştırmacılar tarafından çok nadiren değerlendirilir (Schneider, Rittle-Johnson ve Star, 2011)

Kavram ve işlem bilgisi arasındaki ilişkiyi incelemek için birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirme yapmak önemlidir. Fakat bir bilgi türünü ölçmek için hazırlanan bir maddenin sadece bir bilgi türünü ölçtüğünü diğerini ölçmediğini söylemenin zor olduğunu bilmek de önemlidir. Bir madde daha genel olarak hangi bilgi türünü ölçüyorsa, o maddenin o bilgi türünü ölçtüğü düşünülebilir. Şu unutulmamalıdır ki sürekli matematik bilgisi ölçümü yapmak kategorik ölçüm yapmadan daha uygundur. Böyle sürekli ölçümlerle öğrencilerin bilgilerindeki sürekli derin değişimler (bilgilerin kullanılıp kullanılmadığı) yakalayabilir. Hem de insan bilincinin ortak özelliği olarak görülen düşüncelerdeki değişkenlikler görülebilir. Burada önemli bir nokta da öğrencilerin matematik öğrenim süreçlerinden birbiriyle ilişkili olan kavram ve işlem bilgi türlerini etkili bir şekilde öğrenmesidir. Bunun sağlanabilmesi için matematik eğitimcilerinin, öğretmenlerin öğrencilerinin bu iki bilgi türüne ilişkin gelişimlerini düzenli bir şekilde izlemelerini ve değerlendirmelerini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin öğrencilerinin başarılarını ve öğrenme düzeylerini belirlerken kullandıkları soru türlerinin hangi bilgi türleriyle ilişkili olduğu tespit edilmelidir. Elde edilen bilgilerle, mevcut durum daha iyi bir hale dönüştürülebilir.

Fakat öğretmenlerin, öğrencilerin bilgi tür ve seviyelerini sürekli olarak ölçmelerine rağmen elde ettikleri sonuçları kavram ve işlem bilgisi açısından değerlendirmedikleri bilinmektedir. Yine kavram ve işlem bilgisinin nasıl ölçülmesi gerektiği konusu bilimsel açıdan önemli araştırma ve tartışma konusu olmasına rağmen diğer alanlar ile karşılaştırıldığında bu alandaki araştırmalar yeterli sayıda değildir. Bu noktalardan hareketle öğretmenlerin yaptıkları sınavları kavram ve işlem bilgisi açısından değerlendirmek ve bu alanda bilimsel araştırmalara katkı sağlamak için bu araştırma yapılmıştır. Bu çalışmayla matematik öğretmenlerin öğrencilerin matematik bilgi ve becerilerini ölçerlerken kavram ve işlem bilgilerinin hangi düzeylerde kullandıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda;

1. Matematik öğretmenlerinin sınavlarında yer verdikleri soruların yapısal özellikleri nelerdir?
2. Matematik öğretmenlerinin sınavlarında yer verdikleri soruların içerik özellikleri nelerdir?

sorularına cevap aranmıştır.

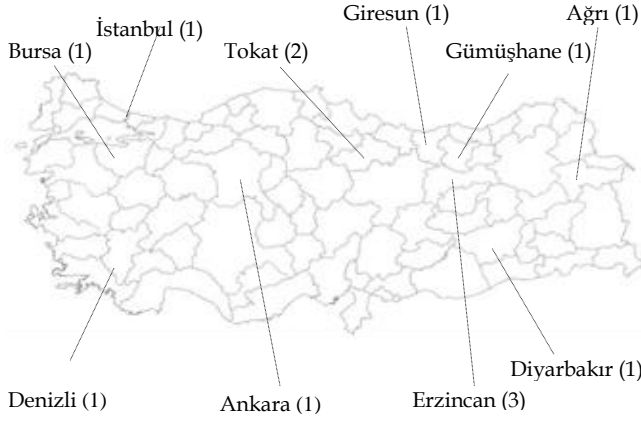
YÖNTEM

Araştırma nitel bir yaklaşımla, doküman incelemesi yöntemi temel alınarak tasarlanmıştır. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu ya da olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsamaktadır. Doküman incelemesi, bir araştırma problemi hakkında belirli zaman dilimi içerisinde üretilen dokümanlar ya da ilgili konuda birden fazla kaynak tarafından ve değişik aralıklarla üretilmiş dokümanların geniş bir zaman dilimine dayalı analizini olanaklı kılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2002). Süreçte öğrencilerin bilgi düzeylerini belirlemek için kullanılan sınav kâğıtları ve öğretmenlerin bu konuda doldurdukları açık uçlu anketlerin derinlemesine incelenmesi amaçlandığından araştırmada bu yöntem tercih edilmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri 2014-2015 öğretim yılı ikinci döneminde matematik öğretmenlerinin sekizinci sınıf öğrencilerini değerlendirmek amacıyla kullandıkları sınav sorularını ve bu sınavlarla ilişkin öğretmenler tarafından doldurulan bir açık uçlu anket sorusundan elde edilmiştir. Araştırma kapsamında sekizinci sınıf ikinci dönemde yer alan sınavların değerlendirilmesinin iki nedeni vardır. Birincisi öğrencilerin gelişim düzeyleri göz önüne alındığında öğretmenlerin farklı bilgi türlerine hitap eden sorulara daha fazla yer verebilecek olmalarıdır. İkincisi ise konuların ikinci dönem sonunda tamamlanıyor olmasının yine sınavlarda farklı bilgi türlerine hitap eden kavramların kullanılabilmesine imkân tanınmasıdır.

Araştırmanın tasarımı yapıldıktan sonra öğretmenlere ziyaret yoluyla, mail ve öğretmenlere açık sosyal



Şekil-1. Katılımcıların çalıştıkları illeri dağılımı

medya yoluyla ulaşılmaya çalışılmıştır. Öğretmenlerden sekizinci sınıfın ikinci döneminde birinci ve üçüncü sınavlarda kullandıkları sınavların birer örnekleri talep edilmiştir. Ayrıca *bu sınavlarda yer alan soruların aynı veya benzerlerini daha önce kullandınız mı?* şeklindeki soruyu içeren açık uçlu anketi de doldurmaları istenmiştir.

Süreç sonunda 13 öğretmenden geri dönüşüm alınmıştır. Türkiye'nin her yerinde aynı öğretim programı uygulandığı ve öğrenciler aynı merkezi sınava (TEOG) girdikleri için çalışmaya katılan öğretmenlerin tamamı, görev yaptıkları illerin dağılımı ve sınavlarda kullandıkları

