



## SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE MATERYAL KULLANIMINA İLİŞKİN BİLİŞSEL BECERİLERİ

### PROSPECTIVE ELEMENTARY TEACHERS' COGNITIVE SKILLS ON USING MANIPULATIVES IN TEACHING MATHEMATICS

İ. Elif YETKİN ÖZDEMİR\*

**ÖZET:** Ülkemizde 2005 yılında uygulanmaya başlayan matematik eğitimi programı ile derslerde materyal kullanımı oldukça önem kazanmıştır. Bu durum gerek hizmet içi, gerekse hizmet öncesi eğitim sırasında öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının materyal seçimi ve kullanımı konusunda bilgilendirilmesini gerektirmektedir. Bu çalışma ile sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımı ile ilgili bilgi ve becerilerinin tespit edilmesi ve bu alanda yaşadıkları zorlukların saptanması hedeflenmiştir. Bu amaçla öğretmen adaylarının iki dönem boyunca aldıkları matematik öğretimi dersleri sırasında yazdıkları günlükler ve hazırladıkları projeler incelenmiş, sınıf içinde yapılan tartışmalar gözlenmiştir. Çalışmanın bulguları çoğu öğretmen adayının materyal kullanımı konusunda olumlu görüşlere sahip olduğunu; ancak materyallerin matematik kavramlarını anlamaya nasıl yardımcı olabildiği üzerinde çok da net fikirleri olmadığını göstermiştir. Özellikle öğretmen adaylarının, öğrencilerin materyal ile kavram arasındaki ilişkiyi kurmalarına yardımcı olabilecek yönlendirmeleri yapılandırmakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında öğretmen adaylarının bu alandaki bilgi ve becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilecek ortamların nasıl yapılandırılabilceği tartışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** matematik eğitimi, materyal kullanımı, öğretmen adayı

**ABSTRACT:** With the recent curriculum reform in mathematics education in our country, manipulatives have become an important tool in teaching mathematics. As a result, both teachers and prospective teachers need to develop knowledge and skills to select and use manipulatives appropriately. The current study aims to explore prospective elementary teachers' knowledge and skills about manipulatives and describe their difficulties regarding the use of manipulatives. For this purpose, the journals and projects completed by prospective teachers and observations on classroom discussions during the teaching methods courses were analyzed. The results of the study revealed that even though prospective teachers have positive attitudes towards using manipulatives, they do not have a clear idea about how manipulatives help students understand mathematical concepts. In particular, they had difficulty in guiding students to establish connections between the concepts and manipulatives. Based on these findings, the ways to help prospective teachers develop knowledge and skills were discussed.

**Keywords:** mathematics education, manipulatives, prospective teachers

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde 2005 yılında uygulanmaya başlayan matematik eğitimi programının temel hedeflerinden biri öğrencilerin matematik kavramlarını gerçek ve somut tecrübelerden yola çıkarak anlamlandırmalarıdır. Bu amaçla, özellikle ilköğretim I. kademede materyal kullanımı teşvik edilmektedir. Ancak bu konuda sınırlı tecrübesi olan pek çok öğretmen ve öğretmen adayı için, uygun materyalleri seçebilme ve bunları derslerinde etkili bir şekilde kullanabilme becerilerini kazanmanın çok da kolay olmadığını öngörmemiz gerekir. Hizmet içi ve hizmet öncesi alınan eğitim bu becerilerin kazanılması için uygun ortamlar oluşturulması açısından oldukça önemlidir.

### 1.1. Materyal Kullanımını Destekleyen Kuramsal Altyapı

Materyaller soyut matematik kavramlarını temsil etmek için tasarlanmış, öğrencilerin çeşitli duyularını harekete geçiren, görsel ve hareket ettirilebilen nesnelere (Moyer, 2001). Materyaller boncuk, fasulye, para veya ölçme araçları gibi günlük yaşamda da kullanılan nesnelere olabileceği gibi onluk taban blokları, geometri tahtası veya örüntü blokları gibi matematik öğretiminde kullanılmak üzere tasarlanmış ve üretilmiş nesnelere de olabilir. Bu materyallerin kullanımı eğitim alanında geçerli pek çok teori tarafından desteklenmektedir (Bruner, 1966, 2006; Dienes & Golding, 1971; Piaget, 1971; Skemp, 1987). Piaget (1971) mantıksal-matematiksel bilgilerin bireylerin zihinlerinde ilişkilendirmeler (benzerlik, farklılık, azlık, çokluk vb.) yoluyla yapılandığını belirtmiştir. Bu bilgi

\* Dr., Hacettepe Üniversitesi, ozdemiry@hacettepe.edu.tr

çeşidi dış dünyanın gözlemlenerek elde edildiği fiziksel bilgilerden (bir nesnenin rengi, ağırlığı vb.) farklıdır. Örneğin, farklı renklere sahip iki kalemin renkleri hakkındaki bilgi fiziksel bilgiyi oluştururken, bu iki kalem arasındaki farklılık bilgisi, renklerinin zihinde karşılaştırılması ile elde edilen mantıksal-matematiksel bir bilgidir. Piaget'e göre fiziksel bilgiler gözleme veya deneye dayalı soyutlamalarla oluşturulurken, mantıksal-matematiksel bilgiler düşünmeye dayalı soyutlamalarla yapılandırılabilir. Ancak küçük yaştaki çocuklar için bu iki bilgi türü birbirinden çok da bağımsız değildir ve sayı kavramı gibi pek çok soyut matematik kavramının anlaşılmasında fiziksel bilgi önemli bir rol oynar. Örneğin, "dört" kavramı çocukların zihninde önce "dört elma" veya "dört kalem" gibi somut nesnelere arasındaki benzerliğe dayalı bir kavram iken ileri dönemlerde bu kavram fiziksel bilgiden bağımsız olarak algılanabilir. Dienes ve Golding (1971), Piaget'nin teorisinden yola çıkarak matematik kavramları ile ilişkili çeşitli gösterimlerin bir arada kullanılmasının anlamayı desteklediğini savunmuştur. Benzer şekilde Bruner'e (1966, 2006) göre çocuklar düşüncelerini eylemsel, imgesel ve sembolik yollarla ifade edebilirler. Fiziksel nesnelere gibi somut materyallerin kullanımı, onların eylemsel gösterimler yoluyla düşüncelerini ifade etmelerine olanak sağlar. Matematik eğitimi alanında çalışmalar yapan Skemp (1987) de çocukların somut nesnelere etkileşimlerinin soyut anlamalarını desteklediğini belirtmiştir.

