

Preservice Teachers' Levels of Understanding of Place Value and Numeration Systems¹

Kamuran Tarım² Perihan Dinç Artut³

ABSTRACT. The purpose of this study is to determine preservice teachers' levels of understanding (error reproduction) and analyzing (dept of analysis) the errors about place values and numeration systems and their using descriptive language according to their genders. This study was designed as a descriptive survey and both qualitative and quantitative research techniques were used. Accordingly, the study was carried out with 140 (female: 71, male: 69) pre-service classroom teachers at the third grade in the academic year of 2010-2011. Four questions which were intended for basic skills about the concept of place value and which included possible errors that the students at the primary school might make were used as the data collection tool. The results of this research revealed that preservice teachers were more successful in understanding the errors than they were in the dept of analysing and using descriptive language. Preservice teachers; however, could not give satisfactory responses about analyzing the error and the language that they used in explaining the errors.

Key Words: Place Value, Preservice Teachers, Numeration Systems

SUMMARY

Purpose and significance: The purpose of this study is to determine preservice teachers' levels of understanding (error reproduction (ER)) and analyzing (dept of analyzing (DA)) the errors about place values and numeration systems and their using descriptive language (DL) according to their gender. It has been considered that it is important to understand and eliminate the difficulties that the students experience about the concept of place value, so investigating the proficiency levels of preservice teachers who will train them about this concept and determining the difficulties and the mistakes that the preservice teachers experience is believed to be related to this. Furthermore, it is also crucial for teachers to analyze their students' errors accurately and the language that they use in explaining the students' errors. The language that the teacher use should not lead to a new misunderstanding. Of the available literature, no studies carried out with preservice teachers on the concept of place value were found in our country.

Methods: This study was designed as a descriptive survey. Accordingly, the study was carried out with 140 (female: 71, male: 69) preservice classroom teachers at the third grade in the academic year of 2010-2011. The study was conducted with the students who had already taken the courses of Basic Mathematics and have been taking the course of Mathematics Teaching.

As the data collection tool of this study, four of the questions which were in the scale of "The Assessment of Place Value Understanding (APVU)" developed by Rusch and Hannigan (1997) and used by Radin (2007) in his study were used.

Results and Discussion. The results of this research revealed that preservice teachers were more successful in dimension of recognizing the error than in the other dimensions. As a whole, the pre-service teachers could not give adequate responses about analyzing the error and the language that they use in explaining the errors. The findings showed parallelism with the results of Radin's study (2007). While there were some small differences in the responses of female and male pre-service teachers in terms of levels, sufficient evidence was not found for the significance of these differences due to the limitation of the sample size. In this context, it can be said that pre-service teachers produced responses at similar levels in terms of percent values after the responses that the female and male pre-service teachers gave. Pre-service teachers could produce higher level responses in recognizing the errors especially in the operations of addition and subtraction than in the other questions (regrouping and representing the quantities on different floors). However, they could not go beyond telling the behaviours in analyzing the sources of errors. It was observed that pre-service teachers had more misconceptions in the analysis of the errors especially in the operation of subtraction than the operation of addition. Many of pre-service teachers used some expressions such as "borrowing a ten" instead of "reversing a ten to a one" while explaining the errors.

¹ The part of this article is presented on XI. National Classroom Teacher Education Symposium.

² Assoc. Prof. Dr. , Çukurova University, Education Faculty, Elementary Education Department , gkamuran@cu.edu.tr

³ Assoc. Prof. Dr. , Çukurova University, Education Faculty, Elementary Education Department, partut@cu.edu.tr

Öğretmen Adaylarının Basamak Değeri ve Sayma Sistemlerini Anlama Düzeyleri⁴

Kamuran Tarım⁵ Perihan Dinç Artut⁶

ÖZ. Bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre basamak değeri ve sayma sistemlerine ilişkin hataları anlama , analiz etme , açıklayıcı dil düzeylerinin belirlenmesidir. Çalışma tarama modelinde betimsel bir çalışmadır. Bu amaçla 2010-2011 öğretim yılı 3. sınıflarına devam eden 140 sınıf öğretmen adayı (kız:71; erkek: 69) ile çalışılmıştır. Basamak değeri kavramına ilişkin temel becerilere yönelik ve ilköğretim birinci kademe öğrencilerinin yapabileceği hataları içeren dört soru veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Bu araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının hatayı tanıma boyutunda diğer boyutlara göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Genel olarak öğretmen adayları hatayı analiz etme ve hataları açıklamada kullandıkları dilde yeterli düzeyde cevaplar üretememişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Basamak değeri, Öğretmen adayları, Sayma sistemleri.

GİRİŞ

Bir sayıyı oluşturan rakamların bulunduğu yerdeki değerine basamak değeri denir. Bu kavram sayı sisteminin ve aritmetiğin en önemli özelliklerinden biridir. Matematikteki pek çok bilgi gibi basamak değeri bilgisi de soyut bir bilgidir. Rusch (1997) bilgiyi tanımlamak için kullanılan terimler arasında, konu alan bilgisi (subject matter knowledge), gerçek bilgi (substantive knowledge), içerik bilgisi, matematik bilgisi, işlemsel bilgi, pedagojik alan bilgisi gibi bilgiye yönelik kavramların çok önemli olduğunu belirtmiştir. Özellikle Shulman (1986) pedagojik alan bilgisini, konunun uzmanını (örneğin bir matematikçiyi) bir eğitimciden (örneğin matematik eğitimcisinden) ayıran bilgi olarak tanımlar. Bir başka deyişle matematik alan bilgisinin (matematiksel kavramlara, matematiksel işlemlere ve bunlar arasındaki ilişkilere ilişkin bilgi) oldukça önemli olduğu ancak tek başına yeterli olmadığı söylenebilir. Bu bağlamda basamak değeri kavramının öğretiminde matematik alan bilgisinin yanı sıra pedagojik alan bilgisinin de bir o kadar önemli olduğu söylenebilir.

