Matematik ve Matematik Öğretimi Bilgisi Işığında Dörtlü Bilgi Modelindeki Beklenmeyen Olaylar Bilgisi[1]

Semiha Kula[2]

Esra Bukova Güzel[3]

Özet

Bu çalışmanın amacı, matematik öğretmeni adaylarının alan ve alan öğretimi bilgilerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir çerçeve olan Dörtlü Bilgi Modeli'nin Beklenmeyen Olaylar Bilgisi birimini tanıtmak, önemini belirtmek ve sınıf ortamına yansımalarından örnekler sunmaktır. Çalışmada, matematik öğretmenlerinin öğretimleri için gerekli olan alan ve alan öğretimi bilgilerini ayrıntılı olarak incelemeyi ve değerlendirmeyi mümkün kılan Dörtlü Bilgi Modeli'nin tanıtımına yer verilmiştir. Ardından söz konusu modele ait birimlere ilişkin genel bilgilendirme yapılmış ve bu birimlerden biri olan "Beklenmeyen Olaylar Bilgisi" detaylandırılmıştır. Son olarak "Beklenmeyen Olaylar Bilgisi"nin öneminden bahsedilmiş ve gerçek sınıf ortamlarından alınan kesitlerle bazı örnekler sunulmuştur. Sunulan çalışma ile matematik öğretmeni adaylarının önceden planlanması neredeyse imkansız olan ve öğretimlerinde karşılaşabilecekleri durumlara ilişkin farkındalıklarının sağlanacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dörtlü bilgi modeli, beklenmeyen olaylar bilgisi, matematik öğretmen adayı, alan bilgisi, alan öğretimi bilgisi

Abstract

The purpose of this study is to introduce the Contingency unit of Knowledge Quartet, which is a framework used in assessing mathematics student teachers' subject matter knowledge and pedagogical knowledge, address its significance and demonstrate examples from its reflections on classroom setting. The study initially covers the type of knowledge that teachers should possess and Knowledge Quartet, which enables examining and assessing subject matter knowledge and pedagogical knowledge together. Next, general information was given regarding knowledge units of this model and it was explained including contingency components. Finally, the importance of Contingency was mentioned and some examples in classroom setting were discussed. It is thought that through this study, awareness of mathematics student teachers can be made ensured with regards to situations that teachers may encounter and that are almost impossible to plan in advance.

Key Words: Contingency, knowledge quartet, mathematics student teacher, subject matter knowledge, pedagogical content knowledge

---

[1]Bu çalışma birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında gerçekleştirdiği "Matematik Öğretmeni Adaylarının Öğretimlerinde Karşılaştıkları Beklenmeyen Olaylara Yönelik Yaklaşımlarının Dörtlü Bilgi Modeli Çerçevesinde Kavramsallaştırılması" isimli doktora tezinin bir bölümünden oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma, 1. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

[2]Arş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, semiha.kula@deu.edu.tr

[3]Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, esra.bukova@deu.edu.tr

1. Giriş

Toplumlar arasında bir matematik öğretmeni matematiği çok iyi biliyorsa o, matematiği en iyi öğreten kişidir şeklinde var olan yaygın inanç (Begle, 1979 akt. Gülden, 2009) Shulman'ın 1986'da alan öğretimi bilgisini, alan bilgisinin bir alt bileşeni (Cox, 2008) ve 1987'de de bu bilgi türünü öğretmenlerin sahip olması gereken yedi bilgi türünden biri olarak tanımlamasıyla değişmeye başlamıştır. Shulman (1987) öğretmenlerin sahip olması gereken yedi bilgi türünü; genel öğretim bilgisi, öğrenen bilgisi, eğitim ortamı bilgisi, eğitimsel amaçlar, değerler ve bunların tarihi ve felsefi kökenleriyle ilgili bilgi, alan bilgisi, alan öğretimi bilgisi ve öğretim programı bilgisi olarak adlandırmaktadır. Bu bilgi türlerinden ilk dördü alana bakılmaksızın öğretmenlerin sahip olması gereken genel bilgi türleri olarak karşımıza çıkarken, son üç bilgi türü ise; alana özgü bilgiler olarak görülmektedir (Rowland, Turner, Thwaites, & Huckstep, 2009). Alana özgü bilgiler ile ilgili yapılan tanımlamalarda kimi zaman benzer kimi zaman farklı bileşenlere dikkat edildiği görülmektedir. Örneğin; Shulman (1987) ilk olarak program bilgisini ayrı bir bilgi kategorisi olarak ele alırken, daha sonraki çalışmalarda program bilgisi alan öğretimi bilgisine dahil edilmiştir (An, Kulm, & Wu, 2004; Bukova Güzel, 2010; Chick, Baker, Pham, & Cheng, 2006; Grossman, 1990; Hill, Ball, & Schilling, 2008; Magnusson, Krajcik & Borko, 1999; Marks, 1990; Schoenfeld, 1998).

Shulman'a (1986) göre alan bilgisi bir öğretmenin ne bildiği, ne kadar bildiği ve ne bilmesi gerektiği ile ilgili (Ball & McDiarmid, 1990; Leavit, 2008) iken alan öğretimi bilgisi bir öğretmenin alan bilgisini öğrencilerinin konuyu anlayabilmelerine olanak sağlayacak formlara dönüştürme kapasitesine dayanmaktadır (Shulman, 1987). Shulman (1986) program bilgisini ise;

- belli bir düzeydeki bir konunun veya özel bir alanın öğretimi için tasarlanan öğretim programlarının tüm bileşenlerinin farkında olma ve bunları kullanma,
- öğretim programlarının içerdiği öğretim araçlarının çeşitliliğinin farkında olma ve bunları kullanma,
- öğretim programında kullanılması tavsiye edilen bir öğretim aracının bir kavrama/konuya/özeliğe vb. uygunluğunun farkında olma ve bunları kullanma olarak tanımlamaktadır.