## 1.2. Materyallerle Öğrenmede Öğrencilerin Karşılaştığı Zorluklar ve Öğretmenlerin Rolü

Teoride materyal kullanımının öğrenmeyi desteklediği öngörülmekle birlikte, bu alanda yapılan çalışmalar net ve tutarlı sonuçlar vermemektedir (Fuson & Briars, 1990; Raphael & Wahlstrom, 1989; Sowel, 1989; Wearne & Hibert, 1988). Araştırmacılar bu durumun temel sebebinin materyallerin derslerde kullanılma biçiminden kaynaklandığını ve özellikle öğretmenlerin bu konudaki bilgi, inanç ve deneyimlerinin önemli bir etken olduğunu belirtmektedir. Stein ve Bovalino (2001) bu konuda başarılı olan öğretmenlerin, derslerini planlarken materyallerin öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerini nasıl etkileyebileceği üzerine yoğunlaştıklarını gözlemlemiştir. Ancak çoğu öğretmen, materyallerin öğrenmeyi nasıl destekleyebileceği üzerinde çok da fazla düşünmeden bunları derslerinde kullanma çabasına girmektedir (Grant ve diğerleri, 1996). Örneğin, Moyer (2001) ilköğretim ikinci kademe görev yapan 10 öğretmenin matematik derslerinde materyalleri nasıl ve niçin kullandıklarını incelemiş ve çoğu öğretmenin materyalleri dersten arta kalan zamanlarda oyun veya eğlence amaçlı kullandıklarını tespit etmiştir. Bu öğretmenler, materyalle işlenen dersleri "eğlenceli matematik," sembolik gösterimlerle işlenen dersleri ise "gerçek matematik" olarak algılamaktadırlar. Materyal kullanımını derslerle bütünleştirme çabasında olan bazı öğretmenler ise materyalleri belirli kuralları takip ederek kullanmakta, öğrencilere düşünme fırsatı vermeden materyalin nasıl kullanılacağını aktarmaktadırlar. Benzer şekilde Çakıroğlu ve Yıldız (2007) ilköğretim ikinci kademe görev yapacak öğretmen adaylarının öğretim metodları ve okul deneyimi dersleri sırasında materyalleri nasıl ve ne zaman kullandıklarını incelemiş, çoğu öğretmen adayının materyallerin kavramsal anlamayı nasıl destekleyebileceği üzerinde durmadıklarını gözlemiştir.

Materyal kullanımının etkinliğini azaltan yaygın görüşlerden biri de, materyallerin kavramın anlaşılmasında tek başına yeterli görülmesi ve öğrencilerinin bu materyalleri kullanarak matematiği kendi başlarına öğrenebileceklerinin düşünülmesidir (Ball, 1992; Stein & Bovalino, 2001). Ancak günümüzde materyallerin tek başına matematik kavramlarını anlamayı garanti etmediği çoğu araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (Ball, 1992; Barody, 1989; Clements, 1999; Hiebert & Carpenter, 1992; Kamii ve diğerleri, 2001; Moyer, 2001; Stein & Bovalino, 2001; Uttal ve diğerleri, 1997). Öğrenciler kavramla ilgili ön bilgilere sahip değilse, var olan bilgileri ile materyal arasında ilişki kuramayabilirler (Hiebert & Carpenter, 1992). Bunun en temel sebebi materyallerin de aslında bir çeşit sembol olmalarıdır (Uttal ve diğerleri, 1997). Kavramla ilgili bilgi ve becerilere zaten sahip olan yetişkinler için materyal ve onun temsil ettiği kavram arasındaki ilişki net ve açık olmasına rağmen çocuklar için bu ilişkiyi görmek kolay olmayabilir. Bu sebeple pek çok öğrenci, materyali öğretmenin beklediği şekilde yorumlayamayabilir.

Öğrenciler materyalleri uygun adımları takip ederek, ezbere dayalı yollarla kullanabilir ve hatta doğru sonuca ulaşabilir; ancak kavram hakkında bir şey öğrenemeyebilirler. Örneğin, 'basamak değeri' kavramı 10'luk sayı sistemini oluşturan grupların ayrı birimler olarak algılanmasına dayanır. Bu kavramı anlayan öğrencilerin 10'luk gruplardan oluşan birimleri anlamış olması (10 tane birliğin 1

tane onluğa eşit olması vb.) ve bu yapılar ile sembolik gösterimler arasında ilişki kurabilmesi beklenir (Van De Walle, 2001). Onluk taban blokları ve benzer nesnelere bu becerileri kazanmalarına yardımcı olabilecek materyallerdir. Ancak, Hiebert ve Wearne (1992) birinci sınıf öğrencilerle yaptıkları bir çalışmada bazı öğrencilerin iki basamaklı sayılarla toplama işlemi yaparken, 1 ve 10 sayısını temsil etmek için kullanılan fasülye ve fasülye çubuklarını birbirlerinin yerine kullandıklarını gözlemişlerdir. Benzer şekilde Hughes (1986) 5-7 yaş arasındaki çocuklardan  $1+7=8$  işlemini oyuncak blokları kullanarak yapmalarını istemiş, çoğunun bu sembolik gösterimi bloklarla somut bir gösterime dönüştürmekte zorlandıklarını, hatta bazı çocukların bu blokların nesne sayısını temsil etmekte kullanılmaları gerektiğini fark edemediğini görmüştür.

Literatürde karşılaşılan bu örnekler öğrencilerin materyallerin başka bir şeyi temsil eden gösterimler olduğunu algılamakta ve materyallerle matematiksel kavramlar arasında ilişki kurmakta zorlandıklarını göstermektedir (Clements, 1999; Hiebert & Carpenter, 1992; Moyer, 2001; Uttal ve diğerleri, 1997). Uttal ve meslektaşları (1997) materyallerin iki türlü düşünülebileceğini belirtmiştir: (a) kendi başına bir nesne ve (b) başka bir şeyi temsil eden bir gösterim. Materyallerin öğrenmeyi destekleyen araçlar olabilmesi için, öğrencilerin bunların kavramları veya sembolik ifadeleri nasıl temsil ettiklerini bilmeleri gerekir. Bu da ancak derslerin bu ilişkiyi ortaya çıkaracak şekilde yapılandırılması ile mümkündür. Materyal kullanımı ile başarılı sonuçlara ulaşan çalışmalar incelendiğinde materyaller ile sembolik gösterimler arasındaki ilişkinin derslerde ön planda olduğu görülmektedir. Örneğin, Wearne ve Hibert (1988) ondalık kesirlerin öğretiminde, Dienes onluk taban blokları ve para gibi materyaller ile sembolik gösterimler arasındaki ilişkiyi vurgulamış ve öğrenciler ondalık kesirlerin çeşitli somut ve soyut gösterimlerini bir arada kullanmışlardır. Benzer şekilde Fuson ve Briar (1990) çok basamaklı sayılarla toplama ve çıkarma işleminin öğretiminde, onluk taban blokları ile yapılan eylemler ile sembolik gösterimle yapılan işlemleri ilişkilendirmiştir. Cramer ve meslektaşları (2002) ise dördüncü ve beşinci sınıf seviyelerinde kesirleri öğretmek için çoklu modeller (materyal, sembolik gösterim, gerçek-yaşam örnekleri vb.) kullanmış ve derslerde bu modellerin birbirleriyle ilişkisi vurgulanmıştır.

Derslerde materyal kullanımının etkinliğini azaltan bir diğer etken de materyal seçimidir. Bir materyalin somut ve dikkat çekici olması çocukların nesne ile kavram arasındaki ilişkiyi daha iyi anlayacaklarını garanti etmez (Ball, 1992; Barody, 1989; Clements, 1999; Kamii ve diğerleri, 2001; Moyer, 2001; Stein & Bovalino, 2001; Uttal ve diğerleri, 1997). Önemli olan materyalin yapısı ve özelliklerinin temsil ettiği matematik kavramı ile benzerlik ve uyum göstermesidir (Hiebert & Carpenter, 1992). Örneğin, Dienes onluk taban bloklarında her bloğun kendinden bir küçük bloğun 10 katı büyüklükte olması öğrencilere onluk sistemdeki birimlerin değerleri hakkında ipucu vermektedir.