Basamak değeri oldukça soyut bir kavram olduğundan öğrencilerin bu kavramı anlamaları da güçtür (Ross, 1986; Ross, 2002; Artut ve Tarım, 2006; Nataraj ve Thomas, 2007). Sayı ve işlem öğretimi sırasında, basamak değeri kavramı öğrencilerin o ana kadar karşılaştıkları en büyük güçlüklerden biridir. Basamak değeri kavramının iyi anlaşılabilmesi bu kavramla ilişkili olan diğer birçok kavramın da öğrenilmesini zorlaştırır. Ross, (2002) sayıları anlama, farklı sayma sistemlerini kavrayabilme dolayısıyla farklı tabanlarda çoklukları temsil etme, zihinden matematiksel işlemler yapabilme, tahmin etme ve çok basamaklı işlemleri anlayabilmede basamak değeri kavramını anlamının önemli olduğunu belirtmektedir. Örneğin işlem öğretiminde, işlem tekniği basamak değeri kavramına dayalı olarak verilmektedir. Bu nedenle öğrencilerin aritmetik işlemlerde yaptıkları hataların da önemli kaynaklarından biridir.

Basamak değeri kavramının temeli gruplamaya dayanmaktadır. Piaget, somut işlemler dönemindeki çocukların sayı korunumunu, doğru biçimde gruplama ve yeniden gruplama (çokluklar farklı tabanlarda temsil etme) yoluyla gösterdiğini belirtir (Charles,1992, s. 16).

Ülkemizde sayı öğretimi ilköğretim birinci sınıftan itibaren başlamaktadır. Sayı öğretimi içinde önemli bir yere sahip olan basamak değeri ile ilgili kazanımlar ikinci sınıfta başlayıp ilköğretimin sonuna kadar devam edecek şekilde düzenlenmiştir. İkinci sınıfta daha çok birlik ve onluk kavramları kavratılmaya çalışılır. Sonraki sınıflarda ise daha büyük sayıların öğretiminde yüzlük, binlik gibi kavramların öğretimi ile birlikte basamak değeri kavramı ile ilgili çalışmalar devam eder. Sayı öğretimi ile paralel olarak işlem öğretimine de başlanır. İşlem öğretimi sırasında örneğin toplama işleminde “elde” kavramı, çıkarma işleminde “onluk bozma”, “yüzlük bozma” gibi basamak değeri ile ilgili kavramlara yer verilir.

⁴ Bu makalenin bir kısmı XI. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumunda bildiri olarak sunulmuştur.

⁵ Doç. Dr. Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, gkamuran@cu.edu.tr

⁶ Doç. Dr. Çukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, partut@cu.edu.tr

Basamak değeri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde çoğunlukla ilköğretim düzeyinde olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda (Kamii ve Joseph, 1988; Thompson ve Bramald, 2002; Artut ve Tarım, 2006) çocukların bir sayıyı oluşturan rakamların basamak ve sayı değerlerini ayırt etme konusunda güçlükler yaşadıkları ortaya koyulmuştur. Örneğin birinci ve ikinci sınıfta bulunan çocukların çoğunun “16” sayısındaki 1’in 1 tane onluk gösterdiğini anlamadıklarını ifade etmişlerdir. Vareles ve Becker (1997) 7 ve 10 yaş grubu çocuklar üzerinde yaptıkları çalışmalarını iki boyutta ele almışlardır. Birinci boyutu çok basamaklı sayılarda basamak değeri ile sayı değeri arasındaki farka yöneliktir. İkinci boyutu ise çok basamaklı bir sayıda yer alan rakamların basamak değerlerinin toplamının sayının kendisini verdiğini anlamayı geliştirmeye yöneliktir. Bu çalışmaya katılan öğrencilerin basamak değeri kavramı ile ilgili önbilgilerinin olmasına rağmen, uygulanan öntest sonucunda %96,5’ nin basamak değeri kavramı ile sayı değeri kavramı konusunda sorun yaşadıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca bu kavramların öğretilmesine ilişkin bir model de önermişlerdir. Thompson (2000) çocukların büyük çoğunluğunun çok erken yaşlarda basamak değeri kavramını düşünebildiklerini ancak çok uzun bir süre boyunca da bu konu ile ilgili kafa karışıklarının devam ettiğini belirtmiştir. Garlikov (2000) ise basamak değeri ile ilgili yapılan çalışmaları inceleyerek, Amerika’da çocukların genelde basamak değeri kavramını etkili bir şekilde öğrenemediklerini ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmalar genellikle ilköğretim düzeyinde olmakla birlikte Rusch (1997) ve Radin, (2007) ise basamak değeri ile ilgili çalışmalarını öğretmen adayları üzerinde yürütmüşlerdir. Rusch matematiksel anlamının gözlenebilir karakteristikleri üzerinde çalışmış ve matematiksel anlamayı işaret eden düzeyleri belirlemiştir (Bkz. Rusch, 1997). Rusch ve Hunnigan (1997) anlama, analiz edebilme, açıklamalarda dili iyi kullanma gibi bilginin gözlenebilir karakteristikleri göz önünde bulundurarak öğrencilerin basamak değeri kavramını anlama düzeylerini ölçmeye yönelik (the assessment of place value understanding (APVU)) bir ölçek geliştirmiştir (Akt. Radin, 2007). Bu ölçek yardımıyla öğretmen adaylarının basamak değeri kavramını kavramalarını değerlendirmeyi ve yapılandırmacı matematik öğretimi dersi ile bu kavramlar üzerinde çalışmanın geleneksel öğrenmeye göre daha iyi olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın bulguları matematik öğretimi dersine devam eden öğretmen adaylarının basamak değeri kavramına ilişkin yapılan hataları açıklarken kullandıkları dil düzeylerinin ve hataları analiz etme düzeylerinin, hataları anlama düzeylerine göre daha düşük olduğunu ortaya koymuştur.