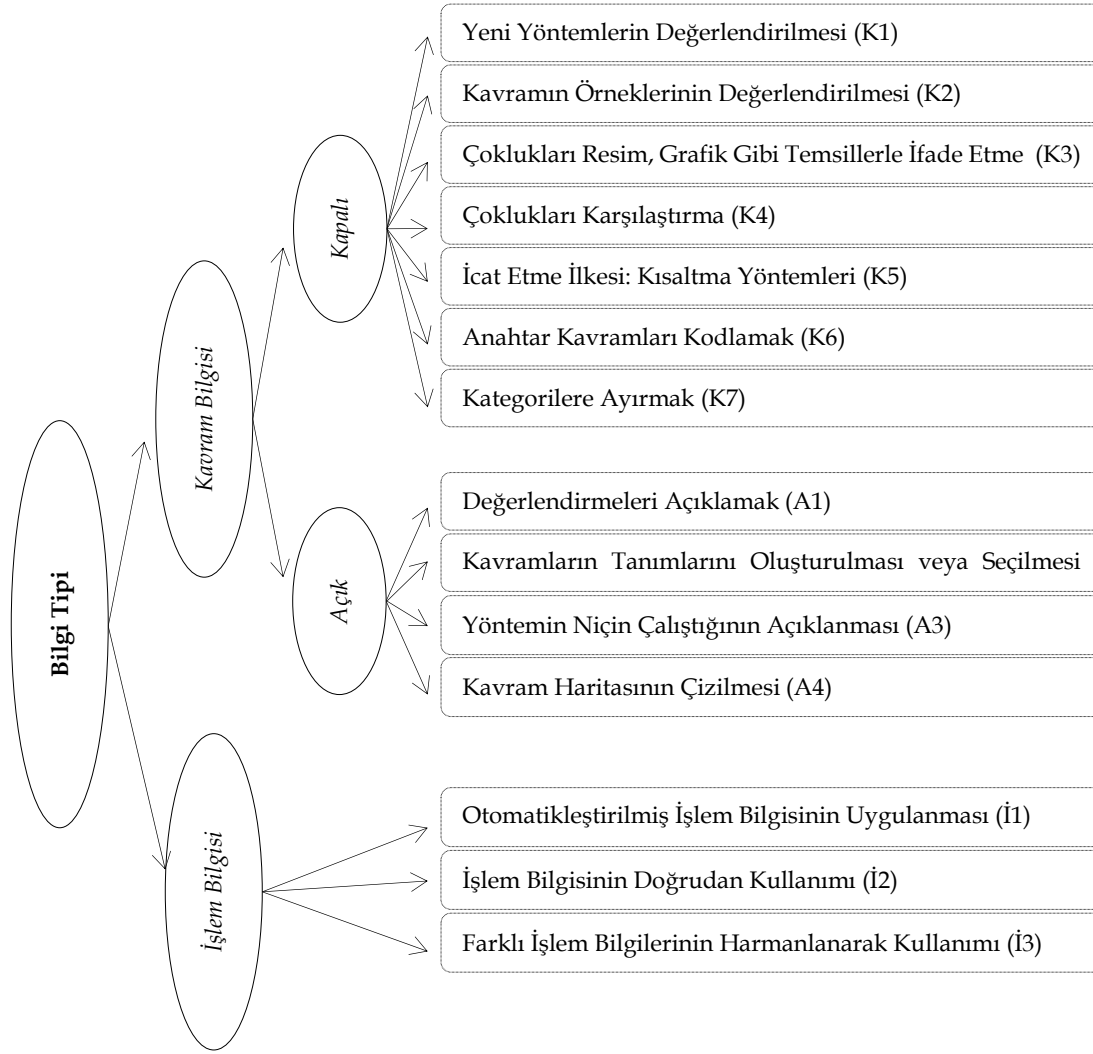
sorular bu çalışmanın amacına uygun olduğuna çalışma grubu olarak uygun olduğuna karar verilmiştir. Türkiye'de on farklı ilinde görev yapan bu katılımcıların dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu çalışmada öğretmenlerden 13'ü birinci sınav 13'ü üçüncü sınava ait olmak üzere toplam 26 sınav kağıdı toplanmıştır. "Bir öğrenci sürekli olarak aynı veya benzer tipteki problemler üzerine çalışırsa, bu problemlerdeki kavramsal bilgiler o öğrenci için artık işlem bilgisine dönüşür" durumunu belirlemek için öğretmenlere "sınavlarda yer alan soruların aynı veya benzerlerini daha önce sınıflarınızda kullandınız mı?" şeklindeki açık uçlu soruyu bir anket sunulmuştur. 13 öğretmenin tamamı bu ankete cevap vermişlerdir.

Verilerin Analizi

Verilerin analiz süreci alt problemler doğrultusunda iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İki aşamada da veriler kavramsal yapının önceden belirli olduğu betimsel analiz (Yıldırım ve Şimşek, 2008) yöntemi kullanılmıştır. Analiz süreçleri şu şekilde özetlenebilir.

İlk aşamada ulaşılan sınav kâğıtlarında yer alan sorular yapısal olarak incelenmiştir. Bunun için öncelikle tüm kâğıtlar incelenerek kullanılan soru tiplerine dair kodlar belirlenmiştir. Bu süreçte belirlenen muhtemel kodlar örnekleri ile birlikte ölçme-değerlendirme alanında bir uzmanın incelemesine sunulmuştur. Alınan görüşler doğrultusunda kullanılan soru tipleri; *açık uçlu (tanım-işlem-çizim)*, *çoktan seçmeli*, *doğru-yanlış*, *boşluk doldurma* ve *eşleştirme* şeklinde belirlenmiştir. Bu aşamadaki analiz süreci araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Süreç ve ulaşılan sonuçlar kodların belirlenmesinde yararlanılan uzmanın incelemesine sunulmuştur. Ayrıca bu süreçte soruların görsel öğeler (resim, grafik şekil, vb) içerip içermedikleri ve farklı öğretmenlere ait sınavlardaki aynı veya benzer sorular olup olmadığı da belirlenmiştir. Bu süreç içerikten çok daha çok şekilseldir. Buradaki bazı bilgiler ikinci bölümü daha iyi anlamaya yardım için kullanılacaktır. Örneğin "benzer sorular sürekli kullanılmışsa, o soru kavram bilgisi ile ilgili dahi olsa, o sorunun artık işlem bilgisiyle alakalıdır" yorumuna ulaşılması gibi.

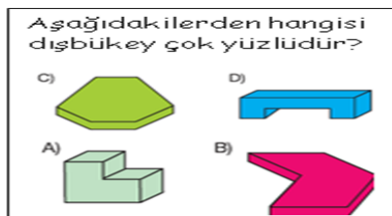
İkinci aşamada sınav kâğıtlarında yer alan sorular içerdikleri bilgi türlerine göre incelenmiştir. Bunun için matematiksel bilgiyi; kavram-işlem bilgisi ve alt kategorilerine açısından incelemeye fırsat sunacak bir şablon hazırlanmıştır.



Şekil-2. Matematiksel Bilgi Sınıflama Formu

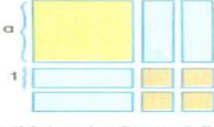
Şekil 2' de sunulan MBSF hazırlanırken kavram bilgisi bölümünde Rittle-Johnson ve Schneider, (2012) tarafından şekillendirilmiş şablon temel alınmıştır. İşlem bilgisine ait bölüm ise işlem bilgisi tanımları temel alınarak araştırmacılar tarafından oluşturularak MBSF şablonuna eklenmiştir. Şablonda yer alan her bir kodun içeriği ve veri setinden örnekler kısaca şu şekildedir.

K1-Yeni Yöntemlerin Değerlendirilmesi: Hesaplama yapıldığında maddelerin atlanıp atlanmayacağı hakkında karar vermek şeklinde örneklendirilebilir. (bu koda ilişkin veri setinde örnek bir veriye rastlanamamıştır.)



Şekil-3. K2 kategorisinin örneği

K2-Kavramın Örneklerinin Değerlendirilmesi: Şekil 3' de sunulduğu üzere verilen bir kavrama ilişkin örneklerin sorulduğu sorular bu kapsamda değerlendirilmiştir.



Yukarıda cebir karoları ile modellenmiş olan cebirsel ifadenin matematik cümlesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $a^2 + 4a - 4$ B) $a^2 - 4a + 4$
C) $a^2 + 4a + 4$ D) $a^2 - 4a - 4$

Şekil-4. K3 kategorisinin örneği

$x = \sin 40^\circ$, $y = \cos 70^\circ$ ve $z = \sin 80^\circ$ ise, x , y ve z değerlerini küçüğe doğru sıralayınız?

Şekil-5. K4 kategorisinin örneği

K4-Çoklukları Karşılaştırma: Şekil 5' de sunulduğu üzere büyüklüklerin karşılaştırılmasının istendiği sorular bu şekilde kodlanmıştır.

K5-Kısaltma Yöntemlerini Temel Alarak İcat Etme: 12+7-7 gibi ters eleman probleminde sonucun hemen ilk eleman olan 12 olduğunu söylemek şeklinde örneklendirilebilir. (Bu koda ilişkin veri setinde örnek bir veriye rastlanamamıştır.)



yapının kodu aşağıdakilerden hangisidir?