Alana özgü bilgiler matematik öğretmenleri için düşünüldüğünde matematik bilgisi, matematik programları bilgisi ve matematik öğretimi bilgisidir. Borko ve Putnam (1996) matematik bilgisini; alana özgü kavramları, terimleri ve gerçekleri bilmenin yanında düşünceleri ve fikirleri düzenlemeyi; düşünceler arasında ilişki kurmayı; düşünme ve tartışma şekillerini, alandaki bilgilerin gelişimini ve konunun nasıl öğretileceğini bilme olarak tanımlamaktadır. Kovarik (2008) matematik bilgisini, gerçek olaylara dayanan matematiksel bilginin temelleri; kavramsal bilgi ve matematiksel kavramlar arasındaki ilişkilerin anlaşılması ve düzenlenmesi olarak, Toluk Uçar (2010) ise matematikteki anahtar kavram, ilke ve kurallarda ustalık ve problem çözme teknik ve stratejilerini içeren bilgi olarak söz etmektedir. Bir konuya ilişkin bilgi sahibi olmanın onu öğretmek için yeterli olmadığı ve bir matematik öğretmeninin matematiksel bilgisinin bir matematikçinin ihtiyaç duyacağından farklı yapıda olduğu (Noss & Baki, 1996) görüşü, matematik bilgisinin yanı sıra matematik öğretimi bilgisine de önem verilmesini sağlamıştır. Ball ve Bass (2000) tarafından matematik öğretimi bilgisi, bir kavramın belli bir sınıf düzeyinde ilgi çekici olması için hangi yönlerinin ortaya çıkarılacağını bilme; problem çözmede öğrencilerin nelerde sıkıntı yaşayabileceğinin yanında öğrencilerin düzeylerine uygun olarak problemleri değiştirebilme; öğrencilerin yorumlarını ele alma, doğruluğunu tartışma, genişletme, açıklamalar yapma ve bu süreçte öğrencileri teşvik etmeyi kapsayan matematiksel tartışmalara rehberlik edebilme ve böylece öğrencilere çalışılan konu ile ilgili yardımcı olma olarak ifade edilmektedir. Rowland ve arkadaşları (2009) ise bu bilgi türünün öğretmenlerin kendi bilgilerini öğrencilere anlaşılır kılabilecek şekilde nasıl dönüştürdüğünü; kaynakların, gösterimlerin ve analojilerin matematiksel fikirlerin öğretiminde nasıl kullanılacağını içerdiğini aynı zamanda da öğrencilerin fikirlerini analiz etme ve onlara kavramları açıklama ile ilgili olduğunu belirtmektedirler. Bu durum bizi matematik öğretmenlerinin hem alan hem de alan öğretimi bilgisine sahip olmaları gerektiğine, dolayısıyla da matematik öğretmen adayları yetiştirilirken, hem alan bilgisi hem de alan öğretimi bilgisinin geliştirilmesinin gerekliliğine götürmektedir.

Alan öğretimi bilgisini incelemeye yönelik olarak yapılan birçok araştırmada katılımcılara anket ve görüşme soruları yöneltilmiş ve çoğu zaman sınıf içi uygulamalarından bağımsız olarak değerlendirme yapılmıştır (Bütün, 2005). Böyle bir değerlendirme yapılmasının ise "Araştırma ve Gelişim [Research and Development]" (2003) raporunda öğretmenlik için gerekli olan bilgilerin kapsamı için yetersiz olduğu belirtilirken, Ball ve arkadaşları (2001) öğretmenlerin bilgilerinin sınıf içi uygulamalara bakılmaksızın değerlendirilmesinin yüzeysel ve eksik olduğunu ifade etmişlerdir (akt. Bütün, 2005). Bu nedenle, matematik ve matematik öğretimi bilgisinin sınıf ortamına yansımalarının belirlenmesinde, değerlendirilmesinde ve geliştirilmesinde sınıf içi uygulamaların önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda çalışma, alan ve alan öğretimi bilgisinin birlikte değerlendirilmesini ve geliştirilmesini sağlayan "Dörtlü Bilgi Modeli (DBM)" ile sınırlandırılmıştır. DBM; gerçek sınıf ortamlarındaki öğretim uygulamalarından yola çıkılarak oluşturulan bir kuram olması, matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken alan ve alan öğretimi bilgisine odaklanması, matematik öğretimine özgü ele alınması gereken pek çok yönü açıkça ortaya koyması, matematik öğretimi için gerekli bilgileri incelemek için kapsamlı bir çerçeve sunması ve farkındalık yaratmayı sağlaması nedeniyle yazarlar tarafından tercih edilmiştir. Bu çalışma, DBM'nin birimlerinden biri olan "Beklenmeyen Olaylar Bilgisi (BOB)" birimini tanıtmak, önemini belirtmek ve sınıf ortamına yansımalarından örnekler sunmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, bir sonraki bölümde DBM'den bahsedilecek ve söz konusu modele ait birimlere ilişkin genel bilgilendirme yapılarak, bu birimlerden biri olan BOB detaylandırılacaktır. Ardından BOB'un öneminden bahsedilerek gerçek sınıf ortamlarından alınan kesitlerle bazı örnekler sunulacaktır.

1.1. Dörtlü Bilgi Modeli ve Birimleri

2003 yılından bu yana matematik öğretmeni adayları ile ilgili yapılan çalışmalarda alan bilgisi ve alan öğretimi bilgisinin birlikte değerlendirilmesini ve geliştirilmesini sağlayan bir model olarak DBM'nin (Knowledge Quartet) (Huckstep, Rowland, & Thwaites, 2006; Petrou, 2009; Rowland, 2005; Rowland & Turner, 2007; Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2003, 2005; Rowland, vd. 2009; Rowland, 2007; Turner, 2007) yer aldığı görülmektedir. DBM; "Temel Bilgi" (Foundation), "Dönüşüm Bilgisi" (Transformation), "İlişki Kurma Bilgisi" (Connection) ve "Beklenmeyen Olaylar Bilgisi" (Contingency) olmak üzere dört bilgi biriminden ve bu bilgi birimlerine bağlı kodlardan oluşmaktadır (bkz. Şekil 1).

Şekil 1. Dörtlü Bilgi Modeli'nin birimleri ve kodları

Bu bilgi birimlerinden ilki olan Temel Bilgi; matematik ve matematik öğretimiyle ilgili inanışların yanında alan ve alan öğretimi bilgisine ilişkin sahip olunan teorik bilgiyi içeren bilgi birimidir (Petrou, 2009; Thwaites, Huckstep, & Rowland, 2005; Turner, 2007). Dönüşüm Bilgisi; öğretmenin kendi bilgisini öğrenenlerin daha iyi bir şekilde anlayabilmesi için dönüştürmesini gerektiren ve kavram oluşturmaya yardımcı örnekler ve işlemler seçme, farklı sunumlar kullanma ve gösterimler yapmayı içeren bilgi birimi (Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2003, 2005; Turner, 2007) iken İlişki Kurma Bilgisi; konu ya da derste yapılacakların sıralanması hakkında karar vermeyi, dersleri önceki derslerin içeriği ve öğrencilerin bilgileriyle ilişkilendirmeyi, kavramlar ve işlemler arasında ilişki kurmayı ve bir fikrin karmaşıklığını tahmin ederek bu fikri öğrencilerin anlayabileceği şekilde basamaklara ayırmayı içeren bilgi birimidir (Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2004; Turner, 2007). Son bilgi birimi olan BOB ise bir dersteki planlanmamış örneklere ve öğrencilerin beklenmedik düşüncelerine yanıt vermeyi, önceden tahmin edilmeyen ancak öğrenim sırasında ortaya çıkan fırsatları kullanmayı, gerektiğinde programdan ya da belirlenen plandan sapmayı kapsayan ve sınıfta ortaya çıkabilecek planlanması neredeyse imkânsız olan olaylarla ilgili olan bilgi birimidir (Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2003; Turner, 2007).

DBM'den yararlanarak matematik öğretimine ilişkin sınıf içi uygulamaları analiz etmeyi isteyen araştırmacılara rehberlik etmek amacıyla, 2011 yılında Norveç, İrlanda, İtalya, Kıbrıs, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletlerinden araştırmacıların katkılarıyla "Developing an online coding manual for The Knowledge Quartet: An International Project" isimli bir proje çalışması başlatılmıştır. Araştırmacılar, her bir koda ilişkin ilkokul, ortaokul ve lise düzeyindeki matematik derslerinden elde edilen kesitleri kapsamlı olarak analiz etmişlerdir. Söz konusu değerlendirmeler güncellenerek www.knowledgequartet.org isimli web adresinde sunulmaktadır.