Radin (2007) ise çalışmasında öğretmen adaylarına sayma sistemleri ilgili bir öğretim programı uygulayarak bu programın onların basamak değeri kavramını anlama düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Sayma sistemlerine ilişkin verilen öğretim öğretmen adaylarının basamak değeri kavramını anlama düzeylerini geliştirmeye yardımcı olmakla birlikte genel olarak bakıldığında basamak değeri kavramını anlama düzeylerini anlamlı bir şekilde arttırmadığı görülmüştür.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda öğrencilerin basamak değeri kavramı konusunda yaşadıkları güçlüklerin anlaşılmasına ve giderilmesine katkıda bulunacağı düşüncesiyle öncelikle onları eğitecek olan öğretmen adaylarının bu kavrama ilişkin yeterliklerinin incelenmesi ve onların bu konuda yaşadıkları güçlüklerin, yaptıkları hataların belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin, öğrencilerinin bu konudaki hatalarını doğru analiz etmesi ve bunları açıklarken kullandıkları dil de bir o kadar önemlidir. Öğretmenin kullandığı dil yeni bir yanlış anlamaya yol açmayacak şekilde olmalıdır. Diğer yandan öğretmenlerin cinsiyeti de öğrencilerinin hatalarını doğru analiz etmesi ve bunları açıklarken kullandıkları dil üzerinde etkili olabilir. Hyde ve Linn (1988) yaptıkları meta analiz çalışmasında dil becerilerini kullanmada çok az da olsa kızlar lehine farklılaşma olduğunu belirtmişlerdir ($d=0.11$). Bu nedenle bu kavramlara ilişkin hataları anlama, analiz etme ve hataları açıklarken kullanılan dil bakımından cinsiyete göre bir farklılaşma olup olmadığı da merak edilmiştir. Ulaşılabilen kaynaklar çerçevesinde ülkemizde öğretmen adaylarıyla basamak değeri kavramına ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre basamak değeri ve sayma sistemlerine ilişkin

- hataları anlama (HA) düzeylerinin,
- analiz etme (DA) düzeylerinin,
- açıklayıcı dil (AD) düzeylerinin,

belirlenmesidir.

YÖNTEM

Bu çalışma tarama modelinde betimsel bir araştırmadır. Araştırmada 2010-2011 öğretim yılı 3. sınıflarına devam eden 140 sınıf öğretmen adayı (kız:71; erkek: 69) ile çalışılmıştır. Çalışma Temel Matematik I ve II, Matematik Öğretimi I derslerini almış olup hali hazırda Matematik Öğretimi II dersine devam eden öğrencilerle yapılmıştır.

Veri toplama aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak Radin'nin (2007) çalışmasında kullandığı Rusch ve Hannigan (1997) tarafından geliştirilen "Basamak değerini anlamaya yönelik değerlendirme (The Assessment of Place Value Understanding (APVU))" ölçeğinde yer alan sorulardan 4'ü kullanılmıştır. Bu dört sorunun seçilme nedeni güncel ilköğretim programında yer alan basamak değeri kavramına ilişkin temel becerilere yönelik olması ve daha çok ilköğretim öğrencilerinin yapabileceği hataları içermesidir. Bu soru setinde yer alan sorular çözümleri ile birlikte sunulmuş, öğretmen adaylarından bu çözümde yer alan hataları yazılı olarak analiz etmesi istenmiştir.

Soru setinde yer alan birinci soruda bir öğrencinin (Elif) yapmış olduğu toplama işlemleri (Şekil 1) yer almaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi Elif bu işlemleri yaparken "toplama işlemine en büyük basamaktan başlama" ve "iki sayının toplamından elde edilen sayıdaki onluğu sonuca yazıp birliği elde olarak bir sonraki basamağa ekleme" şeklinde hatalar yapmıştır. Öğretmen adayları Elif'in yaptığı işlemleri inceleyip öncelikle kendilerine verilen diğer işlemleri Elif gibi çözmeleri istenmiştir. Daha sonra Elif'in hatalarını açıklamaları istenmiştir.

1) Elif çalışkan bir öğrencidir. Ancak onun toplama işlemi ile ilgili bazı sorunları vardır. Aşağıda Elif'in yapmış olduğu toplama işlemine ilişkin bazı örnekler verilmiştir.

$\begin{array}{r} 432 \\ + 265 \\ \hline 697 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1 \\ 74 \\ + 43 \\ \hline 18 \end{array}$	$\begin{array}{r} 4 \\ 385 \\ + 667 \\ \hline 9116 \end{array}$	$\begin{array}{r} 00 \\ 563 \\ + 545 \\ \hline 118 \end{array}$
-----------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Buna göre aşağıdaki işlemleri sizce Elif nasıl yapacaktır. Cevabınızı açıkça yazınız.

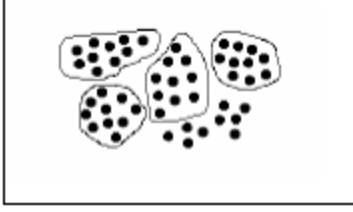
$\begin{array}{r} 252 \\ + 585 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 421 \\ + 336 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 618 \\ + 782 \\ \hline \end{array}$
-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------

Şekil 1. Soru setindeki birinci soru

Soru setindeki diğer bir soruda birinci soru formatında ancak çıkarma işlemine yöneliktir. Bu soruda öğrenci (Oya) "onluk ve yüzlük bozma hatası" yapmıştır. Öğretmen adayları Oya'nın yaptığı işlemleri inceleyip öncelikle kendilerine verilen diğer işlemleri Oya gibi çözmeleri istenmiştir. Daha sonra Oya'nın hatalarını açıklamaları istenmiştir.

Soru setindeki üçüncü soru sayı değeri ve basamak değeri kavramlarına yöneliktir. Bu soruda öğretmen adaylarına, bir öğretmen ve öğrencisi Ahmet arasında geçen diyalog verilmiştir. Öğretmen beyaz bir kağıdın üzerine 26 tane pulu sayıp koymuş ve Ahmet'ten bu sayıyı kağıda yazmasını istemiştir. Ahmet 26 sayısını kağıda yazabilmiştir. Sonra öğretmen Ahmet'ten sayıdaki 6 rakamını parmağı ile işaret ederek, bu sayıyı temsil eden pulları daire içine almasını istemiştir. Ahmet pullardan 6 tanesini sayarak daire içine alabilmiştir. Daha sonra öğretmen bu sefer de 26 sayısının 2 rakamını eliyle işaret ederek bu sayıyı temsil eden pulları bir kutu içine almasını istemiştir. Ahmet bu soru karşısında sadece 2 pulu sayıp kutu içine almıştır. Öğretmen adaylarından Ahmet'in düşünme ve anlama biçimini değerlendirmeleri istenmiştir. Bir başka deyişle Ahmet'in bu konudaki yanlış anlamalarını açıklamaları istenmiştir.

