

Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel İletişimleri, Matematik ve Pedagoji Bilgileri

Prospective Middle School Mathematics Teachers' Mathematical Communication, Mathematical and Pedagogical Knowledge

Tangül KABAEL, Ayla ATA BARAN

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eskişehir, Türkiye

Makale Geliş Tarihi: 29.09.2016

Yayına Kabul Tarihi: 27.02.2017

Özet

Bu araştırmada ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel iletişimleri ve varsa matematik ve pedagoji bilgileri ile iletişim biçimleri arasındaki ilişkileri derinlemesine incelemek amaçlanmaktadır. Araştırmanın verileri klinik görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcıların gerçekleştirdikleri görüşme verileri odaksal ve etkileşimsel analiz yöntemleriyle, katılımcılar ile gerçekleştirilen görüşme verileri ise içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kurabilen öğretmen adayının güçlü cebirsel düşünme becerisine sahip olduğu ve pedagoji bilgisine ilişkin açıklamalarını kendi matematiksel anlamlandırmasına dayandırdığı görülmüştür. Ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kuramayan öğretmen adayının ise cebirsel muhakeme becerisinin zayıf olduğu ve pedagoji bilgisine ilişkin açıklamalarını dışsal kaynaklara dayandırdığı görülmüştür.

***Anahtar Kelimeler:** Matematiksel iletişim, matematik bilgisi, pedagoji bilgisi, ortaokul matematik öğretmen adayı*

Abstract

The purpose of this study was to investigate prospective teachers' mathematical communication and to explore whether there was a relationship between their forms of communication and mathematical and pedagogical knowledge. Data was collected through clinical interviews. Data related to participants' interviews was analyzed by focal and preoccupational analysis and data related to researchers' interviews was analyzed by content analysis. According to the findings the participant communicated effectively had strong algebraic thinking skill and her pedagogical explanations were based on her own mathematical understanding. The participant communicated ineffectively had poor algebraic thinking skill and her pedagogical explanations were based on external sources.

***Keywords:** Mathematical communication, mathematical knowledge, pedagogical knowledge, middle school mathematics teacher*

1. Giriş

Matematik eğitiminde temel bir süreç becerisi olarak matematiksel iletişim, öğrencilerin matematiği anlamlandırma süreçlerinde matematiksel düşüncelerini görünür kılmakta ve erken dönemlerden itibaren öğrencilerin matematiksel düşünme, muhakeme yapma ve problem çözme becerilerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Charlesworth, 2005; Griffin, 2004). Matematiksel iletişim becerisinin önemi ve öğrencilerde bu becerinin geliştirilmesi gerekliliği çok sayıda matematik eğitimcisinin önemle üzerinde durduğu bir konudur. Lee'ye (2006) göre matematiksel düşüncelerini açıkça ifade edebilmek öğrencilerin matematiği anlamlandırabilmelerini sağlamaktadır. Öğrenciler matematiksel düşüncelerini açıkça ifade edebilme becerisi kazandıktan sonra kendi düşünme süreçlerine ilişkin anlayışları da gelişmektedir. Barwell (2008) matematik öğrenme ve öğretmenin diğer disiplinlerden farklı olarak daha fazla dile dayalı bir süreç olduğunu belirtmekte ve bu süreçte matematiksel iletişim becerisinin öğretmenler ve öğrenciler tarafından kazanımını önemli görmektedir. Jung ve Reifel (2011) matematiksel iletişimi öğrencilerin kavramsal anlama, matematiksel düşünme, problem çözme ve muhakeme becerilerinin geliştirilmesinde temel unsurlardan biri olarak ele almaktadır. Bu anlamda etkili iletişim kurabilme hem bir öğrenme süreci hem de bir öğrenme çıktısı olarak nitelendirilmektedir.

Çağdaş matematik eğitimi yaklaşımlarının odağında yer alan matematiksel söylem topluluklarının oluşumu yani öğrenenlerin matematiksel söylemlerin katılımcısı olarak birbirlerinin öğrenmelerini desteklemesi ve bu doğrultuda matematiksel iletişim becerisi gelişimine odaklanılan öğrenme ortamları matematik öğretmenlerinin öğrencileri ile etkili iletişim kurabilmelerini gerektirmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin öğrencileri ile olan iletişimlerinin etkililiğinin belirlenmesinde çeşitli araştırmacılar tarafından benimsenmiş farklı perspektifler ile karşılaşmaktadır. Örneğin Brendefur ve Frykholm (2000) matematiksel iletişim düzeylerini a) tek yönlü iletişim, b) destekleyici iletişim, c) yansıtıcı iletişim ve d) öğretici iletişim şeklinde ele almıştır. Tek yönlü iletişim ağırlıklı olarak öğretmenin konuştuğu öğrencilerin ise öğretmeni dinlediği iletişim durumunu ifade etmekte iken destekleyici iletişimde öğretmen-öğrenci etkileşimi yalnızca öğretmenin dönüt ve düzeltmeleri ile sınırlıdır. Yansıtıcı iletişimde öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle matematiksel içeriği derinlemesine incelemek ve keşif yapmak amaçlı etkileşim kurmaları söz konusudur. Son olarak öğretici iletişim öğrencilerin matematiksel anlamalarında değişikliğe neden olan iletişim türünü ifade etmektedir. Benzer şekilde Hufferd-Ackles, Fuson ve Sherin (2004) matematik sınıflarında söylem topluluklarının oluşumuna yönelik olarak dört düzeyden bahsetmektedir. Sıfırıncı düzey öğretmenin otoriter olduğu ve öğrencilerin pasif kaldığı öğrenme ortamlarını temsil ederken, birinci düzey yine öğretmen merkezli olan fakat sınırlı düzeyde öğrenci katılımının gerçekleştiği öğrenme ortamlarını temsil etmektedir. İkinci düzeyde öğrenciler kendi matematiksel düşüncelerini açıkça ifade etmekte ve birbirlerinin matematiksel düşüncelerini sorgulamaktadır. Üçüncü düzeyde ise öğretmen daha geri plandadır ve öğrenciler kendi öğrenme sorumlulukla-

rını üstlenmektedir. Düzeyler ilerledikçe iletişimin odağında öğretmen değil öğrenciler yer almakta ve bir söylem topluluğunun oluşumu söz konusu olmaktadır. Sfard'a (2000) göre ise matematik öğretiminin amacı öğrenenlerin kendilerine özgü söylemlerini uzmanların söylemleri ile tutarlı bir hale getirmektir. Bu durum öğrenenlerin öğretmenleriyle ve birbirleriyle etkili iletişim kurabilmelerini gerektirmektedir. Bu bağlamda etkili iletişim, iletişim kuran tüm bireylerin kullanılmakta olan sözcükleri bilmeleri ve anlamlandırmaları ile mümkün olmaktadır (Sfard, 2001). Başka bir deyişle, Sfard'ın (2008) matematiksel bilişe iletişimsel yaklaşım çerçevesine göre etkili iletişim katılımcı söylemlerinin kasıtları ile bu kasıtların diğer katılımcılar tarafından yorumlanması arasındaki etkileşimi ifade etmektedir.