1.2. Beklenmeyen Olaylar Bilgisi

BOB teorik altyapıya sahip olma, öğrencilerin anlamlı ve ilişkisel bir şekilde öğrenmeleri üzerine düşünme, kararlar verme ve bu doğrultuda plan yapmayı içeren süreçten ayrılmakta ve sınıfta öğretim süresince ortaya çıkabilecek planlanması neredeyse imkânsız olan olaylarla ilgilenmektedir (Rowland, Huckstep, &Thwaites, 2005; Rowland et al., 2009; Thwaites, Huckstep, &Rowland, 2005). BOB; öğretim programından ya da belirlenen plandan sapma, öğrencilerin beklenmedik düşüncelerine yanıt verme, önceden tahmin edilmeyen ancak öğretim sırasında ortaya çıkan fırsatları kullanma ve öğretmenin anlık varsayımlarını içermektedir (Petrou, 2009; Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2003; Thwaites, Huckstep, & Rowland, 2005; Turner, 2007). Sınıfta yaşanan olayların çoğu planlanabilirken, planlanamayan durumların da ortaya çıkabileceği (Rowland vd., 2009) gerçeği bu bilgi biriminin oluşturulmasına neden olmuştur.

BOB'un önemli öğeleri; öğrencilerin fikirlerine hazırlıklı olma ve bunlara cevap verme ve gerekli olduğunda hazırlanan ders planından ayrılma olarak belirtilmektedir (Petrou, 2009; Rowland vd., 2009). Turner (2007) BOB'un, öğrenciler tarafından öğretim anında sunulan örneklere öğretmenin cevap verme yollarını da kapsadığını ifade etmektedir. Turner (2009) öğrencilerin fikirlerine cevap verme ile daha anlamlı bir öğretim yapmanın mümkün olacağını belirtmektedir. Ayrıca, öğrenci öğretmenin beklemediği bir düşüncesini ifade ettiğinde öğretmen öğrencilerin bilgi yapılarına ilişkin fikir sahibi olmakta (Thwaites, Huckstep, & Rowland, 2005) ve bu öğretmene ileriye dönük öğrenciyi tanımada katkı sağlamaktadır. Bunca katkısına rağmen, öğrencilerin düşüncelerini önemsememek ya da onları yanlış olarak nitelendirmek, öğretmenin öğrencilerin bu şekilde de öğrenebileceğine inanmaması olarak yorumlanabilmektedir (Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2003). BOB olası eylemlerle ilgili olması nedeniyle; süreç içerisinde öğretmen bir başkasının yerine düşünme yeteneği de kazanmaktadır (Rowland, Huckstep, & Thwaites, 2003, 2005; Rowland & Turner, 2009; Thwaites, Huckstep, & Rowland, 2005). Öğrencilerin öğretim esnasında bir olay, olgu ya da konu hakkındaki belirtecekleri düşünceler, yorumlar ve yönelttikleri sorular da öğretmen ya da öğretmen adayı için beklemeyen bir durum oluşturabilmektedir. Bununla birlikte öğretim sürecinin her anında öğrencilerin anlama düzeylerini ortaya çıkarabilmek ve dersini buna göre düzenleyebilmek, öğrenciler sorulara yanlış yanıt verdiklerinde ya da dersteki tartışma sürecinde yanlış açıklamalar yaptıklarında bunlara uygun şekilde yanıt verebilmek de BOB kapsamında ele alınmaktadır (Kula, 2011).

BOB'un kodları (a) öğrencilerin düşüncelerine yanıt verme (responding to children's ideas), (b) belirlenen plandan sapma (deviation from agenda), (c) öğretmen içgörüsü (teacher insight), (d) araçların ve kaynakların erişilebilirliğine ya da erişilemezliğine yanıt verme (responding to the (un)availability of tools and resources) olarak belirtilmektedir (www.knowledgequartet.org).

Öğrencilerin düşüncelerine yanıt verme kodu öğrencilerin beklenmedik düşüncelerine ve önerilerine verilen ikna edici, gerekçeli ve bilgilendirici yanıtları verebilme yeteneğini ile ilgilenmektedir (Rowland, Thwaites, & Jared, 2011). Öğretmenlerin öğrencilerin katılımlarına verdikleri söz konusu yanıtlar onların matematiksel gelişimlerini sağlama amacı taşımaktadır. Söz konusu katılımlar genellikle sözel olmakla birlikte bazen yazılı da olabilmektedir. Öğretmenler bazen söz konusu katılımı bir tarafa bırakıp dersine devam ederken, bazen de işlenen konu ile ilgili katkı sağlayacağını düşündükleri için yanıt verme eğiliminde olmaktadırlar (Turner & Rowland, 2011). Kula (2011) söz konusu kodun, öğrencilerin düşüncelerini açıklama-genişletme, tekrar etme, onaylama, öğrencilere düşüncelerine nasıl ulaştıklarını sorma, öğrencilerin düşüncelerindeki yanlışları giderme, öğrencilerin sorularına yanıt verme, tahtadaki soru çözüm süreçleri ile ilgilenme ve öğrencilerin düşünceleri ile ilgilenmeme şeklinde ortaya çıktığını belirtmektedir.

Belirlenen plandan sapma kodu sınıfta belirlenen ders planından ayrılmayı gerektiren bir durumla karşılaşıldığında bu durumun üstesinden nasıl gelindiğine odaklanmaktadır (Kula, 2011). Ders planından ayrılmayı gerektiren durumlar öğrencilerin soru sorması, kavram yanılgılarının ortaya çıkması ve öğretmenin kendi farkındalığı gibi durumlar olabilmektedir (Kula, Bukova-Güzel, 2010).

Öğretmen içgörüsü kodu öğretmenin ders esnasında hazırladığı ders planında var olan eksikliklerin farkına varması ile ilgilenmektedir. Söz konusu eksikliklerin ortaya çıkması, öğretmenin dersinde verdiği örneğin aslında ideal bir örnek olmadığının ya da seçtiği gösterim şeklinin aslında istediği bağlantıların kurulmasında gerektiği kadar etkili olmadığının farkına varması vb. gibi olabilmektedir (Rowland, vd. 2009). Deneyimsiz olan öğretmen adayları tarafından eksikliklerin fark edilmesi zor olmakla birlikte, deneyimli olan öğretmenler tarafından söz konusu eksiklikler daha kolay bir şekilde ortaya çıkarılabilmektedir (Rowland, Thwaites, & Jared, 2011).

Araçların ve kaynakların erişilebilirliğine ya da erişilemezliğine yanıt verme kodu öğretmenlerin özellikle soyut kavramları somutlaştırmak için kullandıkları araç ve kaynaklar ile ilgilenmektedir (Rowland, Thwaites, & Jared, 2011). Bu tür araç, kaynak ve materyaller ders planının ana aracı olabileceği gibi, planda olmadığı halde fırsatçı bir şekilde derse dahil edilerek kullanılabilmektedirler (Rowland, Thwaites, & Jared, 2011). Öğretmenin dersinden önce yaptığı planda yer almadığı halde, sınıf ortamında bulunan materyalleri dersine entegre etmesi ile öğretmen erişebildiği araç ve kaynaklardan yararlanabilmektedir.