- A) DDL2 B) DDL1
C) DLL2 D) LLD1

Şekil-6. K6 kategorisinin örneği

Aşağıdaki eşitliklerden denklem olanların Yanımdaki noktalı parantez içine "D", özdeşlik olanların yanımdaki noktalı parantezin içine "Ö" harflerinden uygun olanını yazınız. ($2x5=10$ puan)

- (...) $(x-3)^2 = x^2-6x+9$
- (...) $2x-5 = 3x-7$
- (...) $4x+5x+1 = 9x+1$
- (...) $(x-1)^2 = x^2+x$
- (...) $x^2-3x+5 = x^2-7x+11$

Şekil-7. K7 kategorisinin örneği

	1. Gün	2. Gün	3. Gün
Ahmet	34	21	35
Mehmet	35	30	25
Ali	20	30	40
Veli	25	50	15

Yukarıdaki tabloda Ahmet, Mehmet, Ali ve Veli'nin üç gün boyunca aynı romandan okudukları sayfa sayıları verilmiştir.

Buna göre, bu okuyuculardan hangisi en istikrarlıdır?

- A) Ahmet B) Mehmet
C) Ali D) Veli

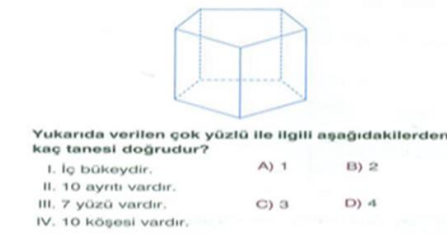
Şekil-8. A1 kategorisinin örneği

K3-Çoklukları Resim, Grafik Gibi Temsillerle İfade Etme: Bu kod Şekil 4' de sunulduğu üzere sadece çokluklar arasında gösterim farklılıklarını değil verilen bir matematiksel ifadenin farklı gösterimlerini kodlamak için de kullanılmıştır.

K6-Anahtar Kavramları Kodlamak: Hafızalarda var olan örnekleri yeniden inşa etme olarak tanımlanmaktadır. Şekil 6 da olduğu gibi belirli kodlarla bir yapının inşa edildiği sorular bu kod kullanılarak kodlanmıştır.

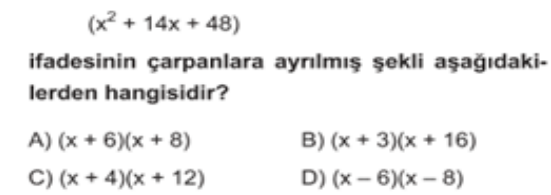
K7-Örnekleri Kategoriler Halinde Sıralamak: Bu kod beraber nasıl daha iyi olur düşüncesini temel olarak 12 istatistik problemini sıralamak şeklinde ifade edilebilir. Bu veri setinde Şekil 7'de sunulduğu üzere kavramlara ilişkin sınıflamaların sorulduğu sorular bu kod kapsamında değerlendirilmiştir.

A1-Kararlarını Açıklayabilmesi: Bir problemi değerlendirme, verdiği kararları savunabilme. Örneğin $29+35$ ve $35+29$ aynı sayılara sahip, bu yüzden iki sayı eşit ve 64 gibi söyleyebilmesi. Şekil 8'de olduğu gibi öğrenciden verilen bir durumu değerlendirerek kararlarını ifade etmelerinin istendiği bu kod kullanılarak kodlanmıştır. Fakat bu durum örnekte verildiği gibi çoktan seçmeli bir soru modeli de kullanılarak yapılabilmektedir.



Şekil-9. A2 kategorisinin örneği rastlanmamıştır.)

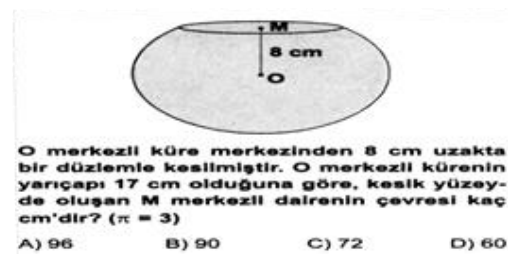
A4-Kavram Haritasının Çizilmesi: Bu kod konu ile ilgili esas kavramların haritasını kurmak şeklinde tanımlanabilir. (bu koda ilişkin veri setinde örnek bir veriye rastlanmamıştır.)



Şekil-10. İ1 kategorisinin örneği



Şekil-11. İ1 kategorisinin örneği



Şekil-12. İ1 kategorisinin örneği

Buna göre MBSF Kavram ve işlem bilgi türleri altında toplam 14 alt kategori ihtiva etmektedir. Tüm sınavlara ait sorular MBSF şablonu kullanılarak bir araştırmacı ve matematik eğitimi alanında yüksek lisans yapan bir matematik öğretmeni tarafından ayrı ayrı olarak kodlanmıştır. Analiz edilen her bir soru baskın olan bilgi türünün kategorilerinden birine yerleştirilmiştir. Çünkü matematiğin yapısı gereği bilgi türleri birbirlerinden bütünüyle bağımsız değildir. Bu yüzden bir soruda hangi bilgi türü baskın ise o soru o bilgi türünün bir alt kategorisine yerleştirilmiştir. Kodlayıcılar sınav kâğıtlarındaki tüm soruları kodladıktan sonra kodlama güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Bunun için Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen $\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})}$ formülü kullanılmıştır. Buna göre kodlayıcılar arasında kodlama güvenilirlik yüzdesi %96 olarak bulunmuştur. Nitel çalışmalarda güvenilirlik yüzdesi % 70'in üzerinde olması yeterli olduğundan (Miles ve Huberman, 1994) bu çalışma için kodlama güvenilirlik yüzdesi yeterli olarak kabul edilmiştir. Son küçükte olsa

A2-Kavramların Tanımlarının Oluşturulması veya Seçilmesi: Kavramların tanımlarının özelliklerinin sorulduğu veya Şekil 9'da olduğu gibi verilen bir kavramın özelliklerinin oluşturulduğu sorular bu kod alınmıştır.

A3-Yöntemin Niçin Çalıştığının Açıklanması: Bu kod çıkarma işleminde niçin onluk alındığını açıklamak şeklinde örneklendirilebilir. (bu koda ilişkin veri setinde örnek bir veriye

İ1-Otomatikleşmiş İşlem Bilgisi: Şekil 10'da olduğu gibi öğrencilerin işlemleri yapabilmelerinin durumlarının irdelendiği sorular bu kod kapsamında değerlendirilmiştir.

İ2-İşlem Bilgisinin Doğrudan Kullanımı: Şekil 11'de sunulduğu üzere öğrencilerin bir kavrama ilişkin bilgilerinin doğrudan uygulayarak çözebilecekleri ve içerisinde bir kavrama dair bilginin kullanımının yer aldığı sorular bu kod kullanılarak değerlendirilmiştir.

İ3-Farklı İşlem Bilgilerinin Harmanlanarak Kullanımı: Şekil 12'de olduğu gibi farklı işlem bilgilerinin birlikte kullanılarak çözüldüğü sorular bu kategoride değerlendirilmiştir.

kodlayıcıların farklı olarak kodladığı sorular hakkında daha sonra kodlayıcılar arasında yapılan tartışmayla hangi kategoriye dâhil olacağı konusunda görüş birliğine varılmıştır.

Öğretmenlere bu sınavlarında yer verdikleri soruları daha önceki derslerde veya herhangi bir sınavda kullanıp kullanmadıkları sorulmuş ve elde edilen cevaplar betimsel analize tabi tutulmuştur. Analiz süreci iki araştırmacı tarafından tamamlanmış olup verilerin hangi gruba dahil edileceği konusunda fikir birliği sağlanmıştır. Elde edilen bulgular tablo ve şekiller kullanılarak sunulmuştur. Verilerin sunumunda katılımcı öğretmenler Ö1, Ö2, ..., Ö13 şeklinde kodlanmıştır.

BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular alt problemler bazında aşağıda sunulmuştur.

