
An Investigation of Mathematics Teacher Trainees' Modelling Skills Based on Their Thinking Structures

Ali DELİCE¹ and Halil İbrahim TASOVA²

¹Corresponding: Marmara University, Education Faculty, Kadikoy /İstanbul/ Turkey

E-mail: alidelice@marmara.edu.tr

²Marmara University, Education Faculty, Kadikoy /İstanbul/ Turkey

E-mail: halilibrahimtasova@gmail.com

Abstract

This study aims to establish the analytic, geometric and harmonic thinking structures of Mathematics teacher trainees, and to see how these structures determine their mathematical modelling skills. The research has been carried out as a special case study and uses multi-method approach. The study group consists of 75 teacher trainees who attend a post graduate programme at a state university. The programme does not require the submission of a dissertation. Mathematical Process Instrument has been used to assess the thinking structures of the Mathematics teacher trainees, and to determine their modelling skills. Mathematical Modelling Tests have been carried out. It has been found that %12 of the Mathematics teacher trainees have geometric, %31 analytic and the remaining %57 have harmonic thinking structures. The overall correct answer score of the teacher trainees in the modelling tests is %40. On the basis of these percentages, it has been concluded that thinking structures do not determine the overall success rates in the modelling test. However, in the modelling test, the percentage of the correct answers given to the questions each of which is designed to test a different skill varies according to the thinking structures. This result gives an indication that the performance of the students can be further improved if the thinking structures are taken into account when teaching programmes, text books and lesson plans are decided and organised in line with aims and objectives.

Key Words: Thinking Structures; Mathematical Modelling; Teacher Training

Extended Summary

Purpose

When the aims of mathematics education are considered, it becomes clear that students need to achieve a certain level in school mathematics so that they can be successful in various fields as expected by society (Baki, 2006, p13). In addition to this, to be able to deal with a certain problem that they face and come up with a solution, the students need to have the ability to apply mathematical modelling, and have developed the skill to use their existing models or the models they are to construct later on, schemas, visual components, conceptual images and definitions. Following from this argument, this study aims to determine the modelling skills of the Mathematics teacher trainees who have completed their high school education in a traditional curriculum programme prior to the reforms in the programme, and to establish the sorts of differences which emerge when these skills are compared with Krutetskii's thinking structures (analytic, geometric and harmonic).

Method

In our investigation, mostly qualitative as well as quantitative data collection and analysis methods have been used. This is a special case study because the modelling activity skills of the students which are categorised according to Krutetskii's thinking structures are investigated at and the relationship between the two is examined in great depth (Yin, 1994). While this is done, the reasons behind the relationships between students' performance and their skills are also analysed. The participants of this study consist of 75 Mathematics teacher trainees who attend a post graduate programme in the Department of Secondary School Mathematics Teaching at a state university in Istanbul, Turkey. The programme does not require the submission of a dissertation to graduate.

The teacher trainees have taken a multiple choice modelling test to determine their mathematical modelling skills and proficiency (Lingefjard, 2005, as cited by Kertil, 2008). The mathematical modelling test as adapted to Turkish by Kertil (2008) consists of questions which are designed to measure the each phase of the modelling. In addition to this test, Mathematical Process Instrument which is made up of three parts and was developed by Presmeg in 1985 has been used to determine the thinking structures of the teacher trainees. The tool which was adapted to Turkish by Tasova (2011) has been

designed to determine the preference of students and teachers for visual and non visual methods when solving non routine mathematical problems.

Results

When looking at the percentages of the correct answers given to all the questions by the teacher trainees, one can see that in total %41 answered the questions correctly, %21 gave partially correct answers, %35 answered the questions incorrectly and %3 did not answer. The three questions which are correctly answered by the highest percentage of the trainees are the questions number 19 (%91) and number 5 (%80) both of which test the ability to “formulate mathematical expressions”, and question number 20 (%78) which tests the ability to “determine the variables, parameters and constants.” The three questions which the teacher trainees have answered with lowest success percentages are question number 21 (%9) which tests the ability “to check the result against a real life situation”, question number 9 (%11) which tests the ability “to clarify the outcome/aim”, and question number 12 (%11) which tests the ability “to determine and simplify data.”

In our study it has been found that out of 75 teacher trainees, 23 have analytic, 43 have harmonic and only 9 have geometric thinking structures. The question which the trainees with all three thinking structures have found the most difficult is question number 21 which tests the ability “to check the result against a real life situation”. The question that the trainees with the analytic thinking style have answered with the highest accuracy is question number 19 (%97), which measures the ability “to formulate mathematical expressions.” The question that the trainees with harmonic thinking style have answered correctly with the highest percentage is question number 5 (%94), which is another question to measure the ability “to formulate mathematical expressions.” The two questions which the trainees with geometric thinking style have answered with % 100 accuracy are question number 5, which measures the ability to “formulate mathematical expressions”, and question 20, which measures the ability to “determine the variables, parameters and constants.” Another significant finding is that teacher trainees with geometric thinking style, in comparison to the trainees with other thinking structures, have achieved a higher score when answering questions 3 and 18 which are designed to test the ability “to use graphical/visual teaching aids”. It has been observed that the teacher trainees who use the visual-pictorial component of their mind have, in contrast to trainees with other thinking structures, a higher ability to make use of graphical teaching aids.

Discussion and Conclusion

When it is taken into account that teacher trainees with analytic, harmonic and geometric thinking structures are quite successful in correctly answering questions which are aimed at measuring the ability “to formulate mathematical expressions”, we can argue that the teacher trainees do not have any difficulty in establishing algebraic relationships. This finding is also in parallel with the experience of the participants of this study, who had completed their secondary education before the reform movement in Turkish education system, as well as with their teachers’ algebraic focused teaching and the overall teaching and learning process in the pre reform education system (Delice, 2004).

