



Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel İletişim Becerilerinin Gelişimine Yönelik Farkındalıklarının İncelenmesi

Investigation of Mathematics Teachers' Awareness of Developing Mathematical Communication Skills

Tangül Kabael, Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, tuygur@anadolu.edu.tr
Ayla Ata Baran, Arş. Gör., Anadolu Üniversitesi, aabaran@anadolu.edu.tr

ÖZ. Bu araştırmanın amacı matematik öğretmenlerinin öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin gelişimine ilişkin farkındalıklarını incelemektir. Araştırma nitel türde bir araştırmadır ve araştırma verileri matematik öğretmenleri ile klinik görüşmeler yapılarak toplanmıştır. Araştırmanın katılımcıları on ortaokul matematik öğretmenidir. Yapılan görüşmelerin analizinde Miles ve Huberman'ın (2015) üç aşamalı nitel veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda katılımcı öğretmenlerin tamamının matematiğin bir dil oluşuna ilişkin farkındalığa sahip oldukları görülmüştür. Katılımcılardan yalnız ikisinin bir dil olmanın gerektirdiği temel unsurlar ve yapısal özellikler bağlamında kapsamlı açıklamaları olmuştur. Katılımcıların hepsinin matematik dilinin etkin kullanımını önemsedikleri, bu dili derslerde doğru ve etkili bir şekilde kullanarak öğrencilerine örnek olmaları gerektiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Katılımcıların matematik dilinin etkin kullanımını önemsemelerine karşın öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesi konusunda ise hiçbirinin farkındalık sahibi olmadıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler. Matematik Dili, Matematiksel İletişim, Ortaokul Matematiği

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate mathematics teachers' awareness of developing students' mathematical communication skills. The study was designed qualitatively in which the data was collected through clinical interviews. The participants of this study was ten middle school mathematics teachers. Data was analyzed qualitatively by using qualitative data analysis technique that consists of three phases suggested by Miles and Huberman (2015). According to the findings, all the participants were aware that mathematics is a language. However, just two of them were adequate in explaining the properties and structure of this language by addressing its syntax and semantics. Another finding of this study was that all the participants believed that mathematics teachers must be a model for their students by using the language of mathematics effectively. Besides this the participants were lacking of what their responsibilities are about developing students' mathematical communication skills.

Keywords. The Language of Mathematics, Mathematical Communication, Middle School Mathematics

SUMMARY

Purpose and Significance: Mathematical communication is a key part of students' learning. Moreover, mathematical communication enables learners to make their mathematical thinking visible. Besides that, challenging students to communicate both orally and in writing in mathematics help deepen their conceptual understanding, improve mathematics performance and reduce anxiety towards mathematics. Hence, developing communication skills in mathematics is considered as an important outcome of mathematics education. When the importance of developing students' mathematical communication skills is considered, mathematics teachers' responsibilities and their awareness of these responsibilities come into question. In this regard the purpose of this study was to investigate mathematics teachers' awareness of developing students' mathematical communication skills.

Methodology: The study was designed qualitatively in which the data was collected through clinical interviews. Clinical interviews were conducted with ten middle school mathematics teachers. Clinical interviews were nearly fifty minutes long and videotaped by a camera. Data was analyzed by using qualitative data analysis technique that consists of three phases suggested by Miles and Huberman (2015).

Results: The findings revealed that all the participants were aware of that mathematics is a language. However, just two of them were adequate in explaining the properties and structure of this language. Another finding of this study was that all the participants believed that being a model by using the language of mathematics effectively ensure to develop students' skills to use the language of mathematics. Although the participants endorse the efficient use of the language of mathematics, they were lacking of what their responsibilities are about developing students' mathematical communication skills. Finally, there has been no awareness on the issues that mathematical communication is one of the basic skills and there are some indicators of development of this skill in middle school mathematics curriculum.

Discussion and Conclusion: It is concluded that all the participants were aware of that mathematics is a language. However, they paid insufficient attention to instructional strategies for developing students' mathematical communication skills. This result of the study supports Gray's (2004) conclusion that mathematics teachers generally focus solely on mathematical concepts and ignore the mathematical communication skills since they expect students learn to communicate mathematically by exposure. The results obtained from this study showed that, although the middle school mathematics curriculum was recently updated, it should be revised and mathematical communication skills and mathematical content should be integrated with each other. Indeed, the participants' awareness of developing students' mathematical communication skills was quite poor. Moreover, the participants were not even aware of the objectives of mathematical communication skills in the curriculum.

GİRİŞ

Matematiksel iletişim, öğrencilerin matematiği anlamlandırma süreçlerinde matematiksel düşüncelerini görünür kılan ve matematiksel kavramlar ile bütüncül olarak geliştirilmesi gereken bir süreç becerisidir. Matematiksel iletişim becerisi bireylerin düşüncelerini açıkça ifade edebilmeleri, diğer bireylerin düşüncelerini anlamlandırabilmeleri ve bu süreçte matematik dilini doğru ve etkili bir şekilde kullanabilmelerini ifade etmektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). OECD'ye (2013) göre ise matematiksel iletişim becerisi, öğrencilerin matematiksel problem durumlarını anlamlandırma ve çözüm sürecine ilişkin açıklama ve gerekçelendirmelerini açık bir şekilde ifade edilebilmeleri sürecini kapsamaktadır. Öğrencilerin öğretmenleriyle veya birbirleriyle olan sözlü ve yazılı iletişim türlerini kapsayan matematiksel iletişim becerisinin geliştirilmesi matematik öğreniminin önemli bir çıktısını oluşturmaktadır. Bu anlamda matematik dili, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini etkin bir şekilde sunmalarında ve öğrenci öğrenmelerinin değerlendirilmesindeki en temel araçtır (Martinez, 2001). Başka bir deyişle, matematik dili matematiksel iletişim kurma, matematiksel düşünme ve matematiksel kavramların öğretim sürecinde kullanılan bir araç rolündedir (Mercer & Sams, 2006; Jamison, 2000).

Matematiksel iletişim becerisinin önemi ve öğrencilerde bu becerinin geliştirilmesi gerekliliği pek çok matematik eğitimcisi tarafından sıklıkla vurgulanmaktadır. Monroe ve Orme (2002) öğrencilerin matematiği günlük yaşamları ile ilişkilendirebilmelerinde matematiksel iletişimin önemli rol oynadığını belirtmektedir. Chard'a (2003) göre matematik dilini anlamak öğrencilere matematiksel kavramlar üzerinde düşünme ve söz konusu kavramlar hakkında konuşma adına ihtiyaç duydukları becerileri kazandırmaktadır. Kranda'ya (2008) göre ise öğrenciler ancak matematik dilinde konuşabildikleri zaman öğretmenleri ve birbirleriyle etkili iletişim kurabilmektedirler. Başka bir deyişle, öğrencilerin matematik dilini akıcı bir şekilde kullanarak öğretmenleri ve birbirleri ile etkili iletişim kurabilmeleri, onların yaratıcı matematiksel fikirler geliştirebilmeleri için bir gereklilik olarak görülmektedir (Matteson, 2006; Mullen, 2009; Morgan, 2011). 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. Nitekim öğrenme ortamında öğretmen tarafından matematik dilinin etkili biçimde