“Matematik öğretmenlerinin sınavlarında yer verdikleri soruların yapısal özellikleri nelerdir? Şeklindeki Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu alt problem kapsamında öğretmenler tarafından sınavlarda sorulan soruların sırasıyla; içerdikleri soru tipleri, görsel öğeler (resim, grafik şekil, vb) içerip içermedikleri, farklı öğretmenlere ait sınavlardaki aynı veya benzer sorular olup olmadığı temel alınarak yapısal olarak incelemiştir. Yapılan betimsel analiz sonucunda sınav kâğıtlarında yer alan soruların tiplerine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Öğretmenler tarafından sınavlarda sorulan soruların tiplerinin dağılımı

		Açık Uçlu			Çoktan Seçmeli	Doğru Yanlış	Boşluk Doldurma	Eşleştirme	Toplam
		Tanım	İşlem	Çizim					
Ö1	1. sınav	9	-	-	21	-	9	7	46
	3. sınav	4	-	-	23	5	4	-	36
Ö2	1. sınav	-	7	-	16	4	4	-	31
	3. sınav	-	2	3	17	5	-	-	27
Ö3	1. sınav	-	-	-	24	5	-	-	29
	3. sınav	-	-	-	20	-	-	-	20
Ö4	1. sınav	-	-	-	20	-	-	-	20
	3. sınav	-	-	-	20	-	-	-	20
Ö5	1. sınav	-	5	-	15	-	-	-	20
	3. sınav	-	2	-	26	-	-	-	28
Ö6	1. sınav	-	9	-	15	-	-	-	24
	3. sınav	-	-	-	19	5	2	-	26
Ö7	1. sınav	-	16	-	9	-	-	-	25
	3. sınav	-	-	-	20	-	-	-	20
Ö8	1. sınav	-	-	-	17	-	-	-	17
	3. sınav	-	-	-	10	-	-	-	10
Ö9	1. sınav	-	7	-	4	-	-	-	11
	3. sınav	-	9	-	11	-	-	-	20
Ö10	1. sınav	-	4	-	12	-	10	-	26
	3. sınav	-	-	-	18	-	-	-	18
Ö11	1. sınav	-	1	-	16	-	-	-	17
	3. sınav	-	3	2	12	-	-	-	17
Ö12	1. sınav	-	18	2	-	-	2	-	22
	3. sınav	-	-	-	20	-	-	-	20
Ö13	1. sınav	-	-	-	25	-	-	-	25
	3. sınav	-	-	-	20	-	-	-	20
Toplam		13	83	7	430	24	31	7	595

Tablo 1 de sunulduğu gibi araştırmaya katılan 13 öğretmene ait toplam 26 sınav kapsamında 595 adet soru sorulmuştur. Öğretmenlerin bazıları birinci sınavda değişik tipte sınav sorularını kullansalar da üçüncü sınavda büyük çoğunluğu çoktan seçmeli soru tiplerini tercih etmişlerdir. Yine öğretmenlerin

sınavlarda yer verdikleri soru sayıları 10 ile 46 arasında değişmektedir. Bu sayı hesaplanırken öğrencilerin cevaplaması gereken her bir ifade bir soru olarak değerlendirilmiştir. Örneğin; öğrencilere cevaplaması için bir soru altında beş doğru-yanlış tipinde soru sorulmuş ise burada soru sayısı beş olarak kabul edilmiştir. Ortalama soru sayısı birinci sınavlar için 24 iken üçüncü sınavlar için 22 dir. Öğretmenler sınavlarda en fazla (%74) çoktan seçmeli soru tipine yer verirken en az (%1,4) eşleştirme tarzı sorulara yer vermişlerdir. Sadece bir öğretmen öğrencilerine ilgili kavramların tanımını sormuştur.



Şekil-13 a. Örnek soru

Çapının uzunluğu yüksekliğine eşit olan dik dairesel silindir, tabanına dik ya da tabanına paralel bir düzlemle kesildiğinde arakesit aşağıdakilerden hangisi olamaz?

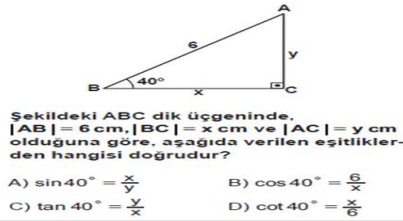
- A) Daire
B) Karesel bölge
C) Üçgensel bölge
D) Dikdörtgensel bölge

Şekil-13 b. Örnek soru

Sınav kâğıtlarındaki sorular şekilsel ve yapısal olarak ele alındığında ise; soruların yaklaşık %66'sının bütünüyle resim formatında olduğu ve internetten kopyalandığı görülmüştür. Bu kullanım Şekil 13a'da olduğu gibi elle çizimi zor olan sorularda olduğu gibi Şekil 13b'de olduğu gibi elle yazımı kolay olan sorularda da görülmüştür. Sınav kâğıtlarındaki soruların yaklaşık %47'si görsel bir öge

olarak değerlendirilebilir.

barındırırken %33'ü Şekil 14'deki gibi geometrik bir şekiller ve %12'si de bir resim-çizimle desteklenerek sunulmuştur.



Şekil-14. Ortak sorulara bir örnek

Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?	Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) $\tan 20^\circ = \cos 70^\circ$	A) $\sin 15^\circ = \cos 75^\circ$
B) $\cos 30^\circ = \cos 60^\circ$	B) $\tan 37^\circ = \cos 53^\circ$
C) $\cot 50^\circ = \tan 40^\circ$	C) $\tan 45^\circ = \cot 45^\circ$
D) $\sin 10^\circ = \sin 80^\circ$	D) $\cos 56^\circ = \sin 34^\circ$

Şekil-15. Şekil ve yapı açısından benzer sorular

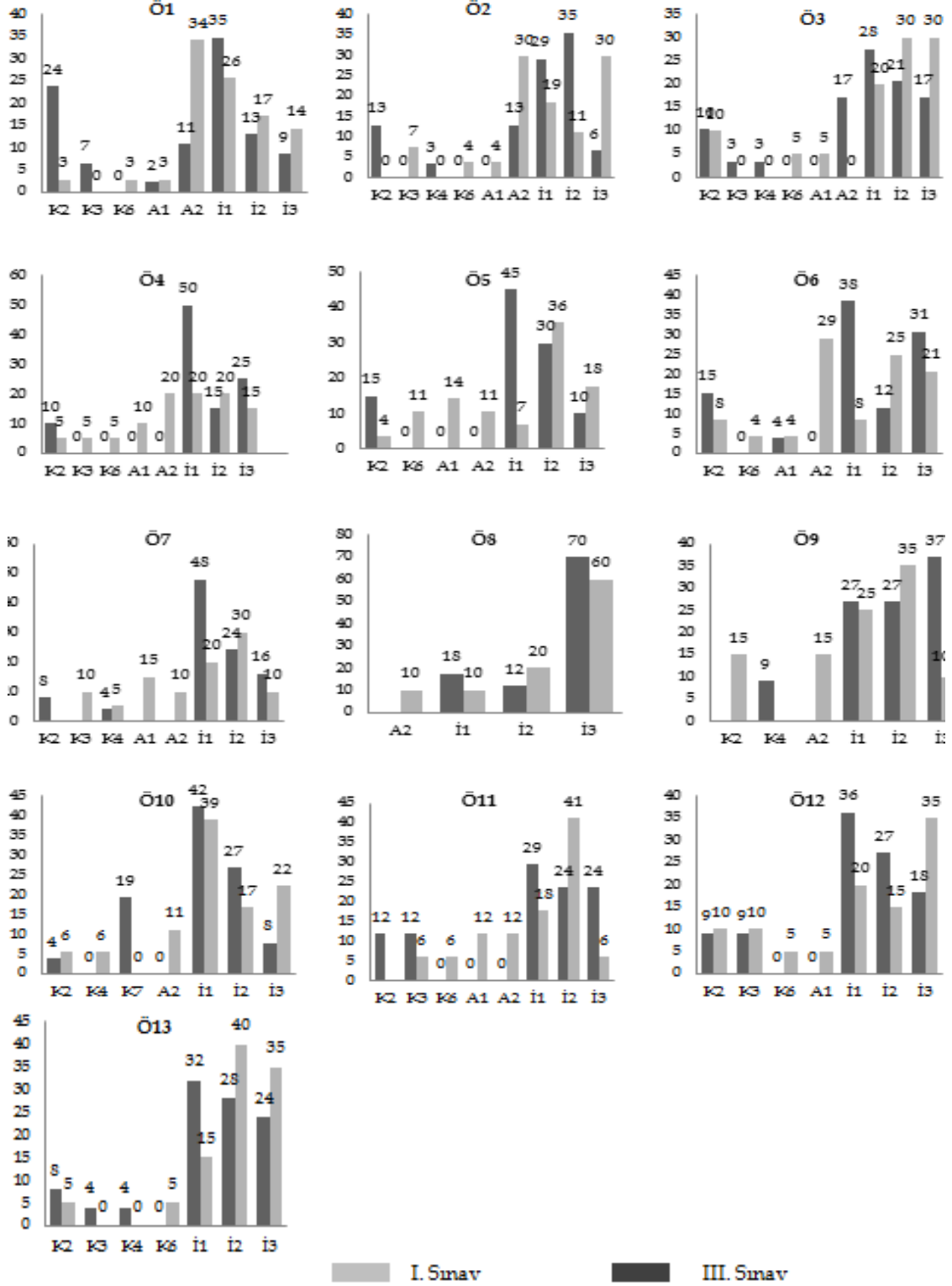
Ayrıca soruların büyük bir bölümünde de şekil ve yapı açısından benzerlikler olduğu görülmüştür. Ö5 ve Ö13 kodlu öğretmenlerin kullandığı ve Şekil 15'de sunulduğu gibi trigonometrik değerlerin eşitliği ilgili sorular bu duruma örnektir. Ayrıca aynı geometrik şeklin verilip yüzey alanı ve hacim gibi farklı hesaplamaların sorulduğu veya sadece sayı değerlerinin farklılık gösterdiği benzer sorular da mevcuttur.