1.3. Beklenmeyen Olaylar Bilgisinin Önemi

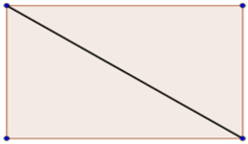
Geleneksel öğretmen yetiştirme programlarında alan ve öğretim bilgilerine ilişkin dersler birbirinden ayrı olarak verilmekte, bunun sonucu olarak da sınıf içi uygulamalar ile bağlantı kurmada sıkıntılar yaşanmaktadır (Goodlad, 1990; National Commission on Teaching and America's Future, 1996 akt. Roth vd., 2010). Ülkemizde de Eğitim Fakülteleri matematik öğretmenliği öğretim programlarında alan, öğretim ve alan öğretimi bilgilerinin kazanılmasına yönelik dersler yer almakta ancak bu derslerde de genel olarak sınıf içi uygulamalar kapsamlı bir şekilde ele alınamamaktadır. MacDonald (1993) öğretmen eğitimi programlarında okuyan pek çok lisans öğrencisinin kendilerini öğretmenlik hayatlarında yüz yüze gelebilecekleri sorunlara ilişkin hazırlıksız hissettiklerini ifade etmektedir (Şahin, Atasoy ve Somyürek, 2010). Bu bağlamda öğretmen adaylarının beklenmeyen durumlarda nasıl tepkiler verdiklerinin belirlenmesinin, değerlendirilmesinin ve bu değerlendirmeler sonucunda ileriye dönük paylaşımlarda bulunmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Sleep ve Ball (2009) öğrencilerin sorularına yanıt vermenin, Ball (2003) ise sınıftaki tartışma sürecini düzenlemenin ve öğrencilerin sözel ve yazılı yanıtlarını değerlendirmenin önemine dikkat çekmektedir. Schoenfeld (2005) ise sınıfta beklenmeyen bir olay meydana geldiğinde öğretmenin, amaçlarını o anda gözden geçirmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Matematik öğretmenleri deneyim kazandıkça beklenmeyen olaylara yönelik yaklaşımlarının daha profesyonel bir hal alabileceği ve tepkilerinin daha olumlu olabileceği düşünülmektedir. Bir öğretmenin okulda geçirdiği bir gün için ortalama 500 karar vermesi gerektiği ve karar verme aşamasında zor seçimlerde bulunmasını gerektiren durumlar ile karşılaşması gerçeği (Doyle, 1986) öğretmenlere ve özellikle de öğretmen adaylarına karşılaşabilecekleri olası durumlara yönelik eğitim verilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu doğrultuda, henüz yeterli deneyime sahip olmayan matematik öğretmeni adaylarının öğretimlerinde önceden planlayamadıkları ne tür durumlar ile karşılaşabileceklerinin ve bu gibi durumlarda hangi yaklaşımları sergileyebileceklerinin belirlenmesi ile öğretmen eğitimine yarar sağlanacağı düşünülmektedir.

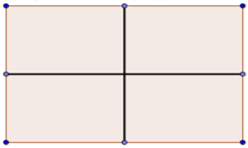
1.4. Beklenmeyen Olaylar Bilgisinin Örneklenmesi

Bu bölümde birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında gerçekleştirdiği doktora tez çalışmasından ve literatürde var olan örneklerden yararlanılarak, BOB'un kodlarının sınıf ortamındaki yansımalarına ilişkin bazı kesitler sunulmuştur.

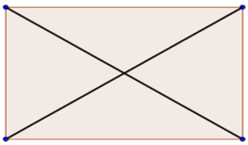
Öğrenci düşüncelerine yanıt verme bağlamında, Weston, Cleve ve Rowland (2012), 7-8 yaşlarındaki yarım ve çeyrek kavramlarını bilmeleri ve kullanabilmeleri beklenen ikinci sınıf öğrencilerine öğretmenlik yapan Jason'ın dersinden bir kesiti ele almışlardır. Jason'un sınıfında her öğrencinin elinde 12cm x 20cm ebatlarında ve üstüne tahta kalemi ile yazılabilen beyaz tahta bulunmaktadır. Jason öğrencilerinden, kendi tahtalarını iki eş parçaya ayırmalarını istemiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu tahmin edildiği gibi tahtalarını uzun kenarların ortasından başlayarak kısa kenarlara paralel bir çizgi ile ikiye ayırmışlardır. Ancak Elliot adındaki bir öğrenci aşağıdaki gibi tahtasının üzerine bir köşegen çizmiştir (Rowland, 2013).



Jason böyle bir yanıt beklemediği için şaşırmış, Elliot'ı orjinal yanıtından dolayı överek öğrencilerinden tahtayı dört eş parçaya ayırmalarını istemiştir. Öğrencilerin çoğu aşağıda verilen Rebecca adlı öğrencinin yaptığı çizimi yapmışlardır.



Elliot ise çizdiği iki köşegen yardımı ile tahtayı dört eşit parçaya ayırdığını ifade etmiştir.



Jason, sınıfın dikkatini Elliot'ın çizimine çekmiş ve onlara Eliot'un yanıtı hakkındaki düşüncelerini sormuştur.

Jason	Rebecca'nın yaptığı ile Elliot'ın yaptığı arasındaki fark nedir?
Sophie	Elliot köşegenleri çizmiş.
Jason	Sam, Elliot tahtasını dörde bölmüş mü?
Sam	Imm …evet …hayır …
Jason	Elliot'ın ne yaptığını ve tahtayı dört eş parçaya ayırıp ayırmadığını düşünün bakalım.

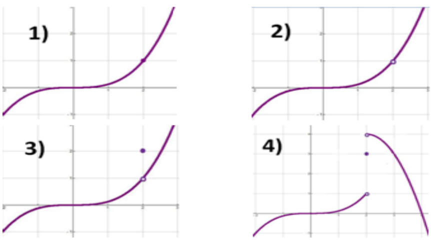
Jason bu tartışmadan sonra kendi ders planına devam etmiş ve Elliot'un tahtayı dört eş parçaya ayırıp ayırmadığı sorusuna tekrar değinmemiştir. Jason, Elliot'ın dikdörtgen tahtayı köşegenler yardımı ile çeyreklere ayırması ile yüz yüze gelmiş ve problemin bu özel çözümünü tahmin edememiştir. Bu durumu matematiksel olarak ilginç kılan ise Elliot'ın tahtasındaki dört parçanın eş olmamasıdır. Eğer ki Rebecca'nın tahtasında olduğu gibi eş parçalar olsaydı ya da Elliot'ın tahtası kare olsaydı; şeklin bölümlerinin dört özdeş, eşit parçalar olduğu anlaşılır olabilecekti. Onların şimdiye kadar kesirlere ilişkin deneyimleri bütünün eş parçaları şeklinde olmuştur. O nedenle eş olmayan bölgelerin alanlarının eşit olduğuna ilişkin bir fikirleri bulunmamaktadır. Bununla birlikte öğrencileri Jason'a bu bölgelerin eşit olup olmadığını sormuş olsalardı, Jason'ın bu bölgelerin alanlarının eşit olduğunu 7-8 yaş öğrencilerine nasıl ifade edeceği bilinmemektedir.