kullanılması öğrencilerin sadece matematiksel iletişim becerilerinin gelişmesinde değil matematiksel kavramları kazanmalarında da oldukça önemlidir. Morgan (2011) ise matematik öğretmenlerinin öğrencilerinde matematiksel iletişim becerilerini geliştirmekle yükümlü olduklarını vurgulamıştır. Diğer yandan matematiksel iletişim becerisine sahip olmaksızın yeterli matematik okuryazarlık performansının gösterilmesi mümkün görülmemektedir (NCTM, 2000; Romberg, 2000). Bu görüşe paralel olarak PISA uluslararası değerlendirmesinde matematik alanında başarılarını ortaya koymuş ülkelerin matematik eğitim sistemleri incelendiğinde matematiksel iletişim becerisine verdikleri önem göze çarpmaktadır. Söz konusu ülkelerin matematik okuryazarlık becerilerinden biri olan matematiksel iletişim becerisinin geliştirilmesine verdikleri önem gerek öğretim programlarında gerekse öğretim standartlarında ortaya konulmaktadır. Örneğin PISA 2012 uygulamasında matematik başarıları bağlamında dördüncü sırada yer alan Çin-Tayvan'ın matematik dersi öğretim programında öğretmenler tarafından öğrencilerin matematik dili kullanımında giderek uzmanlaşacakları öğretim ortamlarının tasarlanması önemle vurgulanmaktadır. Bu bağlamda öncelikli olarak öğrencilerde *“matematik dilinin bileşenlerini (semboller, grafikler, informal muhakeme) kavrama, matematik dili ile diğer diller arasındaki benzerlik ve farklılıkları kavrama, problem durumlarını ve problem çözme süreçlerini açıklamada dilsel becerileri ve matematik dilini kullanabilme becerilerinin geliştirilmesi”* hedeflenmektedir (Taiwan Ministry of Education [TME], 2013, s.37).

Öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesinin önemi göz önüne alındığında matematik öğretmenlerinin bu bağlamdaki sorumlulukları ortaya çıkmaktadır. Cobb, Wood ve Yackel (1994) öğrencilerin hiçbir destek almadan matematik dilini kullanamayacaklarını ve öğretmenlerin bu dilin kullanımına yönelik olarak öğrencilerine rehberlik etmeleri gerektiğini vurgulamışlardır. O'Halloran'a (2000) göre matematiğin dilsel özelliklerine odaklanmalarını sağlamak öğrencilerin matematiksel kavramların anlamlarını keşfetmelerini ve daha iyi kavramalarını sağlayacaktır. Jamison'a (2000) göre ise öğrenciler öğretmen tarafından yapılabilecek matematik dilinin sözcük anlamı ve sözcük dizimi yapısına ilişkin açıklamalar sayesinde matematik dilinin kurallarını öğrenebilir ve bu kuralları matematiksel kavramları öğrenmek için bir araç olarak kullanabilirler. Owens (2006) öğretmenlerin matematik dilini etkili bir şekilde kullanmalarının gerekliliğine ve sınıflarında matematik dili kullanımını desteklemelerinin, öğrencilerin iletişimlerine yönelik değerlendirmeler yapmalarının önemine işaret etmiştir. Buna karşın Gray (2004) öğretmenlerin öğrencilerini matematik diline maruz bırakarak onlarda matematiksel iletişim becerilerinin gelişimini beklediklerini belirtirken bu durumun nedenini öğretmenlerin matematiksel iletişim becerilerini nasıl geliştirecekleri konusunda farkındalık sahibi olmamaları ya da kendilerini bu konuda yeterli görmemeleri olarak açıklamıştır.

Bir dilin öğrenilmesi için o dilin kullanıldığı ortamda bulunmanın yanı sıra dilin yapısının da öğretilmesi gereklidir (Cadre Européen de Commun de Référence pour les Langues [CECRL], 2000). Bir dilin semantik ve semiyotik yapıları yani sözcük anlam bilgisi ve söz dizimi yapısı göz önüne alındığında matematik dilinin matematiksel bilgilerle eşzamanlı olarak öğrenilmesinin gerekliliği açıktır. Matematiksel bilgi, gösterimleri ile birlikte kazanıldıkça dilin semantik yapısı öğrencide gelişecektir. Bu dilin semiyotik yapısına uygun olarak kullanımı ise bu dilde etkili yazılı ve sözlü kullanıma işaret etmektedir. Dolayısıyla matematiksel iletişim becerisinin geliştirilmesine yönelik öğretimin ihmal edilmemesi gereklidir. Genel olarak bir dilin öğrenilmesi ve matematik dilinin öğretimine ilişkin alan yazında yapılan vurgular birlikte göz önüne alınarak bu çalışmada matematik öğretmenlerinin bu bağlamdaki sorumlulukları aşağıdaki şekilde iki başlık altında ele alınmıştır:

1. Matematik öğretmenlerinin matematik dilini doğru ve etkili biçimde kullanarak rol model olarak sorumlulukları,
2. Matematik öğretmenlerinin, öğrencilerin yazılı ve sözlü matematiksel iletişim becerilerini geliştirmek için uygulamaları gereken öğretim stratejileri.

Burada ilk madde alan yazında da vurgu yapılan matematik öğretmenlerinin matematik dilini doğru kullanımının önemine, ikinci madde ise öğrencilere fikirlerini matematik dilinde sözlü ve yazılı ortaya koyma fırsatlarının verilmesi gibi vurgulara dayandırılmıştır.

Matematik öğretmenlerinin matematik dilinin öğretimine ilişkin sorumlulukları göz önüne alındığında, matematik öğretmenlerinin matematik dili ve bu dilin öğretimi konusundaki sorumluluklarına ilişkin farkındalıkları önem kazanmaktadır. Aksi halde öğretmenlerin öğrencilerinde matematiksel iletişim becerilerini geliştirmeleri ve matematiksel muhakeme sürecinde matematik dilini bir araç kullanabilmelerini sağlamaları beklenemez (Mercer & Sams, 2006). Ayrıca matematik öğretiminde iletişimsel amaçlara ilişkin farkındalık sahibi olunmaması öğrencilerin öğretim sürecinin aktif birer katılımcısı olmalarını ve matematik başarılarını olumsuz etkileyebilir (Staples & Truxaw, 2010). Bu bağlamda bu araştırmanın amacı matematik öğretmenlerinin öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin gelişimine ilişkin farkındalıklarını incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır:

1. Öğretmenlerin matematiğin bir dil olmasına ilişkin farkındalıkları nasıldır?
2. Öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini geliştirme konusundaki sorumluluklarına ilişkin farkındalıkları nasıldır?
3. Öğretmenlerin ortaokul matematik dersi programında ele alınan matematiksel iletişim becerilerinin göstergeleri konusundaki farkındalıkları nasıldır?
4. Öğretmenlerin öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik pedagojik yaklaşımları nasıldır?

YÖNTEM

Bu çalışmada matematik öğretmenlerinin matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesine ilişkin farkındalıklarını incelemek amaçlandığından matematik öğretmenlerinin zihinlerinde bu bağlamda var olanları klinik görüşmeler ile derinlemesine elde etmek için çalışma nitel olarak desenlenmiştir.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda Eskişehir il merkezinde 10 farklı ortaokulda görev yapmakta olan ve gönüllülük esasına göre seçilen 10 matematik öğretmeni araştırmanın katılımcılarını oluşturmaktadır. Öğretmenlerin mesleki kıdem, mezun oldukları fakülte türü ve eğitim durumlarına göre dağılımı Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Demografik Bilgiler