Matematiğin yapısı gereği matematiksel sorular içerisinde benzerlikler olması beklenebilir. Örneğin çarpanlara ayırma konusuna yönelik sorular şüphesiz birçok açıdan benzer olacaktır. Fakat buradaki benzerlikten kasıt sorunun şekil ve yapısı açısından sorunun sorulma ve yazımı açısından olmasıdır.

"Matematik öğretmenlerinin sınavlarında yer verdikleri soruların içerik özellikleri nelerdir?"
Şeklindeki İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu alt problem kapsamında sınavların içerdikleri soruların ilgili oldukları bilgi türleri ve alt kategoriler açısından incelemiştir. Bunun için öncelikle sınavlarda kullanılan sorular ilgili olduğu bilgi türü açısından dağılımı incelendiğinde, soruların %28'i de kavram bilgisiyle ilgili iken %72'lik bölümü işlem bilgisiyle ilgilidir. Yani öğretmenler büyük oranda öğrencilerinin işlem bilgi ve seviyelerini ölçmektedirler.

İkinci olarak da her bir öğretmenin sınavlarda kullandığı sorular ilgili olduğu bilgi türlerinin alt kategorisine göre dağılımları incelenmiş ve sınavlarda yer alan soru sayısının farklılıkları göz önüne alınarak ilgili dağılımlar frekanslar yerine yüzdeler kullanılarak Şekil 16’da sunulmuştur.

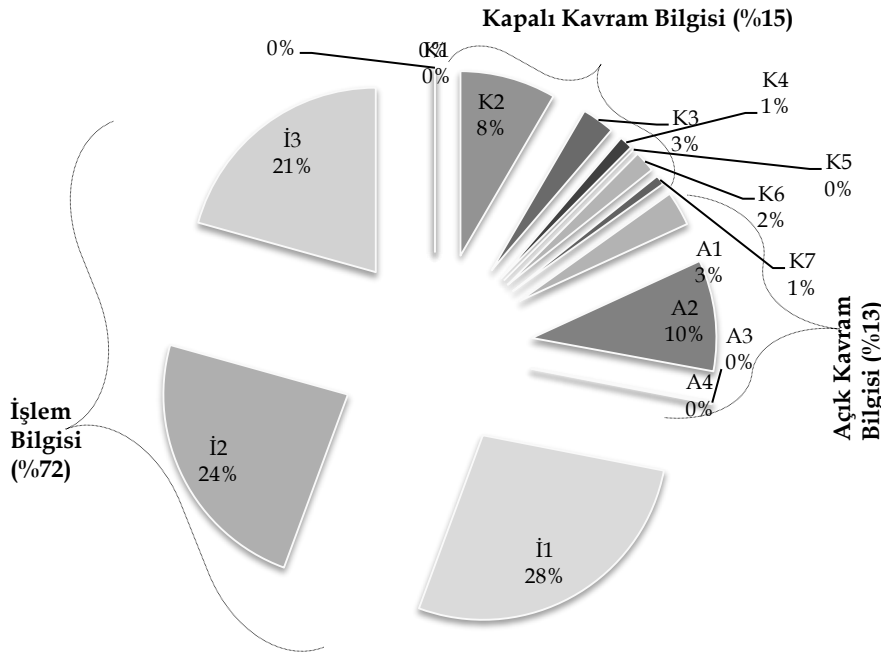


Şekil-16. Sınavlarda kullanılan soruların bilgi türlerinin alt kategorisine göre dağılımları

Şekil 16' ya göre öğretmenler sınavlarında matematik bilgi türlerinin alt kategorilerinin tamamına yer vermedikleri görülmüştür. Öğretmenler bir sınavda en fazla dokuz (Ö4 kodlu öğretmen III. sınavında), en az ise üç (Ö8 kodlu öğretmen I. sınavı) alt kategoriye yönelik sorulara yer vermiştir. Öğretmenler birinci sınavda ortalama beş, üçüncü sınavda ortalama yedi farklı alt kategorideki bilgilerle ilgili sorular sormuştur. Yani kavram ve işlem bilgi türleri altında toplam 14 alt kategori içeren MBSF dikkate alındığında 14 alt kategorinin en çok yarısına karşılık gelen sorular yöneltilmişlerdir.

Katılımcıların bireysel olarak sınavlarında yer verdikleri bilgi türlerinin de değişkenlik gösterdiği söylenebilir. Bu durum iki farklı şekilde tespit edilmiştir. Ö8 kodlu katılımcı örneğinde olduğu gibi bilgi türlerine I. ve III. sınavda yer verilme yüzdeleri arasında farklılıklar görülebilmektedir. Ayrıca Ö4 kodlu katılımcı örneğinde olduğu gibi sınavlarda yer verdikleri bilgi türlerinde değişikliğe gidilebilmektedir. Katılımcıların tamamının İ1, İ2, İ3 kodlu bilgi türlerine, ayrıca ortak olarak, K2 ve A2 kodlu bilgi türüne de 11 katılımcının yer verdiği görülmüştür.

Katılımcılar tarafından kullanılan sorularının tamamının alt kategorilere göre dağılımı Şekil 17'de sunulmuştur.



Şekil-17. Tüm soruların alt kategorilere göre dağılımı

Şekil 17'de sunulduğu üzere katılımcılar tarafından en fazla İ2 (%28) kodlu bilgi türüne yer verilirken en az K4 ve K7 kodlu bilgi türüne yer verilmiştir. K1 ve A1 kodlu bilgi türlerine ise katılımcılar tarafında hiç yer verilmemiştir. Ayrıca kullanılan soruların %72'lik bölümü işlem bilgisini ölçmeye yönelik iken %15'i kapalı ve %13'ü açık kavram bilgisi olmak üzere toplam %28'i de kavram bilgisini ölçmeye yöneliktir. Kavram bilgilerine yönelik en fazla A2 (%11) ve K4 (%7) şeklindedir.