This study has found that teacher trainees have had a much lower preference for visual-pictorial components of their mind in comparison to verbal-logical components. The fact that there are very few students with geometrical thinking style can be accounted for by the focus placed on algebra in secondary school mathematics teaching and by the teaching method geared towards the university entrance exams. In this method the aim is to get the result in a short time and this lessens the significance of the process. This increasing emphasis on getting results quickly requires solution processes which call for verbal-logical skills, and which use a number of algebraic operations (most of which are formulaic) and exclude geometric solutions. In a study conducted with teacher trainees who were schooled in such an education system (Dogan, 2010), the participants have reported that the mathematics they have been taught was one based on solving as many questions as possible using practical shortcuts to find the answers, without asking “why?” and “what for?” questions; the type of Mathematics which was formulaic and reliant on memorization

Matematik Öğretmen Adaylarının Düşünme Yapılarına Göre Modelleme Becerilerinin İncelenmesi

Ali DELİCE¹ ve Halil İbrahim TASOVA²

¹ Sorumlu Yazar: Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kadıköy /İstanbul/ Türkiye

E-mail: alidlice@marmara.edu.tr

² Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kadıköy /İstanbul/ Türkiye

E-mail: halilibrahimtasova@gmail.com

Öz:

Bu çalışmada, matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu analitik, geometrik ve harmonik düşünme yapıları belirlenip, bu yapıların matematiksel modelleme becerilerini nasıl etkilediğinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Özel durum çalışması olan bu araştırmada çoklu yöntem kullanılmıştır. Çalışma grubu, bir devlet üniversitesinin, tezsiz yüksek lisans programında öğrenim gören 75 matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının düşünme yapılarını belirlemek için Matematiksel Süreç Aracı, modelleme becerilerini belirlemek için Matematiksel Modelleme Testi uygulanmıştır. Matematik öğretmen adaylarının %12'sinin geometrik, %31'inin analitik, geriye kalan % 57'sinin ise harmonik düşünme yapılarına sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının modelleme testinde yer alan soruların tümüne toplamda verdikleri doğru cevap oranı %40 olarak belirlenmiştir. Modelleme testinin toplamda cevaplanma oranına bakıldığında düşünme yapılarının modelleme testindeki başarıyı etkileyen bir faktör olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Fakat her biri farklı bir beceriyi ölçmeye yönelik olan modelleme testindeki sorulara verilen doğru cevap oranları düşünme yapılarına göre farklılık göstermektedir. Bu da düşünme yapılarına göre öğretim programının, ders kitaplarının, ders planlarının hedefe ve kazanıma yönelik belirlenmesi ve tertiplenmesi, öğrencilerin performanslarının daha da artırılabilceği hususunda fikir vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Düşünme Yapıları; Matematiksel Modelleme; Öğretmen Eğitimi

Giriş

Matematik, gerçek hayattan ayrı ve sadece okullarda yapılan izole edilmiş bir bilim olarak görüldüğünde, karşılaşılan problem durumlarını daha iyi yorumlayabilme, çözüm üretebilme, akıl yürütme, ilişkilendirme ve genelleme gibi becerilerin bireyler tarafından kazanılmamasına neden olabilmektedir (Herbert ve Brown, 1997; Baki, 2006; Aydın, 2008). Bahsedilen becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesini sağlayabilmek için, geleneksel matematik öğretiminin gerçekleştiği sınıf ortamlarında olduğu gibi matematiğin, gerçek hayattan ayrı bir biçimde görülmemesi gerekmektedir. Günlük hayat problemleri ve diğer disiplinlerle ilişkisi olan, alışılmışın dışında farklı problemlerle uğraşma olanakları sağlayan, farklı öğretim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulduğu düşünülebilir. Bu bağlamda, sınıf ortamında geleneksel öğretiminin ve sözel problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin matematiği farklı bağlamlarda uygulama becerilerini geliştirmemesi nedeniyle, matematik eğitiminde modelleme yaklaşımı ortaya çıkmıştır (Lingefjard, 2006; akt. Kertil, 2008).

Modelleme, bir problem durumuyla karşılaşıldığında olayları tanımlama ve açıklama sürecinde problem durumlarını zihinde düzenleme, farklı modeller kullanma ve oluşturma süreci olarak tanımlanırken, matematiksel modelleme, gerçek dünya durumlarının bir kısmını temsil etmek üzere seçilen matematiksel oluşumların ve aralarındaki ilişkilerin birleşimi olarak tanımlanabilir (Lesh ve Doerr, 2003; Niss, 1988). Bir matematiksel modelleme süreci, bir problem çözme sürecini içerir. Bu süreç, algoritmik ve rutin olmayan, açık uçlu ve gerçek hayat bağlamından kopmayan problem sürecini içerdiğinden, matematik eğitiminin amacına daha uygun bir problem çözme aktivitesi olarak kabul edilmektedir (Blum ve Niss, 1991; Crouch ve Haines, 2004).

Belirli yapı farklılığından ötürü matematiksel başarıyı etkileyen, birbirlerinin eksiklerini telafi eden değişik yetenekler, kişiden kişiye farklılık göstermektedir, örneğin, matematiksel problem çözümünde görselleme eğilimi, bireyler arasında bazen farklılık gösterebilir. Krutetskii (1976) çalışmasında öğrencileri analitik, geometrik ve harmonik düşünen şeklinde gruplara ayırmıştır. Ona göre, bir problem durumuyla karşılaşıldığında çözüme ulaşmak için sözel ve mantıksal bir yöntem kullananlar analitik, görsel ve resimsel bir yöntem tercih edenler geometrik, her ikisini de kullanma eğiliminde olanlar ise harmonik düşünen olarak belirlenmiştir. Modelleme etkinlikleri çözüm süreçlerini etkileyen becerilerde de bazı farklılıklar görülmektedir. Bu durum matematikte problem çözümleri için de geçerlidir. Carbo'ya (1980) göre, matematiksel başarıyı etkileyen bu farklılıkların göz

önünde bulundurulduğu, bir öğrencinin sahip olduğu düşünme yapısı ve öğrenme stiline belirlendiği gerekli düzenlemeleri yapmak öğrenci başarısını olumlu yönde etkilemektedir.