Soru setindeki son soru ise 49 sayısının farklı tabanlarda gösterimi ile ilgilidir. Öğretmen adaylarına yine bir öğretmen ve öğrencisi (Can) arasında geçen durum verilmiştir. Bu durum "Öğretmen Can'a Şekil 2 deki gibi gruplanmış pulları göstermiş ve bu gruplamayı temsil eden sayıyı sormuştur. Can 49 cevabını verebilmiştir.



Şekil 2. Gruplanmış pullar

Daha sonra öğrenci düğmeleri eksiltip çoğaltmadan bir düzenleme yaparak yeniden bir gruplama yapmış ve bu gruplamanın 54 ile temsil edileceğini söylemiştir. Öğretmen bunu inceledikten sonra büyük bir memnuniyetle bu öğrencisinin doğru yaptığını ifade etmiştir. Daha sonra öğrenci benzer şekilde yeniden bir gruplama yaparak bu sefer de düğmeleri temsil eden sayıyı 31 olarak bulmuştur. Öğretmen cevabın yine doğru olduğunu belirtmiştir.” biçimindedir.

Öğretmen adaylarına bu pulların hepsini kullanarak yapılabilecek gruplamalar **61, 100, 39, 70, 57** sayılarından hangileri ile temsil edilebilir sorusu sorulmuştur. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarından öğretmenin Can’ın doğru düşünüp düşünmediğini nasıl anlamış olabileceğini açıklamaları da istenmiştir.

Yukarıda belirtilen sorulardan oluşan soru seti araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarına dağıtılmış, öğretmen adayları bu soruları yaklaşık 30 dk içinde tamamlamışlardır.

Verilerin analizi

Öğretmen adaylarının soru setinde verdikleri cevaplar soru soru incelenmiştir. Rusch ve Hannigan (1997) (Akt. Radin, 2007) tarafından geliştirilmiş dereceli ölçekler (rubrikler) analizlerde kullanılmıştır. 1. ve 2 sorular hatanın anlaşılması (HA), derinlemesine analiz (DA) ve açıklayıcı dil (AD) olmak üzere üç boyutta ele alınmıştır. Diğer iki soru ise derinlemesine analiz (DA) ve açıklayıcı dil (AD) olmak üzere iki boyutta değerlendirilmiştir. Hatanın anlaşılması (HA): Öğretmen adaylarının hatayı anlayıp anlamadıklarını belirlemeye yöneliktir. Derinlemesine analiz (DA) öğretmen adaylarının hataların nedenlerini irdeleyerek nasıl analiz ettiklerini belirlemeye yöneliktir. Açıklayıcı dil (AD) ise bu hataları açıklarken kullandıkları dili değerlendirmeye yöneliktir.

Açıklanan her bir boyut Rusch ve Hannigan (1997) tarafından geliştirilmiş rubrikler beşli olarak derecelendirilmiştir. Örneğin 1. Soruya ilişkin Hatanın anlaşılması boyutunun dereceleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Düzey 1: Cevap verilmemesi yani boş bırakılması.

Düzey 2: Hatanın anlaşıldığına ilişkin hiç bir kanıtın olmaması

Düzey 3: Hatanın kısmen anlaşıldığına ilişkin kanıtların olması. Örneğin soldan sağa doğru yapılan toplama hatasını tanımış fakat burada toplamda elde edilen sayıdan bir sonraki (yani sağındaki basamağa) basamağa eldeyi eklerken onluk yerine birliği eklediğini fark etmemiş olması

Düzey 4: Öğretmen adayının hatayı doğru tanımış fakat toplama yaparken (öğretmen adayı) işlem hatası yapmış olması durumu

Düzey 5: Hatanın tam olarak doğru bir şekilde anlaşılması.

Benzer şekilde birinci soruya ilişkin derinlemesine analiz (DA) boyutunun dereceleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Düzey 1 Bilgi içermeyen, yanlış veya ilişkisiz analizlerin olması durumu

Düzey 2 Bütün/bazı davranışların doğru tanımlanması ancak anlamaya yönelik bir analizin olmaması durumu. Örneğin öğretmen adayı “soldan sağa doğru toplama yapılmış” ifadesini kullanmış ancak burada Elif’in neyi yanlış anladığının analizinin yapılmaması.

Düzey 3 Hatanın kaynağının fark edilmesi ancak geliştirilmeden bırakılması durumu. Örneğin, Elif toplamaya soldan başlamıştır. Elde kavramını yanlış kullanıyor” biçiminde çok açıklamadan bırakılması

Düzey 4 Doğru bir analizin yapılması durumu. Örneğin, “Elif toplamaya soldan başlamıştır. Elde kavramını yanlış kullanıyor. Burada 10 tane birliğin 1 onluk olarak onlar basamağına ekleneceğini, on

tane onluğun bir yüzlük olarak yüzler basamağına ekleneceğini bilmiyor.” biçiminde doğru bir analizin yapılması.

Düzyey 5 Çocuk tarafından anlaşılmayan basamak değeri kavramının doğru ve ayrıntılı bir analizinin yapılması durumu. Örneğin, Elif toplamaya soldan başlamıştır. Elde kavramını yanlış kullanıyor. Burada 10 tane birliğin 1 onluk olarak onlar basamağına ekleneceğini, on tane onluğun bir yüzlük olarak yüzler basamağına ekleneceğini bilmiyor. Bunun yerine en soldaki yani en büyük basamakta bulunan iki sayıyı topluyor ve buradan diyelim ki 13 gibi bir sayı elde ettiğinde toplama 1 yazıyor ve 3’ü sağındaki yani bir sonraki basamağına ekliyor. Burada basamak kavramını biliyor ancak yanlış grupta yapıyor.” biçiminde doğru bir analizin yapılması.

Açıklayıcı dil (AD) için ise dereceler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Düzyey 1 Basamak değeri ile ilgili yanlış ya da hiç bir sözcük kullanmama durumu ya da davranışları açıklamak için yapılan analizde basamak değeri ile ilgili bir sözcük kullanmama durumu

Düzyey 2 Basamak değeri ile ilgili doğru ama spesifik olmayan bir dil kullanma durumu. Kullanılan dilin basamak değeri kavramını tanımlamaktan çok gözlenen davranışları açıklamak için olması durumu.