Turner (2009) çalışmasında Jess'in dersinden bir kesiti öğrenci düşüncelerine yanıt verme bağlamında ele almıştır. Öğretmen adayı Jess, 9-11 yaşlarındaki öğrencileri ile daire grafiğinin nasıl yorumlanacağına ilişkin tekrar yapmaktadır. Jess öğrencilerine tercih edilen dondurma türlerini belirten daire grafiğini göstererek, 32'nin1/4'ünü hesaplamalarını içeren bir soru sormuştur. Öğrenciler 32'nin 3/8'ini 12 ve 1/8'ini de 4 olarak bulmuşlardı. Bir öğrenci ise 32'nin 1/4'ünü 12 ile 4'ü toplayıp ikiye bölerek bulduğunu ifade etmiştir. Bu durum denk kesirleri tartışmak için zengin fırsatlar sunmuş olsa da Jess sadece öğrencisine iyi bir şey yaptığını ifade etmiştir. Ders sonrasında kendisi ile yapılan görüşmede Jess bu fırsatı fark etmediğini çünkü öğrencisinin çözüm yolunu anlamadığını belirtmiştir.

Rowland, Thwaites ve Jared (2011) çalışmalarında 5-6 yaş arasındaki birinci sınıf öğrencilerine öğretmenlik yapan Chantal'ın dersinden bir kesiti öğrencilerin düşüncelerine yanıt verme bağlamında ele almışlardır. Chantal dersinde öğrencilerini iki gruba ayırarak birer birer saymalarını istemiştir. Bir öğrencisi bir grubun tek sayıları diğer grubun ise çift sayıları söylemesini önermiş ve ders planında olmadığı halde Chantal öğrencilerinin dikkatini birler basamağına çekerek öğrencisinin önerisini dikkate almış ve dersini bu şekilde değiştirmiştir. 1-100 arasındaki sayıların yer aldığı çizelgeyi de kullanarak öğrencilerine bazı iki basamaklı sayılar vermiş ve öğrencilerine bunların tek mi çift mi olduğunu sormuştur. Chantal öğrencisinin önerisini dikkate almışve düşüncesini onaylayarak dersine dahil etmiştir.

Belirlenen plandan sapma bağlamında, Kula ve Bukova Güzel (2013) çalışmalarında Deniz'in limit kavramına ilişkin dersinden bir kesiti ele almışlardır. Deniz limit öğretimine giriş dersinde limiti aranan noktaya hiçbir zaman ulaşılamayacağına dair sık sık "Şimdi 5'e yaklaşıyoruz arkadaşlar, 5 olmuyoruz." şeklinde vurgu yapmıştır. Deniz sonrasında öğrencilerine yaptırdığı grup çalışmasında, verdiği fonksiyon grafiklerinin x=2'de limitlenebilir olup olmadığını araştırmalarını istemiştir. Deniz'in "hiçbir zaman o nokta olamıyoruz" vurgusunun öğrencilerine yansıması ise "eğer fonksiyon bir noktada tanımlı ise o noktada limiti olamaz" şeklinde olmuştur. Deniz'in söz konusu dersi ilişkin bir kesit Tablo 2'de yer almaktadır.

Slayt:



Öğrenci: İlk üç grafikte de 2'ye sağdan da yaklaşsak, soldan da yaklaşsak, aynı sayıda yaklaşıyoruz. Fakat 2 sayısı 1-3 ve 4. grafiklerde tanımlı olduğu için, yalnız 2'de limit vardır.

ooo

Öğrenci:	Ya çünkü 1-3 ve 4. grafiklerde 2, tanımlı olduğu için, limiti yoktur dedim.
Deniz:	Hı birden fazla değer aldığı için.
Öğrenci:	Hayır, tanımlı olduğundan. 2'ye geldiği zaman diğerlerinde değer var ama 2. grafikte 2'ye geldiğimiz zaman tanımsız.

Deniz'in öğrencilerinin büyük çoğunluğu, fonksiyonun tanımlı olduğu noktalarda limitinin olamayacağını düşünüyorlardı. Deniz öğrencilerinin böyle bir sonuca ulaşabileceklerini beklemediğini kendisi ile yapılan görüşmelerde aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

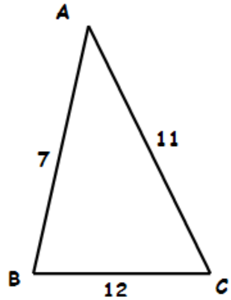
> Burada öğrencilerin böyle bi limitin olmadığı sonucuna ulaşmaları... açıkçası böyle bi sonuca ulaşmalarını beklemiyordum…
>
> … ilk etapta yaklaşmayla ilgili bi yanılgıları oldu. Orda fonksiyonun tanımsız olduğu noktalarda ben limitin olmayacağını düşünmelerini bekledim. Ama onlar tam tersine fonksiyonun tanımsız olduğu noktada yaklaşırsak hani o değere ulaşamayacağımızı düşünerek limiti vardır. Fakat sürekli bir fonksiyonda herhangi bir nokta aldığımızda orda limit yoktur gibi bir yanılgıya düştüler. Bunun dışında zaten esas düştükleri yanılgıların sebebi hep buydu. Sağdan ve soldan limitte bir anlaşılmazlık oldu. O dediğim gibi o benim hatam diyelim hani.

Deniz kendi öğretimi sonucunda öğrencilerinin bu yanılgıya düştüklerini anlayarak ikinci dersinde ders planından saparak, öğrencilerinin sahip oldukları söz konusu kavram yanılgısını giderici açıklamalarda bulunmuştur.

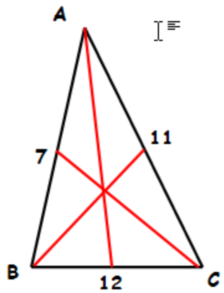
Thwaites, Jared ve Rowland (2011) çalışmalarında John'un dersinden bir kesiti belirlenen plandan sapma bağlamında ele almışlardır. John'un 13-14 yaş öğrencileri ile ikinci dereceden denklemleri işlediği dersi, bilişim teknolojisinin bozulması ile aksaklığa uğramıştır. John fonksiyonların grafiksel gösterimini öğrencilerine vermek istediğinde grafik çizimi ile ilgili yazılımı aniden ortaya çıkan bu sorun nedeniyle kullanamamıştır. Bu durumda John yaklaşımını tekrardan hızlı bir şekilde düşünmek zorunda kalmıştır. John grafiği tahtaya kendisi çizerek dersini yürütmüştür.

Kula (2011) çalışmasında Alev'in limit kavramına ilişkin dersinden bir kesiti belirlenen plandan sapma bağlamında ele almıştır. Alev iki ders saati için hazırlamış olduğu bilgisayar destekli sunumu ve belirlediği ders planını ilk dersinde bitirdiği için ikinci dersine hazırlıksız olarak yakalanmıştır. Bu nedenle ikinci dersinde bir hayli zorluk çekmiş ve bu dersini yürütebilmek için tahtaya öğrenciler için daha karışık olabileceğini düşündüğü sorular yazmıştır. Alev'in beklemediği bu olayla karşılaşması onun limit konusunda; fonksiyonun tanımsız olduğu noktalarda limitin araştırılması, hatta sonsuz kavramı ve sonsuzda limitin bulunması gibi işlemediği kısımlara ilişkin sorular sormasına neden olmuştur.