Araştırmanın Amacı

Matematik eğitiminin hedefleri göz önüne alındığında, bir öğrencinin toplumun ihtiyaç duyduğu birçok alanda başarılı olabilmesi için okul matematiğini bilmesi gerekmektedir (Baki, 2006, s.13). Bunun yanında, karşılaştığı bir problem durumunu yorumlayarak bir çözüm üretebilmesi için zihninde var olan veya sonradan oluşturacağı modelleri, şemaları, görsel öğeleri, kavram imge ve tanımlarını kullanabilme becerisi gelişmiş ve matematiksel modelleme yapabilme yeteneğine sahip olması gerekmektedir. Bu düşünceden hareketle, öğretim programı reformundan önceki geleneksel öğretim programı ile yetişmiş matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu modelleme becerileri belirlenip, bu becerilerin Krutetskii'nin düşünme yapılarıyla (analitik, geometrik ve harmonik) karşılaştırıldığında ne gibi farklılıkların ortaya çıktığını tespit etmek bu çalışmanın amacıdır.

Bu bağlamda şu araştırma sorularına cevap aranacaktır;

1. "Matematik öğretmen adaylarının modelleme becerileri ne düzeydedir? Öğretmen adaylarının sahip olduğu düşünme yapıları nasıldır?
2. Öğretmen adaylarının sahip olduğu düşünme yapılarının modelleme becerilerine etkisi nedir, ne gibi farklılıklar vardır?"

Matematiksel Modelleme

Modelleme üzerine yapılmış ve modellemeyi farklı şekillerde tanımlayan birçok çalışma vardır. Bu bölümde model, matematiksel model ve matematiksel modellemenin genel anlamda tanımları ile yapılan önemli çalışmalardan bahsedilecektir.

Model, karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsilleridir. Modeller farklı gösterim sistemleriyle dış dünyaya aktarılan, başka karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama sürecinde kullanılan, kuralları, işlemleri, ilişkileri ve daha farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerdir (Lesh ve Doerr, 2003). Matematiksel model ise bireylerin karşılaştıkları problemleri, olayları ve olguları matematiksel olarak yorumlayabilmeleri için gereken zihinsel temsilleri ve "şemaları" da kapsayan bir kavramdır. Bir problem durumunu ya da gerçek hayat durumunu matematiksel olarak ifade edebilmek için zihinde var olan yapılar ya da bu yapıların dış temsilleri (denklem,

fonksiyon, grafik) ve matematiksel düşünme becerileri gibi yapıların tamamı matematiksel model kavramını oluşturur.

Matematiksel modelleme, gerçek dünya durumlarının bir kısmını temsil etmek için kullandığımız matematiksel oluşumların ve aralarındaki ilişkilerin birleşimidir (Niss, 1988). Genel anlamda düşünüldüğünde matematiksel modelleme, gerçek hayattan bir durumun matematiksel olarak ifade edilme sürecidir ve ilişkilerin ortaya çıkarılması, matematiksel analizlerin yapılması, sonuçların elde edilmesi ve modelin tekrar yorumlanması gibi süreçleri de kapsar (Lingefjard, 2006; akt. Kertil, 2008, Crouch ve Haines, 2004)

Matematiksel modelleme, öğrencilerin farklı düşüncelere, problemlere, matematiksel ve matematiksel olmayan kavramlara anlam yükleyip yorumlama aktivitesi olarak da tanımlanabilir (Crouch ve Haines, 2004). Bu yaklaşımda matematiksel modelleme tanımının odak noktasını matematiksel modeller ve bunların gerçek hayat uygulamaları oluşturur. Crouch ve Haines, (2004) mühendislik, mimarlık, ekonomi gibi alanlarda okuyan öğrencilerin gelecekte problem çözme becerisi gelişmiş kaliteli işgücü potansiyeli olan bireyler olarak yetişmesini sağlayacağı düşüncesiyle, matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu düşünceyle oluşturulan bu modelleme yaklaşımı, matematiksel problem çözme aktivitelerinin modelleme yapabilme becerilerini geliştirmeye yönelik olması gerektiği görüşünü savunmaktadır.

Matematiksel modelleme becerisi, “problemi formülleştirme, bir matematiksel model seçme, grafik gösterimleri kullanma, değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme” gibi alt becerilerden oluşmaktadır (Lingefjard ve Holmquist, 2005). Farklı özelliklere sahip olan bu alt beceriler, bireylerde farklı seviyelerde gelişmişlik göstermektedir. Örneğin bir öğrencide “problemde verilen matematiksel ifadeleri formülleştirme” becerisi güçlü iken, bir başka öğrencide “grafiksel gösterimleri kullanma” becerisi daha çok gelişmiştir. Yani öğrencilerin modelleme becerisini doğrudan etkileyen söz konusu alt beceriler, bireysel farklılıklardan dolayı değişmektedir. Diğer bir deyişle, problemi formülleştirme ve grafiklerden yararlanma gibi beceriler, kişilerin sahip olduğu düşünme yapılarıyla da ilişkilidir. Bu çalışmada zihnin görsel-uzamsal veya sözel-mantıksal bileşenlerinin modelleme etkinliklerindeki çözüm sürecine etkisi incelendiğinden Krutetskii'nin yaptığı sınıflandırma temel alınmıştır.

Krutetskii Düşünme Yapıları

Bireylerin sahip olduğu birikim, geçirdiği öğrenim süreci ve yapı farklılığına bağlı olarak, bireylerin aynı olay ve olgulara kimi zaman farklı yaklaşımlarda bulunmalarını doğal karşılamak gerekmektedir. Aynı düzeyde

matematiksel yeteneğe sahip bireyler bile, yapı ve olayları anlamayı, onları açıklamayı ve yorumlamayı değişik yollarla yapabilmektedirler. Bu da bize matematiksel düşünmenin yapı farklılığından ötürü bireylerin değişik yönlerinin öne çıkabileceğini gösterir (Alkan ve Bukova Güzel, 2005). Örneğin kimi insanlar grafikler ve şekiller yardımıyla kavram ve yapıları kolayca anlayabilirken, kimileri kavramların ve yapının algoritmasını, içeriği ve bağıntılarını araştırma ve bulma eğiliminde olurlar.

