

İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri*

Bekir Kürşat DORUK¹

Ahi Evran Üniversitesi

Özet: Matematik ve matematik eğitiminin önemli bir parçası olan iletişim becerisinin gelişimi için öğrencilerin tartışmaya değer matematiksel problemlerle çalışmaya gereksinimleri vardır. Araştırmalar matematik hakkında konuşma ve yazmanın, grup çalışmalarının, sözel problem oluşturma etkinliklerinin iletişim becerisini geliştirirken öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına da yardımcı olacağını göstermiştir. Buradan hareketle öğrencilerin küçük gruplar şeklinde çalışarak günlük yaşamdan alınan bir problem durumunu önce matematiksel olarak ifade ettikleri ve ardından ürettikleri çözümü genelleyip sınıf arkadaşlarına sundukları modelleme etkinliklerinin iletişim becerilerini geliştirme konusunda etkili olabileceği akla gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışmaları sırasında ortaya çıkan, iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlayacak süreçlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bir devlet okulunun 6. ve 7. sınıfında öğrenim gören 58 öğrenciyle bir dönem boyunca çalışılan 8 adet modelleme etkinliği sırasında elde edilen video kayıtları ve öğrencilerin yazılı çalışmalarından elde edilen veriler betimsel analiz yardımıyla incelenmiştir. Modelleme etkinliklerinin tüm aşamalarının iletişim becerisinin gelişiminde destekleyici yaşantılar içerdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme etkinlikleri, iletişim becerisi, matematiksel iletişim türleri.

GİRİŞ

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000), Okul Matematiğinin Prensipleri ve Standartları (Principles and Standards for School Mathematics) kitabında, iletişimin matematik ve matematik eğitiminin önemli bir parçası olduğu belirtilmiş ve bu becerinin gelişimi için öğrencilerin iyi geliştirilmiş algoritmik yaklaşımların uygulandığı, belirli kuralları sırasıyla uygulamayı gerektiren görevlerden çok tartışmaya değer matematiksel problemlerle çalışmaya gereksinimleri olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca matematiksel olarak bir yerlere giden ilginç problemlerin iletişim becerisini geliştirici, zengin tartışmalar için kullanışlı bir araç olarak görev yapabileceği de ifade edilmiştir. Bu standartlara göre matematik derslerinde konuşma, yazma, okuma ve dinleme olanağı, cesareti ve desteği olan öğrenciler bu durumdan iki yarar görecektir. Biri matematik öğrenmek için iletişim kurmak olduğu matematiksel olarak iletişim kurmayı öğrenmektir (NCTM, 2000). Türkiye'de 2005 yılında uygulanmaya başlayan matematik dersi öğretim programında da buna paralel olarak matematik eğitiminde iletişim becerisinin önemi vurgulanmış matematik hakkında konuşma ve yazmanın iletişim becerisini geliştirirken öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına da yardımcı olacağı ifade edilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2009).

Çok geniş bir kavram olan iletişim genel olarak sözcükler, semboller, resimler, grafikler gibi araçlardan yararlanarak bilgi, duygu, düşünce ve becerilerin aktarılması süreci olarak tanımlanabilir. Matematiksel iletişim ise öncelikle matematiksel bilgi, içerik ya da bilgilendirmenin öğrenciye iletilmesi olarak açıklanabilir. Bir diğer açıdan matematiksel iletişim matematiği keşfetmek, incelemek ve tartışmak için kullanılan yol olarak görülebilir. Bu kavram matematiksel içeriğin elektronik olarak matematiksel temsili vesınıf içerisinde öğrenciler arasındaki ya da öğrenci öğretmen arasındaki matematiksel iletişimi de kapsar (Lipekiene, 2009).

*Bu çalışma 21-23 Eylül 2011 tarihleri arasında Şile'de düzenlenen 10. Matematik Sempozyumu'nda sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

¹ İletişim: bkdoruk@gmail.com

Öğretmenin konuştuğu, öğrencilerin sessizce çalıştığı ve ara sıra öğretmenin sorularını yanıtladığı geleneksel sınıf ortamında matematiksel iletişime gereken önem verilmemekteydi. Matematik eğitimindeki reform hareketiyle birlikte öğrenmenin sosyal bir bağlam içerisinde çok daha etkili ilerleyeceği şeklindeki görüş birliğinden hareketle iletişimin önemi vurgulanmıştır. Öğretmenleri ve arkadaşlarıyla etkin tartışma aracılığıyla, öğrencilerin matematiğin temelini oluşturan kavramları anlamaları ve daha iyi problem çözümler haline gelmeleri beklenmektedir. Bu yaklaşım Vygotsky'nin öğrenmenin, öğrenenin bağımsız çalışmasının ötesinde, öncelikle bir yetişkin ya da daha yeterli bir akranıyla bir görevi yerine getirmek için işbirliği yaptığında, gelişmeye açık alanda (zone of proximal development) gerçekleşeceğini öne sürdüğü çalışmasına dayanmaktadır. Akranlar birlikte çalıştığında problem çözme süreçlerini betimleyebilmek ve bunlar üzerinde derinlemesine düşünmek zorundadır (Brenner, 1998).

Öğrencilerin dikkatlice dinleyip, gerekli tekrarları yapması ve verilen alıştırmaları yapraklarını çözmesinin matematiği öğrenmek için yeterli olmayacağı, kavramların öğretmenden öğrenciye doğrudan verilemeyeceği, ancak her öğrenen birey tarafından geliştirilmek zorunda olduğu artık genel olarak kabul gören bir düşüncedir. Bu düşüncüyü savunan araştırmacılar genel olarak bu gelişimin öğrencilerle etkileşime girdiklerinde, bu etkileşimlerle ilgili düşündüklerinde ve diğerleriyle deneyimlerini ve sonuçları paylaştıklarında gerçekleştiğini ileri sürmektedir. Her hangi bir düzeydeki öğrenci için matematik hakkında konuşma, okuma ve yazma olanağı sağlamak kavramların gelişimini teşvik edecektir. Akranlar arasındaki sözlü iletişim ve etkileşim kavram gelişimi için büyük bir kolaylaştırıcıdır. Bunun yanında yazma da matematik öğrenen birey için kullanışlı bir araçtır, çünkü öğrenciler yazdıkları zaman düşüncelerini ayrıntılı olarak görebilirler ve oluşturdukları şemalar üzerinde düşünebilirler (Burton, 1992). Matematikle ilgili zorluk yaşayan öğrencilere kağıt ve kalemle yapacakları alıştırmalar vermek yerine matematikle ilgili konuşmaları ve tartışmalarını sağlamak öğrencilerin bu zorlukları aşmalarında çok daha fazla yardımcı olacaktır (Straker, 1993). Öğrencilerin düşünceler ve fikirler yoluyla başkalarıyla iletişim kurmalarını, düşünme süreçlerini daha iyi yansıtmalarını sağlamak için onları tartışma ve konuşmaya teşvik etmek gereklidir (Pimm, 1987).