Son olarak da öğretmenlerle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulara göre katılımcıların tamamı sınavlarında yer verdikleri soruların aynı veya benzerlerini derslerinde sık sık yer verdiklerini ifade etmişlerdir. Aşağıdaki öğretmen ifadeleri;

Ö1: Evet çözüyorum özellikle 8. Sınıflarda çok fazla zorlamamaya çalışıyorum ki bazen derste çözdüğüm aynı soruyu sorduğum da oluyor(sınavda soracağımı söyleyerek) ama sonuç pek değişmiyor. Geçmiş yıllarda çıkmış soruları sınavlarımda kullanıyorum.

Ö5: Soruların çoğunluğu konunun başından itibaren derste benzerini çözdüğüm sorulardan oluşmaktadır. 10-15 puanlık kısımda ekstradan çalışıp soru çözen öğrencilere yöneliktir.

Ö7: Sınıfın durumuna göre değişebiliyor eğer sınıfın matematiksel başarısı düşükse benzer sorular soruyorum derste. Ama sınıfın matematik seviyesi iyiye daha üst sorulardan 10 soruda 2-3 adet sormaya çalışıyorum sınavlarda. Ama yine de genel olarak konuya ilişkin sınava kadar soruların kazanımlarına uygun örnekler çözüyoruz.

bu duruma örnek olarak sunulabilir. Bu veriler öğretmenler tarafından kullanılan sınav sorularının tamamına yakınının aslında işlem bilgisiyle ilgili olduğu gösterir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma matematik öğretmenlerin öğrencilerin matematik bilgi ve becerilerini ölçerken kullandıkları sınavlarda yer alan soruların yapısal ve içerik özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Öğretmenler, öğrencilerini değerlendirirken sınavlarda ağırlıklı olarak çoktan seçmeli sorulara yer vermektedirler. Tersine sınav kâğıtlarında öğrencilerin kavram, ilişki ve genellemeler hakkında çıkarımda bulunacakları veya tanımlama yapabilecekleri veya ilgili kavrama ilişkin zihinlerinde oluşan yapıyı resmedecekleri veya düşüncelerini açıklayabilecekleri nitelikteki sorular oldukça sınırlı sayıdadır. Bu da biçimsel olarak öğretmenlerin daha genel olarak öğrencilerinin işlem bilgi seviyelerini ölçtüklerini ortaya koymaktadır. Çünkü işlem bilgisi ölçülürken öğrencilerin ne kadar otomatikleştigiyle ilgilenir ve otomatikleştirilmiş işlem bilgisinin icrası bilinçli düşünmeyi (yansımayı) ihtiva etmez (Anderson, 1993; Ruthruff vd., 2001; Schummacher vd., 2001).

Yine sınavlarda kullanılan soruların yazımının yarısından fazlasının resim formatında olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum sadece yazımı ve geometrik şekiller gibi çizimi Word programında zor olan değil, aynı zamanda yazımı çok kolay olan soru modellerinde de gözlemlenmiştir. Soruların yaklaşık yarısı geometrik bir şekil (ağırlıklı olarak) veya bir resim-çizimle desteklenmiştir. Öğretmenler ülkenin farklı illerinde görev yapıyor olmalarına rağmen sınavlarında kullandıkları sorular (daha önceki yıllarda TEOG gibi sınav soruları bu yoruma dâhil değildir) ağırlıklı olarak aynı veya benzer nitelikte ve internet ortamından hazır olarak alınmış sorulardır. Tüm öğretmenlerin ortak bir öğretim programı kullanması (MEB, 2013), öğrencilerin de TEOG gibi ortak sınava gireceği ve öğretmenler arasında sosyal medya üzerinden etkileşime göz önüne alındığında bu normal gibi görülebilir. Fakat bu normal bir durum değildir. Çünkü tek ortak program ve ortak sınav olsa da öğretmen konuya, sınıfa ve okula göre ön-bilgi, seviye, öğrencinin özellikleri gibi faktörleri göz önüne alarak farklı soruları veya aynı soruyu farklılaştırarak kullanabilirler. Son olarak bu durum öğretmenlerin kullandıkları soruların şekil açısından işlem bilgisi ağırlıklı olduğunu da gösterir.

Kavram ve işlem bilgisi temel alınarak sınav kâğıtları incelendiğinde öğretmenler çok ağırlıklı olarak bu sınav kâğıtlarıyla öğrencilerin işlem bilgi seviyelerini ölçmektedirler. Sınav kâğıtları kavram ve işlem bilgilerinin 14 alt kategorilerine göre incelendiğinde öğretmenler bu alt kategorilerinin ancak yarısına yer verildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte öğretmenlerin sınavlarında sordukları soruların ilişkili olduğu bilgi türleri ve alt kategorinin oranına göre sıralaması; otomatikleşmiş işlem bilgisi, işlem bilgisinin doğrudan kullanımı, farklı işlem bilgilerinin harmanlanarak kullanımı şeklindedir. Kavram bilgisiyle ilgili sorular tüm soruların ancak dörtte birlik bir bölümüdür. Bu oran içerisinde açık ve kapalı kavram bilgisi ve alt kategorileri birbirine yakın bir şekilde kullanılmıştır. Kapalı kavram bilgisi olarak kavramların örneklerin değerlendirilmesi ve örnekleri kategoriler halinde sıralamak en fazla kullanılan soru formatlarıdır. Açık bilgi olarak ise neredeyse sadece kavramların tanımlarının oluşturulması veya seçilmesine yönelik bilgi türlerine ilişkin sorulara yer verilmiştir. Sınavlarda öğrencilerin yeni veya bilinmeyen yöntemleri değerlendirecekleri, kısaltma yöntemlerini temel alarak üretecekleri ve yöntemin niçin çalıştığını açıklayacakları sorulara yer verilmemiştir. Bu sonuçlar öğretmenlerin daha çok öğrencilerin işlem bilgilerine ölçmeye yöneldiklerini göstermektedir. Bunun nedeni diğer araştırmalarda ortaya konulduğu (Baki, 2006; Baştürk, 2005; Johann, Ansie ve Marietjie, 2000) gibi öğretmenin işlemsel öğrenme biçimi öğrencilerin okulda ve ulusal sınavlarda başarılı olmasına yettiğini düşüyor olması olabilir. Bu konu daha derinlemesine araştırılmalıdır.

Yine öğretmenlerin kavram bilgisine yönelik daha az soru sormasının gerekçesi bu konuda soru hazırlama ve değerlendirmeye ilgili bazı yetersizliklerin olması olabilir. Çünkü kavram bilgisinin ölçülmesi ve her acıdan derinlemesine değerlendirilmesi için sunabilecek olan açık uçlu soruların kullanımını gerektirmektedir (Rittle-Johnson ve Schneider, 2012). Bunun içinde bazı yeterlilikler gerekmektedir. Bu konuda daha derinlemesine araştırılması gerekmektedir.

Son olarak öğretmenlerle yapılan görüşmelerde katılımcıların tamamı sınavlarında yer verdikleri soruların aynısını veya benzerlerini derslerinde yer verdiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum göz önüne alındığında aslında içerik olarak kavram bilgisi şeklinde ifade edilen soruların da aslında işlem bilgisiyle ilgili olduğu söylenebilir. Çünkü Rittle-Johnson ve Schneider (2012) öğrenciler sürekli aynı tip problemlerle uğraşırlarsa, bu problem kavram bilgisiyle ilişkili olsa dahi o öğrenciler için işlem bilgileriyle ilişkili olacaktır. Ayrıca öğretmenlerin bu ifadelerinden, Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programının kavram bilgisi ağırlıklı bir öğretim (MEB, 2005; MEB, 2013) önermesine rağmen, sınıflarda daha önceden birçok araştırmada ortaya konduğu (Baki, 2006; Baştürk, 2005; Bekdemir, 2012; İşleyen ve Işık, 2007; Engelbrecht vd., 2005) gibi hala işlem bilgisi ağırlıklı öğretime devam edildiği söylenebilir. Bu durum yine daha derinlemesine araştırılmalıdır.