Krutetskii (1976), öğrencileri analitik, geometrik ve harmonik düşünen şeklinde gruplara ayırmıştır. Ona göre, analitik düşünme yapısına sahip (ADYS) olanların akıl yürütmelerinde çok güçlü bir sözel-mantıksal bileşen vardır ve zayıf bir görsel-resimsel bileşen üzerinde oldukça baskındır. Diğer bir deyişle, ADYS olanlar, problemde verilen ifadeleri görsellemek için görsel dayanakları kullanma ihtiyacı hissetmezler. Sözel ve mantıksal bir yöntem kullanırlar. Geometrik düşünme yapısına sahip (GDYS) olanların durumunda ise görsel-resimsel bileşenler, sözel-mantıksal bileşenler üzerinde gelişmişlik göstermektedir. Problem çözümünde verilen ifadeleri, ihtiyaçları gereğince, kolay bir şekilde görsel hale getirebilirler. Harmonik düşünme yapısına sahip (HDYS) olanlar, akıl yürütmelerinde hem sözel-mantıksal hem de görsel-resimsel bileşenlerini kullanmak için güçlü bir yeteneğe sahiptirler, ama HDYS olanların tercihleri değişebilmektedir.

Bazı durumlarda matematiksel problem çözümünde görselleme eğilimi, bireyler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin Krutetskii (1976), öğrencileri analitik düşünen, geometrik düşünen ve harmonik düşünen şeklinde gruplara ayırmıştır. Analitik düşünürler problem çözmede görsel desteklerden yararlanma ihtiyacı hissetmezler, zaten buna güçleri de yoktur. Yani analitik düşünürlerin akıl yürütmelerinde çok güçlü bir sözel-mantıksal bileşen vardır ve zayıf bir görsel-resimsel bileşen üzerinde oldukça baskındır. Geometrik düşünürlerin durumunda her şey tam tersi olmaktadır. Harmonik düşünürlerde ise zihinsel bileşenler dengeli olarak gelişmişlik göstermektedir, ama harmonik düşünenlerin tercihleri değişebilmektedir. Krutetskii'nin çalışmasına benzer bir sınıflandırma da Clements (1982) tarafından yapıldı ancak gruplar "görselleşen, görselleşmeyen ve karma" olarak isimlendirildi (Akt. Zaskis, Dubinsky ve Dautermann, 1996). Bazı eski çalışmalara göre (Krutetskii, 1976; Presmeg 1985; 1986), bu tür sınıflandırmalar okul düzeyinde uygulanmıştır ve başarılı öğrencilerin çoğunun görselleşen olmayan olduğu görülmüştür. Bu tür sonuçlar, görselleme kullanımının matematikteki başarısızlık ile bağlantılı olduğuna dair bir izlenim oluşturmuştur. Ancak Presmeg'e (1986) göre, bu sonuçların önemli bir nedeni görsel olmayan yöntemleri, öğretim programlarının, gereksinimlerinin, ders kitaplarının ve öğretim uygulamalarının kuvvetli bir şekilde vurgulamış olmasıdır ve bu görsel düşünme eğiliminde olan

öğrenciler için uygun değildi, bu yüzden görselleyen olmayanların matematikte daha başarısız olması beklenen bir durum haline gelmektedir.

Görsel ve görsel olmayan akıl yürütme arasındaki çizginin belirsiz olduğu da dikkate değer bir konudur. Presmeg'e (1992) göre, genellikle görsel düşünmenin karakteristik bir özelliği olarak kabul edilen imgelemeye dayanan süreç, soyut olarak kabul edilen görsel olmayan düşünce yapılarında da merkezi bir rol oynayabilir. Diğer bir deyişle, görsel muhakemenin doğasından kaynaklanan bazı durumlar analitik olabilir (Akt. Arcavi, 2003). Bu nedenle, bireylerin görselleyen ve görsellemeyen gibi sınıflandırılması yerine, farklı matematiksel becerilere sahip insanların akıl yürütmelerinde görsel ve analitik unsurları nasıl birleştirdikleri ile ilgili çalışmalar önemli kabul edilmiştir.

Bireyler arasında farklı sınıflandırmaların olduğu görülmektedir. Bu çalışmada zihnin görsel-uzamsal veya sözel-mantıksal bileşenlerinin modelleme sürecine etkisi incelendiğinden Krutetskii'nin yaptığı sınıflandırma temel alınmıştır. Bundan dolayı, Krutetskii'nin sınıflandırmaları ayrıntılı olarak işlenmiştir.

Analitik düşünme yapısı. Bu türün temsilcilerinin düşüncelerinde, çok iyi gelişmiş olan sözel-mantıksal bileşenler, zayıf olan görsel-resimsel bileşenler üzerinde apaçık bir üstünlük sergilemektedir. Analitik düşünme yapısına sahip olanlar soyut şemalar ile kolayca çalışabilmektedirler. Probleme verilen matematiksel ilişkiler görsel kavramları önermesine rağmen, problem çözmede nesnelere veya modelleri görsellemek için görsel dayanakları kullanma ihtiyacı hissetmemektedirler.