Matematik eğitimcileri farklı yaklaşımlarla matematiksel iletişimi bazı türlere ayırarak sınıflandırmalar yapmışlardır. Bunlardan Brenner (1998) oluşturduğu matematiksel iletişim çerçevesinde matematiksel anlayışın gelişimi için gerekli olan üç tür iletişimden söz etmiştir:

1. Matematik hakkında iletişim: Bu iletişim bireyler için problem çözme süreçlerini ve bu süreçlerle ilgili kendi düşüncelerini betimleme gereksinimine yol açar. Sınıf tartışmalarına yeterli önem verildiğinde öğrenciler, geleneksel sınıflarda yalnız çalışırken kasıtlı olarak bile düşünülemez şekilde, süreçleri dışa vurma gereksinimi duyarlar. Bu dışa vurma süreci başlı başına yüksek düzeyde akıl yürütmeye katkı sağlayacağı gibi sınıf iletişimini de kolaylaştırır.

2. Matematik içinde iletişim: Bu iletişim, matematiğe özel, sembolleri ve dili kullanma anlamındadır. Matematiği tartışırken kullanılan özel dili, özel sözcükleri, gündelik sözcüklerin özelleşmiş kullanımını ve matematiksel ilişkilerin açıklanmasına özgü söz dizimini kapsar.

3. Matematikle iletişim: Bu iletişim öğrencilere anlamlı problemlerle meşgul olma ve onlara alternatif çözümler bulma olanağı sağlayan matematik kullanımını ifade eder.

Brendefur ve Frykholm (2000) da matematiksel iletişimi farklı bir bakış açısıyla dört genel kategoriye ayırmıştır:

1. Tek yönlü iletişim: Geleneksel anlayışta matematik derslerinde hâkim olan çoğunlukla öğretmenden öğrenciye mesaj göndermenin söz konusu olduğu iletişimdir.

2. Yardımcı (destekleyici) iletişim: Öğrenciler arasındaki, öğretmen ve öğrenciler arasındaki etkileşime odaklanır (konuşmanın yardımcı olma ya da paylaşma ile sınırlandırılmış, çoğunlukla küçük ya da derin olmayan düşünce ile).

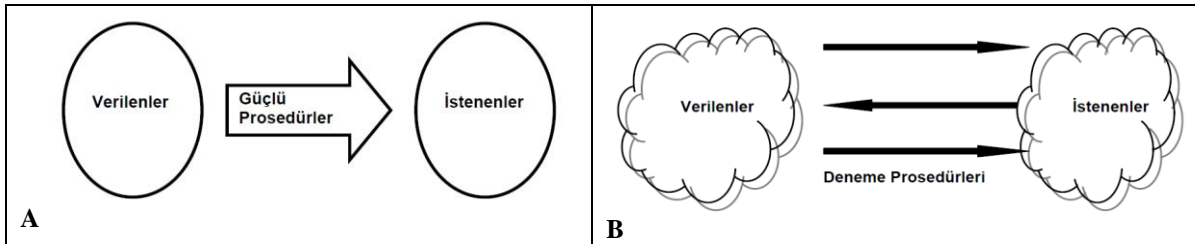
3. Dönüştürücü iletişim: Öğrencilerin fikirlerini, stratejilerini ve sonuçlarını akranlarıyla ve öğretmenleriyle paylaştığı destekleyici iletişime benzerdir. Dönüştürücü iletişimde öğretmen ve öğrenciler birbiriyle matematiksel konuşmaları daha derin inceleme ve açıklamalar için sıçrama tahtası olarak kullanırlar. Burada öğrenci ve öğretmenin tartışmanın belirgin bir objesi olma durumu nöbetleşe birbirini takip ederek tekrarlanır.

4. Öğretimsel iletişim: Öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşimden daha fazlasını içerir. Öğretmenin derinlemesine düşünmeyi teşvik etmesi, öğrencinin matematiğini ileri götüreceği,

destekleyecek, yeni oluşan koşullara uygun hale getirecek şekilde pozisyon almasıdır. Bu tür iletişimler öğrencilerin matematiksel anlayışlarında değişimlere kavuz olabilirler.

Bugüne kadar yapılan araştırmalar grup halinde yapılan problem çözme çalışmalarının, geleneksel sözlü problemlerin çözüm adımlarının ve problemin uygun çözümünü yazma çalışmalarının, grup çalışmalarının, sınıf tartışmalarının, yazma ve okuma ödevlerinin, sözel problem oluşturma etkinliklerinin ve öğretmenin sınıf içerisindeki tutumunun matematikle ilgili iletişim becerisinin geliştirilmesine katkı sağlayacak unsurları içerdiğini göstermektedir (Ahmad, SalimveZainuddin,2008;Brenner, 1998;CookeveBuchholz, 2005; LiedtkeveSales, 2001;OrtonveFrobisher, 1996). MEB'in 2005 yılında uygulamaya koyduğu programda da iletişim becerisinin kazanılabilmesi için öğrencilerin somut model, şekil, resim, grafik, tablo gibi temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşünceleri ifade edebilmeleri, matematik ve problemler hakkındaki düşüncelerini açık bir şekilde sözlü ve yazılı ifade edebilmeleri hedeflenmiştir. Buradan hareketle öğrencilerin küçük gruplar şeklinde çalışarak günlük yaşamdan alınan bir problem durumunu önce matematiksel olarak ifade ettikleri ve ardından tartışarak ürettikleri çözümü genelleyip sınıf arkadaşlarına çeşitli temsil biçimlerini kullanarak sundukları modelleme etkinliklerinin iletişim becerilerini geliştirmede çok daha etkili olabileceği akla gelmektedir.

Cheng'e (2001) göre matematiksel modelleme, problemlere çözüm yolları bulmaya çalışırken gerçekte yaşam problemlerini matematiksel terimlerle gösterme, matematik diline çevirme sürecidir. Elde edilen matematik probleminde çözüme ulaşmak için bilinen matematiksel teknikler kullanılır. Matematiksel modelleme etkinlikleri, matematiksel modellemenin sınıf ortamında öğrenciler tarafından yapılmasıdır. Bu etkinliklerde küçük gruplar halinde çalışan öğrenciler problem durumunun matematiksel yorumlarını kendileri geliştirir, verilen durumları matematikselleştirirler (Lesh, Hoover, Hole, KellyvePost, 2000). Bu etkinlikler çocukların ilgilendikleri temalar çevresinde geliştirilir ve çocukları problem durumunu araştırmak ve açıklığa kavuşturmak için teşvik edecek şekilde düzenlenir. Modelleme etkinliklerinin sonunda öğrenciler geliştirdikleri modelleri yazılı semboller, sözlü raporlar, kâğıt üzerindeki diyagramlar veya resimler gibi çeşitli gösterim sistemlerini kullanarak arkadaşlarına sunarlar. Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencileri rutin olmayan gerçek hayat problemleri üzerine yoğunlaştırarak onların gerekli matematiksel yapıları oluşturmaları, geliştirmeleri, tekrar gözden geçirmelerini ve oluşturdukları modelleri başka problem durumlarına genelleyeabilmelerini amaçlamaktadır. Bu etkinliklerle çalışan öğrenciler, geleneksel problem çözme etkinliklerinde olduğu gibi verilenler ile hedef arasında güçlü bir izlek uygulamasını yerine getirmeye çalışmazlar. Modelleme problemlerinde verilenler ile hedef arasında birden fazla deneme döngüsü bulunmaktadır (Şekil 1), yani öğrencilerin kesin bir çözüm bulmasından çok, bulunan çözümün işlerliğinin kontrol edilmesi ve çözümü tekrar geliştirme söz konusudur (LeshveDoerr, 2003; Zawojewski ve Lesh, 2003).