Özetlenecek olursa, yapılan incelemeler sonucunda öğretmenlerin öğrencilerin bilgi seviyelerini ölçmek için ağırlıklı olarak işlem bilgisiyle ilgili soruları kullanmakta ve bu sorular genellikle çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programının önerdiği kavramlar arası ilişki kurma, matematiksel kavram ve kuralların farklı temsil biçimlerini birbiriyle ilişkilendirme ve birbirine dönüştürme ve farklı matematik kavramlarını birbiriyle ilişkilendirmelerini (MEB, 2013) ortaya koyacak olan kavram bilgisine dönük sorulara öğretmenler tarafından ya çok az yer verilmekte ya da yer verilmemektedir. Öğretmenlerin öğrencilerin bilgi türlerini ve seviyelerini ölçerken, ağırlıklı olarak kavram bilgisi yerine işlem bilgi ağırlıklı soruları niçin tercih ettiği ve bunun uyguladıkları öğretimle ilişkisinin ve öğrencilerin başarıları üzerine etkisinin ne olduğu derinlemesine araştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, N.J: Erlbaum.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi* (5. Baskı). Trabzon: Derya Kitapevi.
- Baki, A., & Kartal T. (2004). Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 27-46.
- Baştürk, S. (2005). Üniversite matematik öğrencilerinin Türkiye'deki matematik eğitimi hakkındaki çağrışimleri: Lise, dersane ve üniversite boyutunda. *1. Fen ve Matematik Öğretmenleri Sempozyumu*, İstanbul: İstek Vakfı Okulları.
- Blöte, A. W., Van der Burg, E., & Klein, A. S. (2001). Students' flexibility in solving two-digit addition and subtraction problems: Instruction effects. *Journal of Educational Psychology*, 93, 627-638. doi: 10.1037//0022-0663.93.3.627.
- Bekdemir, M. (2012). Öğretmen adaylarının çember ve daire konularında kavram ve işlem bilgilerinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 83-95.
- Bekdemir, M., & Işık, A. (2007). Evaluation of conceptual knowledge and procedural knowledge on algebra area of elementary school students. *The Eurasian Journal of Educational Research*, 28, 9-18.
- Bekdemir, M., Okur, M., & Gelen, S. (2012). The effects of 2005 elementary mathematics education curriculum on the elementary seventh grade students' conceptual and procedural knowledge and skills. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 130-148.
- Byrnes, J. P., & Wasik, B. A. (1991). Role of conceptual knowledge in mathematical procedural learning. *Developmental Psychology*, 27, 777-786. doi: 10.1037//0012-1649.27.5.777.

- Canobi, K. H., Reeve, R. A., & Pattison, P. E. (1998). The role of conceptual understanding in children's addition problem solving. *Developmental Psychology, 34*, 882-891. doi: 10.1037//0012-1649.34.5.882.
- Dowker, A. (2008). Individual differences in numerical abilities in preschoolers. *Developmental Science, 11*, 650-654. doi: 10.1111/j.1467-7687.2008.00713.
- Engelbrecht, J., Harding, A., & Potgieter, M. (2005) Undergraduate students' performance and confidence in procedural and conceptual mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 36*(7), 701-712, doi: 10.1080/00207390500271107.
- Fuson, K. C. (1990). Conceptual structures for multiunit numbers: Implications for learning an teaching multidigit addition, subtraction, and place value. *Cognition and Instruction, 7*, 343-403.
- Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the child's mind: The clinical interview in psychological research and practice*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Hecht, S. A. (1998). Toward an information-processing account of individual differences in fraction skills. *Journal of Educational Psychology, 90*, 545-559. doi: 10.1037/0022-0663.90.3.545.
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). *Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis* (pp. 1-27). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hiebert, J., & Waerne, D. (1996). Instruction, understanding and skill in multidigit addition and instruction. *Cognition and Instruction, 14*, 251-283.
- İşleyen, T., & Işık, A. (2003). Conceptual and Procedural Learning in Mathematics. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education, 7*(2), 91-99.
- Jordan, J. A., Mulhern, G., & Wylie, J. (2009). Individual differences in trajectories of arithmetical development in typically achieving 5- to 7-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 455-468. doi: 10.1016/j.jecp.2009.01.011.
- Johann, E., Ansie, H., & Marietjie, P. (2005). Undergraduate students' performance and confidence in procedural and conceptual mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology, 36*(7), 701-712.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı), (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı), (2005). *İlköğretim matematik dersi 1-5. sınıflar öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd Edition). California : SAGE Publications.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- Perry, M. (1991). Learning and transfer: Instructional conditions and conceptual change. *Cognitive Development, 6*, 449-468.
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H., & Mandl, H. (1998). Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary Educational Psychology, 23*, 90-108. doi: 10.1006/ceps.1997.0959.
- Rittle-Johnson, B. (2006). Promoting transfer: effects of self-explanation and direct instruction. *Child Development, 77*, 1-15. doi: 10.1111/j.1467-8624.2006.00852.
- Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology, 99*, 175-189.
- Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2012). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In R. Kadosh & A. Dowker (Eds), *Oxford handbook of numerical cognition*. Oxford Press.

- Rittle-Johnson, B., & Siegler, J.R. (2000). The relationship between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A Review. In C. Donlan (Ed.), *The development of mathematics skills* (pp. 75-110). East Sussex, UK: Psychology Press.
- Ruthruff, E., Johnston, J. C. & Van Selst, M. A. (2001). Why practice reduces dual-task interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 3-21. doi: 10.1037//0096-1523.27.1.3.
- Schneider, M., Grabner, R., & Paetsch, J. (2009). Mental number line, number line estimation, and mathematical achievement: Their interrelations in Grades 5 and 6. *Journal of Educational Psychology*, 101, 359-372. doi: 10.1037/a0013840.
- Schneider, M., Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2011). Relations between conceptual knowledge, procedural knowledge, and procedural flexibility in two samples differing in prior knowledge. *Developmental Psychology*, 47(6), 1525-1538. doi: 10.1037/a0024997.
- Schneider, M., & Stern, E. (2010). The developmental relations between conceptual and procedural knowledge: a multimethod approach. *Developmental Psychology*, 46, 178- 192. doi: 10.1037/a0016701.
- Schumacher, E. H., Seymour, T. L., Glass, J. M., Kieras, D. E., & Meyer, D. E. (2001). Virtually perfect time sharing in dual-task performance: uncorking the central attentional bottleneck. *Psychological Science*, 121, 101-108.
- Siegler, R. S. (1991). In young children's counting, procedures precede principles. *Educational Psychology Review*, 3, 127-135.
- Star, J. R. (2000). On the relationship between knowing and doing in procedural learning. In B. Fishman & S. O' Connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth International Conference of Learning Sciences* (pp.88-86). Mahwah, NJ.
- Star, J. R., & Rittle-Johnson, B. (2008). Flexibility in problem solving: the case of equation solving. *Learning and Instruction*, 18, 565-579. doi: 10.1016/j.learninstruc.2007.09.018.
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th Eds.) USA: Pearson Education Inc.
- Verschaffel, L., Luwel, K., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2009). Conceptualizing, investigating, and enhancing adaptive expertise in elementary mathematics education. *European Journal of Psychology of Education*, 24, 335-359. doi: 10.1007/bf03174765.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006) *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. bs.). Ankara: Seçkin Yayınevi.