Analitik düşünme yapısına sahip öğrenciler, döndürülen cismin şeklinin kolay görüntülenebilir olmasına rağmen figürleri zihinde döndürme ile ilgili verilen problemleri karmaşık bir şekilde çözmektedirler. Örneğin bir dik üçgenin hipotenüs olmayan kenarı etrafında döndürülmesi sonucu oluşan şekil sorulduğunda, "en üst nokta dönmeyecektir. Diğer kenardaki noktalar eksenden farklı uzaklıklarda dönecektir. Mademki her biri eşit uzaklıkta, her biri bir çemberi temsil eder. Yani, altta bir daire ve en üstte bir nokta ve hipotenüs döndürüldüğünde bunları birbirine bağlar. Bir koni elde edilir" şeklinde cevap vermiştir. Halbuki geometrik türün temsilcileri bu problemi çocuk işi olarak görür, döndürülen cismi kolayca zihinlerinde canlandırabilirler. "İşte, dönüş yolunu resmediyorum ve apaçık bir koni ortaya çıkıyor". Kolmagorov'un (1959) belirttiği gibi, "problemi çözmeye çalışan bir matematikçi mümkün olduğunca görselliği kullanmaya çalışmalıdır." Analitik türün öğrencilerinde bu gayret görülmemektedir. Ve bu durum matematiksel gelişmelerinde görünüşte belirli bir yanlılığa neden olmaktadır (Akt. Krutetskii, 1976).

Geometrik Düşünme Yapısı. Bu türün temsilcileri çok iyi gelişmiş görsel-resimsel bileşene sahip bir karakterdedirler. Bu öğrenciler soyut matematiksel ilişkileri görsel olarak yorumlama ihtiyacı duyarlar ve bu konuda başarılıdırlar. Fakat problemleri çözmek için nesne ve diyagram gibi görsel destekleri oluşturmada başarılı olamazlarsa soyut şemalar üzerinde zorluklar yaşamaktadırlar. Problemi çözmek muhakeme yoluyla kolay olmasına ve görsel işaretler bulanık veya zor olmasına rağmen görsel şemaları kullanmada ısrarcı olmaktadır.

Geometrik türün temsilcileri uzamsal kavramlar üzerinde yüksek bir gelişime sahiptirler. Bu öğrenciler görüntü taşıyan maddeler üzerinde kolayca odaklanırlar. Diyagramların, çizimlerin ve grafiklerin analizleri gibi işlemleri, kavram ve tanımların analizi ile ilgili işlemlerden daha kolay gerçekleştirirler. Verilen bir problemi görsel-resimsel seviyeye çevirme girişimlerinde ve ilişkileri görsel-şematik şekilde temsil etme konusunda oldukça başarılıdırlar.

Yapılan bir çalışmaya göre, sahip olduğu düşünme yapısı bağlamında değerlendirilen öğretmenlerin hemen hemen hepsi dersleri mantıklı, ayrıntılı, öğretim programına uygun bir şekilde anlattığı ve bunun için istekli olduğu görülmüştür. Geometrik düşünme yapısına sahip öğretmenler analitik düşünme yapısına sahip öğretmenlerden farklı olarak, tek disiplin altında toplanan farklı öğretim yöntemleri kullanmışlardır. Geometrik düşünme yapısına sahip öğretmenler, matematik öğretim programı ile öğrencilerin yetenekleri, öğretim programının diğer bölümleri, öğrencilerin eski bilgileri ve hepsinden öte gerçek dünya arasında bir ilişki kurmuşlardır. Analitik düşünme yapısına sahip öğretmenler ise matematikteki başarının formül ve kuralların ezberlenmesine bağlı olduğuna inanmaktadırlar (Presmeg, 1986).

Harmonik Düşünme Yapısı. Bu türün öğrencilerinde sözel-mantıksal ve görsel-resimsel bileşenler dengeli olarak gelişmişlik göstermektedir. Uzamsal kavramlar bu türün temsilcilerinde çok iyi gelişmiştir. Soyut ilişkilerin görsel yorumunda oldukça marifetlidirler, fakat görsel görüntüleri ve şemaları, sözel-mantıksal analize göre ikinci plandadır. Birçok problemi çözmeye hem analitik hem de resimsel-geometrik yaklaşımları uygulamada başarılıdırlar.

Örneğin öğrencilere “ $a^2 + b^2 = c^2$; $a, b, c > 0$ olduğuna göre a, b, c sayıları arasındaki ilişki için ne söylenebilir?” sorusu sorulduğunda, harmonik türün birçok başarılı öğrencisi analitik yaklaşım ile “ $a^2 + b^2 = c^2$, $a^2 + b^2 + 2ab = c^2 + 2ab$, $(a + b)^2 = c^2 + 2ab$ ise $(a + b)^2 > c^2$ olur. Dolayısıyla $a + b > c$ olmuş olur” cevabını verirken, geometrik yaklaşımla çözüme ulaşanlar, dik kenarları a, b , hipotenüsü c olan bir dik üçgeni çizerek veya zihinlerinde canlandırarak $a + b > c$ olduğu cevabına ulaşmışlardır. Bu problemde analitik türün temsilcileri sadece birinci yoldan, geometrik türün temsilcileri sadece ikinci yoldan çözüme ulaşmışlardır.

Tüm bu sınıflandırmalar, araştırmamızda, matematik öğretmen adaylarının modelleme sürecindeki akıl yürütme sırasında zihnin hangi bileşenini kullandığını tespit etmek amacıyla içermektedir. Sahip olunan modelleme becerileri tespit edilip sahip olunan düşünme yapısıyla ilişkisine bakılmıştır.

Yöntem

Çalışmamızda veri toplama yöntemi olarak nitel ağırlıklı olmak üzere nicel veri toplama ve analiz yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Çalışma genel itibarıyla nitel paradigmaya sahiptir. Nitel durum çalışmasının en temel özelliği bir ya da birkaç durumun derinlemesine araştırılmasıdır. Yani bir duruma ait etkenler (ortam, bireyler, olaylar, süreçler, vb.) bütüncül bir yaklaşımla araştırılır ve ilgili durumu nasıl etkiledikleri ve ilgili durumdan nasıl etkilendikleri üzerine odaklanılır. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının sahip olduğu matematiksel düşünme yapılarının (analitik, geometrik ve harmonik düşünme) modelleme becerilerini nasıl etkilediği bütüncül bir yaklaşımla derinlemesine incelenmek istenmektedir.