Şekil 1. Problem çözmeye geleneksel yaklaşım (A) ve modelleme yaklaşımı (B).

Gerek NCTM'nin (2000) prensip ve standartlarında gerekse MEB'in (2009) matematik dersi öğretim programında iletişim becerisinin matematik eğitimindeki önemi vurgulanmıştır. Modelleme etkinliklerinin uygulama aşamaları (ısınma, karmaşık günlük yaşam durumundan problem ifadesi elde etme, bu problemin çözümü için bir model oluşturma, modelden yararlanarak çözüme ulaşma, çözümün işlerliğinin kontrolü ve raporun oluşturulması, sunum) göz önüne alındığında, ayrıca Zawojewski, Lesh ve English'in (2003) belirttiği gibi modelleme etkinliklerinin sosyal etkileşim için çok uygun olduğudüşünüldüğünde, bu etkinliklerin öğrenciler için matematiksel iletişim becerisini geliştirici olanaklar sağlayabileceği akla gelmektedir. Buradan hareketle matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik dersi kapsamında öğrencilerin iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlama yönünden incelenilmesinin, öğrencilere bu becerinin kazandırılması için kullanılması gereken yöntem ve tekniklerin belirlenmesine katkı sağlamak açısından önemli olduğu düşünülebilir. Bu nedenle bu çalışma ile öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışırken geçirdikleri yaşantılar sırasında ortaya çıkan, iletişim

becerilerinin gelişimine katkı sağlayacak süreçlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada şu araştırma problemleri araştırılmıştır:

- Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışma süreci iletişim becerisinin gelişimini destekleyici yaşantılar içermekte midir?
- Modelleme etkinlikleriyle çalışma süreci hangi tür matematiksel iletişim örneklerini içermektedir?

YÖNTEM

1. Araştırma Modeli

Bu çalışma, öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışırken geçirdikleri yaşantılar sırasında ortaya çıkan, iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlayacak süreçleri ayrıntılı olarak incelemek amacıyla yapılan özel bir durum çalışmasıdır. Araştırmada, 6. ve 7. sınıf öğrencileriyle çalışılan 8 adet modelleme etkinliği sırasında elde edilen video kayıtlarından ve öğrencilerin yazılı çalışmalarından elde edilen nitel veriler incelenmiştir.

2. Araştırma Grubu

2008–2009 öğretim yılında, Ankara ilinin bir ilçesinde bulunan ve düşüksosyo-ekonomik durumdaki öğrencilerin devam ettiği bir ilköğretim okulunun 6. ve 7. sınıflarındaki toplam 58 öğrenciden oluşan araştırma grubu kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile belirlenmiştir. 6. sınıfta 19 kız 15 erkek olmak üzere toplam 34, 7. sınıfta 11 kız 13 erkek olmak üzere toplam 24 öğrenci bulunmaktadır.

3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada kullanılan veriler, ilk olarak matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiği günlük yaşama transfer etme düzeyleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla başka bir çalışma için toplanmıştır (Doruk, 2010). Bu çalışmada ise bu veriler farklı bir yönden analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan veriler, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışması sırasında elde edilen video kayıtları, öğrencilerin çalışmalarına rehberlik eden araştırmacının gözlemleri, öğrencilerin etkinlikler sırasında kullandıkları çalışma kâğıtları ve etkinliklerin sonunda hazırladıkları raporlar yardımıyla elde edilmiştir.

4. Verilerin Analizi

Araştırma grubundaki öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışırken ve etkinliklerin sonunda sunumlarını yaparken kaydedilen video görüntüleri ve öğrencilerin yazdıkları mektuplardan elde edilen nitel veriler betimsel analiz kullanılarak incelenmiştir. Bunun için öncelikle araştırmanın problemi doğrultusunda, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışması sırasında ortaya çıkan ve alanyazında yapılan sınıflandırmalara göre iletişim becerisinin farklı türleri olan, *matematik hakkında iletişim, matematik içinde iletişim, matematikle iletişim, tek yönlü iletişim, yardımcı iletişim, dönüşlü iletişim ve öğretimsel iletişim* kullanmayı gerektiren durumlar kategoriler olarak belirlenmiştir. Her bir modelleme etkinliği sırasında elde edilen, sınıfın tamamına ve gruplara ait kayıtlar bu kategorilere göre değerlendirilerek, modelleme sürecindeki yaşantılarının öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini geliştirmek için ne gibi olanaklar sunduğu anlaşılmasına çalışılmıştır.

5. Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmanın iç geçerliğini artırmak için araştırmacının içinde olduğu uygulama süreci olabildiğince uzun tutulmuş, elde edilen dokümanlarla olan etkileşimin uzun süreli olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca araştırmacının yaptığı gözlemleri desteklemek amacıyla uygulamaların video kayıtlarını alarak, öğrencilerin etkinlikler süresince yaptıkları yazılı çalışmaları dosyalayarak veri kaynakları bakımından çeşitlemeye özen gösterilmiştir. Buna ek olarak konuyla ilgili genel bilgiye sahip bir uzmanla değerlendirme toplantısı yapılarak uzman incelemesi yönteminden yararlanılmıştır. Dış geçerlik için ayrıntılı betimleme yapılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla veriler alanyazında yapılan sınıflandırmalar dikkate alınarak, matematiksel iletişim türlerine göre düzenlenip okuyucuya aktarılmaya çalışılmış, doğrudan alıntılara yer vermeye özen gösterilmiştir. İç güvenilirliği artırmak amacıyla dışarıdan bir uzman tarafından araştırma süresince tutarlı bir yol izlenip izlenmediği incelenmiş ve olumlu dönüt alınmıştır. Dış güvenilirlik için araştırma süreci ayrıntılı olarak anlatılmış, uygulamalar sırasında elde edilen dokümanlar

bir uzmana inceletilerek ulaşılan sonuçların toplanan verilerle uygunluğu onaylanılmış ve bu veriler gerektiğinde tekrar incelenebilecek şekilde saklanmıştır.

6. Uygulama

Öğrenciler matematik dersi dışında araştırmacının rehberliğinde, matematiksel modelleme etkinlikleriyle, haftada iki saat olmak üzere bir dönem boyunca çalışmışlardır. Çalışmada kullanılmak üzere alanyazından derlenen sekiz adet matematiksel modelleme etkinliği çalışmanın yapıldığı okulun şartlarına uyarlanmıştır(Cramer, 2003; HenningveKeune, 2005; Johnson veLesh 2003; LeshveDoerr, 2003; Mousoulides,PittalisveChristou, 2006;Swan,TurnerveYoon,2006).