Matematiksel iletişimin etkililiği konusundaki söz konusu farklı perspektiflerin benimsendiği araştırmalar matematik öğretmenleri ya da öğretmen adaylarının matematiksel iletişim becerilerinin zayıflığını ortaya koymaktadır. Örneğin Morrissey (2011) öğretmen adaylarının matematiksel söylemlerinin incelenmesine yönelik çalışmasında Brendefur ve Frykholm'un çerçevesini benimsemiş ve öğretmen adaylarının matematiksel iletişimlerinin tek yönlü iletişim düzeyinde olduğunu ortaya koymuştur. Cazden (2001) matematik sınıflarındaki iletişimin öğrencilerin aktif katılımlarından uzak ve öğretmenin baskın olduğu türde olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı geleneksel öğretim ortamlarında sıklıkla karşılaşılan bu iletişimin 'öğretmenin soru sorması-bir öğrencinin yanıt vermesi-öğretmenin öğrenci yanıtını değerlendirmesi' sırasında gerçekleştiğini vurgulamıştır.

Öğretmenlerin matematiksel iletişimlerinin matematiksel alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisi ile ilişkili olduğuna dair ilgili alan yazında önemli vurgular ile karşılaşılmaktadır. Örneğin Brendefur ve Frykholm (2000) çalışmalarını yürüttükleri katılımcı öğretmenlerin sınıflarında gözlemlenen matematiksel iletişim türünün öğretmenlerin matematiksel alan bilgisi ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Sherin (2002) ise öğretmenin konu alanı bilgisinin matematiksel iletişim becerisi gelişiminde önemli bir unsur olduğuna dikkat çekmiştir. Martin, Polly, McGee, Wang, Lambert ve Pugalee (2015) ise matematiksel iletişim ile pedagojik alan bilgisi ilişkisine yönelik olarak öğretmenlerin öğrenim sürecinde kullandıkları matematiksel görevler ile soru sorma stratejilerinin sınıf içi matematiksel iletişimin türünü etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Silver ve Smith (1996) öğretmenlerin matematiksel söylem toplulukları oluşturabilmelerinde güçlü içerik ve pedagoji bilgisine sahip olmayı önemli bir gereklilik olarak ele almıştır. Ball (1990) ise söylem becerileri gelişiminin öğretmenlerin güçlü matematik bilgisi ve pedagojik alan bilgisine sahip olmalarına bağlı olduğuna dikkat çekmiştir. Bu kapsamda öğretmen adaylarının matematiksel iletişimleriyle matematik ve pedagoji bilgileri arasındaki ilişkinin incelenmesine odaklanan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Alan yazındaki bu eksiklik ve öğretmenlerin matematiksel iletişimleriyle matematik ve pedagoji bilgileri arasındaki ilişkinin önemi göz önünde bulundurulduğunda bu araştırmanın matematiksel iletişim alan yazına önemli katkı getireceği düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada ortaokul matematik öğret-

men adaylarının ortaokul öğrencileri ile iletişimleri ve matematik ve pedagoji bilgileri ile iletişim biçimleri arasında varsa ilişkileri derinlemesine incelemek amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen sorulara yanıt aranacaktır:

1. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının ortaokul öğrencileri ile iletişimlerinin etkililiği nasıldır?
2. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının klinik görüşme yaptıkları bağlama ilişkin matematik bilgileri nasıldır?
3. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının klinik görüşme yaptıkları bağlama ilişkin pedagoji bilgileri nasıldır?
4. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının iletişimlerinin etkililiği ile matematik ve pedagoji bilgileri arasındaki ilişki nasıldır?

2. Yöntem

Bu araştırmada ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel iletişimleri ve varsa matematik ve pedagoji bilgileri ile iletişim biçimleri arasındaki ilişkileri derinlemesine incelemek amaçlandığından çalışma nitel olarak desenlenmiştir.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını içeriğini ortaokul matematiğindeki cebirsel kavramlar, cebirsel muhakeme ve cebir dilinin gelişimi konularının oluşturduğu ve araştırmacılarından biri tarafından yürütülen bir seçmeli dersi alan iki ortaokul matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde gönüllülük esas kabul edilerek ölçüt örnekleme yöntemi benimsenmiştir. Bu kapsamda belirlenen ölçüt, öğretmen adaylarından birisinin (K2) gerçekleştirdiği klinik görüşmesinde ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kurarken diğersinin (K1) ise bu süreçte etkili iletişim kuramamış olması şeklindedir. Diğer yandan araştırmaya katılan ortaokul öğrencileri bir devlet okulunda 8. sınıfta öğrenim görmekte olan ve araştırmaya katılmaya gönüllü öğrenciler arasından seçilmiştir. Öğrenim düzeyi olarak 8. sınıfın seçilmesinin nedeni ise bu düzeyin cebirsel düşünme becerisi gelişimindeki rolü ve bu düzeyde öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerinin nispeten daha fazla gelişmiş olması beklentisidir.