İsim	Mesleki Kıdem	Mezun Olunan Fakülte Türü	Eğitim Durumu
K1	11-15 yıl	Fen Edebiyat Fakültesi	Pedagojik formasyon almış
K2	1-5 yıl	Eğitim Fakültesi	Lisans mezunu
K3	6-10 yıl	Eğitim Fakültesi	Yüksek lisans yapıyor
K4	1-5 yıl	Eğitim Fakültesi	Lisans mezunu
K5	11-15 yıl	Fen Edebiyat Fakültesi	Pedagojik formasyon almış
K6	1-5 yıl	Eğitim Fakültesi	Lisans mezunu
K7	15 yıl üzeri	Eğitim Enstitüsü	Lisans mezunu
K8	11-15 yıl	Fen Edebiyat Fakültesi	Pedagojik formasyon almış
K9	6-10 yıl	Eğitim Fakültesi	Yüksek lisans yapıyor
K10	11-15 yıl	Fen Edebiyat Fakültesi	Pedagojik formasyon almış

Tablo 1'e göre matematik öğretmenlerinin yaklaşık yarısı Fen Edebiyat Fakültesi (matematik bölümü) mezunudur ve bu öğretmenlerin meslekteki kıdemleri 11-15 yıl arasında değişmektedir. Eğitim Enstitüsü mezunu bir öğretmen vardır ki 35 yıllık meslek deneyimi ile en kıdemli katılımcı konumundadır. Geri kalan öğretmenler ise Eğitim Fakültesi mezunu ve 1-10 yıl

arasında değişen mesleki kıdeme sahiptirler. Ayrıca bu öğretmenlerden ikisi yüksek lisans yapmaktadır.

Verilerin Toplanması

Bu araştırmada matematik öğretmenlerinin matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesine ilişkin farkındalıklarını belirlemek amaçlandığından verilerin toplanması aşamasında klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Klinik görüşmeler, katılımcıların zihinsel süreçlerini keşfetmek, düşünme süreçlerindeki gizil unsurları ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır (Clement, 2000).

Tablo 2. Matematiksel İletişim Becerisi Gelişimi Göstergeleri

Matematiksel İletişim Becerisi Gelişimi	
Göstergeler	Matematiğin kendine özgü sembolleri ve terminolojisi olan bir dil olduğunu fark etme
	Matematiğin sembol ve terimlerini etkili ve doğru kullanma
	Matematiksel dili matematiğin kendi içinde, farklı disiplinlerde ve yaşantısında uygun ve etkili bir biçimde kullanma
	Somut model, şekil, grafik vb. temsil biçimleriyle matematiksel düşünceleri ifade etme
	Matematiksel düşünceleri sözlü ve yazılı ifade etme
	Günlük dil ile matematiksel dili ilişkilendirme
	Matematiksel düşüncelerin doğruluğunu ve anlamını yorumlama

Görüşme soruları hazırlanırken ve kullanılacak alt sorular planlanırken öğretim programında yer alan ve Tablo 2’de sunulan matematiksel iletişim becerisi gelişimi göstergeleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Böylece araştırmanın amacına uygun, açık ve anlaşılır sorulardan oluşan bir görüşme formu hazırlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Görüşme Formu İçeriği ve Örnek Sorular

Bölüm	Bölüm İçeriği	Örnek Sorular
1	Matematiğin bir dil olmasına ilişkin sorular	Matematik ile dili nasıl ilişkilendirebilirsiniz? Matematik dilinin yapısını nasıl tasvir edersiniz?
2	Matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesinde öğretmen rolüne ilişkin sorular	Matematiğe bir dil olarak bakabileceğimiz konusunda konuştuk. Matematik bir dil olduğuna göre bu dilin öğrenciler tarafından kazanımı konusunda ne düşünüyorsunuz?
3	Matematiksel iletişimin ortaokul matematik dersi öğretim programında ele alınan göstergelerine ilişkin sorular	Ortaokul matematik dersi öğretim programında matematiksel iletişim becerilerinin gelişimine oldukça önem verildiğini görüyoruz. Sizce öğrencilerin matematik dilini kullanma becerilerini yansıtan göstergeler neler olabilir?
4	Matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesine yönelik pedagojik yaklaşımlara ilişkin sorular	Matematiksel iletişim becerisini geliştirmek için sınıf ortamında siz neler yapıyorsunuz? Öğrencilerinizin matematik dilini kullanmaları için neler yapıyorsunuz?

Katılımcıların öncelikle matematiksel iletişim becerisinin geliştirilmesi konusundaki genel algı ve yaklaşımlarını belirlemek amacıyla sorular oluşturulmuştur. Ardından detaylı veri alabilmek amacı ile katılımcının vereceği yanıtı göre biçimlendirilebilecek olası alt sorular belirlenmiştir. Örneğin katılımcıların matematik diline ilişkin genel algılarını belirlemek amacı ile öncelikle “Matematik ile dili nasıl ilişkilendirebilirsiniz?” sorusu yöneltilmiş, ardından katılımcının vermiş olduğu yanıtı göre de biçimlenen, matematiğin bir dil olma nedenini ve anadil ile arasındaki benzerlik ve farklılıkları sorgulayan “Sizce matematiğe bir dil olarak bakılabilir mi?”

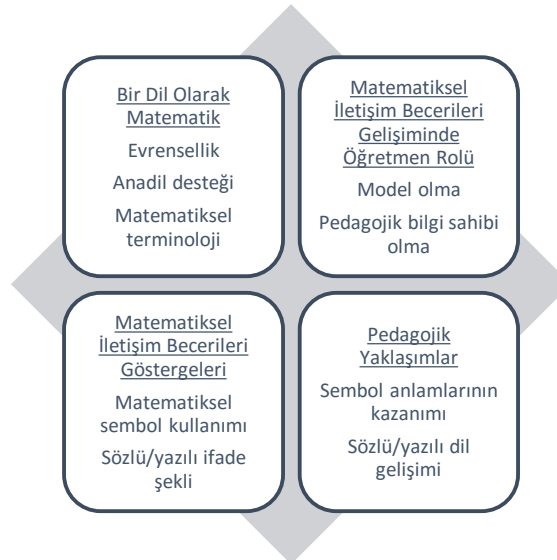
Neden?”, “Sizce matematik öğretmenlerinin kullandığı dil ile diğer alan öğretmenlerinin kullandığı dil arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir?” gibi sorular yönlendirilmiştir. Hazırlanan soruların belirtilen amaçlara uygun ve anlaşılır nitelikte olup olmadığını değerlendirmesi için matematik eğitimi alanında bir uzmandan görüş alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda sorular tekrar gözden geçirilerek bazı düzenlemeler yapılmıştır. Ardından araştırmanın katılımcıları arasında yer almayan bir ortaokul matematik öğretmeni ile pilot çalışması yapılmıştır. Böylece bazı soru ifadeleri ve alt sorular düzenlenerek sorulara son şekli verilmiştir. Görüşmeler süresince video kamera kullanılarak kayıt yapılmış ve görüşmeler ortalama 50 dakika sürmüştür. Araştırmanın geçerliğinin sağlanması adına görüşme verilerine ek olarak, araştırmacının kendisi tarafından tutulan araştırmacı günlüğü kullanılmıştır. Böylece veri çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

Verilerin Analizi

Katılımcılar ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin önce yazılı dökümleri yapılmış ve ardından üç aşamalı nitel veri analizi (Miles & Huberman, 2015) tekniği ile analiz edilmiştir. Üç aşamalı nitel veri analiz süreci; verilerin azaltılması, verilerin gösterimi ile sonuçların ortaya konulması ve doğrulanması aşamalarından oluşmaktadır. Verilerin azaltılması sürecinde araştırma amacı doğrultusunda öğretmen söylemlerindeki temel kod ve temalar belirlenerek düzenlemeler yapılmıştır. Verilerin gösterimi sürecinde veriler görsel hale getirilmiş ve böylece verilerin düzenlenmiş halinin yansıtılması amaçlanmıştır. Sonuçların ortaya konması ve doğrulanması sürecinde ise çıkarımlarda bulunularak araştırma sonuçlarına ulaşılmıştır. Elde edilen veriler iki araştırmacı tarafından araştırma amaçları doğrultusunda ve birbirlerinden bağımsız olarak kodlanmış, ardından elde edilen kodlar karşılaştırılarak ortak kod ve temalar belirlenmiştir. İki araştırmacı tarafından ortak temalar üzerinde yapılan kodlamaların %95 oranında tutarlı olduğu görülmüştür.