Düzyey 3: Basamak değeri kavramını tanımlamak için doğru ama spesifik olmayan bir dil kullanma durumu. Örneğin “elde “ ve “borç alma” gibi informal terimlerinin ”yeniden grupta” yerine kullanılması veya “elde var bir” gibi informal terimin “on” ya da “bir onluk” yerine kullanılması

Düzyey 4 Basamak değeri ile ilgili spesifik ve doğru bir dile ilişkin kanıtların bulunması durumu. Örneğin “elde “ ve “borç alma” gibi informal terimlerin gerçek anlamı olan ”yeniden grupta” yerine kullanıldığına ilişkin kanıtların bulunması durumu.

Düzyey 5 Basamak değeri ile ilgili doğru ve çok spesifik bir dilin kullanılması durumu. Örneğin, “elde” ve “borç alma” gibi informal terimler yerine formal ”elde var bir onluk” gibi terimlerin açıkça kullanılması.

Soru setindeki tüm sorular yukarıdakilere benzer rubrikler kullanılarak iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı analiz edilmiştir. Sonuçlar karşılaştırılarak yüzde yüz görüş birliği sağlanan sonuçlar dikkate alınmıştır. Bu şekilde elde edilen bilgiler bilgisayara ortamına aktarılmış yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca verilen cevapların altında yatan nedenleri daha iyi anlaşılmasını sağlamak için cevaplara ilişkin bazı örnekler de sunulmuştur.

BULGULAR

Soru setinde yer alan birinci soruda öğretmen adaylarının toplama işleminde, “basamak değeri”, “elde” kavramına ilişkin yapılan hataları anlama (HA), nedenlerini analiz etme (DA) ve bu hataları ve yaptıkları analizleri açıklarken kullandıkları dil (AD) incelenmiştir. Adayların cinsiyetlerine göre bu üç boyuta ilişkin düzeyleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Birinci soruya ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

		Düzyey 1		Düzyey 2		Düzyey 3		Düzyey 4		Düzyey 5		Toplam
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
HA	Kız	2	2.8	14	19.7	18	25.4	5	7	32	45	71
	Erkek	2	2.9	23	33.3	13	18.8	6	8.7	25	36.2	69
DA	Kız	13	18.3	44	62	10	14.1	3	4.2	1	1.4	71
	Erkek	24	34.8	30	43.5	13	18.8	2	2.9	0	0	69
AD	Kız	5	7.0	53	74.6	11	15.5	2	2.8	0	0	71
	Erkek	5	7.2	53	76.8	9	13	2	2.9	0	0	69

HA: Hatanın anlaşılması

DA: Derinlemesine analiz **AD:** Açıklayıcı dil

Tablo 1’de görüldüğü gibi genel olarak HA boyutunda hem erkek hem de kız öğretmen adaylarının daha çok 2 ve 5 düzeyinde cevaplar ürettikleri görülmektedir. Düzyey 5’e ilişkin kız öğrencilerin oranı (% 45) erkek öğrencilerden (%36.2) daha yüksektir. DA boyutuna ilişkin sonuçlar incelendiğinde kız ve erkek öğretmen adaylarının daha çok 2 düzeyinde cevaplar ürettikleri (kız: % 62; erkek: % 43.5) görülmektedir. AD boyutunda ise yine 2 düzeyinde cevaplar ürettikleri (kız:

%74.6; erkek: % 76.8) görülmektedir. Buradan öğretmen adaylarının çoğunun hatayı anladıklarını ancak hatayı derinlemesine analiz etme ve açıklamalarında kullandıkları dil bakımından yeterli düzeyde olmadıkları söylenebilir. Bu soruya verilen cevaplar ve bu cevapların değerlendirilmesine ilişkin bazı örnekler aşağıdaki gibidir. Bir öğretmen adayı

“Elif bizim tersimize soldan başlayarak işlem yapıyor. İlk örnekte eldeli toplama olmadığı için üstüne bir rakam yazmadı (Denilmek istenen: Eklediği eldeleri üste yazma durumunun olmaması). Diğer işlemlerde eldeli toplama olduğu için ve bizim tersimize işlem yaptığı için son basamağa eklemiştir. (Denilmek istenen: Eldeyi bir üst basamağa değil bir alt basamağa eklemiştir.)” (E30)(HA: düzey 5; DA: düzey 2; AD: düzey 2)

ifadelerini kullanarak hatayı anladığını ortaya koymuş ancak hatanın nedenlerini derinlemesine analiz etmede ve açıklayıcı dilde yeterli olamamıştır. Diğer bir öğretmen adayı ise,

“Toplama işlemi ve işlem sırasını anlamamıştır. İşlemin birler basamağından başladığını anlamamıştır. Basamak kavramı da anlaşılmamıştır. Bulunan sonucun birler basamağının toplama yazılıp onlar basamağının elde olarak alınacağını anlamamıştır” (K7)(HA: düzey 5; DA: düzey 4; AD: düzey 4)

İfadelerini kullanarak hatayı anlamının yanı sıra daha üst düzeyde bir analiz yapmış ve daha üst düzey bir açıklayıcı dil kullanabilmiştir.

İkinci soru öğretmen adaylarının çıkarma işleminde, “basamak değeri”, “onluk bozma” kavramına ilişkin yapılan hataları anlama (HA), nedenlerini analiz etme (DA) ve bu hataları ve yaptıkları analizleri açıklarken kullandıkları dil (AD) incelenmiştir. Adayların cinsiyetlerine göre bu üç boyuta ilişkin düzeyleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İkinci soruya ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

		Boş		Düzye 1		Düzye 2		Düzye 3		Düzye 4		Düzye 5		Toplam
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
HA	Kız	0	0	8	11.3	7	9.9	13	18.3	8	11.3	35	49.3	71
	Erkek	4	5.8	9	13.0	6	8.7	22	31.9	4	5.8	24	34.8	69
DA	Kız	0	0	39	54.9	24	33.8	7	9.9	1	1.4	0	0	71
	Erkek	9	13	36	52.2	16	23.2	8	11.6	0	0	0	0	69
AD	Kız	0	0	29	40.8	34	47.8	6	8.5	2	2.8	0	0	71
	Erkek	4	5.8	21	30.4	38	55.1	5	7.2	1	1.4	0	0	69
		HA: Hatanın anlaşılması				DA: Derinlemesine analiz				AD: Açıklayıcı dil				