Zawojewski, Lesh ve English'e (2003) göre modelleme etkinliklerinin sosyal etkileşim için çok uygun oluşu, bu etkinliklerin grup çalışması şeklinde yapılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle uygulamalara başlamadan önce öğrenciler bir dönem boyunca birlikte çalışmak üzere 5 ya da 6 kişilik heterojen gruplara ayrılmışlardır. Uygulamada English'in (2004) ilköğretim seviyesinde kullandığı standart formattan yararlanılmıştır. Bu formata göre, ilk olarak öğrencilere bir bağlamı anlatan senaryo verilir ve kavramanın ortaya çıkmasını sağlamak için hazırlık soruları oluşturulur. Bu bölüm süresince öğrencilere hikâye ile ilişkili olarak bir problem sunulur. İkinci olarak öğrenciler küçük gruplarla problem üzerinde çalışarak matematiksel modellerini oluştururlar. Üçüncü olarak öğrenciler oluşturdukları modelleri dinleyicilere, yani sınıf arkadaşlarına sunarlar. Sunum sırasında dinleyicilerin arkadaşlarına önemli yaşam becerileri geliştirecek eleştirel sorular sorma şansı vardır. Aşağıda uygulanan etkinliklerden birine yer verilmiştir.

7. Örnek Etkinlik: Uzun Atlama Problemi (2 Ders Saati)

Bu etkinliğe başlanırken öğrencilerin uzun atlama sporuyla ilgili geçmiş yaşantıları ve bilgileri üzerine bazı sorular sorularak, uzun atlama yarışmalarında birincinin nasıl belirlendiği kısaca tartışılır ve ardından şekil 2'deki problem gruplara dağıtılarak, her grup problemi kendi arasında okuyup modelleme etkinliğine giriş yaparlar.

Türkiye okullar arası uzun atlama şampiyonası için bir kız öğrenci seçilecektir. Okulumuz içinde düzenlenen yarışmada üç kız öğrenciye ait alınan sonuçlar metre cinsinden aşağıda verilmiştir. Beden eğitimi öğretmeni şampiyonaya kimin gönderileceği konusunda kararsız kalmıştır. Müdür yardımcısı Güngör Bey ise, şeyda en yüksek ortalamaya sahip olduğundan şampiyonaya onun gitmesinin doğru olacağını söylemiştir. Sizce Güngör Hoca haklı mıdır? Yanıtınızı açıklayınız ve haklı olmadığını düşünüyorsanız onu ikna ediniz. Okulumuz için en avantajlı öğrenciyi nasıl belirlediğinizi beden eğitimi öğretmenimize ve müdür yardımcımıza bir mektupla açıklayınız.

Büşra	Fatma	şeyda
3,25	3,55	3,67
3,95	3,88	3,78
4,28	3,61	3,92
2,95	3,97	3,62
3,66	3,75	3,85
3,81	3,59	3,73

şekil 2. Uzun atlama problemi.

Öğrencilerin alternatif ölçme yöntemlerinin güçlü ve zayıf yönlerini tartışması için önemli olanaklar sunan bu etkinlikte öğrencilerden farklı ölçme yöntemlerini kullanarak en iyi sporcu seçmeleri ve sonuçları tartışıp bu durum için en uygun ölçme yöntemini belirlemeleri ve bu şekilde okullarında karşılaşabilecekleri bir günlük yaşam problemine çözüm üretmeleri amaçlanmaktadır.

BULGULAR

Matematiksel modelleme etkinliklerinin hepsinde başlangıç aşamasında ısınma çalışmaları yapılmıştır. Bu bölümde problem içindeki günlük yaşam bağlamı ile ilgili öğrencilerin deneyimlerini içeren sınıf tartışmaları yaşanmıştır. Örnek olarak 6. sınıflarla uzun atlama problemi etkinliğinin başlangıcında yaşanan sınıf konuşmalarının bir bölümü aşağıda verilmiştir.

A: Uzun atlama sporuyla ilgili bilgisi olan var mı arkadaşlar?

Ö1: Biz uzuneşek oynamıştık ...

A: Uzuneşek değil, uzun atlama sporu.

Ö2: Biz beden eğitimi dersinde atlıyorduk, kaç metre atladığımızı ölçüyorduk.

Ö3: Sekiz metre atladım ben.

A: Televizyonda hiç izleyen oldu mu, olimpiyatlarda...

Ö4: Hocam böyle koşuyorlar koşuyorlar, kum var, metre var, kumun üstünden atlıyorlar.

A: Birinciye nasıl belirliyorlar?

Ö4: En uzağa atlayan birinci oluyor.

A: Kaç atlama hakkı veriyorlar sporculara?

Ö5: İki

Ö4: Hayır 3.

Ö6: Evet 3.

A: Peki, ne yapıyorlar? Üçünün ortalamasını mı alıyorlar? Yoksa en uzun atlamasını mı?

Ö4: En çok atladığımı.

Ö7: Ortalama mı alıyorlar yoksa?

Ö2: Ortalama değil mi öğretmenim?

A: Probleminizi okuyalım bakalım, orda tartışırsınız.

Burada görüldüğü gibi matematiksel modelleme etkinliklerinin başlangıç kısmında öğrenciler anlamlı bir günlük yaşam problemiyle meşgul olurken yavaş yavaş matematikten yararlanmaya yönelmektedir (birincinin ortalama olarak mı yoksa en uzun atlamayı dikkate alarak mı belirleneceğini tartışarak). Bu durum etkinliklerin giriş aşamasında, öğretmen öğrenci arasında ve öğrencilerin kendi arasında Brenner'in(1998) sınıflandırmasında söz ettiği "matematikte iletişim" için olanaklar bulunduğunu göstermektedir. Bunun yanında öğretmenin öğrencilere yardımcı olmak için sorular sorması ve öğrencilerin öğretmenleriyle küçük paylaşımlarda bulunması etkinliğin bu bölümünde Brendefur ve Frykholm'un(2000) belirttiği "yardımcı iletişim" için olanaklar yer aldığını göstermektedir.

Etkinliklerde ısınma aşamasının ardından gruplar kendilerine verilen karmaşık bir günlük yaşam durumundan oluşan problemi okuyup, tartışarak anlamaya, problemi matematiksel olarak ifade edip çözüm üretmeye ve bu çözümün işlerliğini kontrol etmeye çalışmışlardır. Araştırmacı da gruplar arasında dolaşarak öğrencilerin sorularına onları derinlemesine düşünmeye yönlendirecek sorularla yanıt vermiştir. Çözülmesi gereken problemin matematiksel olarak ifade edilmesi aşaması Brenner'in (1998) sınıflandırmasındaki üç tür iletişiminden de (matematik hakkında iletişim, matematikle iletişim, matematik içinde iletişim) bölümler içermektedir. Bu aşamada öğrenciler için matematikle ilgili yazma, okuma ve konuşmayı gerektiren durumlar da ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bu bölümde Brendefur ve Frykholm'un (2000) sınıflandırmasındaki türlerden yardımcı iletişimin yanı sıra, dönüşlü iletişim ve öğretici iletişime ait unsurlar da gözlenmiştir. Etkinliklerin bu kısmında yaşanan iletişim süreçlerine bir örnek olarak, öğrencilerin verilen büyükçe bir ayak izinin sahibinin boy uzunluğunu hesaplamaya çalıştıkları büyük ayak problemi ile çalışmaları sırasında yaşanan grup ve araştırmacı arasında geçen diyalogdan bir kesit aşağıda verilmiştir. Bu diyalogun giriş kısmında görüldüğü gibi öğrenciler problem çözme süreçlerini ve bu süreçlerle ilgili kendi düşüncelerini betimlemeye çalışmaktadır. Bu durum etkinliklerin bu aşamasında "matematik hakkında iletişim" için uygun olanakların yer aldığını göstermektedir. Yine bu tartışmada öğrencilerin uzunluk ölçü birimlerini ve "orantı, doğru orantı, ters orantı, ortalama" gibi matematiksel terimleri kullanmaları "matematik içinde iletişim" için etkinliklerin bu bölümünde uygun bir zemin bulunduğunu göstermektedir. Öğrencilerin ayak izi verilen bir insanın boy uzunluğunu belirlemeye çalıştıkları bu durumda matematik aracılığıyla alternatif çözümler üretmeye çalıştıkları açıkça görülmektedir. Dolayısıyla etkinliklerin bu bölümünde de "matematikte iletişim" için elverişli ortamlar oluştuğu söylenebilir. Öte yandan ayak uzunluğunu 38 metre olarak ifade eden öğrenci ile öğretmenin iletişimi "yardımcı iletişim", kurulması gereken orantı türü üzerine yapılan tartışma "dönüşlü iletişim" ve öğretmenin "ama acaba sadece Cafer'e göre orantı kurmak doğru mu?" sorusuyla öğrencilerin derinlemesine düşünmelerini teşvik etmesi "öğretici iletişim" için örnek oluşturmaktadır.