BULGULAR

Klinik görüşmelerden elde edilen verilerin nitel analizi sonucunda elde edilen temalar “bir dil olarak matematik”, “matematiksel iletişim becerisi gelişiminde öğretmen rolü”, “matematiksel iletişim becerisi göstergeleri” ve “pedagojik yaklaşımlar” şeklinde isimlendirilmiş ve bu temalar altında oluşan kodlar Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kodlar ve Temalar

Bir Dil Olarak Matematik: Öğretmenlerin matematiğin bir dil olmasına ilişkin farkındalıklarını belirleyebilmek için matematik ve dil arasındaki ilişki sorulduğunda katılımcılardan sekizi bu ilişkiyi öğrenci başarısı bağlamında yorumlamışlardır. Bu katılımcılar matematik ve dil arasındaki ilişkiyi öğrencilerin matematiksel problemleri anlaması ile

açıklamaya çalışmışlar ve matematiksel problemlerin anlamlandırılmasında dilin etkili kullanımının önemine vurgu yapmışlardır. Örneğin K8 matematik ve dil arasındaki ilişkiyi *“Matematiksel bir problemi çözebilmek için önce problemi anlamak, problemi anlamak için ise iyi okumak gerekir. Dolayısıyla dili iyi kullanan bir öğrenci matematiği de daha iyi kavrar.”* biçiminde yorumlamıştır. Geriye kalan iki katılımcı ise matematik ile dili ilişkilendirmekte zorlanmış ve sorunun oldukça düşündürücü olduğunu belirterek soruyu yanıtızsız bırakmışlardır. Örneğin K2 *“Nasıl bir ilişki vardır? Biraz düşünmek lazım...”* şeklindeki ifadesi ile matematik ve dili ilişkilendirmede yaşadığı zorluğu yansıtmıştır.

Katılımcıların matematik ve dil arasındaki ilişkiye yönelik olarak yapmış oldukları bu ilk yorumların ardından detaylı veri için matematiğin bir dil olması ve nedenlerine ilişkin yöneltilen alt sorular sonucunda katılımcıların tamamının matematiğe bir dil olarak bakabildikleri görülmüştür. Matematiğe bir dil olarak bakabilme nedenleri konusunda ise matematik bölümü mezunu olan katılımcılardan ikisi matematiğin bir dil olmasını temel unsurlar (kelime anlamları ve sözcük dizilimi) ve yapısal özellikler bağlamında ele alabilmişlerdir. Örneğin, K1 matematik dilini *“...matematiksel dilde matematiksel cümleler vardır ve seviye arttıkça daha karmaşık cümleler kurulabilir. ‘ $2 \times 2=4$ ’ cümlesi, ‘iki sayının çarpımının negatif olması için gerek ve yeter şart bu sayılardan birinin pozitif diğerinin negatif olmasıdır’ cümlesine göre daha kısa bir matematik cümlesidir.”* şeklindeki ifadesi ile gerekçelendirmeye çalışmıştır. Diğer katılımcılar ise matematik dilini yapısal olarak tasvir etmekte oldukça zorlanmışlardır. Bu katılımcılar matematiğin kendine özgü öğeleri/terminolojisinden nasıl söz edilebileceği ve matematiksel sembol, formül, tanım, terim vb. unsurların bu dil için ne ifade ettiği konusunda detaylı olarak sorgulandığında bu unsurların matematik dilinin özünü oluşturduğunu ve bu dili oluşturan temel öğeler olduğunu ifade etmişlerdir. Başka bir deyişle bu katılımcılar matematiğin kendine özgü bir terminolojiye sahip olmasını bir dil olması için yeterli görmüşlerdir. Örneğin, K3 *“Matematik bir dildir, çünkü kendine özgü semboller, şekiller, grafikler vb. vardır.”* şeklinde gerekçelendirmiştir. Benzer şekilde K6 ise *“Matematiğin kendine özgü terimleri, sembolleri, formülleri vb. matematiğin (sayısal) dilini oluşturur.”* biçiminde açıklamıştır.

Diğer yandan bu dilin anadil ile olan ilişkisine yönelik olarak ise katılımcıların matematik dilinin evrenselliğine (K4, K5, K8, K10) ve bu dilin kullanımında anadil ve matematik bilgisinin gerekliliğine (K1, K2, K3, K6, K7, K9) vurgu yaptıkları görülmüştür. Bazı örnek görüşler aşağıdaki gibidir.

A: Matematik dili kullanımı ile anadil arasında nasıl bir ilişki vardır?

K5: Tüm dünya tarafından konuşulan tek dil matematiktir. Yani matematik dili evrenseldir...

K1: Anadili bilmek tek başına yetersiz tabii ki. Matematik dilinin anlaşılmasında temel matematiksel kavramlar ve sembollerin bilinmesi belirleyicidir. Dolayısıyla temel kavram ve sembollerin de bilinmesi gerekiyor.

K3: ... anadil yeterli değil. Matematik dilini anlamak belli bir (matematiksel) bilgi birikimini de gerektiriyor. Bu bilgi birikimi arttıkça matematik dili kullanımı da iyileşiyor.

Matematiksel İletişim Becerileri Gelişiminde Öğretmen Rolü: Matematik dilinin öğrenciler tarafından kazanımı konusundaki görüşleri sorgulandığında katılımcılar öğrencilerin matematik öğrenimleri sürecinde matematiksel fikirlerini ifade etme, matematiksel tanım yapma, matematiksel sembol kullanımı gibi konularda yaşadıkları zorluklara dikkat çekmişlerdir. Bu bağlamda detaylı veri elde etmek için katılımcılar matematiksel iletişim becerilerinin kazandırılmasında öğretmen rolüne ilişkin olarak sorgulandıklarında ise iki tür bakış açısı ile karşılaşmıştır. Bu bakış açılarından ilki matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesi için öğretmenin bu dili doğru ve etkili kullanarak model olması gerektiği şeklindedir. Katılımcıların sahip oldukları ikinci bakış açısı ise rol model olmanın yanı sıra matematiksel kavramların öğretimine yönelik yeterli düzeyde pedagojik bilgi sahibi olmalarının gerekliliğine ilişkindir. Katılımcıların hepsi bu dili derslerde doğru ve etkili bir şekilde kullanarak öğrencilerine örnek

olmaları gerektiği yönünde görüş belirterek matematik öğretmenin matematiksel iletişim becerisinin kazandırılması konusunda model olma rolünün farkında olduklarını ortaya koymuşlardır. Bu farkındalığı yansıtan örnek görüşlere aşağıda yer verilmiştir.

A: Matematiğe bir dil olarak bakabileceğimiz konusunda konuştuk. Matematik bir dil olduğuna göre bu dilin öğrenciler tarafından kazanımı konusunda neler düşünüyorsunuz?

K2: Öğretmen matematik dili kullanımını önemsemeli ve bu dili elinden geldiği kadar doğru bir şekilde kullanarak öğrencilerine örnek olmalı. Öğretmen önemsemez ve kullanmazsa öğrenci de bu dili önemsemez ve kullanmaz. Öğretmenin bakış açısı, öğrenciler üzerinde yönlendirici bir etkiye sahip yani...