### 1.3. Çalışmanın Amacı

Materyallerle matematik öğrenmenin etkili olabilmesi için, öğretmenlerin uygun materyalleri seçebilme ve bunları derslerinde etkili bir şekilde kullanabilme becerilerine sahip olmaları gerekmektedir. Bu konuda öğretmenlere ve öğretmen adaylarına gerekli desteğin verilmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı matematik öğretimi dersini alan sınıf öğretmeni adaylarının materyaller hakkındaki bilgi ve becerilerini saptamak ve bu konuda yaşadıkları zorlukları tespit ederek, derslerin bu yönde nasıl yapılandırılabilirliğini incelemektir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bir eylem araştırmasıdır. Bu tür çalışmalar bir uygulama sırasında ortaya çıkan problemlerin, bizzat uygulamanın içinde olan kişi veya kişiler tarafından incelenmesine ve çözümüne yönelik sistematik veri toplamayı ve bu verileri analiz etmeyi içerir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Matematik eğitimi ile ilgilenen pek çok araştırmacı (bakınız, Lampert, 1990; Schoenfeld, 1987, 1988, 1992) tarafından yaygın olarak kullanılan bu yöntemle, araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı kimliğini de kullanarak belirli bir durumu saptamaya yönelik uygulamalar yapabilmekte ve süreci doğrudan gözlemleyerek soruna ilişkin gelişmeler ve değişimler

hakkında incelemelerde bulunabilmektedir. Bu çalışmada araştırmacı, sınıf öğretmenliği adaylarının üçüncü sınıfta aldıkları ve iki dönem boyunca devam eden Matematik Öğretimi I ve Matematik Öğretimi II derslerinin sorumlusudur. Bu sayede derslerin içeriğine uygun bir şekilde, öğretmen adaylarının materyal kullanımına ilişkin görüş, bilgi ve becerilerini ortaya çıkaracak etkinlikler düzenlenmiş ve bu alanda yaşadıkları sıkıntılar saptanmaya çalışılmıştır.

## 2.2. Çalışma Grubu

Bu çalışma 2007-2008 öğretim yılında İç Anadolu Bölgesi'nde, bir büyük şehirde, büyük ölçekli bir üniversitenin sınıf öğretmenliği bölümünde üçüncü sınıfta okuyan 57 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu (%79) kızdır.

## 2.3. Veri Toplama Süreci

Bu çalışmanın verilerini iki dönem boyunca devam eden matematik öğretimi dersleri sırasında araştırmacının yaptığı gözlemler ile öğretmen adaylarının dönem boyunca tuttuğu günlükler ve hazırladıkları projeler oluşturmaktadır. Günlük ve proje yönergeleri literatürdeki çalışmalardan yola çıkılarak oluşturulan ölçütlere göre hazırlanmıştır. Bu sayede elde edilen veriler çalışmanın amaçlarına uygun şekilde gruplanarak öğretmen adaylarının materyal seçimi ve kullanımında nelere dikkat ettikleri betimlenmiştir. Gözlemler ise materyallerin etkinliğinin değerlendirildiği tartışmalarda öğretmen adaylarının hangi kriterleri göz önünde bulundurduklarını anlamak için yapılmıştır.

Veri toplama sürecinin ilk aşamasında, öğretmen adaylarının matematik dersinde model ve materyal kullanımı ile ilgili genel bilgileri saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla öğretmen adaylarına matematikte kullanılan model ve materyallerin kendilerine ne ifade ettiği sorulmuş, örnekler vermeleri istenmiş, öğrencilik hayatlarında belli bir matematik kavramı için kullandıkları bir modeli/materyali düşünceleri ve bunun kavramı anlamalarına yardımcı olup olmadığını sebepleri ile sorgulamaları istenmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini günlüklerine yazmışlar, bunlar bir sonraki derste paylaşılmış ve yazılanlar daha sonra toplanarak analiz edilmiştir.

Veri toplama sürecinin ikinci aşamasında, öğretmen adaylarının, materyallerin matematik kavramlarını somutlaştırmaya nasıl yardımcı olabildiği hakkındaki düşünceleri incelenmiştir. Bu amaçla önce basamak değeri kavramı üzerinde durulmuş ve öğretmen adaylarından bu kavramı temsil edebileceğini düşündükleri materyalleri sınıfta paylaşmaları istenmiştir. Bu materyaller bir ders saatinde kısaca tartışılmış, daha sonra öğretmen adaylarından hangisi veya hangilerinin etkili olabileceğini sebepleriyle günlüklerine yazmaları istenmiştir. Günlük yönergelerinde basamak değeri kavramını oluşturan temel fikir vurgulanmış ve öğretmen adaylarından materyalleri değerlendirirken bu temel fikri göz önünde bulundurmaları istenmiştir. Bu günlükler de toplanarak analiz edilmiştir.

Veri toplama sürecinin üçüncü aşamasında öğretmen adaylarının materyal kullanma becerileri incelenmiştir. Bu aşama öncesinde derslerde ilköğretim programında yer alan kavramları oluşturan temel fikirler üzerinde durulmuş, materyal seçiminde ve kullanımında bu temel fikirlerin gözetilmesi vurgulanmıştır. Ayrıca ilköğretim matematik programında kullanılması önerilen materyaller tanıtılmış; ancak bu materyaller ile temsil ettikleri kavramlar arasındaki ilişkinin saydam olmadığı vurgulanarak bu ilişkinin kurulabilmesinde öğrencilere nasıl yardımcı olunabileceği tartışılmıştır. Öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamında ders anlatma olanakları olmadığı için materyal kullanma becerileri grup olarak hazırladıkları bir proje ile ölçülmüştür. Bu proje kapsamında öğretmen adayları öncelikle bir ders saati boyunca çeşitli materyalleri (onluk taban blokları, örüntü blokları ve geometri şeritleri vb.) kullanarak farklı matematik kavramları üzerinde çalışmışlardır. Bu etkinlikte öğretmen adaylarının kendilerini bir ilköğretim öğrencisinin yerine koymaları ve materyallerin kavramı anlamalarına nasıl yardımcı olduğu üzerinde düşünceleri istenmiştir. Daha sonra iki hafta içinde bir matematik kavramı ve bu kavramı temsil eden bir materyal seçerek bunu derste nasıl kullanabileceklerini açıklayan bir proje hazırlamaları istenmiştir. Hazırladıkları bu projelerde seçtikleri kavramı oluşturan temel fikri belirtmeleri, materyalin bu temel fikrin anlaşılmasına nasıl yardımcı olabileceğini açıklamaları ve sınıf içerisinde bu materyali nasıl kullanacaklarını ayrıntılı olarak betimlemeleri (örnek sorular, açıklamalar vb.) istenmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Öğretmen Adaylarının Materyaller Hakkında Genel Bilgisi