Aynı zamanda çalışma, yapılan anketlerden elde edilen bilgiler ışığında kullanılacak bazı istatistiksel bilgileri içermesi bakımından nicel paradigma özelliklerini de içermektedir. Nitel ve nicel araştırma tekniklerinin kullanıldığı bu çalışmada çoklu yöntem yaklaşımı benimsenmiştir (Cohen, Manion ve Morrison, 2000). Krutetskii düşünme yapılarına göre sınıflandırılan öğrencilerin modelleme etkinlik becerileri göz önünde bulundurularak, birbirleriyle olan ilişkisi derinlemesine incelendiğinden (Yin, 1994) ve bunu yaparken de performans ve becerilerin arasındaki ilişkilerin arkasında yatan nedenler araştırıldığından, bu çalışma özel durum çalışmasıdır.

Çalışma grubu

Bu çalışmada bireyler ya da olayların olduğu gibi alındığı olasılıksız örneklem seçiminin amaçlı örnekleme yöntemine ait maksimum çeşitlilik örnekleme tekniği kullanılmıştır. Olasılıksız örneklem seçimi ve amaçlı örnekleme, bir grup ya da olay üzerinde çalışılan grubun derinlemesine araştırıldığı nitel araştırmalarda ve zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine incelendiği çalışmalarda kullanılan yöntemdir (Patton, 1990). Maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemindeki amaç ise, çeşitliliği sağlamak yoluyla evrene genelleme yapmak değil, çeşitlilik arz eden durumlar arasında ne tür ortaklıkların ve benzerliklerin var olduğunu bulmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu bağlamda çalışmanın katılımcıları İstanbul'daki bir devlet üniversitesinin Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği bölümü tezsiz

yüksek lisans programında öğrenim gören 75 matematik öğretmen adayından oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri ve yeterliliklerini belirlemek için Crouch, Davis, Fitzharris, Haines, Izard, Houston ve Neill gibi araştırmacılar tarafından 1991 yılından 2005 yılına kadar süren uzun çalışmalar sonucu hazırlanan, nicel veri niteliği taşıyabilecek olan çoktan seçmeli çok cevaplı bir test olan modelleme testi kullanılmıştır (Lingefjard, 2005, akt. Kertil, 2008). Kertil (2008) tarafından Türkçeye adaptasyon çalışması yapılan matematiksel modelleme testi, modelleme aşamalarının her birini ölçmeye yönelik sorulardan oluşmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde hangi soruların ne tür becerileri ölçtüğü ayrıntılı olarak görülmektedir.

Tablo 1. Modelleme testi sorularının ölçmeyi hedefledikleri becerilere göre dağılımı

Modelleme Sürecindeki Aşamalar	Testte bulunan soru numarası
Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	10. 11. ve 12. sorular
Hedefi belirginleştirme	4. 9. ve 14. sorular
Problemi formülleştirme	8. 15. ve 17. sorular
Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	6. 7. ve 20. sorular
Matematiksel ifadeleri formülleştirme	5. 19. ve 22. sorular
Bir matematiksel model seçme	2. 13. ve 16. sorular
Grafik gösterimleri kullanma	3. ve 18. sorular
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1. ve 21. sorular

Crouch ve diğerleri tarafından geliştirilen bu test, öğretmen adaylarının mevcut modelleme becerileri hakkında fikir edinmek amacıyla uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına ilk olarak bu test uygulanmıştır. Sorular çoktan seçmeli olup, seçenekler içerisinde bir tane en doğru cevap, bir tane de doğruya yakın olan cevap bulunmaktadır.

Araştırmada kullanılan Matematiksel Süreç Aracı (MSA), Krutetskii'nin (1976) daha önce sözü edilen çerçevesi kapsamında belirlenen düşünme yapılarını ölçmeye yönelik hazırlanan ve üç bölümden oluşan bir veri toplama aracı olarak Presmeg tarafından 1985 yılında geliştirilmiştir. Taşova (2011) tarafından Türkçeye uyarlanmış olan bu araç, öğretmen ve öğrencilerin rutin olmayan matematik problemleri çözümünde görsel ve görsel olmayan yöntem tercihini belirlemeye yönelik hazırlanmıştır. Testin Türkçeye çevrilme sürecinde

araştırmacı ile birlikte 2 uzman yer almıştır. Türkçeye çevrilmiş olan test daha sonra bir dilbilimci tarafından tekrar İngilizceye çevrilerek yapılan çevirinin aslına uygunluğu kontrol edilmiştir. Türkçeye çevrilen test daha sonra uygulama grubunun bir alt sınıfına uygulanmış, sorularda belirlenen anlam hataları ve öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kısımlar belirlenerek uzman görüşleri desteği alınarak anlaşılabilir ve Türkçeye uygunluk açısından eksikleri giderilerek uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Araç A, B ve C bölümleri olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Bölüm-A ve Bölüm-B öğrenciler, Bölüm-B ve Bölüm-C öğretmenler için hazırlanmıştır. Her iki grup için ortak olan Bölüm-B'de 12 problem varken, Bölüm-A ve Bölüm-C'de 6'şar problem yer almaktadır. Bu araştırmada matematik öğretmen adayları ile çalışıldığından Bölüm-B ve Bölüm-C araştırma kapsamında yer almaktadır.

Öğretmen adaylarına öncelikle 18 sorunun yer aldığı araç uygulanmıştır. Daha sonra bu 18 sorunun olası çözümlerinin yer aldığı başka bir anket verilerek, kendi çözüm yollarına benzeyen çözümü işaretlemeleri istenmiştir. Kendi çözümlerini ankette yer alan çözümlerde bulamadıkları takdirde orijinal çözümler için ayrılan seçeneği işaretlemesi istenmiştir.

Verilerin Analizi

Matematiksel modelleme testinin analizi testi hazırlayanlar tarafından belirlenmiş olan puanlama sistemine göre puanlandırılmıştır. 22 sorudan oluşan testte bulunan her bir soru için beş seçenek mevcuttur. Seçenekler içerisinde en doğru olanı 2 puan, doğruya yakın olan cevap 1 puan ve diğer seçenekler ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra her bir sorudan alınan puanlar toplanarak testten elde edilen toplam puan elde edilmiştir. Aynı zamanda Matematiksel Modelleme Testinin analizi doğru, kısmi ve yanlış cevap yüzdeleri belirlenerek yapılmıştır. Seçenekler içerisinde bir tane en doğru cevap, bir tane de doğruya yakın olan cevap bulunmaktadır. Her bir soru için öğretmen adaylarının verdiği cevap yüzdeleri karşılaştırılmıştır.