K5: Öğretmenin matematik dilini çok düzgün kullanması gerekiyor. Yanlışları düzelterek gitmesi gerekiyor. Böylece matematik diline verdiği önem ve bu dilin düzgün kullanımında öğrencilerine örnek olması gerekiyor.

Matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesindeki sorumluluklarına ilişkin olarak rol model olmanın yanı sıra matematiksel kavramların öğretimine yönelik yeterli düzeyde pedagojik bilgi sahibi olmalarının gerekliliğine inanan beş katılımcı yazılı ve sözlü matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesi yerine matematiksel bilgiyi aktarmadaki pedagojik yaklaşımları ön plana çıkarmışlardır. Başka bir deyişle bu beş katılımcı matematiksel kavramların uygun pedagojik yaklaşımlarla öğretilmesinin matematiksel iletişim becerilerini geliştireceği görüşüne sahiptirler.

A: Öğrencilerin matematik dili becerilerinin geliştirilmesinde bir öğretmenin sorumlulukları nelerdir sizce?

K7: Matematiksel kavramların öğrenci seviyesine uygun ve aşamalı bir şekilde verilmesi gerekiyor. Bu şekilde çocuk da daha haz alarak öğreniyor.

A: Bu konuda başka neler söyleyebilirsiniz? Yani, matematik dilinin öğrencilere kazandırılmasındaki öğretmen sorumlulukları konusunda.

K7: Oyunlaştırılması gerekiyor. Onu yaptığımızda çocuk daha aktif katılıyor ve daha net anlıyor.

A: Oyunlaştırma ile ne kastettiğinizi biraz daha açıklayabilir misiniz?

K7: Yani mesela etkinlikler olabilir. Çocuğun günlük yaşam ile bağdaştırma yapması sağlanabilir ki ben öyle yapıyorum...

Sonuç olarak katılımcıların tamamı bir matematik öğretmenin matematiksel iletişim becerilerinin kazandırılmasına yönelik öğretmenin rol model olma sorumluluğunun ötesinde matematiksel iletişim becerilerinin kazandırılmasına yönelik farklı öğretim stratejileri uygulama sorumluluklarının farkında olmadıklarını yansıtmışlardır. Burada dikkat çekici olan bir diğer unsur ise matematiksel iletişim becerilerini geliştirme konusunda yalnızca öğretmenin model olması gerekliliğini vurgulayan katılımcılardan birinin Eğitim Fakültesi mezunu ve matematik eğitimi alanında yüksek lisans yapmakta olduğu, diğerlerinin ise matematik bölümü mezunu olduğudur. Matematiksel iletişim becerilerinin kazandırılmasını matematiksel kavramların öğretim stratejileri ile sınırlandıran katılımcıların tamamı ise Eğitim Fakültesi mezunlarıdır.

Matematiksel İletişim Becerileri Göstergeleri: Matematiksel iletişim becerileri ve matematik dilini kullanma becerilerini yansıtan göstergelerin neler olabileceği konusunda katılımcıların yarısı bu göstergeleri matematiksel semboller açısından ele almışlardır. Örneğin K3'ün "Mesela $s(ABC)$ yazdığım da hangi açının sorulduğunu bilmesi benim için bir göstergedir" şeklindeki görüşü ile K4'ün "Bir problem durumunda verilenleri formülde yerlerine doğru bir şekilde yerleştirebilmek matematik dili kullanımının bir göstergesidir" şeklindeki görüşü bu bakış açısını yansıtmaktadır. Diğer bir deyişle bu katılımcılar matematiksel iletişim becerileri

göstergelerini öğretim programında yer alan “*matematiksel sembol ve terimlerin etkili ve doğru kullanımı*” ile kısıtlamışlardır. Dikkat çeken bir nokta bu katılımcılardan üçünün görüşmede önceki sorulardan birinde matematiğin bir dil olma nedenini de bu dilin kendisine özgü sembol, terim vb. unsurlara sahip olması şeklinde ele almalarıdır.

Katılımcıların diğer yarısı ise matematiksel düşüncelerin yazılı veya sözlü olarak ifade edilebilmesini matematiksel iletişim becerisinin temel göstergesi olarak vurgulamışlardır. Bu durum araştırmacılar tarafından söz konusu katılımcıların matematiksel iletişimin yazılı ve sözlü iletişim türlerini kapsadığına ilişkin farkındalık sahibi olduklarının düşünülmesini sağlamıştır. Örneğin lisansüstü eğitiminde matematik diline ilişkin bir ders aldığı bilinen K9 matematiksel bir ifadenin anlamlı okunmasının (“ $3x+5=8$ ” cümlesinin ‘bir bilinmeyenin 3 katının 5 fazlası 8 sayısına eşittir’ şeklinde okunması gibi) matematiksel iletişimin önemli bir göstergesi olduğunu düşünmektedir. Benzer şekilde bir diğer katılımcı (K7) matematiksel iletişim becerilerinin göstergesini matematik dili ile anadil arasında dönüşüm yapma bağlamında yorumlamıştır. Bu katılımcı matematiksel bir cümlenin anlamlı okunması veya sözel olarak belirtilen bir matematiksel ifadenin sembolik olarak doğru bir şekilde ifade edilebilmesini matematiksel iletişim becerisinin temel göstergesi olarak nitelendirmektedir. Bu anlamda katılımcıların ortaokul matematik dersi öğretim programında yer alan ve Tablo 2’de de sunulan “*matematiksel semboller ve terimleri etkili ve doğru kullanma*” ve “*matematiksel düşünceleri yazılı veya sözlü olarak ifade etme*” göstergelerine kendi kişisel deneyimlerine dayanarak dolaylı bir şekilde vurgu yaptıkları söylenebilir. Bunun yanı sıra “*somut model, şekil, resim, grafik, tablo, sembol vb. farklı temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşünceleri ifade etme*” ve “*matematiksel dili matematiğin kendi içinde, farklı disiplinlerde ve yaşantısında uygun ve etkili bir biçimde kullanma*” durumları katılımcıların hiçbiri tarafından bir gösterge olarak sunulmamıştır.

Matematiksel iletişim becerileri göstergeleri konusunda detaylı veri elde etmek için katılımcılara bu göstergelerin ortaokul matematik dersi öğretim programında nasıl ele alındığı şeklindeki alt soru yöneltilmiştir. Yapılan sorgulama sonucunda hiçbir katılımcının matematiksel iletişimin öğretim programında ele alınan temel becerilerden birisi olması ve öğretim programında bu becerinin gelişimine dair göstergelere yer verilmesi konularında farkındalığının olmadığı görülmüştür. Buna karşın katılımcıların öğretim programına ilişkin farklı eleştirel bakış açılarına sahip olup öğretim programını genel olarak değerlendirme eğiliminde oldukları tespit edilmiştir.