Öğretmen adaylarının çoğunluğu matematikte kullanılan model ve materyalleri matematik konularını anlamayı kolaylaştıran, soyut kavramları somutlaştıran nesnelere, gösterimler, şekiller, çizimler, resimler, grafikler, semboller veya araç-gereçler olarak tanımlamışlardır. Abaküs, fasulye ve sayma çubukları, kesirler konusunda kullanılan çizimler ve günlük hayattan nesnelere (pasta dilimi, elma vb.) ve geometrik şekillerin plastik veya tahta modelleri ile bu şekillerin günlük hayattaki benzerleri örnek olarak gösterilen materyallerdir. Bu örnekler geçmiş deneyimlerinde de en çok kullandıklarını belirttikleri materyallerdir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu bu materyallerin etkili olduğunu belirtmiş, ancak yarısına yakını (%44) bunu sebepleriyle açıklamıştır. Bu açıklamalarda ise çoğunlukla materyalin kavramı görselleştirdiği ve zihinde canlandırmaya yardımcı olduğu şeklinde genel ifadeler yer verilmiştir. Örneğin, bir öğretmen adayı, daire ve çember modellerini görmeyi bu geometrik şekilleri birbirinden ayırt etmeyi kolaylaştırdığını, başka bir öğretmen adayı ise çeyrek, yarım ve bütünü temsil eden şekillerin bu kavramlar arasındaki ilişkiyi görmeyi sağladığını ifade etmiştir. Bazı öğretmen adayları ise materyaller üzerinde yaptıkları eylemlerin kavramın anlaşılmasına yardımcı olduğuna değinmiştir. Örneğin, bir öğretmen adayı çubuk ve fasulyelerle yapılan birleştirme, ayırma, grup oluşturma ve grup sayısını bulma gibi eylemlerin dört işlemi anlamayı kolaylaştırdığı belirtmiştir. Az sayıdaki bu açıklamalar çoğu öğretmen adayının materyallerin matematik kavramlarını nasıl somutlaştırdığına dair net fikirleri olmayabileceğini göstermiştir. Bu durum ikinci grup verilerin analiziyle daha ayrıntılı incelenmiştir.

#### 3.2. Öğretmen Adaylarına Göre Materyaller Kavramları Nasıl Somutlaştırır?

Materyallerin kavramları somutlaştırmaya nasıl yardımcı olabildiği hakkındaki görüşleri incelemek için bir sonraki derste basamak değeri kavramı üzerinde durulmuş ve öğretmen adaylarından bu kavramı temsil edebileceğini düşündükleri materyalleri sınıfta paylaşımları istenmiştir. Dört materyal önerilmiştir: (1) *Onluk Taban Blokları/ Şeker Modeli*, (2) *Halka Modeli*, (3) *Apartman/ Pasta Modeli* ve (4) *Renkli Legolar/ Renkli Oyun Hamurları*. Öğretmen adaylarının bu materyaller hakkında günlüklerine yazdıkları ve sınıfta paylaştıkları değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir.

*(1) Onluk Taban Blokları/ Şeker Modeli:* Çoğu öğretmen adayı Dienes tarafından geliştirilen onluk taban bloklarını önermiştir. Bu materyalde 1'likleri temsil etmek için küçük küpler kullanılmış; 10'luk, 100'lük ve 1000'likler ise bu küplerin basamak değerlerine uygun sayılarda birleşmesiyle oluşan çubuklar, plakalar ve büyük küplerle temsil edilmiştir. Bazı öğretmen adayları 1'likleri temsil eden küçük küpleri şekere benzeterek bu modeli şeker modeli olarak da adlandırmıştır. Bu materyal hakkında görüş bildiren öğretmen adaylarının hepsi materyalin kavramı somutlaştırdığını ifade etmiş, ancak çoğu bunun nasıl gerçekleşebileceğini açıklamamıştır. Öğretmen adaylarının sadece %32'si modeldeki nesnelere (küçük küp, çubuk, plaka, büyük küp) büyüklükleri veya sayıları ile onluk sayı sistemindeki basamaklar arasında ilişki kurmuş ve bu benzerliğin basamak kavramını anlamaya yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Bir öğretmen adayının açıklaması aşağıda örnek olarak verilmiştir.

*"Burada çocuk "birlik, onluk, yüzlük, binlik" kavramlarını küp, çubuk, plaka, küp şeklinde adlandırarak kolayca öğrenebilecektir. Aynı zamanda kaç birlikten bir onluk oluşacağı, kaç onluktan bir yüzlük oluşacağı, kaç yüzlükten bir binlik oluşacağını da rahatlıkla öğrenecek, bunları toplama ve çıkarma işleminde gösterebilecektir."*

*(2) Halka Modeli:* Bu model her biri bir basamağı temsil eden dikey çubuklardan oluşmaktadır. En sağdaki çubuk birer basamağı olacak şekilde, çubuklar sola doğru artan basamak isimleriyle adlandırılmıştır. Bu çubukların üzerine rakamları temsil eden en fazla dokuz tane halka takılabilmektedir. Bu materyal hakkında görüş bildiren öğretmen adaylarının büyük bir kısmı (%79) olumlu düşünceye sahiptir. Bu grubun çoğunluğu (%55) materyali tercih etmelerinin sebebini "kavramı somutlaştırması, kullanışlı ve eğlenceli olması" gibi genel ifadelerle açıklamıştır. Geri kalan öğretmen adayları açıklamalarını kavram ile model arasında ilişki kurarak yapmıştır. Bunların bir kısmı (%30) 'çubuklara dizilebilecek halka sayısı 9'dan fazla olduğunda halkaların komşu çubuğa

dizilmesi' eyleminin kavramın anlaşılmasına yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Bu görüşe sahip bir öğretmen adayının açıklaması örnek olarak gösterilebilir.

*“en iyi model- çünkü öğrenci 9 tane olup 10'a geçtiğinde basamağın bir yana kayıp artacağını fark edebilir. Yani 10 tane olduğunda basamağın aynı kalmayacağını değışeceğini farkına varır.”*

Olumlu görüşe sahip öğretmen adaylarının bir kısmı ise (%15) çubukların temsil ettiği basamakların sembolik gösterimle benzerliğine vurgu yaparak bu benzerliğin kavramın anlaşılmasına yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Aşağıdaki ifade bu görüşe örnek olabilecek bir açıklamadır.

*“Birler, onlar ve yüzler basamağının yerini somutlaştırıyor ve gözle görülebilir, elle tutulabilir hale getiriyor.”*

Halka modeli hakkında olumsuz görüş belirten öğretmen adaylarının çoğu, '9 tane halkanın takılı olduğu çubuğa bir tane daha halka eklenmek istendiğinde (9+1), bu çubuktaki halkaların hepsinin çıkarılıp bir üst basamağı temsil eden soldaki çubuğa *tek bir* halkanın takılması' eyleminin öğrencilerin kafasını karıştırabileceği görüşündedir. Öğretmen adaylarından ikisi bu zorluğun sebebinin farklı basamak değerlerini temsil eden şekillerin büyüklüklerinin aynı olmasına bağlamıştır. İki öğretmen adayı ise bu karışıklığın önlenmesi için çubukların farklı kalınlıkta veya uzunlukta olması gerektiğini belirtmiştir. Bir öğretmen adayının açıklaması aşağıda örnek olarak verilmiştir.