Tablo 2’de görüldüğü gibi genel olarak HA boyutunda hem erkek hem de kız öğretmen adaylarının daha çok 3 ve 5 düzeyinde cevaplar ürettikleri görülmektedir. Düzey 5’e ilişkin kız öğrencilerin oranı (% 49.3) erkek öğrencilerden (%34.8) daha yüksektir. DA boyutuna ilişkin sonuçlar incelendiğinde kız ve erkek öğretmen adaylarının daha çok 1 (kız: % 54.9; erkek: % 52.2) ve 2 (kız: % 33.8; erkek: % 23.2) düzeyinde cevaplar ürettikleri görülmektedir. Benzer şekilde AD boyutunda da yine 1 (kız: % 40.8; erkek: % 30.4) ve 2 (kız: % 47.8; erkek: % 55.1) düzeyinde cevaplar ürettikleri (kız: %74.6; erkek: % 76.8) görülmektedir. Buradan öğretmen adaylarının çoğunun hatayı anladıklarını ancak hatayı derinlemesine analiz etme ve açıklamalarında kullandıkları dil bakımından yeterli düzeyde olmadıkları söylenebilir. Çok azı aşağıdaki gibi bu soruyu yeterli düzeyde açıklamışlardır.

“Can onluk almak için hemen yanındaki basamağa değil de doğrudan yüzler basamağına gidiyor. Can basamak değerleri tam olarak anlamamış bu yüzden de çıkarma işlemi doğru yapamıyor.” (K8)(HA: düzey 5; DA: düzey 4; AD: düzey 4)

Diğer yandan çoğu öğretmen adayı,

“Can üç basamaklı sayılarda çıkarma işlemini iyi bilmediği için üstte bulunan rakam altta bulunan rakamdan küçük ise (Denilmek istenen: Eksilenin birler basamağında bulunan sayı çıkanın birler basamağında bulunan sayıdan küçükse) yanındaki rakama bakıyor. O da altta bulunan rakamdan küçükse diğer sayıya gidip ondan bir onluk alıyor şeklinde düşünüyor Can.” (K6)(HA: düzey 2; DA: düzey 2; AD: düzey 2)

biçiminde informal bir dil kulananarak açıklamalar yapmışlardır.

Ayrıca verilen cevaplar incelendiğinde birçok öğretmen adayının çıkarma işleminde “elde” kelimesini sıklıkla kullandıkları görülmüştür. Bunlardan iki örnek aşağıdaki gibidir.

“Eldeleri toplayıp yüzler basamağındaki sayıdan çıkarıp öyle çıkarma işlemi yapmış.” (K3)(HA: düzey 4; DA: düzey 1; AD: düzey 2)

“Çıkarma işlemini yaparken onlar basamağından elde aldığı zaman onlar basamağını eksiltmeden işlem yapıyor. Onlar basamağını eksiltmiyor ama yüzler basamağını eksiltiyor.” (E23)(HA: düzey 5; DA: düzey 2; AD: düzey 2)

Sayı değeri ve basamak değeri kavramlarına yönelik olan üçüncü sorunun DA ve AD boyutuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Üçüncü soruya ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

		Boş		Düzye 1		Düzye 2		Düzye 3		Düzye 4		Düzye 5		Toplam
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f
DA	Kız	6	8.5	20	28.2	23	32.4	12	16.9	8	11.3	2	2.8	71
	Erkek	4	5.8	32	46.4	12	17.4	14	20.3	7	10.1	0	0	69
AD	Kız	6	8.5	19	26.8	16	22.5	21	29.6	7	9.9	2	2.8	71
	Erkek	4	5.8	34	49.3	10	14.5	17	24.6	4	5.8	0	0	69

DA: Derinlemesine analiz

AD: Açıklayıcı dil

Tablo 3’de görüldüğü gibi genel olarak DA boyutunda hem erkek hem de kız öğretmen adaylarının daha çok 1 (kız: % 28.2; erkek: % 46.4) , 2 (kız: % 32.4; erkek: % 17.4) ve 3 (kız: % 16.9; erkek: % 20.3) düzeyinde cevaplar ürettikleri görülmektedir.

Benzer şekilde AD boyutunda da yine 1 (kız: % 26.8; erkek: % 49.3), 2 (kız: % 22.5; erkek: % 14.5) ve 3 (kız: % 29.6; erkek: % 24.6) düzeyinde cevaplar ürettikleri görülmektedir. Buradan öğretmen adaylarının çoğunun hatayı anladıklarını ancak hatayı derinlemesine analiz etme ve açıklamalarında kullandıkları dil bakımından yeterli düzeyde olmadıkları söylenebilir. Bu açıklamalara ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir.

“Ahmet burada 2’yi sayı değeri olarak anlamıştır. Oysaki burada 2’nin değeri 20’dir....” (E1)(DA: düzey 2; AD: düzey 3).

Burada E1 kodlu öğretmen adayı yapılan hatayı tanımlamış ancak Ahmet’in bu hatayı yapma nedenlerini açıklamamıştır. Bununla birlikte öğrencinin davranışlarını informal bir dil kullanarak açıklamıştır. Diğer bir öğretmen adayı üst düzeyde bir analiz yaparak;

“Ahmet 26 sayısındaki 2 rakamını birlik olarak düşünmüş ve 2-6 rakamlarını ayrı ayrı değerlendirmiştir. Burada Ahmet’in onlar basamağı ile birler basamağı arasındaki ilişki ve onlar basamağını kavrama konusunda yanlış anlamaları vardır.” (K4)(DA: düzey 5; AD: düzey 4)

ifadelerini kullanmıştır. Bir başka öğretmen adayı ise,

“Aslında öğretmen “2 rakamını temsil eden pullar” derken 2’nin basamak değeri olan temsili pulları kutu içine almasını istemiştir. 2 rakamı onlar basamağında olduğu için “2x10” dan 20 tane pulu kutu içine almalıydı. Ahmet burada öğretmenin eliyle gösterdiği iki sayısının temsili olan pulları seçmiştir, 26 sayısındaki 2’nin değil” (K10)(DA: düzey 3; AD: düzey 5)

ifadeleriyle öğrencinin yaptığı şeyleri çok iyi bir dil kullanarak açıklamış ama hatanın analizini yeterli düzeyde yapamamıştır.

Bir başka öğretmen adayı ise bu soruda yapılan hatayı bir noktaya kadar analiz edebilmiş ancak açıklamak için kullandığı dil oldukça yetersiz bulunmuştur.