Ö1: Öğretmenim biz öncel ayak izini ölçtük, 38 metre bulduk.

A: 38 metre mi?

Ö2: Hayır, hayır santimetre.

A: 38 metre neredeyse buradan bahçe kapısı kadar olur herhalde değil mi?

Ö1: Karıştırmışım öğretmenim. Neyse, sonra arkadaşımız Cafer'in ayakkabı boyunu ölçtük, 28 cm.

Ö3: Boyu da 150 cm.

Ö1: Sonra buradan orantı kurmaya karar verdik.

Ö2: Öğretmenim bence ters orantı kurmak lazım değil mi? Sevda doğru orantı diyor.

A: İnsanların ayak uzunlukları büyüdükçe boyları da büyür mü?

Ö1,2,3,4: Evet...

Ö1: O zaman doğru orantı.

A: Ama acaba sadece Cafer'e göre orantı kurmak doğru mu?

Ö2: Başka ne yapabiliriz ki?

Ö3: Hepimizinkine göre hesaplayıp sonra ortalama alsak daha iyi olabilir.

A: Bir deneyin bakalım, ama daha hassas bir hesaplama yolu da bulunabilir belki.

Çözüm grup içerisinde onaylandıktan sonra bu çözümün raporlaştırılması (genel olarak bir mektup şeklinde) aşaması öğrencilerin yazarak ve çeşitli görsel temsil biçimleri kullanarak iletişim kurmalarına olanak sağlamaktadır. Şekil 3 ve Şekil 4'te verilen, iki ayrı etkinlikteki problemlerin çözümüne ilişkin örneklerde olduğu gibi diğer tüm etkinliklerin raporlaştırma aşamasında öğrencilerin mektup yazdıkları kişiyi ikna etmek amacıyla düşüncelerini matematiksel temellere dayandırmaya çalıştıkları ve matematiksel ifadelerle gösterimlerden yararlandıkları görülmektedir.

Türkiye okullar arası uzun atlama şampiyonası için bir kız öğrenci seçilecek. Okul çapında düzenlenen yarışmada üç kız öğrenciyi ait alınan sonuçlar metre olarak aşağıda verildi. Beden eğitimi öğretmeni şampiyonaya kimin gönderileceği konusunda kararsız kaldı. Müdür yardımcısı Güngör Bey, Seyda en uzun ortalamaya sahip olduğundan şampiyonaya onun gitmesini doğru olacağını söyledi. Sizce Güngör Hoca haklı mı? Cevabınızı açıklayınız ve haklı olmadığınızı düşünüyorsanız onu ikna ediniz. Okulumuz için en avantajlı öğrenciyi belirleyip, bunu nasıl yaptığınızı beden eğitimi öğretmenimize ve müdür yardımcımıza bir mektupla açıklayınız.

Büsra	Fatma	Seyda
3,25 m	3,55 m	3,67 m
3,95 m	3,88 m	3,78 m
4,28 m	3,61 m	3,92 m
2,95 m	3,97 m	3,62 m
3,65 m	3,75 m	3,85 m
3,81 m	3,59 m	3,73 m

Sizce Seyda'nın ortalamaının en yüksek olduğu için olimpiyatlara Seyda'nın gitmesini önermemizdir. Ama Büsra gitmeli. Biz grup olarak bunu hesapladık. Bunu şöyle yaptık:

"Olimpiyatlarda en yüksek ortalama olan değil en yüksek atlayan 1. olur. En yüksek atlayan Büsra'dır. Aynı zamanda,

Büsra	Fatma
3 defa 1. olmuş.	1 defa 1. olmuş.

ve Seyda 2 defa 1. olmuş. En çok 1. olan Büsra. Her de en uzun atlayan. Büsra olimpiyatlara gitmeli."

Türkiye okullar arası uzun atlama şampiyonası için bir kız öğrenci seçilecek. Okul çapında düzenlenen yarışmada üç kız öğrenciyi ait alınan sonuçlar metre olarak aşağıda verildi. Beden eğitimi öğretmeni şampiyonaya kimin gönderileceği konusunda kararsız kaldı. Müdür yardımcısı Güngör Bey, Seyda en uzun ortalamaya sahip olduğundan şampiyonaya onun gitmesini doğru olacağını söyledi. Sizce Güngör Hoca haklı mı? Cevabınızı açıklayınız ve haklı olmadığınızı düşünüyorsanız onu ikna ediniz. Okulumuz için en avantajlı öğrenciyi belirleyip, bunu nasıl yaptığınızı beden eğitimi öğretmenimize ve müdür yardımcımıza bir mektupla açıklayınız.

Büsra	Fatma	Seyda
3,25 m	3,55 m	3,67 m
3,95 m	3,88 m	3,78 m
4,28 m	3,61 m	3,92 m
2,95 m	3,97 m	3,62 m
3,65 m	3,75 m	3,85 m
3,81 m	3,59 m	3,73 m

Sayın Güngör Bey,

Aritmetik ortalamasında sıralama Seyda 1., Fatma 2. Büsra sonuncuydu fakat biz Büsra'nın gitmesini gerektirmediğini düşündük. Yani sizin görüşünüz yanlıştır. Aritmetik ortalama alınmamalıdır. Bizce olasılık yolu daha doğrudur. Sıralamasında 1. Büsra, 2. Seyda ve sonuncu Fatma'dır. Bizce bu yolla Büsra'yı yarışmaya göndermelisiniz.

Şekil 3. Öğrencilerin uzun atlama modelleme etkinliğine ait raporları.

Biz bu hissi: bulmak için öncelikle ayak kabı için boyunun ölçtüğ. baha sonra grubumuzdaki arkadaşlarımızın hepsinin ayakkabı boyunu, boyunun ölçtüğ. Ayakkabı boylarımızın aritmetik ortalamasını aldık. Boylarımızın da aritmetik ortalamasını aldık. Ayakkabı boylarımızın aritmetik ortalamasını, boylarımızın aritmetik ortalamasına böldük sonuç 5,9 çıktı. Hayırseverinde 5,9 ortalamasını 5,9 olduğunu düşünerek. 38,5,9 ile çarptık. Sizce formül olarak; 5,9. ayakkabı için boyun = boyuna'dır. Sizin de bu formülü kullanarak sualuları bulabilirsiniz.