Verilerin Toplanması

Öğretmen adaylarının öğrenciler ile iletişimleri bir 8. sınıf öğrencisi ile yaptıkları görüşmelerden elde edilen veriler yolu ile incelenmiştir. Bu amaçla araştırmacılar tarafından cebirsel ve niceliksel muhakemenin gelişimini desteklemeye yönelik olarak bir problem durumu oluşturulmuş ve öğretmen adaylarından öğrenciler ile söz konusu problemin çözüm sürecinde görüşme yapmaları istenilmiştir. Ders kapsamında verilen bu görev öncesinde öğrencilere klinik görüşme yöntemi konusunda eğitim verilmiş ve alan yazından problem çözme sürecinde yapılan çeşitli görüşme örnekleri öğrenciler ile incelenmiştir. Ayrıca yine ders kapsamında problem çözme sürecinde

cebirsal düşünmenin geliştirilmesine yönelik öğretmen rolleri ve özel olarak yönlendirici sorgulamalar tartışılmıştır. Öğretmen adayları gönüllü 8. sınıf öğrencilerinin aileleri ile görüşme onay formunun doldurulması için iletişime geçmişler ve ortalama 40 dakika süren görüşmelerini ses kayıt cihazı ile kayıt altına almışlardır. Öğretmen adaylarının mevcut problem durumu bağlamındaki matematik ve pedagoji bilgilerinin derinlemesine incelenmesi amacıyla ise kendileri ile yaklaşık 45 dakika süren klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte yararlanılan temel sorular için bir görüşme formu hazırlanmış, alt sorular ise katılımcı yanıtları doğrultusunda şekillenmiştir (Tablo 1). Hazırlanan soruların araştırma amaçlarına uygun ve anlaşılır nitelikte olup olmadığını değerlendirmesi için matematik eğitimi alanında bir uzmandan görüş alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda sorular tekrar gözden geçirilerek bazı düzenlemeler yapılmış ve sorulara son şekli verilmiştir.

Tablo 1. Görüşme formu içeriği ve örnek sorular

İçerik	Örnek Sorular
Matematik ve pedagoji bilgisine ilişkin sorular	Değişken kavramının matematiksel anlamı nedir? Bu kavramın farklı anlamları var mıdır? Varsa nelerdir? Bu problem ile öğrencilerde hangi bilgi ya da beceriler geliştirilmeye çalışılmaktadır? Öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin desteklenmesinde öğretmenlerin rolü nedir?

Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarının ortaokul öğrencileri ile yaptıkları klinik görüşmelerden elde edilen veriler Sfard'ın (2001) odaksal ve etkileşimsel analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının matematik ve pedagoji bilgilerinin incelenmesi amacı ile gerçekleştirilen klinik görüşme verilerinin analizinde ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Matematiksel İletişimin Etkililiğine İlişkin Kuramsal Çerçeve

Sfard'a (2000) göre eğer bir söylemin tüm katılımcıları ne hakkında konuşulduğu üzerinde hemfikir değiller ve sözcükleri aynı anlama gelecek şekilde kullanmıyorlar ise o zaman iletişimlerinin etkililiğinden söz edilemez. Sfard (2001) matematiksel söylemlerin katılımcıları arasındaki iletişimin etkililiğini belirleyebilmek amacıyla i) odaksal analiz (focal analysis) ve ii) etkileşimsel analiz (preoccupational analysis) şeklinde iki tür analizden söz etmektedir.

Sfard'a (2000) göre matematiksel bir söylemin i) ifade edilen odak (pronounced focus), ii) işaret edilen odak (attended focus) ve iii) kastedilen odak (intended focus) olmak üzere üç tür odağı bulunmaktadır. İfade edilen odak, katılımcının yazılı veya sözlü ifadelerinden; işaret edilen odak katılımcının yaptıklarından (bir şeye bakma, işaret etme gibi eylemler) oluşmaktadır. Kastedilen odak ise ifade edilen ve işaret edilen odakların bütüncül bir şekilde yorumlanması ile şekillenmektedir (Sfard, 2000).

Etkileşimsel analiz ise matematiksel söylemlerin katılımcılarının farklı iletişim kanalları arasında nasıl ve hangi düzeyde hareket ettiklerinin incelenmesini sağlayan bir analiz türüdür (Sfard ve Kieran, 2001). Etkileşimsel analizde kullanılan temel araç akış şemalarıdır (flow charts). Katılımcıların aralarındaki iletişimin etkililik derecesine karar verebilmek amacıyla geliştirilen akış şemaları katılımcıların karşılıklı iletişime açık olup olmadıklarına karar verilmesini sağlamaktadır. Bu analiz türünde ‘proaktif (ileriye yönelik)’ ve ‘reaktif (tepkisel)’ türde oklar kullanılmaktadır. Proaktif oklar bir katılımcının diğer(ler)inden yanıt/tepki beklediği durumları; reaktif oklar ise bu beklentinin karşılığı olarak bir yanıt/tepki verildiği durumları ifade etmektedir. Okların dikey veya çapraz olma durumları sırasıyla katılımcıların kendileri ile ve diğer katılımcılarla olan iletişimini yansıtmaktadır. Etkileşimsel analize ilişkin okların karakteristik özellikleri Şekil 1’de sunulmaktadır.

	Kişisel iletişim	Kişiler arası iletişim
Reaktif	↑ ○	↖ ○ ○ ↗
Proaktif	○ ↓	○ ↘ ○ ↙

Şekil 1. Akış şemasında kullanılan semboller

Katılımcıların Matematiksel İletişimlerinin Kuramsal Çerçeve Analizi

Öğretmen adaylarının öğrenciler ile gerçekleştirdikleri görüşmelere ilişkin odaksal analiz sürecinde öncelikle transkriptlere dayalı olarak katılımcı söylemlerinin ifade edilen odağı belirlenmiştir. Ardından öğretmen adaylarının doğrudan neye baktığına/ne yaptığına ilişkin bir kaydın olmaması nedeniyle işaret edilen odaklar katılımcı söylemlerindeki vurgu ve tonlamalar ile problem çözümünün yer aldığı dokümandaki yazılı söylemlere dayanılarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda işaret edilen odak, katılımcıların açık veya üstü kapalı eylemleri formatında sunulmuştur. Son olarak kastedilen odak ise ifade edilen ve işaret edilen odakların araştırmacılar tarafından yorumlanması ve anlamlandırılması çabası sonucunda şekillenmiştir. Diğer yandan görüşme verilerine ilişkin etkileşimsel analiz sürecinde odaksal analiz sonuçları doğrultusunda öğretmen adayları ile ortaokul öğrencilerinin iletişimine dair akış şemaları oluşturulmuştur.