“Ahmet’te ondalık sayı kavramı yok (Denilmek istenen: Ahmet onluk sayma sistemini bilmiyor). 2’nin içinde 20 tane pul olduğunu bilmiyor (Denilmek istenen: 2’nin temsil ettiği pulların sayısının 20 olduğunu bilmiyor)...” (K5)(DA: düzey 2; AD: düzey 1).
Bir diğer öğretmen adayı ise,

“Ahmet pulların bir kısmını almış tüm pulları farklı biçimlerde yuvarlak içine alınarak yapılabilir. Ahmet pulların farklı biçimlerde de yuvarlak içine alınabileceğini fark etmemiş” (E15)(DA: düzey 1; AD: düzey 1)

ifadeleri ile hem analiz hem de açıklayıcı dil bakımından oldukça yetersiz bulunmuştur.

Sayının farklı tabanlarda temsil edilmesine yönelik olan dördüncü sorunun DA ve AD boyutuna ilişkin frekans ve yüzde dağılımı Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Dördüncü soruya ilişkin frekans ve yüzde dağılımı

		Boş		Düzye 1		Düzye 2		Düzye 3		Düzye 4		Düzye 5		Toplam
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
DA	Kız	31	43.7	24	33.8	12	16.9	3	4.2	1	1.4	0	0	71
	Erkek	26	37.7	25	36.2	9	13	6	8.7	3	4.3	0	0	69
AD	Kız	32	45.1	26	36.6	9	12.7	4	5.6	0	0	0	0	71
	Erkek	24	34.8	28	40.6	10	14.5	4	5.8	3	4.3	0	0	69

DA: Derinlemesine analiz

AD: Açıklayıcı dil

Tablo 4 incelendiğinde hem erkek hem de kız öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının bu soruya bir yorum getiremediği yani soruyu boş bıraktığı görülmüştür. DA boyutunda ve AD boyutunda 5 düzeyinde hiç cevap üretilmediği dikkat çekmektedir. DA boyutunda kızların % 33.8’i, erkeklerin % 36.2’ si 1 düzeyinde cevaplar ürettikleri görülmektedir. Benzer şekilde AD boyutunda da yine kızların % 36.6’sı, erkeklerin % 40.6’sı 1 düzeyinde cevaplar üretmişlerdir. Buradan öğretmen adaylarının çoğunun hatayı derinlemesine analiz etme ve açıklamalarında kullandıkları dil bakımından yeterli düzeyde olmadıkları söylenebilir. Bu açıklamalara ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir. Bir öğretmen adayı,

“Toplamda 49 tane düğme var ama çocuk onlar basamağı kaç tane daire aldıysa onun rakamını yazıyor. Birler basamağına kalan düğmelerin sayısını yazıyor.” (E27)(DA: düzey 1; AD: düzey 1)

biçiminde konuyla ilişkisi olmayan bir açıklama yaparken benzer şekilde bir başka öğretmen adayı da,

“Öğrenci bana göre 49 düğmeyi gruplara ayırmış. Ayırdığı grup sayısının onlar basamağına kalan düğmeleri de birler basamağına yazmıştır. Bu şekilde işlem yaparsak sadece 70 sayısının cevap olduğunu görürüz. Yani grup dışında hiç düğme bırakmadığımızda 49 u da 7 ye böldüğümüzde tam bölünebildiğini görürüz. ” (E30)(DA: düzey 1; AD: düzey 1)

biçiminde farklı gruplamalar yapılabileceğini bilmekle birlikte bu gruplamaları temsil eden sayıları doğru bir şekilde ifade edememiştir. Bir diğer öğretmen adayı ise

“Burada taban aritmetiğini kullanarak 49 sayısını $(57)_x=49$, $7+5x=49$; $5x=42$ ise $x=42/5$ olur. Yani taban $42/5$ olur.” (K60) (DA: düzey 2; AD: düzey 2)

biçiminde taban aritmetiğinden bahsetmekle birlikte tabanın bir pozitif tam sayı olması gerektiğini göz ardı etmiştir. Bir başka öğretmen adayı ise

“Bu öğrenci taban aritmetiğini anlamıştır. Çünkü 49 sayısı 16 lık tabanda 31’e ve 9 luk tabanda 54’e eşittir. Yani 16 şar ve 9 ar gruplama yapmıştır.” (E36) (DA: düzey 4; AD: düzey 4)

biçiminde daha üst düzey analiz yapmış, açıklayıcı dil bakımından daha yeterli bulunmuştur.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma öğretmen adaylarının basamak değeri ve sayma sistemlerine ilişkin hataları anlama (HA), analiz etme (DA), açıklayıcı dil (AD) düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Öğretmen adaylarının cinsiyet bakımından verdikleri cevaplar incelendiğinde benzer cevaplar ürettikleri görülmüştür. Literatür incelendiğinde (Hyde ve Linn (1988), Hyde, Fennema ve Lamon, 1990) dil becerilerini kullanmada ve matematik performanslarında kızlar ve erkekler arasında çok az farklılaşma olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kızlar ve erkekler arasında bir fark gözlenmemiştir.

Bu araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının hatayı tanıma boyutunda diğer boyutlara göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Genel olarak öğretmen adayları hatayı analiz etme ve hataları açıklamada kullandıkları dilde yeterli düzeyde cevaplar üretememiştir. Bulgular Radin’in (2007) yaptığı çalışmasındaki bulgularla paralellik göstermektedir.

Öğretmen adayları özellikle birinci ve ikinci sorularda (Toplama ve çıkarma işlemlerindeki hatalar) hatayı tanımada diğer sorulara göre daha üst düzey cevaplar üretebilmişlerdir. Bununla birlikte hatanın kaynaklarını analiz etmede adaylar yapılan davranışları anlatmaktan öteye geçememişlerdir. Özellikle çıkarma işleminde yapılan hataların analizlerinde öğretmen adaylarının toplama işlemine göre daha fazla hatalar yaptıkları göze çarpmıştır. Öğretmen adaylarının birçoğu hataları açıklarken “onluk bozma” yerine “onlar basamağından elde almak ” gibi hatalı ifadeler kullanmışlardır.