Pedagojik Yaklaşımlar: Matematiksel iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik pedagojik yaklaşımlar sorgulandığında, katılımcıların bu becerinin gelişimini matematiksel kavramların öğretimi ya da öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin güçlük ve yanlışlarını giderme açısından ele aldıkları görülmüştür. Katılımcıların yarısı matematik öğretmenlerinin matematiksel kavramların öğretimine yönelik yeterli düzeyde pedagojik bilgi sahibi olmaları gerekliliğini vurgularken, matematiksel iletişim becerilerini geliştirmek amacıyla öğrencilerin aktif katılımlarının sağlanacağı öğretim stratejilerine başvurduklarını belirtmişlerdir. Örneğin K1’in “*Öğrencilerime yaparak yaşayarak öğrenebilecekleri öğretim ortamları sunarak matematiksel kavramları onlar için anlamlı hale getirmeye çalışıyorum*” şeklindeki görüşü ve K6’nın ise “*Ezberden uzak ve kavramsal öğrenmenin gerçekleştiği öğrenme ortamları tasarlamaya çalışıyorum...*” şeklindeki görüşü matematiksel kavramlara ilişkin öğretim yaklaşımlarına vurgu yapmaktadır. Öğrenci güçlüklerinin giderilmesi açısından ise K2, öğrencilerinin matematiksel bir tanım yapmakta oldukça zorlandıklarını ve bu duruma yönelik olarak öğrencilerine grup çalışmaları yaptırdığını, böylece tüm sınıf tarafından kabul edilen ortak bir tanıma ulaşmayı amaçladıklarını ifade etmiştir. Burada dikkat çekici nokta ise bu katılımcıların görüşmede önceki soruda bu dil becerilerinin geliştirilmesinde öğretmen rolünü de matematiksel kavramların öğretimi açısından ele almalarıdır.

Katılımcıların pedagojik yaklaşımlarına ilişkin detaylı veri için yöneltilen, öğrencilerin sembol kullanma becerilerini geliştirmek için neler yaptıkları alt sorusu ile yapılan sorgulamada katılımcıların tamamı matematiksel sembollerin etkili ve doğru kullanımına değil matematiksel

sembollerin anlamlarının kazanımına yönelik öğretim stratejileri önermişlerdir. Başka bir deyişle, katılımcılar matematiksel sembollerin anlamlarının kazandırılmasının sembol kullanma becerilerini geliştirdiği görüşüne sahiptirler. Söz konusu bu stratejiler arasında benzetmelerden yararlanma ve bir sembol ile anlamının eşleştirilmesi bulunmaktadır. Örneğin K4 kümelerde birleşme işlemini ele almış ve “U” sembolünü öğrenme ortamında bardağa benzeterek bardağın içerisinde çeşitli şeyleri topladığını belirttiğini ifade etmiştir. K1 ve K3 ise sembollerin anlamlarının kazanımı için ders sürecinde yazı tahtasında ya da okuldaki matematik panolarında “semboller ve anlamları köşesi” adı altında bölüm oluşturulmasını önermişlerdir.

Katılımcıların öğrencilerin matematik dilini diğer disiplinlerde ve günlük yaşamlarında kullanmalarına yönelik neler yaptıkları alt sorusu ile devam edilen klinik görüşmelerde katılımcıların tamamı matematik dilinin değil matematiksel bilginin diğer disiplinler ve günlük yaşamla ilişkilendirilmesine yönelik ne tür uygulamalar yaptıklarını açıklamışlardır. Yani katılımcıların matematik dilinin diğer disiplinlerde ve günlük yaşamdaki kullanımına ilişkin algıları, “öğrencilere matematiğin farklı kullanım alanlarına ilişkin farkındalık kazandırma” ile kısıtlı kalmıştır. Örneğin K6’nın “Kullandığım örnekleri çocukların hayatlarında olan şeylerden seçerek onlar için daha anlamlı hale getirmeye çalışıyorum.” ve benzer şekilde K7’nin “Öğrencilere yaşadığımız çevreden yeteri kadar örnek vermeye çalışıyorum ve onlardan da farklı örnekler vermelerini istiyorum.” şeklindeki görüşü bu durumu yansıtır niteliktedir.

Bir diğer alt soru olan öğrencilerin matematiksel fikirlerini ifade edebilmelerine yönelik neler yaptıklarına ilişkin olarak katılımcılardan dördü öğrencilerin sözlü dil becerilerini geliştirmeye, ikisi ise yazılı dil becerilerini geliştirmeye odaklanırken hem sözlü hem yazılı dil becerisine vurgu yapan katılımcı olmamıştır. Öğrencilerin sözlü dil becerilerini geliştirmeye yönelik olarak çeşitli problem durumlarını yorumlatmaya, problemlere ilişkin çözümlerin matematik dilinde ifade edilmesine veya öğrencilerin matematiksel fikirlerini birbirleri ile paylaşımlarına önem verdiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin yazılı dil becerilerini geliştirmeye odaklanan katılımcılardan K5, öğrencilerine düzenli olarak matematik günlüğü tutturduğunu ve öğrencilerin kendi çıkarımlarını yazdığını belirtmiştir. Matematik eğitimi alanında yüksek lisans yaptığı bilinen K9 ise öğrencilerine çeşitli ifadeler vererek bunların matematik dilindeki karşılıklarını yazdığını belirtmiştir. Söz konusu katılımcıların bu bağlamdaki açıklamaları aşağıdaki gibidir.

K5: Mesela ben öğrencilerime günlük tutturuyorum, ‘Matematik Günlüğü’. O günkü derste neler öğrendiklerine dair kendi çıkarımlarını yazıyorlar. Kısaca notlar alıyorlar. Dönem sonunda herkesin günlüğünü toplayıp değerlendiriyorum...

K9: Bence en zoru ‘yazma’. Matematiksel bir cümlenin nasıl okunacağını bilmesinin yanı sıra o cümlenin oluşturulabilmesi de oldukça önemli. Dolayısıyla öğrencilere çeşitli sözlü veya yazılı ifadeler vererek bu ifadelerle matematik cümleleri yazmalarını istiyorum.

Görüşmenin sonunda katılımcılar matematiksel iletişim becerisinin geliştirilmesi konusundaki yeterlilikleri bağlamında sorgulandıklarında Fen Edebiyat Fakültesi mezunu olan katılımcıların kendilerini matematik dili kullanımında yeterli gördükleri, Eğitim Fakültesi mezunu katılımcıların ise kendilerini yeterli görmedikleri veya kısmen yeterli gördükleri sonucuna varılmıştır. Katılımcıların öğrencilerinin matematiğin bir dil olmasına ilişkin farkındalık sahibi olmalarına yönelik görüşleri ise genellikle başarılı öğrencilerin farkındalığa sahip oldukları, isteksiz ve matematik başarısı nispeten daha düşük olan öğrencilerin ise farkındalığa sahip olmadıkları şeklindedir. Örnek görüşler aşağıda sunulmuştur.

K8: Matematik dili ve kullanımı adına kendimi yeterli görüyorum. Bu noktada bir öğretmenin kişisel gelişim ve öğrenmeye karşı istekli olması en önemli şey. Bunun yanında teşvik edici unsurların da olması gerekiyor. Ancak milli eğitim matematikle ilgili bir seminer yapmıyor ne yazık ki...

K4: Kendimi kısmen yeterli görüyorum. Üniversitede 'Matematik Dili' gibi bir ders yoktu. Kimse de bunu kullanın, önem verin demedi. Yani burada en önemli sorun öğretmen eğitiminden kaynaklanıyor...