3. Bulgular ve Yorumlar

K1’in gerçekleştirdiği klinik görüşmesinde ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kuramadığı tespit edilmiştir. Nitekim etkili iletişimin matematiksel söylemlere iştirak eden katılımcıların sözcük kullanımları arasındaki uyuma bağlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, katılımcı söylemlerinin birbirlerinin kasıtlarına göre şekillenmesi beklenmektedir. Bunun için bir katılımcının hem kendi matematiksel söylemlerinin açık ve anlaşılır olması hem de diğer katılımcının söylemlerindeki kastı doğru bir

şekilde anlayabilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda K1'in matematiksel söylemleri genellikle kastedilen matematiksel anlamı açıkça ortaya koymakta yetersiz kalmıştır. Araştırma kapsamında cebirsel ve niceliksel muhakemenin gelişimini desteklemeye yönelik olarak seçilen problem durumu bağlamında düşünüldüğünde katılımcı söylemlerinin nicelik ve nicelikler arası ilişkiyi vurgulamadığı görülmüştür. Aksine katılımcının öğrencide önemli kavram yanlışlarına ve nicelik-nesne karmaşası yaşamasına neden olabilecek türde söylemleri ile karşılaşmıştır. Diğer yandan, matematiksel düşüncelerini öğretmen adayına göre daha düzgün cümlelerle ortaya koyduğu görülen ortaokul öğrencisi zaman zaman “sefer sayısı”, “toplam ağırlık” gibi nicelikleri açıkça vurgulasa da öğretmen adayının bu söylemlere karşılık nicelikler yerine nesne kullanımı şeklindeki söylemlerini düzeltmediği ve öğrenci söylemlerini desteklemediği görülmüştür. Bu etkileşim bağlamında öğrencinin nicelikleri vurguladığı bu tür söylemler karşısında K1'in hatalı/eksik söylemleri öğrenci söylemlerini de olumsuz etkilemiş ve öğrencinin de K1'in söylemlerine benzer söylemlere sahip olduğu görülmüştür. Örneğin öğrencinin problem durumundaki bilinmeyen niceliği (tırların sefer sayısı) vurgularken öğretmen adayının nicelik yerine nesneyi (küçük tırı) vurguladığı ve bunun üzerine öğrencinin de söylemlerinde nesnenin kendisini yansıttığı bir alıntı aşağıda sunulmuştur.

Öğrenci: ...şimdi büyük tırın sefer sayısı 6.

K1: Evet, peki küçük tırı nasıl bulacağız o zaman?

Öğrenci: Küçük tırı da 15-6 yapacağız. Büyük tır 6, küçük tır 9.

K1: Evet, cevabımız bu yani?

Öğrenci: Evet.

Diğer yandan K1'in gerçekleştirdiği görüşme ortaokul düzeyindeki cebirsel bir problemin çözüm sürecine yönelik olduğundan katılımcıdan öğrencinin problemin çözümüne ilişkin bilişsel sürecini desteklemesi, matematiksel düşünme sürecini ve motivasyonunu bölmeksizin amacı doğrultusunda yönlendirici sorgulama yapması beklenmektedir. Oysaki K1'in öğrenci söylemlerinin ifade ve işaret edilen odaklarını problem durumu bağlamında yorumlayarak kastedilen odağı doğru bir şekilde belirleme konusunda da yetersiz olduğu görülmüştür. Aşağıda ortaokul öğrencisinin kurduğu denklemi 69'a eşitleyerek bilinmeyen (x) değerini bulmayı amaçladığı ancak K1'in öğrencinin kastını yanlış yorumladığı bir alıntı sunulmaktadır.

K1: Neden 3.(15-x) dedin?

Öğrenci: Çünkü küçük tır toplam 3 ton taşıyabiliyor. Kaç kez gittiğini bilmediğimiz için ona 15-x demiştik. Taşındığı ağırlık ile toplam gittiği seferi çarpıyoruz.

K1: 69'u bulmaya çalışıyorsun?

Öğrenci: Toplam ağırlık 69, evet.

Yukarıda sunulan alıntıdan da görüldüğü gibi bu katılımcı, öğrencinin cebirsel

ve niceliksel muhakeme gelişimini destekleyici sorular sormamış, yalnızca problem çözüme aşamalarını göz önünde bulundurarak öğrencinin problemi anlama durumu, probleme ilişkin çözüm aşamaları ve çözümün doğruluğunun değerlendirilmesine odaklanmıştır. Bu amaçla nasıl ve neden gibi sorularla öğrencinin probleme ilişkin çözüm yaklaşımını sorgulamaya çalışmış ancak öğrencinin içinde bulunduğu bilişsel süreci desteklemeye yönelik sorgulama yapmamıştır. Ayrıca bu katılımcının öğrencinin içinde bulunduğu problem çözüme aşaması için uygun olmayan ve gereksiz sorular yönlendirdiği, öğrencinin ise bu tür sorular karşısında “dediğim gibi”, “söylemişim zaten” gibi ifadelerle sahip olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak öğrenci ile etkili iletişim kuramadığı görülen katılımcının, gerçekleştirdiği klinik görüşmeden bir kesit Sfard’ın odaksal ve etkileşimsel analizi çerçevesinden bütüncül olarak incelendiğinde elde edilen bulgular şu şekildedir.

Öğrenci: Büyük tırın kaç kez gittiğine 15-x diyorduk. Küçük tırınki de x.

K1: Tamam.

Öğrenci: Tam tersi miydi yoksa?

K1: 15-x büyük tır.

Öğrenci: Küçük tıra diyoruz 15-x’i.

K1: Evet, küçük tıra diyorduk.

Öğrenci: Büyük tırın sefer sayısına x demiştik.

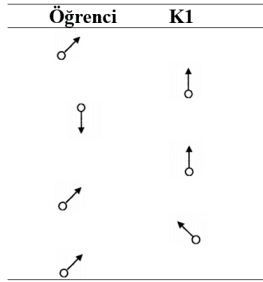
Tablo 2. Odaksal analiz

İfade edilen odak	Öğrenci		İfade edilen odak	K1	
	İşaret edilen odak	Kastedilen odak		İşaret edilen odak	Kastedilen odak
[büyük tırın kaç kez gittiği] [küçük tırınki]	-	Büyük tırın sefer sayısı Küçük tırın sefer sayısı	-	-	-
-	-	-	[büyük tır]	-	Büyük tır
[küçük tır]	-	Küçük tırın sefer sayısı	-	-	-
-	-	-	[küçük tır]	-	Küçük tır
[büyük tırın sefer sayısı]	-	Büyük tırın sefer sayısı	-	-	-

Odaksal analiz sonuçlarına göre (Tablo 2) K1’in ve ortaokul öğrencisinin ifade edilen odakları aynı olan matematiksel söylemlerinin kastedilen odaklarının farklı olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle aynı sözcüklerin farklı anlamlara karşılık gelecek şekilde kullanımı söz konusudur. Bu bağlamda öğrencinin süreklilik gösteren bir kastedilen odağa sahip olmasına karşın K1’in öğrenci söylemlerini hatalı bir şekilde yorumlayarak yeni bir kastedilen odak inşa ettiği görülmektedir.