Üçüncü soru olan iki basamaklı bir sayıda onlar basamağını temsil eden pulları göstermede benzer şekilde hatayı analiz etme ve açıklarken kullanılan dilde yeterli bir düzeye ulaşılamadığı dikkat çekmektedir. En düşük düzeyde cevapların üretildiği ve en fazla boş bırakılan soru dördüncü soru olmuştur. Bu soruda 49 düğme farklı gruplamalarla temsil edilmiştir. Öğretmen adayları bu farklı grupları temsil eden sayıları yazmada güçlükler yaşamışlardır. Bu bulgu öğretmen yetiştirme programlarımızı tekrar gözden geçirerek bu kavramlarla ilgili daha güçlü vurgular yapılması gerektiğini düşündürmektedir. Bassarear (2005, s. 115) ilköğretim öğretmen adaylarının onluk taban dışında diğer tabanlarla da ilgili çalışmalar yapmaları gerektiğini böylece kendilerinin “taban” ve “basamak değeri” kavramının altında yatan temel fikirleri anlamalarında gittikçe derinleşebileceklerini ifade etmiştir (Akt: Radin, 2007).

Bu çalışmada öğretmen adaylarının bir senaryo eşliğinde verilmiş öğrenci hatalarını analiz etme ve ifade etmede güçlükler yaşamalarının bir nedeni de matematik alan bilgisinin eksikliğinden çok pedagojik alan bilgisindeki eksiklikle ilgili olduğu düşünülebilir. Törnüklü (2005) tarafından ülkemizde yapılan ilişki çalışmada matematik alan bilgisi ile pedagojik alan bilgisi arasında ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra matematik alan bilgisinin gerekli olduğunu ancak yeterli olmadığını ifade eden kanıtlar bulunmuştur.

Benzer şekilde yapılan çalışmalarda (Broadbent, 2004; Schmidt, 1995; Vareles ve Becker, 1997; Kamii ve Joseph, 1988) basamak değeri kavramına ilişkin görülen başarısızlığın temel nedenlerinden birinin bu konuda yapılan öğretimlerdeki eksikliklerden kaynaklandığı vurgulanmıştır. Yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarının da bu kavramlara yönelik hatayı tanıma analiz etme ve açıklamada kullandıkları dil bakımından yeterli olmaması öğretmen yetiştirme sürecindeki

öğretimin gözden geçirilmesini düşündürmenin yanı sıra öğretmen adaylarının bu kavramlarla tanıştıkları yıllardaki öğrenme ortamlarının da sorgulanması gerektiğini düşündürmektedir.

Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının eğitiminde basamak değeri kavramı ve farklı sayma sistemleri ile ilgili konularının öğretiminde olası öğrenci hatalarının farkına varma, bunların nedenlerini açıklama, hataları analiz etme boyutlarına ilişkin çalışmalara yer verilmesi önerilebilir. Farklı öğretim yöntemlerinin örneğin işbirliğine dayalı öğrenme yönteminin kullanıldığı veya farklı öğretim materyallerinin (onluk sayma blokları, basamak değer tablosu, sayı kartları) kullanıldığı deneysel çalışmaların yapılması önerilebilir. Bununla birlikte daha büyük örneklem gruplarıyla çalışılıp genellemelere sağlam kanıtların oluşturulması önerilebilir. Ayrıca bu araştırmada zaman ve imkanlar uygun olmadığından klinik görüşmeler yapılamamıştır. Benzer bir araştırmada klinik görüşmeler yoluyla veriler toplanarak daha derinlemesine analizlerin yapılması önerilir.

KAYNAKÇA

- Artut ve Tarım, (2006). İlköğretim öğrencilerinin basamak değeri kavramını anlama düzeyleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 2 (1), 26-36.
- Broadbent, A. (2004). Understanding place-value: a case study of the base ten game. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 9(4), 45-46.
- Charles, C. M. (2003). *Öğretmenler İçin Piaget İlkeleri*. (4. Baskı). (G. Ülgen, Çev.). Ankara: Nobel yayınevi.
- Garlikov, R.(2000). The concept and teaching of place-value. <http://www.garlikov.com/PlaceValue.html> adresinden 12 Kasım 2012'de indirilmiştir.
- Hyde, J. S. ve Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta analysis. *Psychological Bulletin*, 104(1), 53-69.
- Hyde, J. S., Fennema, E. ve Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta analysis. *Psychological Bulletin*, 107(2), 139-155.
- Kamii, C. and Joseph, L. (1988). Teaching place value and double-column addition, *Arithmetic Teacher*, 35(6), 45-52.
- Nataraj, M. S., & Thomas, M. O. J. (2007). Developing the Concept of Place Value. In J. Watson & K. Beswick (Eds.) *Mathematics: Essential Research, Essential Practice* (Proceedings of the 30th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Vol 2, pp. 523- 532). Hobart: MERGA Inc.
- Radin, D. J. (2007). Coursework on base numeration systems and its influence on pre-service elementary teachers' understanding of place value concepts. *Unpublished Doctoral Thesis*, Oklahoma State University, USA.
- Ross, S. (1986). The development of children's place-value numeration concepts in grades two through five. *Annual Meeting of the American Educational Research Association* (67th, San Francisco, CA, April 16-20).
- Ross, S. (2002). Place value: Problem solving and written assesstment. *Teaching Children Mathematics*, 8, 419-423.
- Rusch ,T.L. (1997) Mathematics content coursework for prospective elementary teachers: examining the influence of instructional strategy on the development of essential place value knowledge. *Unpublished Doctoral Thesis*, The University of Texas, USA.
- Schmidt, M. E. (1995). Mathematics intervention: Second grade place-value concept. *Education*, 116(2), 229-234.
- Shulman, L., (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Thompson, I. ve Bramald, R. (2002). *An Investigation of the Relationship Between Young Children's Understanding of the Concept of Place Value and their Competence at Mental Addition (Report for the Nuffield Foundation)*. Newcastle upon Tyne: University of Newcastle upon Tyne.
- Thompson, I. (2000). Teaching place value in the UK: Time for a reappraisal? *Educational Review*, 52(3), 291-297.
- Türnüklü, E. B. (2005). Matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgileri ile matematiksel alan bilgileri arasındaki ilişki. *Eurasian Journal of Educational Research*, 21, 234-247.
- Vareles, M. and Becker, J.(1997). Children's developing understanding of place value: semiotic aspect, *Cognition and Instruction*, 15(2), 265-286.