Doktora tez çalışması kapsamında derlenen verilerden araştırmacılar tarafından öğretmen içgörüsü bağlamında değerlendirilen bir örnek Gülben'in dersinde ortaya çıkmıştır. Gülben üçgenlerde kenarortay uzunluklarına ilişkin uygulamalar yaptığı dersinde, öğrencilerinden kenar uzunlukları 7, 11, 12br olan üçgenin en kısa kenarortayının uzunluğunu bulmalarını istemiş ve tahtaya kenar uzunlukları verilen üçgeni çizmiştir.



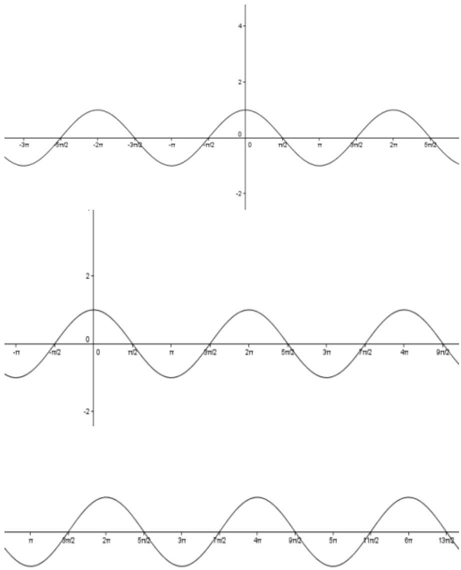
Gülbin'in öğrencileri en kısa kenarortayının 7 birim ya da 12 birim uzunluktaki kenarlardan hangisine ait olduğu konusunda kararsız kalmışlardır. Tahtaya kalkan bir öğrencisi üçgenin kenarortaylarını çizmiştir.



Öğrenciler üçgene bakarak, 7 br'lik kenarın kenarortayının daha kısa olabileceği ve dolayısıyla da en kısa kenarortayın 7br'lik kenara ait olduğunu belirtmişlerdir. Gülbin öğrencilerinin şekildeki ölçeksiz çizim nedeni ile böyle bir sonuca vardıklarını fark edememiştir. Bu durum ise öğrencilerinin yanlış sonuçlara ulaşmasına neden olmuştur.

Rowland, Thwaites ve Jared (2011) çalışmalarında öğretmen içgörüsü bağlamında n sayısının pozitif tamsayı bölenlerinin sayısını bulma ile ilgili bir örnekleme yapmışlardır. n'in asal çarpanlarını bulmaya ilişkin dersine öğretmen $n = 72$ başlangıç örneği vererek giriş yapmıştır. Sayının küçük olması ve çarpanlarının fazla olması nedeniyle bu sayıyı seçen öğretmen $72 = 2^3 x 3^2$ eşitliğini tahtaya yazar yazmaz aslında bunun iyi bir örnek olmadığının farkına varmıştır. Çünkü 2 ve 3 hem taban hem de üs olarak yer almanın yanında karşılıklı yer değiştirmiş olarak da gözükmektedirler. Öğretmen bunu fark eder etmez bu örneği 6125 ile değiştirmiş ve daha sonra neden ilk sayıyı 6125 ile değiştirdiğini öğrencilerine açıklamıştır.

Doktora tez çalışması kapsamında derlenen verilerden araştırmacılar tarafından araçların ve kaynakların erişilebilirliğine ya da erişilemezliğine yanıt verme bağlamında değerlendirilen bir örnek Seyfi'nin dersinde ortaya çıkmıştır. Seyfi, trigonometrik fonksiyonlarda periyot konusunu işlediği dersinde, öğrencilerinden $f: IR \rightarrow IR, f(x) = cosx$ fonksiyonun grafiğini çizerek periyodunu bulmalarını istemiştir. Seyfi'nin öğrencileri fonksiyonun grafiğini çizmede zorlanmışlar ve bu nedenle de periyodunu bulamadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerinin söz konusu grafiği çizmede zorlanacaklarını beklemeyen Seyfi, sınıftaki akıllı tahta, bilgisayar ve projeksiyondan yararlanarak, GeoGebra yazılımı aracılığı ile fonksiyonun grafiğini çizmiştir. Böylelikle programın dinamikliğinden de yararlanarak farklı noktalar için fonksiyonun alabileceği değerlerin yanında, farklı x değerlerine karşılık gelen aynı y değerlerini öğrencilerinin görmelerini, dolayısı ile de fonksiyonun periyodunu belirleyebilmelerini sağlamıştır.



Weston (2013), Holly'in yuvarlama ve tahmin etmeye ilişkin dersinden bir kesiti araçların ve kaynakların erişilebilirliğine ya da erişilemezliğine yanıt verme bağlamında ele almıştır. Holly dersini akıllı tahta ile anlatmak üzere planlamış ancak daha ilk cümlesinde akıllı tahta takıldığı için dersini hazırladığı sunum üzerinden yürütememiştir. Sunumunda yer alan ve aklında kalan ondalıklı sayıları öğrencilerinden yuvarlamalarını istemiş ve yine onlara hatırladığı bir problemi sormuştur. Weston, Holly'in akıllı tahta aracılığı ile sunumunu yapabilmiş olsaydı öğrencileri için daha anlamlı olacak örnekleri sunma şansı yakalayabileceğini ifade etmiştir (www.knowledgequartet.org/433/rat-scenario-1-2/).

2. Tartışma ve Öneriler

Matematik öğretmeni adaylarının alan ve alan öğretimi bilgilerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir çerçeve olan DBM'nin BOB birimini tanıtmak, önemini belirtmek ve sınıf ortamına yansımalarından örnekler sunmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada DBM'ye, birimlerine kısaca değinilmiş ve bu birimlerden biri olan BOB'a, kodlarına, önemine ve örneklerine odaklanılmıştır. Sınıf içi uygulama deneyimi kazanmaya yeteri kadar fırsatı olmayan matematik öğretmeni adaylarının, beklenmeyen olaylarla karşılaşabilecekleri ve bu olayların da özellikle öğretimlerinin ilk yıllarında daha ağırlıklı olacağı gerçeği BOB'a önem verilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Benzer şekilde MacDonald (1993) öğretmen adaylarının kendilerini mesleklerinde karşılaşabilecekleri sorunlara ilişkin hazırlıksız hissettiklerini belirtmektedir (Şahin, Atasoy ve Somyürek, 2010). Bu doğrultuda, matematik öğretmeni adaylarının öğretim esnasında ne gibi beklenmeyen olaylarla karşılaşabileceklerine ilişkin deneyim kazanmalarının önemli olduğu düşünülmektedir. BOB'un bir kodu olan öğrencilerin düşüncelerine (yorumları, soruları ve yanıtları) yanıt vermenin önemine farklı araştırmacılar (Ball, 2003; Ball & Sleep, 2007; Empson & Jacobs, 2008; Even & Tirosh, 1995; Graeber, 1999; Lloyd & Wilson, 1998; Marks, 1990; Sleep & Ball, 2009; Tirosh, Even & Robinson, 1998; Van der Valk, & Broekman, 1999) tarafından da dikkat çekilmektedir. Schoenfeld (2005) ise gerektiğinde belirlenen plandan ayrılarak, dersin amaçları doğrultusunda dersini yeniden düzenlemenin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Öğretmen adayları deneyime sahip olmamaları nedeniyle öğretmenlere göre, öğretimlerindeki eksiklikleri fark etmede ve bu eksikliklerin üstesinden gelmede sıkıntı yaşayabilmektedirler (Rowland, Thwaites, & Jared, 2011). Kula (2011)'de de görülebileceği gibi kimi öğretmen adayları bazı beklenmeyen olayların üstesinden gelebilirken, kimileri gelemeyebilmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının farklı beklenmeyen durumlara ilişkin bilgilendirilmelerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda henüz yeteri kadar deneyime sahip olmayan matematik öğretmeni adaylarının karşılaşabilecekleri ve önceden planlanmamış durumların neler olduğunun ve bu durumlara yönelik sergiledikleri yaklaşımlarının belirlenmesinin öğretmen eğitiminde yarar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu yöndeki belirlemelerin Özel Öğretim Yöntemleri, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, Matematiksel Düşünme, Okul Deneyimi ve Öğretmenlik Uygulaması gibi mevcut derslerin içeriklerine de dahil edilerek ele alınması uygun olabilecektir.