Görüşme kesitine ilişkin etkileşimsel analiz sonuçları incelendiğinde (Şekil 2)

K1'in kanalındaki okların yönleri ağırlıklı olarak dikey yönde olduğundan katılımcının genel olarak kendi kanalında hareket ettiği ve görüşme sürecini öğrencinin matematiksel düşünme sürecine göre şekillendiremediği görülmektedir. Nitekim öğrenci kanalındaki proaktif oklara karşılık K1'in kanalı daha fazla reaktif ok içermektedir. Bir başka deyişle, K1'in söylemleri öğrenci kasıtlarına yanıt niteliğinde değildir. Sonuç olarak katılımcı kanallarındaki okların yönüne göre iletişimin etkililiği farklılaştığından ve öğrenci kanalı ağırlıklı olarak çapraz yönde oklara sahip olduğundan etkileşimsel analiz sonuçları Şekil 2'deki gibi elde edilmiştir.



Şekil 2. Etkileşimsel analiz

Matematik ve pedagoji bilgisine ilişkin sorgulandığında ilk olarak katılımcıdan verilen problemi çözmesi istenmiştir. K1'in öncelikli yaklaşımı nicelik ve nicelikler arası ilişkiyi belirlemeden doğrudan sembol atama şeklinde olmuştur. K1'in problem durumu bağlamında bilinmeyen olarak belirlediği nicelik hatalı olmuş ve buna bağlı olarak K1 kurduğu denklemi anlamlandıramamıştır. Bunun üzerine deneme yanılma stratejisine başvurmuş ve problemin doğru sonucuna ancak bu şekilde ulaşabilmiştir.

Cebirsel muhakemenin gelişmesinde önemli birer unsur olan niceliklerin belirlenmesi ve nicelikler arası ilişkinin incelenmesindeki söz konusu eksikliği K1'in cebirsel muhakeme zayıflığını açıkça ortaya koymuştur. Nitekim K1'in gerçekleştirdiği görüşmede öğrencinin cebirsel ve niceliksel muhakeme gelişimini destekleyici bir sorgulama yapamadığı ve söylemlerinde nicelikleri vurgulamadığı görülmüştür.

Cebir bağlamındaki matematik bilgisi incelendiğinde katılımcının değişken kavramını "durumdan duruma değişen nitelik ve özellikler" şeklinde açıklayarak kavramın matematiksel anlamından uzaklaştığı ve kavramı yalnızca ana dildeki karşılığı ile tanımladığı görülmüştür. Aşağıda katılımcının değişken kavramına ilişkin olarak yaşadığı kavram karmaşasını yansıtan örnek görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: $(x-a)^2 = x^2 - 2ax + a^2$ ifadesindeki değişken(ler)i belirleyebilir misin?

K1: ...aslında şöyle baktığımızda direkt x 'e değişken derim ama tanıma göre bakınca da a sürekli değişken değerler alıyor. O yüzden a değişken diyorum.

Araştırmacı: x ne oluyor o zaman?

K1: x de değişken...

Problem durumu bağlamındaki matematiksel bilgisine ilişkin diğer sorgulamalarda ise katılımcının açıklamalarını dışsal kaynaklara dayandırdığı görülmüştür. K1 matematiksel değişken türlerini “değişkenler ikiye ayrılıyordu”, “yer tutucu her bir değeri alabilirdi”, “denklemlerdeki bilinmeyendi” gibi ifadelerle açıklamaya çalışmıştır. Görüldüğü gibi katılımcı söylemleri lisans öğreniminde almış olduğu derslerden çağırıldığı ezber bilgileri yansıtmıştır. Problem bağlamındaki pedagoji bilgisine ilişkin sorgulandığında da katılımcının aritmetik ve cebir bilgisi ile aritmetikten cebire geçiş dönemi ve bu geçişin desteklenmesinde öğretmenlerin sorumlulukları konusundaki açıklamalarını da yine dışsal kaynaklara dayandırdığı görülmüştür. K1’in aritmetikten cebire geçiş sürecinde değişkeni nasıl ele alacağına ilişkin açıklamalarını almış olduğu dersteki bilgilerine dayandırdığı görüşleri aşağıdaki gibidir.

K1: Bence o kutucuklar çok mantıklı. Çünkü ilk başta çocuklar x ve y 'yi gördüklerinde çok zorlanıyorlarmış. Hatta kullanmak istemiyorlarmış o dönemde. Örneğin bu soruyu anlatırken bu yuvarlak olsa bu kare olsa bunların toplamları 15 olsa denilebilir. Cebir dönemine geçişte yuvarlak, kutu falan kullanılabilir.

K1'in aksine diğer katılımcı olan K2'nin gerçekleştirdiği klinik görüşmesinde ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kurabildiği görülmüştür. Öğrencinin söz konusu problemin çözüm sürecinde bilinmeyen niceliği hatalı olarak belirlemesi ve buna bağlı olarak ortaya koyduğu hatalı söylemler karşısında K2 öğrencide çelişki yaratarak bilinmeyen niceliği doğru bir şekilde belirlemeye yönlendirmiştir. Bu amaçla katılımcının öğrenci söylemlerinin kasıtlarını anlamlandırarak bu doğrultuda yönlendirici sorular sorabildiği görülmüştür. Bu süreçte öğrenci söylemlerinin kastedilen odağı katılımcı söylemlerinin ifade edilen odağını oluşturmuştur. Başka bir deyişle K2, öğrencinin hatalı ya da eksik söylemlerine “... demek istiyorsun”, “sanırım ... kastediyorsun” gibi ifadelerle dönüt vermiştir.

K2: Peki sen bu sorunun cevabında neyi bulmuş olacaksın?

Öğrenci: x ve y 'nin kaç kere gidip geldiklerini, hepsinin ayrı ayrı tabii ki.

K2: Ama sen x ve y 'ye ne demiştin peki?

Öğrenci: x 'e büyük tır, y 'ye küçük tır demiştim.

K2: Tırların sayısı demek istiyorsun.