Sayın Polis Memuru, Sükrü Acar i.00'nun bahçemize birisi gece kitap bırakıp gitmiş. Kim olduğunu bulmaya çalışıyoruz. Siz bize ayak izini vermişsiniz. Bunun için ayrıca teshehir eder ediyorsunuz. Biz de bu ayak izinden yararlanarak bu insanın boyunu bulmaya çalıştık. Yaklaşık boyunu bulduğumuzu düşünüyoruz. Bunu şöyle bulduk; "Arkadaşımıza Büsra'nın boyunu ve ayakkabısının boyunu ölçtük. Büsra'nın boyu: 160 cm, ayakkabısının boyu: 24 cm çıktı. Aradaki oran yaklaşık 6 kat. Aynı şekilde bu ayak izi üzerinde denedik. Ayakkabının boyu: 38 cm. Büsra'da denediğimiz gibi arada oran kurduk. 38,6 = ? formülünü kullandık. Yaklaşık boyu 228 cm."

Biz böyle bulduk doğru olup olmadığını bize söyleyebilir misiniz?

Formül:	Boy 6 kat	Ayakkabı boy
Kişi Büsra	160 cm	24 cm

Kişi: Buldu ?
musa kitap 228
braker kişi

38,6 = 228 cm

Şekil 4. Öğrencilerin büyük ayak modelleme etkinliğine ait raporları.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin son bölümünde öğrenciler geliştirdikleri modelleri sınıftaki diğer gruplara sunmaktadır. Aşağıda öğrencilerin sınıf arkadaşlarına grupları adına yaptıkları sunumlara bazı örnekler verilmiştir. Bu örneklerde görüldüğü gibi öğrencilerin sınıf arkadaşlarına bir gerçek yaşam problemini matematikten yararlanarak nasıl çözdüklerini betimlemeye çalıştıkları sunum aşamasında

“matematik hakkında iletişim” türünü içeren durumlar yer almaktadır. Diğer öğrencilerin sorularına da açık olan bu sunumlarda öğrencilerin matematiksel terimlerin sıkça kullanıldığı konuşmalar yaptıkları ve bu terimleri anlamlarına uygun kullanmak için gayret ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin “aritmetik ortalama, olasılık, kesirler, yaklaşık olarak, sayısal veriler, örnek uzay, farklı olaylar” gibi matematiksel terimleri kullandığı etkinliklerin bu bölümünde matematiğe özel sembolleri ve dili kullanma anlamına gelen “matematik içinde iletişim” için olanaklar yer almaktadır. Sunumları sırasında sınıf arkadaşlarını buldukları çözümün işlerliğine ikna etmek için çalışan öğrencilerin matematiksel konuşmaları daha derin inceleme ve açıklamalar için sıçrama tahtası olarak kullanmaları “dönüşlü iletişim” türüne girmektedir. (Aşağıda uzun atlama problemi için buldukları çözümü arkadaşlarına açıklayan gruba gelen “Niye ki?” sorusundan sonra grup üyelerinden birinin yaptığı açıklamalarda ve büyük at yarışı oyunu etkililiğinde sunum yapan grup üyesine sorulan “O zaman $1+5$ ile $5+1$ ’in farkı ne?” sorusunun yanıtında olduğu gibi.)

1. Uzun atlama problemi

-Arkadaşlar biz de ilk başta aritmetik ortalamasını aldık. Daha sonra düşündük biz bu yolu adil bulmadık. Çünkü Büşra’nın atladığı çok büyüktü, yani en uzun atladığı $4,28$ m unutulamazdı. Yani hani bir kere $2,95$ atmış ama yine de Büşra gitmeli diye düşündük. Yine de aritmetik ortalamayı hesaplayıp sıralamayı kontrol ettik. Gerçekten Şeyda birinci, Fatma ikinci, Büşra ise sonuncuydu. Fakat biz gerçekten Büşra’nın gitmesi gerektiğini düşündük.

-Niye ki?

-Çünkü zaten üç atlama yapılacak ve galiba bir sorun olmuş $2,95$ atladığında, bu $2,95$ Büşra’nın puanını kötü etkilediği için ortalaması düşük çıkmış. Neden Büşra’nın gitmesi gerektiğini açıklamak için olasılık hesapladık. Örnek uzayımız “6”, altı atlayış yapmışlar. Büşra üç kere birinci olmuş, Fatma bir kere, Şeyda iki kere. Büşra’nın birinci olma olasılığı $\frac{3}{6}$, Fatma’nınki $\frac{1}{6}$, Şeyda’nınki $\frac{2}{6}$. Bunları sıraya koyduğumuzda en büyük olasılığı Büşra’nın bulduk. Bizce Büşra’yı yarışmaya göndermeliler.

2. Büyük ayak problemi

-(Tahtaya bir ayakkabı tabanının resmini çizerek) Bu ayakkabı olsun diyelim. Biz şuraya (boyuna) y dedik, enine x dedik. Boyu bulan formülümüz de $Boy=x.y/2$. Mesela arkadaşımız Murat’ın ayakkabısının eni 12 , boyu da 26 cm çıktı. $12 \times 26 : 2 = 156$ oldu. Murat’ın gerçek boyu da 156 cm. Ama öbürlerinde tam olmadı, yaklaşık mesela Bayram’ınki biz 154 bulduk, Bayramınki 158 .

-Önce ayak izini ölçtük, 38 cm çıktı. Sonra grubumuzdaki arkadaşlarımızın ayakkabı boylarını ölçtük, bir yere yazdık. Bu ölçtüğümüz ayakkabı boylarının aritmetik ortalamasını aldık. 142 ’yi 5 ’e böldük, yaklaşık 26 çıktı. Hepimizin boyunu da ölçmüştük. Bunlarında aritmetik ortalamasını aldık, onu da 778 ’i 5 ’e bölerek 155 bulduk. Daha sonra 155 ’i 26 ’ya bölüp $5,9$ ’a ulaştık. Yani bizim grubumuzun ortalaması $5,9$ ’du. Biz de bu kişinin ayakkabısının bize uyabileceğini düşünüp, onun ortalamasının da $5,9$ olduğunu düşünüp $5,9$ ile 38 ’i çarptık ve 224 bulduk.

3. Büyük at yarışı oyunu problemi

-Biz de oyunumuzu oynadık. 2 kez 6 numaralı at bir kez 9 numaralı at birinci geldi. Ama bu şanstı dolaylıydı. Normalde 7 numaralı atın birinci olma olasılığı daha yüksek, sayısal verilerden yararlandığımızda bunu bulduk. Mesela $1+8=9$.

- $1+8$ diyemeyiz ki, zarda 6 var, 6 ’dan büyük yok.

-Doğru. $6+3$, $3+6$, $5+4$, $4+5$. 6 için $1+5$, $5+1$, $3+3$, $3+3$, $4+2$, $2+4$. 7 ’yi incelediğimizde $1+6$, $6+1$, $3+4$, $4+3$, $2+5$, $5+2$.

- 6 ’ninki de 6 tane 7 ’ninki de. Neden 7 ’nin olasılığı en yüksek o zaman?