Öğretmen adaylarının genel olarak öğrencilere hangi konuda neyin zor geldiği, hangi kavram yanılgılarına sahip olabildikleri, hangi yaygın hataları yapabildikleri (Ryan & Williams, 2007) hakkında bilgilendirilmeleri onların öngörüye sahip ve sürprizlere karşı hazırlıklı olmalarını sağlayabilecektir (Rowland, Thwaites, & Jared, 2011). Öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamlarındaki deneyimlerinin yeterli olmadığı göz önüne alındığında, onların beklenmeyen olaylara ilişkin tam bir bilgiye sahip olmaları beklenemeyecektir. Bu ise, öğretmen adaylarının bu yönde eğitilmelerinin ve deneyim kazanmalarının önemini bir kez daha açığa çıkarmaktadır. Bu çalışmanın devamında yapılacak araştırmalara, öğretmen adaylarının hangi beklenmeyen durumlarla karşılaşabileceklerinin ve bu tür durumlarla karşılaştıklarında hangi yaklaşımları sergileyebileceklerinin belirlenmesi önerilmektedir. Ayrıca sergilenen yaklaşımlardan hangilerinin öğrencilerin daha iyi öğrenmeleri ve etkili bir matematik öğretimi için yararlı olduğunu araştırılabilecektir.

Knowledge Quartet's Unit of Contingency in the Light of Mathematics Content Knowledge

Extended Abstract

The purpose of this study is to introduce the Contingency unit of Knowledge Quartet, which is a framework used in assessing mathematics student teachers' subject matter knowledge and pedagogical content knowledge, address its significance and demonstrate examples from its reflections in mathematics lessons. The study initially covers the type of knowledge that teachers should possess and Knowledge Quartet, which enables examining and assessing subject matter knowledge and pedagogical knowledge together. Next, general information was given regarding knowledge units of this model and Contingency unit was detail explained. Finally, the importance of Contingency was mentioned and some examples in classroom setting were discussed.

The Knowledge Quartet, which is the model that ensures joint evaluation and development of subject matter knowledge and pedagogical content knowledge of mathematics student teachers consists of the four knowledge units - Foundation, Transformation, Connection and Contingency - and codes affiliated to these knowledge units (Rowland, Turner, Thwaites, Huckstep, 2009). The Contingency, being the focal point of this study, deals with potential events that are almost impossible to predict, which could occur in a class during the learning period, and therefore, the teacher acquires a skill to think for another person during this process (Rowland, Huckstep, Thwaites, 2005). The codes of Contingency are defined as (a) responding to students' ideas, (b) deviation from agenda, (c) teacher insight, and (d) responding to the (un)availability of tools and resources (www.knowledgequartet.org).

The fact that mathematics student teachers, who do not have sufficient opportunities to acquire practical experience in the class, will face unanticipated events and that such events would prevail during their first years of education draws to the conclusion that more attention should be given to the Contingency. Sleep and Ball (2009) draw attention to the importance of responding to students' questions and Ball (2003) draws attention to the importance of organizing the in-class discussion process and evaluating the verbal and written responses of students. Schoenfeld (2005) emphasizes the need for the teachers to review their goals at the moment of occurrence of an unanticipated event in the class. It is thought that as mathematics teachers acquire experience, their approach to unanticipated events will become more professional and their reactions will become more positive. The fact that a teacher needs to make an average of 500 decisions during one day spent at school and face situations that require making difficult choices during the decision stage (Doyle, 1986) uncovers the need of providing the teachers and, especially, student teachers with education in regard to possible situations they could encounter. Kula (2011) indicates that certain student teachers are able to overcome certain contingencies during their education, while having troubles with other situations. Therefore, the importance of providing student teachers with knowledge related to contingencies that could be encountered in the class

environment is obvious. In this regard, it is thought that identifying the pre-planned situations that could be encountered by mathematics student teachers with no sufficient experience and defining the approach exhibited towards such contingencies would be beneficial in teacher training education. This study will incorporate examples of contingency moments occurring in real class environments and reactions exhibited towards such contingencies. It is thought that through this study, awareness of mathematics student teachers can be made ensured with regards to situations that teachers may encounter and that are almost impossible to plan in advance.

Kaynaklar/References

An, S., Kulm, G., & Wu, Z. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*. *7*, 145–172.

Ball, D. (2003). *What mathematical knowledge is needed for teaching mathematics?* http://www.erusd.k12.ca.us/ProjectALPHAweb/index_files/MP/BallMathSummitFeb03.pdf adresinden 26.11.2010 tarihinde erişilmiştir.

Ball, D. L., & McDiarmid, G. W. (1990). The subject matter preparation of teachers. In R. Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education*. New York: Macmillan.

Ball, D. L., & Sleep (2007, January). What is knowledge for teaching, and what are features of tasks that can be used to develop MKT? Presentation Made at the Center for Proficiency in Teaching Mathematics (CPTM) Pre-session of *The Annual Meeting of The Association of Mathematics Teacher Educators* (AMTE), Irvine, CA.

Ball, D., & Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: knowing and using mathematics. In J. Boaler (Ed.), *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning*, Westport, CT: Ablex.

Ball, D.L. (1990). Prospective elementary and secondary teachers' understanding of division. *Journal for Research in Mathematics Education. 21*(2), 132- 144.

Borko, H., & Putnam, R. T. (1996). Learning to Teach. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 673–708). New York: Macmillan.

Bukova Güzel, E. (2010). An investigation of pre-service mathematics teachers' pedagogical content knowledge, using solid objects. *Scientific Research and Essays*. *5*(14), pp. 1872-1880.

Bütün, M. (2005). İlköğretim matematik öğretmenlerinin alan eğitimi bilgilerinin nitelikleri üzerine bir çalışma (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Chick, H., Baker, M., Pham, T. & Cheng, H. (2006). Aspects of teachers' pedagogical content knowledge for decimals. In J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka & N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 297-304). Prague: PME.

Cox, S. (2008). *A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge* (Unpublished dissertation). Brigham Young University, Provo, UT.

Doyle. W. (1986). Classroom organization and management. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed.). New York: Macmillan.

Empson, S. B., & Jacobs, V. R. (2008). Learning to listen to children's mathematics. In D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (pp. 257-281). Rotterdam: Sense Publishers.