Bunun yanı sıra katılımcının problem durumu bağlamındaki matematiksel söylemlerinde nicelikleri açıkça vurgulaması öğrenci söylemlerini de olumlu etkilemiştir. Bilinmeyen niceliği belirleme ve sembol atamaya ilişkin olarak başlangıçta hatalı/eksik söylemler sergileyen öğrenci, katılımcının başarılı yönlendirmesi sonucunda söylemlerini matematiksel anlamı ve kasıtlarını yansıtan bir yapıya taşıyabilmiştir.

Sonuç olarak öğrenci ile etkili iletişim kurabilen K2'nin öğrencinin bilinmeyen nicelik olan tırların sefer sayısını değişken olarak belirlemeye yönlendirme sürecinden bir kesite ilişkin odaksal ve etkileşimsel analiz bulguları şu şekildedir.

K2: Sen burada bilinmeyene ne diyorsun?

Öğrenci: x ve y .

K2: Tamam ama neye göre diyorsun?

Öğrenci: Tırların sayısına göre, büyük tırın ve küçük tırın sayısına göre.

K2: Ama sana soruda neyi soruyor?

Öğrenci: Kaç kere gidip geldikleri.

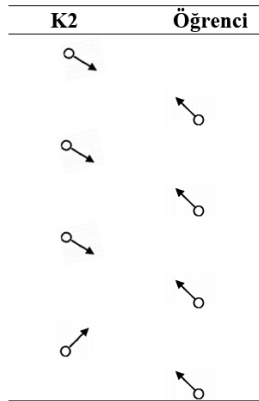
K2: Evet, biz bulacağımız şeylere x ve y diyoruz değil mi?

Öğrenci: O zaman x büyük tırın gidiş sayısı, y de küçük tırın gidiş sayısı.

Tablo 3. Odaksal analiz

İfade edilen odak	Öğrenci		K2		
	İşaret edilen odak	Kastedilen odak	İfade edilen odak	İşaret edilen odak	Kastedilen odak
[x ve y] [büyük tırın ve küçük tırın sayısı]	-	Tır sayıları	-	-	-
-	-	-	[x ve y]	-	Tırların sefer sayısı
[x ve y]	-	Tırların sefer sayısı	-	-	-

Odaksal analiz sonuçlarına göre (Tablo 3) K2 ve öğrenci söylemlerinin başlangıçta farklılık gösteren kastedilen odakları görüşme ilerledikçe aynılaşmıştır. Bir başka deyişle öğrencinin kastı problem durumu bağlamında hatalı iken süreç içerisinde değişerek olması gereken anlamı yansıtmıştır. Dolayısıyla aynı sözcükler aynı anlama karşılıklı gelecek şekilde kullanılmaktadır.



Şekil 3. Etkileşimsel analiz

Etkileşimsel analiz sonuçlarına göre (Şekil 3) ise reaktif bir okun ardından proaktif bir okun geldiği görülmektedir. Bu durum katılımcıların kendi kanalları dışına çıkarak karşılıklı iletişim içinde olduklarını ve K2'nin görüşme sürecini öğrencinin

matematiksel düşünme sürecine göre şekillendirdiğini açıkça göstermektedir.

Problem durumu bağlamındaki matematik ve pedagoji bilgisinin sorgulandığı görüşme sürecinde K1 ile gerçekleştirilen görüşmede olduğu gibi ilk olarak katılımcıdan problemi çözmesi istenmiştir. K2 problemi nicelik ve nicelikler arası ilişkiye odaklanarak çözebilmiş ve çözüm sürecinde güçlü cebirsel düşünme becerisine sahip olduğunu yansıtmıştır. Bunun yanı sıra K2'nin problem çözme sürecindeki matematiksel söylemleri incelendiğinde bu söylemlerin kastedilen matematiksel anlama işaret ettiği görülmüştür. Çözüm sürecinde nicelikleri ve ilişkileri araştırmacılar tarafından herhangi bir yönlendirme yapılmaksızın belirleyebilmiş ve bu ilişkilere karşılık gelen cebirsel eşitliği kendisi oluşturabilmiştir.

Değişken kavramının matematiksel anlamına ilişkin olarak sorgulandığında ise kavramı formal biçimde tam olarak tanımlayamasa bile uygulamadaki kullanım biçimini yorumlayarak açıklamaya çalışmıştır. Bu kapsamda değişkeni “farklı değerler alabilen sembol” olarak tanımlayan K2, bilinmeyeni ise “tek bir değer alan sembol” şeklinde açıklamış ve bilinmeyen-değişken karmaşasına sahip olduğunu yansıtmıştır. K2'nin bilinmeyen-değişken karmaşasını yansıtan örnek görüşleri aşağıdaki gibidir.

K2: ... burada x, y değişken olmuyor, bilinmeyen oluyor. Çünkü tek bir değer alıyor. Her bilinmeyen sonuçta farklı değer alacak diye bir şey yok...

Problem bağlamındaki pedagoji bilgisine ilişkin sorgulandığında ise katılımcının aritmetik ve cebir bilgisi ile aritmetikten cebire geçiş dönemi ve bu geçişin desteklenmesi konularındaki pedagojik bilgisinin zayıf olduğu görülmüştür. K2 aritmetik ve cebir döneminin özellikleri ve geçiş sürecinin desteklenmesine yönelik yeterli açıklama yapamasa da bu bağlamda pedagojik açıdan sorgulandığında öğrenciyi desteklemeye katkıda bulunacak açıklamalar yapmıştır. Bu açıklamalarında bilinmeyen niceliklerin belirlenmesi ve değişken kavramının yapılandırılmasına yönelik sorgulamalar yansıtmıştır. Nitekim K2 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirdiği klinik görüşmede de öğrencinin cebirsel düşünmesini destekleyici ve öğrencinin kasıtları doğrultusunda yönlendirici sorular sorabilmiştir. Dolayısıyla K2'nin pedagojik yaklaşımı ile gerçekleştirdiği klinik görüşme arasında bir paralellik söz konusudur. K2 aritmetikten cebire geçiş sürecinde neleri neden sorgulaması gerektiğini aşağıda sunulan örnek ifadelerle açıklamıştır.

K2: Problemden bizden ne isteniyor diye sorarım. Bunu bilmiyoruz buna bir şey söylemek istesek ne diyebiliriz? Küçük tırın sefer sayısına yuvarlak desek sizce olur mu? Büyük tırınkine de kare desem? Yani böyle anlatırdım...