- 3 ile 3 ikisi de aynı rakam ama iki kere farklı nasıl gelebilir?

-O zaman $1+5$ ile $5+1$ ’in farkı ne?

-Evet $3+3$ ’ü yanlışlıkla iki kere yazmışım. Ama ilk zarın 1 , ikincinin 5 gelmesiyle, ikincinin 1 birincinin 5 gelmesi farklı olaylar.

4. Yaz işi problemi

-Biz bütün saatleri topladık Gizem'in, bütün çalışanların. (Tahtaya çalışanların isimlerini ve toplam çalışma saatlerini yazdılar.) Bunlar çalışma süreleri, bir de biz yaz boyunca bütün elemanların topladıkları paraları ayrı ayrı topladık. (Tahtaya tablo oluşturarak biraz önce yazdıkları sürelerin karşısına para toplamalarını yazdılar.) Bunlar da kazandıkları paralar. Tüm yaz boyunca biriktirdikleri paraları, tüm yaz boyunca çalıştıkları saatlere böldük. (Tablonun devamına buldukları sonuçları eklediler.) Buna dayanarak ilk altıda kimlerin olduğunu yazdık. 1. Rıza, 2. Canan, 3. Ayten, 4. Gizem, 5. Can, 6. Tarık.

-Biz Ayten'i almamıştık, çünkü o az yoğun durumda 0 saat çalışmıştı.

-Siz Ayten'i değerlendiremediniz, demek ki diğer zamanlarda çok çalışmış olmalı.

TARTIŞMA

İletişim matematik ve matematik eğitiminin oldukça önemli bir parçasıdır. Matematiksel düşünceleri paylaşma ve anlama, onları belirginleştirmenin etkili bir yoludur. Fikirlerin birden fazla bakış açısıyla tartışıldığı konuşmalar katılımcıların kendi başlarına kuramadıkları bağlantıları kurmalarını sağlar. Sonuçların ve çözüm yollarının karşılaştırıldığı tartışmalara katılan öğrenciler, anlaşmazlık karşısında arkadaşlarını ikna etmeye çalışırken daha iyi bir matematik anlayışı kazanırlar, aynı zamanda matematiksel fikirleri ifade etmekte kullanılan bir dil geliştirirler ve bu dilde olması gereken duyarlılığı takdir etmeyi öğrenirler(NCTM, 2000).

Bu çalışmada matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirmeleri için ne gibi fırsatlar sunduğu, hangi tür matematiksel iletişim unsurlarını barındırdığı belirlenmeye çalışılmış ve sonuç olarak modelleme etkinliklerinin bütün aşamalarının (ısınma, karmaşık günlük yaşam durumundan problem ifadesi elde etme, bu problemin çözümü için bir model oluşturma, modelden yararlanarak çözüme ulaşma, çözümün işlerliğinin kontrolü ve raporun oluşturulması, sunum) iletişim becerisinin gelişimine katkı sağlayacak oldukça zengin yaşantılar içerdiği gözlenmiştir. Etkinlikler süresince öğrencilerin yoğun bir iletişim içerisinde oldukları, gerek sunumlarında, gerek birbirlerine düşüncelerini açıklarken ya da iddialarını kanıtlamaya çalışırken, gerekse yazdıkları mektuplarda matematiksel dilin unsurlarını kullandıkları görülmüştür.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin ısınma aşamasının, öğrencilere daha çok Brenner'in (1998) matematik için oluşturduğu iletişim çerçevesinde söz ettiği üç tür iletişimden "*matematikle iletişim*", Brendefur ve Frykholm'un (2000) yaptığı sınıflandırmaya göre de "*yardımcı iletişim*" olanakları sunduğu görülmüştür. Etkinliklerin bundan sonraki aşamalarının ise öğrenciler için iki araştırmacının da belirttiği iletişim türlerinden "*tek yönlü iletişim*" dışında tüm iletişim türlerinin yaşanması için olanaklar sunduğu görülmüştür. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri sırasındaki çalışmaları ve etkinliklerin sonundaki sunumları incelendiğinde, bu durumun matematiksel modelleme etkinliklerinin sosyal yönünün çok güçlü oluşunun doğal bir sonucu olduğu düşünülebilir. Modelleme etkinliklerinin grup çalışması şeklinde uygulandığı sınıf ortamında eleştirel soru sorma, savunma, düşüncelerini kanıtlamaya ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışma ve grupla dinleyiciler arasında ortaya çıkan tartışma için çok sayıda olanakların oraya çıkması (Zawojewski, Leshve English, 2003), doğal olarak öğrencileri iletişim kurmaya ve bu konudaki becerilerini geliştirmeye yönlendirmektedir. Özellikle öğrencilerin geliştirdikleri modelleri sınıfa sunumları sırasında fikirlerini açıklarken, düşüncelerini kanıtlamaya çalışırken, dinleyicilerin eleştirel sorularını yanıtlarken gerek sözlü, gerek yazılı, gerekse farklı görsel unsurları kullanarak arkadaşlarıyla iletişim kurdukları gözlemlenmiştir. Yani modelleme etkinliklerinin iletişim becerisini geliştirici fırsatlar yönünden zenginliğinin bir nedeni de etkinlikler sırasında sıkça grup ve sınıf tartışmaları yaşanması olabilir. Ball, Thames ve Phelps' in (2009) belirttiği gibi sınıfta yaşanan tartışmalar sırasında öğrenciler fikirlerini ve stratejilerini açıklamanın yanı sıra sınıf arkadaşlarının açıklamalarını sorgular ve tartışırlar. Bu durum matematiksel iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlayacak önemli etkenlerden biridir.

Modelleme etkinliklerinin iletişim becerisini geliştirmek için uygun fırsatlar sunmasının altında yatan bir neden de bu etkinliklerin öğrencilerin sosyal çevreleriyle ilgili bağlamı içermesidir. Bu durum onların etkinlikler sırasında fikirlerini tartışmaları ve iletişim kurmaları için kolaylaştırıcı bir rol oynayabilir. Çünkü Cooke ve Buchholz'un (2005) belirttiği gibi çocuklar okula çeşitli deneyimleriyle birlikte gelmektedirler. Bu deneyimlerin birçoğu matematikle ilişkilidir. Bu nedenle öğretmenlerin küçük öğrencilere yeni ve önceki matematik deneyimleri arasında bağ kurmaları için olanaklar sağlama

gereksinimi vardır. Öğrencilerin fikirlerini tartışmaya ve paylaşmaya teşvik edilmesi eski ve yeni deneyimlerin kaynaşmasını sağlayacağı gibi uygun gündelik (akademik olmayan) matematiksel iletişimin kullanımını da kolaylaştırmaktadır.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin önemli bir bölümü olan problemin çözümü için geliştirilenaracın nasıl geliştirildiğini ve nasıl kullanılacağını bu çözüme ihtiyacı olan kişilere mektup yazarak açıklama iletişim becerisinin gelişmesinde önemli katkı sağlayacak bir süreçtir. Çünkü Burton' un (1992) belirttiği gibi yazmak öğrencilere düşüncelerini keşfetme, onları ayrıntılı olarak inceleme, zihinlerinde oluşturdukları şemalar üzerine düşünme ve konuşma olanağı sağlar. Öğrenciler yazma sürecindekonu hakkındaki fikirlerini nasıl geliştirip organize edeceklerini de öğrenirler.