Fen Edebiyat Fakültesi mezunu veya matematik eğitimi alanında yüksek lisans yapmakta oldukları görülen altı katılımcının lisans öğrenimlerinde veya sonrasındaki süreçte matematik dili kullanımını üzerine yeterli eğitimi aldıkları ve dolayısıyla kendilerinin matematik dili kullanımına daha yatkın olduklarını düşündükleri görülmektedir. Matematik dilinin kullanımında kendilerini kısmen yeterli gören dört katılımcı ise matematiksel iletişim becerilerini geliştirebilmek bağlamında lisans eğitimlerinden kaynaklanan çeşitli yetersizliklere sahip olduklarını düşünmektedirler. Söz konusu yetersizlikler konusunda katılımcılar öğretmen yetiştirme sisteminin ve hizmet içi eğitim seminerlerinin gerek nicelik gerekse niteliksel yönden iyileştirilerek öğretmenlerde gelişime karşı istek ve ilgi uyandırılması gerektiği hususunu önemle vurgulamışlardır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Alan yazında matematiğin bir dil olduğu ve bu dili geliştirmekle sorumlu eğitimcilerin ise matematik öğretmenleri olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır (Schleppegrell, 2007; Kotsopoulos, 2007; Owens, 2006; Runesson, 2005; Cobb, Wood & Yackel, 1994). On ortaokul matematik öğretmeni ile yürütülen bu çalışmada öğretmenlerin tamamının matematiğin bir dil oluşuna ilişkin farkındalığa sahip oldukları görülmüştür. Öğretmenlerin matematiğin bir dil oluşu konusundaki farkındalıklarına karşın bu dilin semantik ve semiyotik yapısına ilişkin temel unsurları göz ardı etmeleri ve matematiğin kendisine özgü sembolleri, formülleri ve terimleri olmasını bir dil olması için yeterli görmeleri durumu katılımcılardan sekizinin bu dilin yapısal özelliklerine ilişkin farkındalık sahibi olmadıklarının düşünülmesine neden olmuştur. Oysaki Morgan (2011) matematik dilinin yapısını anlamının öğretmenlere matematik öğrenimi sürecinde karşılaşılan zorluklara ilişkin önemli bakış açıları sağladığını vurgulamaktadır. Lee (2006) matematik dilinin öğrenciler tarafından yabancı bir dil olarak algılanmasına bağlı olarak yabancı bir dili öğrenmenin o dilin sözcükleri, dilbilgisi kuralları ve sözdiziminin öğrenilmesini gerektirdiğini belirtmektedir. Jamison (2000) ise matematik dilinin sözcük anlamı ve sözcük dizimi yapısına ilişkin öğretmen açıklamalarının öğrencilerin matematik dilinin yanı sıra matematiksel kavramları kazanmalarına da olumlu etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırma sonucunda matematiksel iletişim becerilerinin gelişimine ilişkin olarak katılımcıların tamamı öğrencilere bu becerinin kazandırılması için kendilerinin matematik dilini derslerinde etkili bir şekilde kullanmaları gerektiği inancını ortaya koymuşlar ancak dilin öğretimine ilişkin öğretim stratejilerini göz ardı etmişlerdir. Bu sonuç Gray (2004) tarafından ortaya konulan matematik öğretmenlerinin genellikle yalnızca matematiksel kavramların öğretimine odaklanarak matematiksel iletişim becerilerinin gelişimini ihmal etmeleri sonucu ile paralellik göstermektedir. Ayrıca katılımcılar "*öğretmen matematik dilinde konuşmalı ki öğrenciler de konuşabilsin*" görüşüne sahiptirler. Öğretmenlerin kendilerinin matematik dilini doğru ve etkili bir şekilde kullanarak öğrencilerine örnek olmaları gerektiği çeşitli araştırmacılar tarafından da vurgulanmaktadır (Morgan, 2011; Rickard, 2006). Bunun yanı sıra bu araştırmada ortaya çıkan öğretmenlerin öğrencileri matematik diline maruz bırakarak matematiksel iletişim becerilerinin gelişmesini bekleme düşünceleri Gray (2004) tarafından da ortaya konulmuştur. Gray (2004) öğretmenlerin öğrencilerini matematik diline maruz bırakarak bu becerilerin gelişimini beklediklerini, ancak böyle bir yaklaşımın matematiksel iletişim becerileri gelişimini desteklemeyeceğini ifade etmektedir. Benzer şekilde Schleppegrell (2007) öğrencilerin yalnızca öğretmen söylemleri veya ders kitaplarında yazılanlara maruz bırakılarak matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilemeyeceğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada katılımcıların matematiksel sembol kullanma becerilerinin geliştirilmesine ilişkin algıları sembollerin anlamlarının kazanımı ile sınırlı iken, matematik dilinin diğer disiplinlerde ve günlük yaşamda kullanımının sağlanmasına ilişkin algıları ise matematiksel bilginin farklı alanlarda kullanımı şeklinde olmuştur. Ayrıca öğrencilerin matematiksel

düşüncelerini ifade etme becerilerinin geliştirilmesine yönelik olarak katılımcıların yaptıklarını ifade ettikleri eğitsel uygulamaların öğrencilerin sözlü veya yazılı dil becerilerinden yalnızca birinin gelişimine yönelik olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar matematik öğretmenlerinin matematiksel iletişim becerisi gelişimini sembollerin anlamlarını vurgulama, matematiksel kavramların öğretiminde uygun yaklaşım kullanma ya da sözlü veya yazılı uygulamalar ile sağlamaya çalıştıklarını ortaya koymaktadır. Ancak matematiksel iletişim becerilerinin gelişiminin bu uygulamalardan çok daha fazlasını gerektirdiği açıktır. Murray (2004) matematiksel iletişimin sayı ve sembol bilgisinden çok daha fazlasını gerektirdiğinden ve herkes için aynı anlamı ifade eden ortak bir dil gelişiminin gerekliliğinden bahsetmektedir. Esty (2011) ise matematiksel iletişim becerilerinin sembol kullanımı, matematiksel bir ifadeyi anlamını vererek okuyabilme ve matematiksel düşünceleri açıkça ifade edebilme gibi becerileri kapsadığını belirtmektedir. Ayrıca NCTM (1991) tarafından belirlenen matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimi standartları arasında *“öğrencilerin matematiksel fikirlerini yazılı veya sözlü olarak açıklamalarını istemeleri”*, *“matematik dilini ve matematiksel temsil biçimlerini öğrencilerin fikirleri ile ne zaman ve nasıl ilişkilendireceklerini bilmeleri”* vb. ifadeler yer almaktadır. Alanyazında matematiksel iletişim becerisinin gelişimi ile matematiksel düşünme ve öğrenmenin birbirleri ile ilişkili süreçler olduğu ve matematiksel iletişim becerilerindeki gelişimin matematik öğrenimini olumlu yönde etkilediği (Brethouwer, 2008; Kranda, 2008) vurgulanmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin gelişimini destekleyici nitelikte öğrenme ortamlarının tasarlanması oldukça önemli olmaktadır (Kotsopoulos, 2007).

Araştırmanın dikkat çeken sonuçlarından biri de katılımcıların öğretim programındaki matematiksel iletişim becerileri kazanımlarından haberdar olmamalarıdır. Yapılan araştırmalar öğrenci başarısı ve öğretim programının uygulanışının birbirleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Schmidt vd., 2002). Nitekim bir öğretmenin eğitsel uygulamaları, belirli bir ölçüde kullanmakta olduğu öğretim programına bağlıdır (Remillard, 2005). Bu doğrultuda öğretmenlerin pedagojik alan bilgisinin bir bileşeni olarak öğretim programı bilgileri öğrenci başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır (An, Kulm, & Wu, 2004). Dolayısıyla ortaokul matematik dersi öğretim programında matematiksel okuryazarlık performansı yüksek ülkelerde olduğu gibi matematiksel iletişim becerileri kazanımları ile derse yönelik kazanımlar bütünleşik bir yapıda ele alınarak öğretmenlere yönelik örnek öğretim uygulamaları sunulmalıdır. Böylece öğretmenlerin matematiksel iletişim becerilerinin gelişimi konusundaki farkındalıkları iyileştirilebilir. Ayrıca araştırmaya katılan Fen Edebiyat Fakültesi mezunu olan matematik öğretmenleri matematik dili kullanımında kendilerini yeterli görmekte iken Eğitim Fakültesi mezunu olan öğretmenler kendilerini yeterli görmemekte veya kısmen yeterli görmektedirler. Bu nedenle matematik öğretmeni yetiştirme programlarında öğretmen adaylarının matematiksel iletişim becerileri bağlamındaki pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesi adına çeşitli iyileştirmeler yapılmalıdır. Bu bağlamda öğretmen adaylarına verilen matematik öğretimine ilişkin derslerin hem nitelik hem de nicelik açısından gözden geçirilmesi ve bu derslerde matematiksel kavramların öğretiminde programdaki süreç becerileri ve özel olarak da iletişim becerisinin geliştirilmesi ile bütüncül olarak ele alınması gereklidir. Başka bir deyişle, matematiksel bir kavramın öğretim sürecinde öğretmen söylemlerinin önemini gösteren ve ayrıca matematiksel içerik ile matematik dilinin bütünlüğünü ön plana çıkaran bağlamlardan yararlanılmalıdır. Böylece öğretmen adaylarında matematik dili ve matematiksel kavram bütünlüğüne yönelik farkındalık oluşturulabilir. Ayrıca çalışmadaki katılımcılardan bazılarının da vurguladığı gibi, MEB tarafından düzenlenecek ve konunun uzmanları tarafından gerçekleştirilecek hizmet içi eğitim seminerleri ile öğretmenlerin matematik dili, matematiksel iletişim becerileri ve bu becerinin nasıl geliştirilebileceği vb. konularda bilgi/farkındalıkları artırılarak öğretmenlerin süreç içerisindeki gelişimleri desteklenebilir.