Özetle, katılımcıların birer ortaokul öğrencisi ile cebirsel bir problemin çözüm sürecine yönelik olarak gerçekleştirdikleri klinik görüşme sürecinde K2 problem durumu bağlamında öğrenci söylemlerindeki kasıtları görebilmiş ve bu doğrultuda yönlendirici sorgulama yapabilmiştir. Böylece süreç içerisindeki hatalı öğrenci söylemlerini düzeltebilmiştir. K1 ise öğrenci söylemlerinin kasıtlarını anlamlandırmada

güçlük çekmiş, dolayısıyla öğrencinin bilişsel sürecini desteklemeye yönelik sorular soramamıştır. Diğer yandan her iki katılımcının problem durumu bağlamındaki matematik ve pedagoji bilgilerinde eksiklikler olduğu görülse de K1 açıklamalarını dışsal kaynaklara K2 ise kendi matematiksel anlamlandırmasına dayandırmıştır.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel iletişimleri ile matematik ve pedagoji bilgilerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. K1'in gerçekleştirdiği klinik görüşmesinde ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kuramadığı, K2'nin ise etkili iletişim kurabildiği görülmüştür. Bu bağlamda K1'in matematiksel söylemleri genellikle kastedilen matematiksel anlamı açıkça ortaya koymakta yetersiz kalmıştır. K1 aynı zamanda öğrenci söylemlerinin ifade edilen ve işaret edilen odaklarını problem durumu bağlamında yorumlayarak kastedilen odağı doğru bir şekilde belirleme konusunda da yetersiz kalmıştır. Dolayısıyla bu katılımcı görüşme sürecinde öğrencinin cebirsel ve niceliksel muhakeme gelişimini destekleyici sorular soramamıştır. Buna karşın K2'nin matematiksel söylemlerinin ise genellikle kasıtlarını yansıtır nitelikte olduğu görülmüştür. Ayrıca K2 öğrenci söylemlerinin kasıtlarını anlamlandırabilmiş ve bu doğrultuda yönlendirici sorular sorabilmiştir. Bu sonuç K1'in matematiksel iletişiminin Brendefur ve Frykholm'un (2000) destekleyici iletişim olarak adlandırdığı iletişim türünde olduğunu, K2'nin matematiksel iletişiminin ise yansıtıcı iletişim olarak nitelendirilebileceğini göstermektedir. Matematiksel iletişimin etkililiğine ilişkin bu sonuçların öğretmen adaylarının sınıf içi iletişimlerinin türü ve etkililiğine dair önemli birer ipucu niteliğinde olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kurabilen öğretmen adayının, sınıf içi öğrenme ortamlarında da öğrenci söylemlerini analiz ederek kasıtlarını anlamlandırabileceği ve bu doğrultuda öğrencilerin bilişsel süreçlerini destekleyici, yönlendirici sorgulamalar yapabileceği düşünülmektedir. Nitekim Moyer ve Milewicz (2002) matematiksel iletişimin etkililiğinin sağlanmasında öğrenci yanıtını anlama, yorumlama, öğrencilerin nasıl düşündüklerini ve muhakeme ettiklerini kavramayı gerektiren sorgulama biçiminin öneminden söz etmektedir. Benzer şekilde Hufferd-Ackles, Fuson ve Sherin (2004) öğrencileri matematiksel söylem topluluklarının aktif birer üyesi yapabilmek için öğretmenlerin öğrencilerin nasıl düşündüklerini derinlemesine anlamlandırmaya yönelik sorular sormaları gerektiğini vurgulamaktadır.

Araştırmanın bir diğer sonucu öğretmen adaylarının problem durumu bağlamındaki matematik ve pedagoji bilgilerinin de birbirinden farklı olmasıdır. Bu bağlamda klinik görüşmesinde ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kuramayan K1 problem çözme sürecinde niceliklerin belirlenmesi ve nicelikler arası ilişkinin incelenmesine dair bilgi eksikliğini yansıtarak cebirsel muhakeme zayıflığını açıkça ortaya koymuştur. Ayrıca K1 pedagoji bilgisine ilişkin açıklamalarını ise dışsal kaynaklara dayandırmıştır. Buna karşın klinik görüşmesinde ortaokul öğrencisi ile etkili iletişim kuran K2 problem çözme sürecinde nicelik ve nicelikler arası ilişkiye odaklanarak güçlü cebir-

sel düşünme becerisine sahip olduğunu yansıtmıştır. Son olarak her ne kadar pedagoji bilgisinde eksiklikler olduğu görülse de K2'nin açıklamalarını dışsal kaynaklara değil kendi matematiksel anlamlandırmasına dayandırdığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda öğretmen adaylarının matematik ve pedagoji bilgilerinin iletişimlerinin etkililiğinde belirleyici birer unsur olduğu düşünülmektedir. Brendefur ve Frykholm'un (2000) tek yönlü iletişim anlayışını benimseyen öğretmen adayının matematiksel alan bilgisinde eksiklikler olduğu; daha üst düzey bir iletişim türü olarak destekleyici ya da yansıtıcı iletişim anlayışını benimseyen öğretmen adayının ise matematiksel alan bilgisinin daha yeterli olduğu şeklindeki bulgusu bu araştırmadan elde edilen sonuç ile tutarlılık göstermektedir. Yackel, Cobb ve Wood (1990) kısa olarak bakılabilecek bir süreli mesleki deneyime sahip bir öğretmenin konu alanı bilgisinin ve öğrencileri dinleme, gözlemlene ve düşüncelerini sorgulamaya odaklanmasının öğrencilerin nasıl düşündüklerini anlama ve dolayısıyla öğrencileri ile iletişimini önemli ölçüde etkilediğini belirtmiştir. Blanke (2009) ise bir öğretmenin matematiksel kavram bilgisindeki eksikliklerin söylem topluluğu oluşturma isteği karşısında bir engel teşkil edebileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda alan yazındaki söz konusu bu vurgular öğretmen adaylarının matematik ve pedagoji bilgilerinin iletişimlerinin etkililiğinde belirleyici birer unsur olduğu düşüncesini destekler niteliktedir.