Araştırmalar sözlü problemleri çözüme ve yazma etkinliklerinin de matematiksel iletişim becerisini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir (Çalıkoğlu Bali, 2003).Ancakmatematiksel modelleme etkinlikleri oluşturulurken dikkate alınması gereken bazı özel ilkeler (Carlson, Larsenve Lesh,2003) bu etkinlikleri diğer problem çözüme etkinliklerine göre iletişim becerisini geliştirmek için daha etkili bir pozisyona getirmektedir. Bu ilkelerden *gerçeklik ilkesi* verilen problem durumunun öğrenci deneyimleri aracılığıyla anlamlandırılabilmesini gerektirir. Öğrencilerin kendi geçmiş deneyimleriyle ilişkili bir problemle çalışırken iletişim becerilerini kullanmaları daha kolay olacaktır. *Model yapılandırma ilkesi* görevi öğrencileri matematiksel olarak anlamlı bir yapıyı geliştirme (ya da gözden geçirip düzenlemeveya genişletme) gereksinimine yönlendirmesini ifade eder. Yani geleneksel sözlü problemlerdeki gibi izlenmesi gereken belirli adımlar söz konusu değildir. Çözüm için anlamlı bir yapı geliştirmek amacıyla denemeler yapma, işlerliği kontrol edip gerekirse yapıyı yeniden düzenleme gibi gereksinimler iletişim becerisini geliştirmek için daha zengin ortamlar oluşturmaktadır. *Yapıyı belgelendirme ilkesi* ise matematiksel modelleme etkinliğinin öğrencilerin problem hakkındaki düşüncelerini açığa vurmalarını gerektirecek şekilde düzenlenmesini ifade eder. Yani etkinliklerin yapısı doğal olarak öğrencileri iletişim kurarak düşüncelerini açıklamaya teşvik etmektedir. Bir diğer ilke olan *yapıyı genelleme ilkesi*, ortaya çıkarılan modelin başka benzer durumlara uygulanabiliyor olmasını istemektedir. Yani gruplar buldukları çözümü benzer durumlarda kullanılabilecek şekilde genellemeli, genel bir ifadeye ulaşmalıdır. Bu gereklilik beraberinde matematiksel semboller ve gösterimlerden yararlanarak iletişimi getirmektedir.

Özetle iletişim becerisinin geliştirilmesi için neler yapılmalı sorusuna yanıt ararken akla gelen, sınıf içi tartışmalar, yazma, okuma, dinleme etkinlikleri, öğrencilerin kendi aralarında ve öğretmenle iletişimi gibi birçok unsuru matematiksel modelleme etkinlikleri adeta bir çatı altında toplamaktadır. Buradan hareketle matematik eğitiminde oldukça önemli bir yere sahip olan iletişim becerisinin gelişimine katkı sağlamada son derece etkili olduğu anlaşılan matematiksel modelleme etkinliklerine programlarda ve ders kitaplarında daha fazla yer verilmesi gerektiği söylenebilir. Bunun yanında öğretmenlerin de bu etkinliklerin yapısı ve uygulanışı ile ilgili bilgilendirilmelerine ve öğretmen yetiştirme programlarında matematiksel modellemeyle ilgili derslere yer verilmesine gereksinim vardır. Ayrıca matematiksel iletişim becerisinin gelişimi için sınıfta düzenlenen matematiksel modelleme etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yürütülmesine ve öğrencilerin modellerini sınıf arkadaşlarına sunmaları için olanaklar oluşturmaya özen gösterilmelidir.

KAYNAKÇA

- Ahmad, A., Salim, S.S., & Zainuddin, R. (2008). A cognitive tool to support mathematical communication in fraction word problem solving. *WSEAS Transactions on Computers*, 7(49), 228-236.
- Ball, D., Thames, M. H., & Phelps, G. (2009). Content knowledge for teaching. What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Brendefur, J., & Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: Two preservice teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 125-153.
- Brenner, M. E. (1998). Development of Mathematical Communication in Problem Solving Groups By Language Minority Students. *Bilingual Research Journal*, 22(2-4), 149-174.
- Burton, G. M. (1992). Using language arts to promote mathematics learning. *The Mathematics Educator*, 3(2), 26-31.

- Carlson, M., Larsen, S., & Lesh, R. (2003). Integrating a models and modeling perspective with existing research and practice. R. Lesh, ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde (s. 465-478). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cheng, A. K. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore school. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Cooke, B. D., & Buchholz, D. (2005). Mathematical communication in the classroom: A teacher makes a difference. *Early Childhood Education Journal*, 32(6), 365-369.
- Cramer, K. (2003). Using a Translation Model for Curriculum Development and Classroom Instruction. R. Lesh, ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde (s.449-464). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Çalıkoğlu Bali, G.(2003). Matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde dile ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 19-25.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- English, L. (2004). Mathematical Modelling in the Primary School. I. Putt, R. Faragher, ve M. McLean (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual Conference of Mathematics Education Research Group of Australasia, Mathematics Education for the Third Millenium: Towards 2010* içinde (s. 207-214). Townsville: MERGA.
- Johnson, T., & Lesh, R. (2003). A Models and Modelling Perspective on Technology-Based Representational Media. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde (s. 265-278). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Henning, H., & Keune, M. (2005). Levels of Modelling Competencies. *Proceedings of the 4th European Congress of Mathematics Education*, (s. 1666-1675). Feliu de Guixols, Spain.
- Lesh, R., & Doer, H. M.(2003). Foundatations of a Models and Modelling perspective on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde(s.3-33).Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. R. Lesh ve A. E. Kelly (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* içinde (s. 591-645), Mahwah, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lipeikiene, J. (2009). A Wide Concept of Mathematical Communication. C.Bardini, P. Fortin, A. Oldknow, ve D. Vagost (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*. Metz, France: ICTMT 9.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2009). İlköğretim Okulu Matematik Programı. Milli Eğitim Basımevi: Ankara.
- Mousoulides, M., Pittalis, M., & Christou, C. (2006). Improving Mathematical Knowledge Through Modeling in Elementary Schools. J. Novotna, H. Moraova, M. Kratika ve N. Stehlikova (Eds.). *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4 içinde (s. 201-208).
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standarts for School Mathematics: An Overview*. Reston: NCTM.
- Orton, A., ve Frobisher, L. (1996). *Insights into Teaching Mathematics*. London: Cassell.
- Pimm, D.(1987). *Speaking Mathematically*. London: Routledge and Kegan Poul.
- Straker, A. (1993). *Talking Points in Mathematics*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Swan, M., Turner, R.,& Yoon, C. (2006). The Roles of Modelling in Learning Mathematics. W. Blum, P. Galbraith, H.W. Henn,ve M. Niss (Eds.),*Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14. ICMI Study* içinde (s. 275-284). New York: Springer.
- Zawojewski, S. J.,& Lesh, R. (2003). A Models and Modeling Perspective on Problem Solving. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.),*Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde (s.317-336).Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zawojewski, S. J., Lesh, R.,& English, L. (2003). A Models and Modeling Perspective on the Role of Small Group Learning Activities. R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.),*Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning ve Teaching* içinde (s.337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.