Even, R., & Tirosh, D. (1995). Subject-matter knowledge and knowledge about students as sources of teacher presentations of the subject-matter. *Educational Studies in Mathematics*, *29*, 1–20.

Graeber, A. O. (1999). Forms of knowing mathematics: what preservice teachers should learn. *Educational Studies in Mathematics*, 38(1-3),189-208.

Grossman, P. L. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College Press.

Gülden, D. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının limit ve süreklilik kavramlarına ilişkin pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hill, H., Ball, D. L., & Schilling, S. (2008). Unpacking 'pedagogical content knowledge': conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, *39*, 372-400.

Huckstep, P., Rowland, T., & Thwaites, A. (2006). The knowledge quartet: considering Chloe. In M. Bosch (Ed.) *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1568-1578). Barcelona, Spain: FUNDEMI IQS, Universitat Ramon Llull.

Kovarik, K. (2008). *Mathematics educators' and teachers' perceptions of pedagogical content knowledge* (Doctoral dissertation). Columbia University.

Kula, S. (2011). *Matematik öğretmen adaylarının dörtlü bilgi modeli ile alan ve alan öğretimi bilgilerinin incelenmesi: Limit örneği* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

Kula, S. ve Bukova Güzel, E. (2010). *Matematik Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgıları Bilgisinin İncelenmesi: Limit Örneği.* 9.Matematik Sempozyumu. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Leavit, (2008). *German mathematics teachers' subject content and pedagogical content knowledge* (Doctoral dissertation). University of Nevada, Las Vegas.

Lloyd, G. M., ve Wilson, M. (1998). Supporting innovation: The impact of a teacher's conceptions of functions on his implementation of a reform curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*, *29*(3), 248-274.

Magnusson, S., Borko, H., ve Krajcik, J. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In Gess-Newsome, J., & Lederman, N.G. (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: from a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.

Noss, R. ve Baki, A. (1996). Liberating school mathematics from procedural view. *Journal of Education Hacettepe University*, *12*, 179-182.

Petrou, M. (2009). Adapting the knowledge quartet in the cypriot mathematics classroom. *CERME 6: Conference Of The European Society For Research In Mathematics Education* (p. 385-394). N. 6, 2009. Proceedings. Lyon, França. Université de Lyon.

Roth, K.J., Givvin, K.B., Chen, C., Lemmens, M. & Garnier, H. (2010). *Pre-service teacher learning from online, videocase-based modules: Results from the Videocases for Science Teaching Analysis (ViSTA) study.* Paper presented at the annual meeting of the *National Association for Research in Science Teaching* (NARST), Philadelphia, PA.

Rowland, T. (2005). The Knowledge Quartet: A Tool for Developing Mathematics Teaching. In A. Gagatsis (Ed) *Proceedings of the Fourth Mediterranean Conference on Mathematics Education* (pp. 69-81) Nicosia, Cyprus: Cyprus Mathematical Society.

Rowland, T. (2007). Developing Knowledge for Mathematics Teaching: A Theoretical Loop. In S. Close, D Corcoran and T. Dooley (Eds.) *Proceedings of the Second National Conference on Research in Mathematics Education*, 13-26. Dublin: St Patrick's College.

Rowland, T. (2013). Responding to students' ideas. http://www.knowledgequartet.org/category/contingency/responding-to-students-ideas adresinden 20 Mayıs 2013 tarihinde erişilmiştir.

Rowland, T., & Turner, F. (2007). Developing and using the 'knowledge quartet': a framework for the observation of mathematics teaching. *The Mathematics Educator*, *10*(1), 107-124.

Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2003). The Knowledge Quartet. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 23(3), 97-102.

Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2004). Reflecting on Prospective Elementary Teachers' Mathematics Content Knowledge: The Case of Laura. In M. J. Høines and A. B. Fugelstad, (Eds.) *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 121-128). Bergen, Norway: Bergen University College.

Rowland, T., Huckstep, P., & Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: the knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255-281.

Rowland, T., Thwaites, A. and Jared, L. (2011) Triggers of contingency in mathematics teaching. In B. Ubuz (Ed.). *Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 73-80). Ankara, Turkey: PME.

Rowland, T., Turner, F., Thwaites, A., & Huckstep, P. (2009). *Developing Primary Mathematics Teaching: Reflecting on Practice with the Knowledge Quartet*. London: Sage.

Şahin, S., Atasoy, B. ve Somyürek, S. (2010). Öğretmen eğitiminde örnek olay yöntemi. *Sosyal Bilimler Dergisi. 9*(2). 253-277.

Schoenfeld, A. H. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, *4*(1), 1–94.

Schoenfeld, A. H. (2005, July). *Problem solving from cradle to grave*. Paper Presented at the Symposium 'Mathematical Learning From Early Childhood To Adulthood', Mons, Belgium.

Shulman, L. (1986). Those *who understand, knowledge growth in teaching*. *Educational Researcher*, *15*(2), 4–14.

Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, *57*(1), 1-22.

Sleep, L., & Ball, D. L. (2009). *What mathematical demands will tomorrow's teachers face?* http://www.pearsonschool.com/index.cfm?locator=PSZkWo adresinden 26 Kasım 2010 tarihinde erişilmiştir.

Thwaites, A., Huckstep, P., & Rowland, T. (2005) The Knowledge Quartet: Sonia's Reflections. In D. Hewitt and A. Noyes (Eds) *Proceedings of the Sixth British Congress of Mathematics Education* (pp.168-175). London: British Society for Research into Learning Mathematics.

Thwaites, A., Jared, L. and Rowland, T. (2011) Analysing secondary mathematics teaching with the Knowledge Quartet. *Research in Mathematics Education, 13*(2), 227-8

Tirosh, D., Even, R., & Robinson, N. (1998). Simplifying algebraic expressions: teacher awareness and teaching approaches. *Educational Studies in Mathematics, 35,* 51–64, 1998.

Toluk Uçar, Z. (2010, Mayıs). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel bilgileri ve öğretimsel açıklamaları. *9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu*, 261-264.

Turner, F. & Rowland, T. (2011). The Knowledge Quartet as an organising framework for developing and deepening teachers' mathematics knowledge. In T. Rowland & K. Ruthven (Eds) *Mathematical Knowledge in Teaching* (pp.195-212). New York: Springer.

Turner, F. (2007). Development in the mathematics teaching of beginning elementary school teachers: An approach based on focused reflections. *Proceedings of the Second National Conference on Research in Mathematics Education*, Mathematics in Ireland (Vol. 2, pp. 377-386) , Dublin: St Patrick's College

Turner, F. (2009, March). Developing The Ability to Respond to The Unexpected. Informal *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*. Paper presented in Cambridge.

Van Der Valk, T. A. E., & Broekman, H. H. G. B. (1999). The lesson preparation method: a way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education, 22*(1), 11-22.

Weston, T. (2013). Responding to the (Un)Availability of Tools and Resources www.knowledgequartet.org/433/rat-scenario-1-2/ adresinden 20 Mayıs 2013 tarihinde erişilmiştir.

Weston, T. L., Cleve, B. & Rowland, T. (2012). Developing an online coding manual for The Knowledge Quartet: An international project. In C. Smith (Ed.) *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics,* 32(3).