Analysis of Mathematics Teachers' Questions Used in Examinations in Terms of Conceptual and Operational Knowledge

Mehmet BEKDEMİRⁱⁱⁱ, Fatih BAŞ^{iv}

Mathematics was separated in two to get deeper and detailed knowledge in mathematical knowledge as *conceptual knowledge* and *procedural knowledge*. Conceptual knowledge can be defined as any concept, rule, generalization and knowledge of open or closed relationship between them. In addition, conceptual knowledge consists of the meanings underlying the rules, generalizations, relationships and operations (Hiebert & Lefevre, 1986; Rittle-Johnson & Alibali, 1999; Rittle-Johnson & Schneider, 2012). In short, Conceptual knowledge is semantics (Bekdemir & Işık, 2007). On the other hand, *procedural knowledge* is the knowledge of symbol, arithmetic operation and routine rules used to solve mathematical problems (Hiebert & Lefevre, 1986; Van de Walle, 2004: 27-28). Measuring the mathematics knowledge as concept and procedural knowledge is significant in terms of determining how the mathematics educators teach this knowledge, how their students learn and also what sorts of relations do they set among these two knowledge. In this present research, it was aimed to determine the levels of concept and procedural knowledge used by mathematics teachers in measuring their students' mathematics knowledge and skills. According to this aim, the following research questions were asked:

1. How are the structural characteristics of questions asked by the mathematics teachers in their exams?
2. What are the content characteristics of questions asked by mathematics teachers in their exams?

The research was designed with the document analysis method. Data were collected with 13 open-ended questionnaires including the 26 exam papers consisting of the first and third exam questions used by 13 mathematics teachers to evaluate their eighth grade students and the question answered by the teachers related to these exams: *have you ever used the same or similar questions placed in your exams before?* Within the scope of the research, there are two reasons in evaluating the exams placed in the second term of eight grade. That is, the development level of the students is suitable and the fact that the topics are given at the end of the second term and also this enables the concepts for different kinds of knowledge can be used in the exams.

The data analysis process was carried out in two stages according to the sub-problems. The descriptive analysis method was applied in both stages. The questions placed in the exam papers accessed in the first stage were analysed structurally. Used question types were analysed applying the categories as: *open ended (definition-operation-draw)*, *multiple choice*, *true-false*, *filling the blanks* and *matching*. In addition, if the questions include the visual factors (image, graph, shape, etc.) and if there are same or similar questions in exams of different teachers were investigated gradually. This analysis process was carried out by a researcher.

At the second stage, the questions in the exam papers were investigated according to their sorts of knowledge. With this purpose, a pattern is given below to indicate mathematical knowledge in terms of conceptual-procedural knowledge and its sub-categories.

ⁱⁱⁱ Erzincan University, mbekdemir@erzincan.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1884-2938

^{iv} Erzincan University, mat.fatihbas@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0035-4912

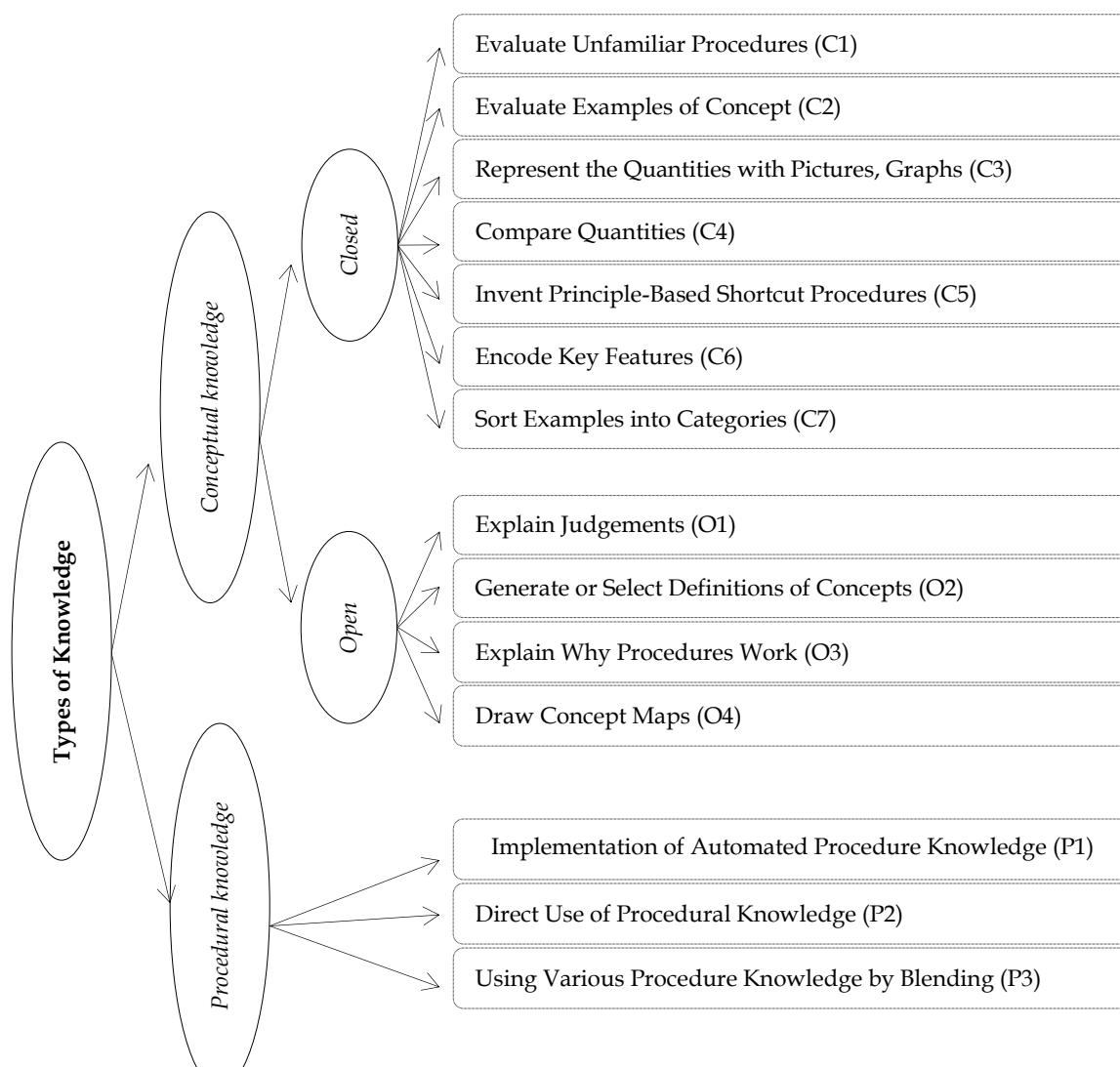


Figure 18. Mathematical knowledge classification form (MKCF)

In preparing MKCF, the pattern shaped by Rittle-Johnson and Schneider, (2012) in conceptual knowledge part was applied. The part related to the procedural knowledge was added to MKCF taking the definitions procedural knowledge as the base. Data were coded respectively by a researcher and a mathematics teacher. The coding reliability rate was found as 96% by coders.

These results can be expressed as structurally as a result of the analyses. During the evaluation of their students, teachers ask the multiple choice questions mostly in the exams. In contrast, the questions, which the students can make interpretations about concepts, relationships and generalizations, express their definitions or visualize the form in their minds about the relevant topic and express their thoughts with in exam papers are few. It was noticed that more than half of the used questions were in picture format and almost half of them were geometric shape (mainly) or supported with a picture-drawing. It was determined that teachers used the questions placed in the internet.

As the exam papers analysed in terms of their content, the following results can be reached. Seven of the knowledge kinds mentioned in this research were stated in the exams. Teachers mostly measure the procedural knowledge levels of their students. The questions about the conceptual knowledge are only a quarter of all the questions. Open and closed conceptual knowledge and their sub-categories were

used in a close way to this rate. Evaluating the concept examples as closed conceptual knowledge and ordering the examples in categories were the most used question forms. As open knowledge, the questions about knowledge related to almost only creating or choosing the definition of the concepts were included. The questions, which enable the students to evaluate new and unknown methods, produce in the basis of abbreviation, explain the reason why the method works and draw a concept map, were not included in the exams.

In the protocols with teachers, almost all the participants expressed that they stated similar questions in their lessons (sometimes the same) with the questions in their exams. Considering this case, it can be expressed that the questions, which were claimed as contextually conceptual knowledge, were related to procedural knowledge.

Key Words: *Conceptual knowledge, Procedural knowledge, Measurement and evaluation, Exam paper, Mathematics teacher.*