Son olarak araştırmadan elde edilen sonuçlar daha çok sayıda öğretmen adayının katılımı ile gerçekleştirilecek olan benzer çalışmalar ile matematik öğretmenlerinin matematik ve pedagoji bilgileri ile iletişim becerileri arasındaki ilişkilerin inceleneceği araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5. Kaynakça

- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90(4), 449–466.
- Barwell, R. (2008). Discourse, mathematics and mathematics education. In N. H. Hornberger (Ed.), *Encyclopedia of language and education* (pp. 317-328). New York: Springer
- Blanke, B. L. (2009). *Understanding mathematical discourse in the elementary classroom: A case study* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses Database. (Document ID 3352007).
- Brendefur, J., & Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: Two pre-service teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 125-153.
- Cazden, C. B. (2001). *Classroom Discourse: The Language of Teaching and Learning*, (2nd ed.), Portsmouth, NH: Heinemann.
- Charlesworth, B. (2005). Prekindergarten mathematics: Connecting with national standards. *Early Childhood Education Journal*, 32(4), 229–236
- Griffin, S. (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 173–180.
- Hufferd-Ackles, K., Fuson, K. C., & Sherin, M. G. (2004). Describing levels and components of a math-talk learning community. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35 (2),81-116.

- Jung, H. Y., & Reifel. S. (2011). Promoting children's communication: A kindergarten teacher's conception and practice of effective mathematics instruction. *Journal of Research in Childhood Education*, 25, 194-210.
- Lec, C. (2006). *Language for Learning Mathematics - Assessment for Learning in Practice*. Buckingham: Open University Press.
- Morrissey, R. (2011). An examination of the discourse in a graduate mathematics methods course. *Dissertations, Theses and Capstone Projects*. Paper 432.
- Moyer, P. S., & Milewicz, E. (2002). Learning to question: Categories of questioning used by pre-service teachers during diagnostic mathematics interviews. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, 293-315
- Sfard, A. (2000). Steering (dis)course between metaphor and rigor: Using focal analysis to investigate the emergence of mathematical objects. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31 (3), 296-327.
- Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communication to learn more about mathematical learning. *Educational Studies in Mathematics*, 46 (1-3), 13 – 57.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses and mathematizing*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Sfard, A., & Kieran, C. (2001). Preparing teachers for handling students' mathematical communication: Gathering knowledge and building tools. In F. L. Lin & T. J. Cooney (Eds.), *Making sense of mathematics teacher education* (pp. 187-205). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Silver, E. A., & Smith, M. S. (1996). Building discourse communities in mathematics classrooms: A worthwhile but challenging journey. In P. C. Elliot & M. J. Kenney (Eds.), *Communication in mathematics, K-12 and beyond* (pp. 20-28). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Yackel, E., Cobb, P., & Wood, T. (1990). The interactive constitution of mathematical meaning in one second grade classroom: An illustrative example. *Journal of Mathematical Behaviour*, 11(2), 469-488.
- Yıldırım, H. ve Şimşek, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin.

Extended Abstract

Mathematical communication has been recognized as a process skill that enables learners to make their mathematical thinking visible. The communication process also helps develop students' mathematical thinking, mathematical reasoning and problem solving skills from the early grades (Charlesworth, 2005; Griffin, 2004). The importance of mathematical communication process is emphasized in mathematics curricula of high performing countries in international assessments like PISA and TIMSS. Therefore, developing mathematical communication skill both orally and in writing is an important outcome of mathematics learning. Besides, it is emphasized that there is a connection between developing students' mathematical communication skills and their achievement in mathematics. For this reason, it is important for teachers to create mathematical discourse communities in mathematics classrooms. Creating mathematical discourse communities requires learning environments in which students support each other's learning and communicate with other students and with the teacher effectively. Effective communication was defined by some

researchers differently. For example, according to Sfard's (2000) communicational approach to cognition the communication will not be regarded as effective unless all the participants seem to know what they are talking about and feel confident that all the parties involved refer to the same things when using the same words. On the other hand, it is emphasized that teachers' robust knowledge of mathematics and pedagogy effects creating mathematical discourse communities. In this regard, the purpose of this study was to investigate prospective middle school mathematics teachers' communication with middle school students and to explore whether there was a relationship between prospective teachers' forms of communication and their mathematical and pedagogical knowledge.

The study was designed as qualitatively in which the data was collected through clinical interviews. Firstly, prospective teachers interviewed with one eighth grade middle school student. In this way it was aimed to investigate their mathematical communication. For this purpose, a problem statement that supports developing students' algebraic and quantitative reasoning was written by the researchers. Then prospective teachers interviewed with the students about their problem solving processes. Secondly the researchers interviewed with prospective teachers to investigate their mathematical and pedagogical knowledge. The participants of this study were two prospective middle school mathematics teachers. Data related to participants' clinical interviews with students was analyzed qualitatively by using focal and preoccupational analysis technique (Sfard, 2000) and data related to researchers' clinical interviews with the participants was analyzed by content analysis (Yıldırım & Şimşek, 2010). According to Sfard (2000) effectiveness of communication is determined by the degree of clarity of discursive focus presented in the communication. Based on this assumption, Sfard (2000) distinguished three components of discursive focus as i) pronounced focus, ii) attended focus and iii) intended focus. However focal analysis doesn't give any information about the reason of why the communication is effective or not. Therefore, preoccupational analysis is used to get a deeper insight into the participants' interactions. Preoccupational analysis deals with the question of how the participants of a conversation move between different channels of communication (Sfard & Kieran, 2001).

According to the findings, one of the participants communicated with the middle school student effectively and the other participant's communication was ineffective. In this regard mathematical discourse of the participant whose communication was ineffective generally didn't reflect the intended mathematical meaning explicitly. Besides, she couldn't determine intended focus of the student's mathematical discourse. Therefore, their utterances were built around different pronounced foci and the participant couldn't ask guiding questions that support development of the student's algebraic and quantitative reasoning. On the other hand, mathematical discourse of the participant whose communication was effective reflected the intended mathematical meaning explicitly. Moreover, she could understand the intentions of middle school student's mathematical discourse and asked guiding questions. It is believed that the prospective teacher who could communicate effectively will be able to analyze her students' mathematical discourse and ask questions to support their cognitive processes. Another finding of this study was that the participants' mathematical and pedagogical knowledge were different from each other. That is, the participant who communicated effectively also had strong algebraic thinking skill and her pedagogical explanations were based on her own mathematical understanding. On the other hand, the participant who communicated ineffectively had poor algebraic thinking skill and her pedagogical explanations were based on external resources. This result of the study support Brendefur and Frykholm's (2000) conclusion that mathematical content knowledge plays a role in the kinds of communication strategies student teachers implemented in the classroom. Consequently, the results obtained from this study showed that there is a relationship between prospective teachers' forms of communication and their mathematical and pedagogical knowledge.