Matematiksel Süreç Aracı iki bölümden oluşmaktadır ve toplam 18 problem yer almaktadır. Problemlerin yer aldığı aracın haricinde, testlerdeki her sorunun olası farklı çözümlerini (3 den 6 ya kadar) içeren bir listeden, problem çözümlerinin seçilmesini gerektiren çözümlerin olduğu bir anket de yer almaktadır. Her problem görsel veya görsel olmayan yöntemlerle çözülebilmektedir. Orijinal bir çözüm yöntemi kullananlar için listede bir de boşluk yer almaktadır. Cevabın doğru ya da yanlış olduğu gözetilmeden her görsel çözümün puanı 2 ve her görsel olmayan çözüm 0 puan almaktadır. Biraz belirsiz bir yöntemle çözülen problemler 1 puan almaktadır. Böylece öğretmen adayları için matematiksel görselleme puanı toplamda 36 olmaktadır. Her ne kadar öğrencileri analitik-geometrik-harmonik şeklinde kesin çizgilerle ayırmak

zor olsa da MSA'dan alınan puanlara göre öğretmen adaylarının hangi düşünme yapısına sahip olduğuna, her bir grubunun alt ve üst sınırları belirlenerek karar verilmiştir. Presmeg (1986) çalışmasında matematiksel görselleme puanı 20 ile 33 arasında olan 54 öğrenciyi görselleyen (geometrik düşünen) seçmiştir. Dolayısıyla MSA'dan elde edilen puanlara göre puanı en düşük olan grubun analitik, en yüksek olan grubun geometrik, puanı orta düzeyde olanların ise harmonik düşünme yapısına sahip olduğu belirlenmiştir. Düşünme yapılarına ait alt ve üst sınırları belirlemek için uygulanan yöntem aşağıda belirtilmektedir.

MSA'dan elde edilen verilerden en büyük ve en küçük değer farkına dağılım aralığı denmektedir. Dağılım aralığı, oluşturmak istenilen grup sayısına (araştırmada üç grup yer almaktadır; analitik, geometrik ve harmonik) bölündüğünde sınıf aralığını elde edilmektedir. Elde edilen sınıf aralığı, her bir düşünme yapısına ait en küçük ve en büyük puanları, yani düşünme yapıları sınırlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Akar ve Şahinler, 1997). Bu araştırmada MSA'dan elde edilen en küçük puan 5, en büyük puan 26'dır. Dağılım aralığı $26 - 5 = 21$ ve bu verilere göre sınıf aralığı $21/3 = 7$ olmaktadır. Elde edilen sınıf aralığı MSA'dan elde edilen en küçük değerle toplanarak alt grup olan analitik düşünme yapısına ait üst sınır belirlenmektedir, alt sınır MSA'dan elde edilen en küçük puandır. Bu şekilde diğer düşünme yapıları için de alt ve üst sınırlar hesaplanmaktadır. Bu araştırmada MSA'dan elde edilen puanlara göre yapılan sınıflama sonucunda MSA puanı 5-12 arasında olanlar analitik, 13-20 arasında olanlar harmonik, 21-26 arasında olanlar ise geometrik düşünme yapısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Bulgular

Bu bölümde; çalışma gruplarının matematiksel modelleme becerileri, sahip oldukları düşünme yapıları (analitik, geometrik, harmonik) belirlenip elde edilen verilerin yorumlarına yer verilmiştir. Düşünme yapılarıyla modelleme becerisi arasındaki ilişkinin yorumlanarak değerlendirildiği bölümler de yer almaktadır.

Matematiksel Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi

Öğretmen adaylarının modelleme testinde yer alan soruların tümüne verdikleri cevap yüzdeleri Tablo 2'de yer almaktadır. Toplamda %41 oranında doğru cevap, %21 oranında kısmi cevap, %35 oranında yanlış cevap verdikleri ve %3 oranında ise cevap vermedikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının en başarılı olduğu sorular "matematiksel ifadeleri formülleştirme" becerisini

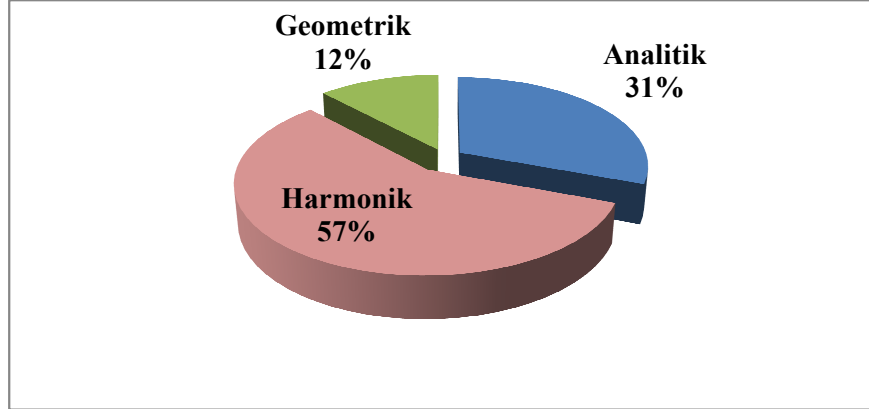
ölçmeye yönelik olan 19. soru (%91) ve 5. soru (%80) ile “değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme” becerisini ölçmeye yönelik olan 20. soru (%78) olmuştur. Doğru cevaplama oranı bakımından en başarısız oldukları sorular ise “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” becerisini ölçmeye yönelik olan 21. soru (%9), “hedefi belirginleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan 9. soru (%11) ve “verilenleri belirleme ve sadeleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan 12. soru (%11) olmuştur. Söz konusu testte yer alan soruların hangi becerileri ölçmeye yönelik olduğu Tablo 1’e bakılarak görülebilir.