*“...Mesela onlar basamağındaki bir boncuk [halka] birler basamağındaki on tane boncuğa [halka] denk. Halbuki pasta ve şeker modellerindeki gibi şeklen de bir büyüme, farklılaşma söz konusu olsa bence şekil daha mantıklı hale dönüşür ve öğrencilerin anlamaları kolaylaşır.”*

**(3) Apartman/ Pasta Modeli:** Apartman modelini öneren öğretmen adayları, dairelerin 1'likleri, on daireden oluşan apartmanların 10'lukları, 10 apartmandan oluşan sitelerin ise 100'lükleri temsil edebileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde pasta modelini öneren öğretmen adayları bütün bir pastanın 100'lükleri, 10 eşit dilimden her birinin 10'lukları ve bu dilimlerin 10 eşit parçasından her birinin de 1'likleri temsil edebileceğini belirtmiştir. Bu iki model birbirine benzediği için birlikte ele alınmıştır. Bu materyallerin etkinliği hakkında olumlu (%54) ve olumsuz (%46) görüş bildiren öğretmen adaylarının sayısı yaklaşık aynıdır. Olumlu görüş bildiren öğretmen adaylarının %55'i bu materyali tercih etmelerinin sebebinin günlük hayatla ilişkili olmasına bağlamıştır. Geri kalan öğretmen adayları ise bu materyali onluk taban bloklarına benzediği için tercih ettiklerini belirtmiştir. Olumsuz görüş bildiren öğretmen adaylarının bir kısmı (%59) bu materyalin özellikle büyük sayılar için çok kullanışlı olmadığını veya köyde yaşayan çocuklar için anlamlı olmayacağını ifade etmiştir. Az sayıda öğretmen adayı ise bu materyalin basamaklar arasındaki ilişkinin görülmesinde yetersiz kaldığını belirtmiştir. Bu görüşü savunan bir öğretmen adayının açıklaması aşağıda örnek olarak verilmiştir.

*“Apartman yönteminde de öğrenci birler basamağından onlar basamağına pek bilinçli olarak geçemiyor. Yüzler basamağında 10 tane 10 olduğunu apartmana bakarak, siteye bakarak anlayamaz, kafasında kurgulayamaz bence.”*

**(4) Renkli Legolar/ Renkli Oyun Hamurları:** Lego ve oyun hamuru modellerini öneren öğretmen adayları ise farklı renkteki legoların veya oyun hamurlarının (sarı: 1'likler, yeşil: 10'luklar, kırmızı: 100'lükler) farklı basamak değerlerini temsil edebileceğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı (%79) bu materyalin etkin olmadığı görüşündedir. Bu fikri savunanlar farklı basamakların farklı renklerle temsil edilmesinin basamaklar arasındaki ilişkiyi anlamaya yardımcı olmayacağını belirtmiştir. Bu düşüncüyü paylaşan bir öğretmen adayının açıklaması aşağıda örnek olarak verilmiştir.

*“Bu model matematiksel hiçbir anlam taşıyor. Çocuğa bu modellerle renklerle sayılar arasında ezberle dayalı bir bağ kuruyoruz. Çocuk renkten sayıyı anımsayabiliyor ama sayının basamak değeriyle ilgili bilgiyi renk sayesinde alamıyor.”*

Bazı öğretmen adayları bu materyallerin kavramı anlamayı kolaylaştırması için farklı basamakları temsil eden lego veya oyun hamurlarının büyüklüklerinin de farklı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayının bu konudaki görüşü şöyledir:

*“Basamak değerinde kavramlar arasında büyüklük küçüklük ilişkisi vardır. Legolarda ise renk farkı vardır. Model içindeki ilişki ile konu içindeki ilişki farklı olunca modelin etkinliği azalır diye düşünüyorum. Belki renkle birlikte boyutlarda farklı olursa etkili bir model olabilir.”*

### 3.3. Öğretmen Adaylarının Materyal Kullanma Becerileri

Öğretmen adaylarının grupça hazırladıkları projeler yöntem kısmında belirtilen ölçütlere göre değerlendirilmiş ve bu grup projelerinin %46'sının tüm ölçütleri sağladığı tespit edilmiştir. Bu projelerde kavramı oluşturan temel fikir(ler) doğru bir şekilde ifade edilmiş, materyal ile kavram arasındaki ilişki bu fikirler temel alınarak açıklanmış ve bu ilişkinin öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi için uygun yönlendirmeler yapılmıştır. Örneğin, örüntü bloklarını kesirlerle toplamada payda eşitleme kavramını anlatmak için kullanan bir grup, öğrencilerin kazanmasını hedefledikleri temel fikri “payda eşitlemedeki amaç kesirleri aynı cinsten (aynı birim kesir ile) yazabilmektir” şeklinde ifade etmiştir. Bu grup kesirlerin geometrik şekillerle ifade edilebildiği örüntü bloklarında, farklı şekillerle toplama yapmak için bunları aynı cinsten tek bir şekle dönüştürmenin gerekliliğini kavramanın payda eşitlemeyi daha anlamlı hale getirebileceğini belirtmiştir. Bu amaçla önce örüntü bloklarındaki geometrik şekillerle kesir ifadeler arasında ilişki kurmaya yardımcı olacak açıklamalarda bulunmuşlardır (Altıgen=1, Yamuk=1/2, Paralelkenar=1/3, Üçgen=1/6). Daha sonra 1/3 ile 1/6 kesirlerinin toplanmasını gerektiren bir problem durumu vererek öğrencilerden bu problemi materyal kullanarak çözmelerini istemişlerdir. Problemi çözerken öğrencilerden sonucu tek bir geometrik şekil ile ifade etmelerini istemişler ve bu sırada yaptıkları işlemlerle bunlara karşılık gelen kesir ifadeleri arasında ilişki kurmalarına yardımcı olmuşlardır.

Projelerin %44'ünde ise yukarıda belirtilen üç ölçütün de sağlanmadığı gözlenmiştir. Bu projelerin bir kısmında kavramı oluşturan temel fikre ya hiç değinilmemiş ya da bu fikir yanlış ifade edilmiştir. Örneğin, bir grup pay kavramını “parça,” payda kavramını ise “bütün” olarak ifade etmiş, başka bir grup ise örüntünün tekrar eden yapılardan oluştuğu fikrini gözardı etmiştir. Bu projelerin çoğunda ise kavramı oluşturan temel fikir eksik ifade edilmiştir. Örneğin, onluk taban bloklarını eldeli toplama yapma amacıyla kullanan bir grup basamak değeri kavramını oluşturan temel fikir üzerinde yoğunlaşmış; ancak toplama işleminde aynı basamak değerine sahip sayıların bir araya getirilmesi gerektiği fikrini göz ardı etmiştir. Dolayısıyla, bu tür projelerde materyal ile kavram arasındaki ilişki iyi yapılandırılmamış ve uygun açıklamalar ve soru cümleleriyle öğrenciler yönlendirilememiştir. Örneğin, onluk taban bloklarını ondalık sayılarla toplama işleminin öğretiminde kullanan bir grup plakanın 1 sayısını temsil ettiğini varsayarak çubuk ve küçük küplerin hangi sayıları temsil ettiği üzerinde yoğunlaşmış, öğrencilere 0,2 ve 3,3 sayılarını onluk taban blokları ile nasıl gösterebileceklerini sormuş, ancak  $0,2+3,3=?$  işleminin bloklarla ve sembolik gösterimle nasıl yapılabileceği konusunda hiçbir yönlendirme yapmamıştır. Bazı gruplar ise öğrencilerden önce materyali kullanmalarını istemiş, daha sonra kavramla ilgili kural veya işlemsel bilgiyi doğrudan aktarma yoluna gitmiştir. Örneğin, bir grup örüntü bloklarını kesirlerle toplamada payda eşitlemenin anlaşılması için kullanmayı planlamış; ancak payda eşitlemenin aslında kesirleri aynı birim kesir cinsinden yazmak olduğu fikrini göz ardı etmiştir. Materyal kullanımı sırasında bu fikir üzerinde hiç durulmamış ve öğrenciler ortak katların en küçüğünü (OKEK) hesaplama yoluyla payda eşitlemeye yönlendirilmiştir. Bazı gruplar ise yönlendirmelerinde materyalin kullanımı üzerinde yoğunlaşmış, kavram ile ilişkisini göz ardı etmiştir. Örneğin, onluk taban bloklarını eldeli toplama için kullanmayı planlayan bir grup onluk taban blokları arasındaki ilişkiye yönelik sorular oluşturmuş ve onluk taban blokları ile eldeli toplama işlemleri üzerine yoğunlaşmış ancak yapılan bu eylemler ile sembolik gösterimle yapılan işlemler arasında ilişki kurmaya yardımcı olacak yönlendirmeler yapılmamıştır.