Bu araştırmanın öğretmen adaylarına matematik dili ve matematiksel iletişim becerilerinin gelişimi konusundaki sorumluluklarına ilişkin farkındalık kazandırılması konusunda öğretmen eğitimine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca matematiksel iletişim becerisinin gelişiminde öğretmen rolü konusunda yapılacak çalışmalara ışık tutacağına

inanılmaktadır. Son olarak araştırmadan elde edilen sonuçlar, daha çok sayıda matematik öğretmeninin katılımı ile gerçekleştirilecek olan benzer çalışmalar ile matematik öğretmenlerinin ders ortamlarının matematiksel iletişim becerisini geliştirme anlamında gözleneceği ve matematik öğretmenlerinin pedagojik alan bilgileri ile iletişim becerisini geliştirmeleri arasındaki ilişkilerin inceleneceği araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- 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.
- Barwell, R. (2008). Discourse, mathematics and mathematics education. In N. H. Hornberger (Ed.), *Encyclopedia of language and education* (pp. 317-328). New York: Springer.
- Brethouwer, J. (2008). *Vocabulary instruction as a tool for helping students of diverse backgrounds and ability levels to understand mathematical concepts* (Master's thesis). Retrieved from <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidsummative/22>
- Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL), (2000). *Apprendre, enseigner, évaluer*. Division Des Langues Vivantes, Strasbourg, Conseil de l'Europe, Didier.
- Chard, D. (2003). *Vocabulary strategies for the mathematics classroom*. Houghton Mifflin Math [Online]: Retrieved 15- March- 2015 at URL: http://www.eduplace.com/state/pdf/author/chard_hmm05.pdf
- Clement, J. (2000) Analysis of clinical interviews: Foundations and model viability. In R. Lesh & A. Kelly (Eds.), *Handbook of research methodologies for science and mathematics education* (pp. 341-385). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cobb, P., Wood, T. & Yackel, E. (1994). Discourse, mathematical thinking and classroom practice. In E. A. Forman, N. Minick & C. Addison Stone (Eds.), *Contexts for learning: Sociocultural dynamics in children's development* (pp. 91-120). New York: Oxford University Press.
- Esty, W. W. (2011). *The language of mathematics*. Montana State.
- Gray, V. D. (2004). *The language of mathematics: A functional definition and the development of an instrument to measure teacher perceived self-efficacy* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses Database. (Document ID 3133386).
- Jamison, R. E. (2000). Learning the language of mathematics. *Language and Learning Across the Disciplines*, 4, 45-54.
- Kotsopoulos, D. (2007). Mathematics discourse: "It's like hearing a foreign language". *Mathematics Teacher*, 101(4), 301-305.
- Kranda, J. (2008). *Precise mathematical language: Exploring the relationship between student vocabulary understanding and student achievement* (Master's thesis). Retrieved from <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidsummative/>
- Lee, C. (2006). *Language for learning mathematics: Assessment for learning in practice* (1st Ed.). Maidenhead: Open University Press.
- Martinez, J. G. R. (2001). Thinking and writing mathematically: Achilles and the tortoise as an algebraic word problem. *Mathematics Teacher*, 94(4), 248-252.
- Matteson, S. (2006). Mathematical literacy and standardized mathematical assessments. *Reading Psychology*, 27, 205-233.
- Mercer, N. & Sams, C. (2006). Teaching children how to use language to solve maths problems. *Language and Education*, 20(6), 507-528.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (2015). Giriş (A. Ç. Kılınç, Çev.) In S. Akbaba Altun & A. Ersoy (Eds.), *Nitel veri analizi* (pp. 10-12). Ankara: Pegem Akademi.
- Monroe, P. & Orme, M. (2002). Developing mathematical vocabulary. *Preventing School Failure*, 46, 139-142.
- Morgan, C. (2011). Communicating mathematically. In S. Johnston-Wilder, P. Johnston-Wilder, D. Pimm & C. Lee (Eds.), *Learning to teach mathematics in the secondary school* (pp. 146-161). London: Routledge.
- Mullen, J. (2009). *Enhancing mathematical literacy* (Master's thesis). Retrieved from http://fisherpub.sjfc.edu/mathcs_etd_masters/90
- Murray, M. (2004). *Teaching mathematic vocabulary in context: Windows, doors, and secret passageways* (1st Ed.). Portsmouth: Reed Elsevier.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. [Online]: Retrieved on 12-January-2015, at URL: <http://www.nctm.org/flipbooks/standards/professionalteaching/index.html>

- National Council of Teachers of Mathematics, (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- OECD (2013). "PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy." [Online] Retrieved on 8-March-2015, at URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- O'Halloran, K. L. (2000). Classroom discourse in mathematics: A multisemiotic analysis. *Linguistics and Education, 10*(3), 359-388.
- Owens, B. (2006). *The language of mathematics: Mathematical terminology simplified for classroom use* (Master's thesis). Retrieved from <http://dc.etsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3606&context=etd>
- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research, 75*(2), 211-246.
- Rickard, J. S. (2006). *Unpacking student discourse in middle school mathematics* (Master's thesis.) Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (Document ID: 304940757)
- Romberg, T. (2000). Changing the teaching and learning of mathematics. *The Australian Mathematics Teacher, 56*(4), 6-9.
- Runesson, U. (2005). Beyond discourse and interaction. Variation: a critical aspect for teaching and learning mathematics. *Cambridge Journal of Education, 35*(1), 69-87.
- Schleppegrell, M. J. (2007). The linguistic challenges of mathematics teaching and learning: A research review. *Reading & Writing Quarterly, 23*(2), 139-159.
- Schmidt, W. H., Houang, R., & Cogan, L. S. (2002). A coherent curriculum, the case of mathematics. *American Educator, 1*-17.
- Staples, M. E. & Truxaw, M. P. (2010). Enhancing language, enhancing learning: Augmenting mathematics teachers' capacity in their linguistically diverse classrooms. In Brosnan, P., Erchick, D. B., & Flevaris, L. (Eds.), *Proceedings of the 32th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1337-1345). Columbus, OH: The Ohio State University.
- Taiwan Ministry of Education (2013). *Grade 1-9 Curriculum Guidelines—Mathematics*. Taipei: Ministry of Education.