Projelerin bir kısmında ise (%10) kavramı oluşturan temel fikir belirtilmiş, materyal ile kavram arasındaki ilişki bu fikre dayandırılmış; ancak yönlendirmelerde çoğunlukla sadece kavrama veya sadece sembolik gösterime odaklanılmıştır. Örneğin, geometri şeritleri öğrencilerin geometrik şekilleri bizzat kendilerinin oluşturmalarını sağlayarak bu şekillerin özelliklerini (kenar, köşe, açı, köşegen vb.) incelemelerine yardımcı olabilecek bir materyaledir. Bu durum bazı projelerde belirtilmiş olmasına rağmen öğrencilerin şeritlerle şekilleri oluşturma sürecinde yaşadıkları tecrübeler göz ardı edilmiş, yönlendirmeler çoğunlukla oluşturulmuş şekiller üzerinden yapılmıştır. Örneğin, geometrik şekillerin özelliklerinin anlaşılmasında bu şekilleri oluşturmak için kullanılan şeritlerin sayısı, uzunlukları veya birbirlerine göre durumları incelenebilecek gruplar genellikle öğrencilerden şeritlerle oluşturulmuş şekillerin özelliklerini sıralamalarını istemişlerdir.

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmaya katılan öğretmen adayları matematik eğitiminde materyal kullanımının etkili olduğuna inanmaktadır; ancak materyallerin neden etkili olduğu hakkındaki fikirleri genel ve yüzeyseldir. Sınıf içindeki tartışmalarda ve günlüklerde yaygın olarak dile getirilen gerekçe “materyallerin *elle tutulur ve gözle görülür* olmasının kavramları somutlaştırmaya yardımcı olduğu” şeklindedir. Çok az sayıda öğretmen adayı materyallerle gerçekleştirilen eylemlerin (birleştirme, ayırma, gruplama vb.) kavramları anlamaya yardımcı olabilecek zihinsel faaliyetleri (karşılaştırma, ilişki kurma vb.) harekete geçirebildiği üzerinde durmuştur. Dönem başında elde edilen bu bulgu literatürde de desteklenmekle birlikte (Howard ve diğerleri, 1997) matematik kavramları ve materyaller hakkında sınırlı düzeyde tecrübesi olan öğretmen adayları için beklenen bir bulgudur.

Öğretmen adaylarını materyallerle matematik öğrenme hakkında düşünmeye yönlendirmenin bir yolu matematik kavramlarını oluşturan temel fikirlerin incelenmesi ve bu temel fikirlerin materyallerle nasıl öğrenilebileceğinin irdelenmesidir. Bu sebeple, veri toplama sürecinin ikinci aşamasına geçmeden önce basamak değeri kavramını oluşturan temel fikirler üzerinde durulmuş ve bu kavramı temsil edebilecek materyallerin seçiminde ve değerlendirilmesinde bu temel fikirlerin gözetilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ancak bir önceki aşamada elde edilen bulgulara benzer şekilde, öğretmen adaylarının çoğunun esas aldığı ölçütler materyallerin somut, eğlenceli, kullanışlı veya günlük hayatla ilişkili olup olmadığıdır. Bu durum özellikle onluk taban blokları/şeker modeli, halka modeli ve pasta/apartman modelleri için geçerli olmuştur. Çoğu öğretmen adayı bu materyalleri değerlendirirken basamak değeri kavramını oluşturan temel fikirlerle aralarındaki ilişkiyi inceleme gereği duymamıştır. Bu durum sadece renkli legolar/ renkli oyun hamurları modeli için geçerli olmamıştır. Sınıf içindeki tartışmalar sırasında bu materyal eğlenceli olduğu için önerilmiş, ancak çoğu öğretmen adayı bu materyalin kavram ile ilişkisini sorgulamaya başladığında aslında çok da etkili bir materyal olmadığını fark etmiştir.

Sınıf içi tartışmalarda ve günlüklerde dikkat çeken ve yukarıdaki bulgu ile ilişkili başka bir bulgu da çoğu öğretmen adayının materyal ile kavram arasında kendilerinin kurduğu benzerliği öğrencilerinin de kolayca kurabileceğini varsaymasıdır. Halka modelini etkili bulan bir öğretmen adayının açıklamaları bu durumu yansıtan tipik bir örnektir.

*“Etkin ve kullanışlı bir model. Bu modelde çocuk birlikten kaç tane varsa oraya o kadar boncuk koyar (1352 de 2 birlik var, 2 boncuk koyar) Onlar basamağına bakar ve 50’yi görür. Burada 5 tane 10 vardır. Onluğa 5 boncuk dizer. Yüzler basamağında 300 var 3 tane 100—3 boncuk. Binler basamağında 100 var 1 tane 1000—1 boncuk. Böylece çocuk basamak kavramını daha kolay anlar.”*

Bu ifade materyalin kavramın anlaşılmasına nasıl yardımcı olduğunu belirtmekten ziyade materyalin kavrama dayalı bilgilerle (50: 5 tane 10’luk) nasıl kullanılabilirliğini (onluğa beş boncuk dizilir) içermektedir. Bu durumda öğrencinin materyali doğru bir şekilde kullanabilmesi için zaten kavramı biliyor olması gereklidir. Bu tür uygulamalar materyal kullanımının etkinliğini azaltmaktadır (Ball, 1992; Hiebert & Wearne, 1992; Kamii ve diğerleri, 2001; Uttal ve diğerleri, 1997).

Öğretmen adaylarının materyal kullanımını belirli kurallara dayanan işlemler olarak görmesi Moyer’in (2001) öğretmenlerle yaptığı çalışmada elde ettiği bulgularla benzerlik göstermektedir. Örneğin, aşağıdaki açıklamayı yapan öğretmen adayı materyalin kullanımı ile ilgili bir takım kurallar belirlemektedir.

*“ben bu modelin de kullanışlı olduğunu düşünüyorum. çocuk hem boncukları sıralayacak aynı zamanda da eğleneceklerdir. tabii bu modelde basamaklara 10 tane boncuk konulduğunda soldaki çubuğa bir boncuk konulup 10 tane boncuğun bulunduğu basamağı boşaltmasını söylemeyi unutmamak gerekir.”*

Burada öğrenciler basamak değeri kavramını anlamadan, sadece kendilerine söylenen kuralları takip ederek doğru sonuca ulaşabilirler. Ancak materyalle gerçekleştirdikleri eylemler ile matematiksel gösterimlerle yaptıkları işlemler arasında ilişki kuramadıkları için bu iki sistemi birbirinden bağımsız olarak görecektirler. Her iki sistemin kurallarını öğrenerek buna göre hareket etmek kavramsal anlamayı kolaylaştırmaktan ziyade zorlaştırabilecektir (Uttal ve diğerleri, 1997).



Bu çalışma bize matematik öğretiminde materyal kullanma becerilerinin gelişiminin zor ve çaba gerektiren bir süreç olduğunu da göstermektedir. İki dönem boyunca derslerde materyal kullanımına yönelik etkinlikler ve tartışmalar yapılmış olmasına rağmen öğretmen adaylarının hazırladıkları projelerde büyük eksiklikler gözlenmiştir. Bu eksikliklerin temel sebeplerinden biri matematik kavramlarını oluşturan temel fikirlerin eksik veya yanlış yapılmış olmasıdır. Projelerde gözlemlenen temel eksikliklerden biri de öğrencilerin somut deneyimlerini soyut öğrenmelere dönüştürebilecek etkinliklerin yapılandırılmamasıdır (Hatfield, 1994). Bu projelerde planlanan sınıf içi etkinlikler ağırlıklı olarak materyalin belirli kurallara göre uygulanmasını içermiş, öğrencilerin materyaller yardımıyla gözlem ve incelemelerde bulunmalarına olanak sağlayacak etkinlikler yapılandırılmamıştır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Öğretmen adaylarının matematik eğitiminde materyal kullanımı hakkındaki olumlu görüşleri, bunları derslerinde etkili şekilde kullanabilmeleri için yeterli değildir. Bu sebeple hizmet öncesi eğitimde bu konuda gerekli desteğin sağlanması oldukça önemlidir. Bu amaçla matematik öğretimi dersleri, öğretmen adaylarının materyaller hakkındaki düşüncelerini, bilgi ve inançlarını ortaya çıkaracak şekilde yapılandırılabilir. Ayrıca öğretmen adaylarını bu alandaki tecrübeleri üzerinde düşünmeye sevk edecek etkinliklere yer verilmelidir. Matematik kavramları hakkında bilgi sahibi olmanın da materyal seçimi ve bunları derslerde kullanabilme becerileri ile ilişkili olduğunu görmekteyiz. Öğretmen adaylarının materyal ile kavram arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde yapılandırabilmesi için matematik kavramlarını oluşturan temel fikirleri bilmesi ve ne tür materyallerin bu fikirlerin anlaşılmasına nasıl yardımcı olabileceği üzerinde düşünmesi gereklidir. Bu amaçla öğretmen adayları farklı materyalleri bizzat kendileri kullanabilir ve bunların kavramı anlamalarına veya bir problemi çözmelerine nasıl yardımcı olduğu üzerinde tartışabilirler (Çakıroğlu ve Yıldız, 2007; Graeber, 1999).

Moyer (2001) materyal kullanımında öğretmenlerin karşılaştıkları güçlükleri “(1) öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ifade biçimlerini yorumlayabilmek, (2) öğrencilerin ifadeleri ile matematiksel fikirler arasında ilişki kurabilmek ve (3) matematik öğrenmeyi destekleyecek uygun somut ortamlar geliştirmek” şeklinde belirtir (sf. 194). Öğretmen adayları derslerini hazırlama sürecinde, öğrencilerin düşünme biçimleri üzerinde fikir sahibi olabilirse kavrama uygun materyaller seçebilir ve bunları derslerinde etkili bir şekilde kullanabilirler (Graeber, 1999). Bu sebeple öğretmen adaylarının kazanması gereken farkındalıklardan birisi öğrencilerin materyalleri kendi algıladıklarından farklı biçimlerde yorumlayabilecekleridir. Bu amaçla matematik öğretimi derslerinde, öğrencilerin materyalleri algılama biçimleri üzerinde düşünmeye sevk edici örnekler sunulabilir ve bu farklı algılamaları ortaya çıkarabilecek yönlendirmeler üzerinde tartışılabilir. Öğrencilerin kavram ile materyal arasında beklenen ilişkileri kurabilmesinde sosyal etkileşimin ve dilin önemli bir rolü vardır (Hiebert & Carpenter, 1992). Uygun yönlendirmeler ile materyalde gözlemlenen ilişkiler üzerinde durulabilir ve öğrencilerin materyaller yoluyla matematiksel ilişkiler ve özellikler hakkında gözlem ve inceleme yapmalarına, tartışmalarına olanak sağlanabilir. Öğretmen adaylarının yönlendirme yapma becerileri örnek senaryolar verilerek duruma uygun açıklama yapmaları veya soru hazırlamaları istenerek geliştirilebilir.

Bu çalışmada elde edilen bulguların çoğu öğretmen adaylarının hazırladıkları projeler ve yazdıkları günlükler ile sınıfta yapılan gözlemlerden elde edilen verilere dayanmaktadır. Çalışmanın gerçekleştiği dersin yapısı gereği öğretmen adaylarının materyal kullanma becerileri gerçek sınıf ortamında ölçülmemiştir. Bu sebeple yapılacak yeni çalışmaların okul deneyimi veya staj derslerini de kapsamaları uygun olur. Araştırmanın betimsel yapısı gereği derslerde yapılan etkinlikler öğretmen adaylarının materyaller hakkındaki bilgi ve becerilerini ortaya çıkarmaya yönelik yapılandırılmıştır. Veri toplama sürecinin bir parçasını olan bu etkinlikler, öğretmen adaylarını materyallerle ilgili tecrübeleri üzerinde düşünmeye sevk etmeyi amaçlamış, matematik kavramları ile ilgili temel fikirleri incelemelerine olanak sağlamış ve materyal seçerken ve kullanırken nelere dikkat etmeleri gerektiği hakkında bilgilendirmiştir. Bu etkinlikler öğretmen adaylarının materyal kullanma becerilerini

geliştirmeyi amaçla birlikte, çalışmada bu sürecin etkinliği incelenmemiştir. Sebep sonuç ilişkisinin incelenebileceği başka çalışmalarla bu tür uygulamaların etkinliği de araştırılabilir.

#### KAYNAKLAR

- Ball, D. L. (1992). Magical hopes: Manipulatives and the reform of math education. *American Educator*, 16, 14–18.
- Baroody, A. J. (1989). Manipulatives don't come with guarantees. *Arithmetic Teacher*, 37(2), 4-5.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- Bruner, J. S. (2006). *In search of pedagogy: Volume I*, New York, NY: Taylor & Francis Group.
- Clements, D. H. (1999). 'Concrete' manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1),45–60.
- Cramer, K. A., Post, T. R., & delMas, R. C. (2002). Initial fraction learning by fourth- and fifth-grade students: A comparison of the effects of using commercial curricula with the effects of using the rational number project curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(2), 111-144.
- Çakıroğlu, E. & Yıldız, B. T. (2007). Turkish preservice teachers' views about manipulative use in mathematics education. In C. S. Sunal & M. Kagendo (Eds.), *The enterprise of education*, (pp. 275-289). Information Age Publishing Inc.
- Dienes, Z. P. & Golding, E. W. (1971). *Approach to modern mathematics*. New York: Herder and Herder.
- Graeber, A. O. (1999). Forms of knowing mathematics: What preservice teachers should learn. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 189-208.
- Grant, S. G., Peterson, P. L., & Shojgreen-Downer, A. (1996). Learning to teach mathematics in the context of system reform. *American Educational Research Journal*, 33(2), 509-541.
- Fuson, K. C. & Briars, D. J. (1990). Using a base-ten blocks learning/teaching approach for first and second grade place-value and multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 180–206.
- Hatfield, M. (1994). Use of manipulative devices: Elementary school cooperating teachers self-report. *School Science and Mathematics*, 94(6), 303-309.
- Hiebert, J. & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, (pp. 65-97). New York: Macmillan.
- Hiebert, J., & Wearne, D. (1992). Links between teaching and learning place value with understanding in first grade. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23, 98-122.
- Howard, P., Perry, B., & Tracey, D. (1997, Aralık). *Mathematics and manipulatives: Comparing primary and secondary mathematics teachers' views*. Makale Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education konferansında bildiri olarak sunulmuştur, Brisbane, Australia (ED 461 502).
- Hughes, M. (1986). *Children and number: Difficulties in learning mathematics*. Massachusetts: Blackwell Publishers.
- Kamii, C., Lewis, B. A., & Kirkland, L. (2001). Manipulatives: When are they useful? *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 21-31.
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27 (1), 29-63.
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 175-197.
- Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Raphael, D. & Wahlstrom, M. (1989). The influence of instructional aids on mathematics achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 173-190.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schoenfeld, A. H. (1988). When good teaching leads to bad results: The disaster of "well-taught" mathematics courses. *Educational Psychologist*, 23(2), 145-166.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York, NY: MacMillan.
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stein, M. K. & Bovalino, J. W. (2001). Manipulatives: One piece of the puzzle. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6(9), 356-359.
- Sowell, E. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20 (5), 498-505.
- Uttal, D. H., Scudder, K. V., & DeLoache, J. S. (1997). Manipulatives as symbols: A new perspective on the use of concrete objects to teach mathematics. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 18, 37-54.

- Van De Walle, J. A. (2001). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (4th Ed.). New York: Longman.
- Wearne, D. & Hiebert, J. (1988). A cognitive approach to meaningful mathematics instruction: Testing a local theory using decimal numbers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, 371-384.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık: Ankara.

### EXTENDED ABSTRACT

The recent curriculum reform in Turkey emphasizes student learning through real and concrete experiences. As a result, manipulatives have become an important tool in teaching mathematics. While teachers' role is critical for the use of manipulatives, most of them have limited experiences in using them effectively. Research has shown that inservice and prospective teachers use manipulatives without reflecting on how they could enhance student understanding (Çakıroğlu & Yıldız, 2007; Grant, et al., 1996; Moyer, 2001). One common assumption is to believe that simply using them guarantees meaningful learning. Manipulatives; however, are also a kind of symbol. In order to learn through manipulatives, students need to understand how they represent the mathematical concepts (Uttal, et al., 1997). Even though the connections between the concept and the manipulative is transparent for adults, students may fail to establish this relationship (Hiebert & Wearne, 1992; Hughes, 1986). Hence, teachers should help them to establish these connections. Another common assumption about manipulatives is to believe that the more attractive and interesting they are, the more they enhance understanding. However, the match between the features of the material and the mathematical relationships should be the real criteria when selecting manipulatives (Hiebert & Carpenter, 1992).

In this sense, the purpose of the current study is to explore prospective elementary teachers' knowledge and skills regarding the use of manipulatives, describe their difficulties when they're selecting and using manipulatives in teaching mathematics, and discuss the ways to help them improve their skills. 57 prospective teachers enrolled in teaching methods courses participated in this action research. The researcher is also the instructor of these courses. Data involved classroom observations and the journals and projects submitted by the participants. In the first phase of data collection procedure, prospective teachers were asked to describe their previous knowledge and experiences related to manipulatives. Most of them described manipulatives as objects, pictures, and tools that make abstract mathematical concepts concrete and easy to understand. They gave abacus, counting beans/sticks, pictures and objects (apple, cake) representing fractions, and plastic and wooden objects used to represent geometric shapes as examples of manipulatives they had experience with. Even though all the participants expressed positive attitudes toward manipulatives, most of them (56%) could not explain how they are useful for student learning. Only a few participants focused on the relationships observed through manipulatives or the actions employed on the manipulatives when clarifying how they could enhance understanding.

The second phase of the data collection procedure aimed to explore prospective teachers' conceptions regarding how manipulatives could make mathematical concepts concrete for students. For this purpose, first they were asked to examine the basic ideas underlying place value concept and determine the manipulatives that could represent this concept. After the four suggested models (base ten blocks/candy model, ring model, apartment house/cake model, and coloured playdough/legos) were briefly discussed in the class, prospective teachers were asked to evaluate these manipulatives by taking into account the basic ideas underlying place value concept. Results indicated that most of the participants evaluated the manipulatives based on general features (concreteness, convenience, and applicability to real life, etc.) and failed to examine the relationship between the features of the manipulative and the basic idea underlying the concept. This was not the case only when they were evaluating the effectiveness of the coloured playdough/legos. Even though they found this manipulative attractive and fun for students at the beginning, most of them admitted that they had difficulty to comprehend the manipulative themselves. Hence, they needed to examine the relationship between the concept and the manipulative. They; however, failed to realize the fact that this could also be the case for their students. That is, many of them assumed that when the connections between the

concept and the manipulative is transparent for them, it is also clear for students. Such belief leads prospective teachers to simply provide students some rules showing how to use manipulatives rather than allowing them to make observations and explorations by using the manipulatives.

The third phase of data collection procedure aimed to explore prospective teachers' skills about using manipulatives through group projects. Before they submitted their projects, they examined several mathematical concepts and the basic ideas underlying these concepts. They were also informed about several manipulatives (base ten blocks, pattern blocks, and geometry strips, etc.) used in mathematics education. The instructor particularly emphasized the importance of making the relationship between the concept and the manipulative explicit for the students. The project asked groups to (a) define the basic idea underlying a mathematical concept, (b) explain how a manipulative could help students to understand the basic idea, and (c) describe how they would use the manipulative to teach the concept in detail. The results showed that only 46% of the projects satisfied all three criteria. 44% of the projects fulfill neither of these criteria. In these projects, the basic ideas underlying concepts were stated wrong or incomplete; the relationship between the concept and the material was poorly explained, and the guidance provided to students was not structured appropriately. In small number of projects (10%), even though the first two criteria were satisfied; students were guided to focus on either using the material or applying the symbolic representation. In these projects, prospective teachers failed to create activities to transform students' experiences with concrete materials to abstract understandings.

The results of this study shows that developing knowledge and skills to select and use manipulatives effectively requires time and effort. Prospective teachers need support to reflect on their prior experiences with manipulatives. They also need to construct basic ideas underlying mathematical concepts, examine the relationships between manipulatives and these ideas, and explore how manipulatives could enhance understanding these ideas. Prospective teachers should also realize that students may not interpret the connections between manipulatives and the concepts in the way adults do. Hence, teaching methods courses should be structured to help prospective teachers improve their knowledge and skills to diagnose students' conceptions and transform their experiences with manipulatives to abstract understandings.