Tablo 2. Modelleme testi sorularının cevaplanma yüzdeleri

Sorular	Doğru cevap	Kısmi cevap	Yanlış cevap	Cevap yok
Soru-1	75	19	6	0
Soru-2	13	17	57	13
Soru-3	28	28	40	4
Soru-4	30	26	40	4
Soru-5	80	16	4	0
Soru-6	58	20	22	0
Soru-7	63	20	13	4
Soru-8	37	13	50	0
Soru-9	11	50	37	2
Soru-10	28	46	26	0
Soru-11	50	9	41	0
Soru-12	11	33	56	0
Soru-13	22	19	44	15
Soru-14	15	35	50	0
Soru-15	52	4	44	0
Soru-16	33	4	48	15
Soru-17	39	50	11	0
Soru-18	46	26	26	2
Soru-19	91	0	9	0
Soru-20	78	7	15	0
Soru-21	9	2	83	6
Soru-22	22	24	48	6
Toplam	41	21	35	3

Düşünme Yapılarının Belirlenmesi

Çalışmamızda 75 öğretmen adayından 23 tanesi analitik, 43 tanesi harmonik ve sadece 9 tanesi geometrik düşünme yapısına sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma grubunun sahip olduğu düşünme yapıları yüzdeleri

Şekil 1’de öğretmen adaylarının %31’i analitik, %57’i harmonik, %12’sinin geometrik düşünme yapısına sahip olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının, zihnin sözel-mantıksal bileşenlerini görsel-resimsel bileşenlerine göre büyük oranda daha fazla tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Düşünme Yapılarına Göre Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi

Matematiksel modelleme testinden elde edilen puanlar yöntem bölümünde bahsedilen puanlama yöntemine göre değerlendirildiğinde, 75 öğretmen adayının puan ortalaması 44 puan üzerinden 22,35 olarak bulunmuştur. En yüksek puan 34 ve en düşük puan 13 tür. Cevaplanma oranı en düşük soru 0,2 ortalamaıyla 21. soru, cevaplanma oranı en yüksek olan soru ise 1,81 puan ortalamaıyla 19. soru olmuştur. ADYS öğretmen adayının puan ortalaması 44 puan üzerinden 22,03 olmuştur. HDYS öğretmen adayının puan ortalaması 22,08 olurken, GDYS olan öğretmen adayının puan ortalaması 22,75 olarak bulunmuştur. Düşünme yapılarına göre öğretmen adaylarının modelleme testinden aldıkları puan ortalamalarının birbirine oldukça yakın olması dikkat edilmesi gereken bir bulgudur.

Öğretmen adaylarının düşünme yapılarına göre modelleme testindeki hangi sorulara ne oranla doğru cevap verdikleri Tablo 3’de görülmektedir. Bu soruların hangi becerileri ölçmeye yönelik olduğu Tablo 1’e bakılarak incelenebilir.

Tablo 3. Modelleme testi sorularının düşünme yapılarına göre doğru cevaplanma yüzdeleri

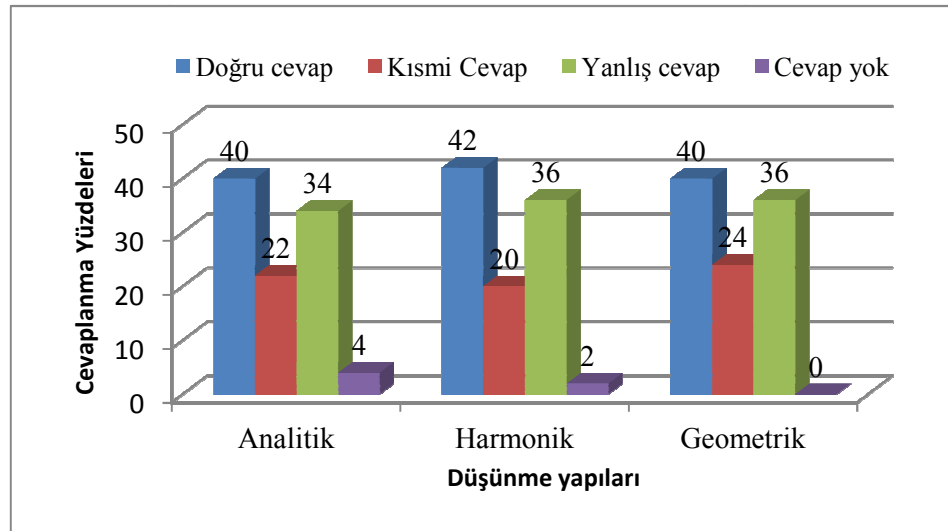
Soru No	Analitik	Harmonik	Geometrik
1	76	82	100
2	12	24	0
3	21	41	75
4	42	29	13
5	70	94	100
6	67	59	50
7	70	65	50
8	42	29	63
9	18	6	25
10	21	41	75
11	58	47	38
12	9	6	50
13	18	35	25
14	15	18	25
15	55	47	50
16	30	41	25
17	39	29	88
18	48	41	88
19	97	88	75
20	85	65	100
21	9	12	13
22	12	24	13
Toplam	40	42	40

Her üç düşünme yapısına sahip olan öğretmen adaylarının modelleme testinde cevaplanma oranı en düşük soru, “gerçek hayat durumu ile kıyaslayarak kontrol etme” becerisini ölçmeye yönelik olan 21. soru olmuştur. ADYS olan öğretmen adaylarının cevaplanma oranı en yüksek olan soru “matematikselsel ifadeleri formülleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan 19. soru (%97) olmuştur. HDYS olan öğretmen adaylarının cevaplanma oranı en yüksek olan soru, “matematikselsel ifadeleri formülleştirme” becerisini ölçmeye yönelik bir başka soru olan 5. soru (%94) olmuştur. GDYS olan öğretmen

adaylarının cevaplanma oranı en yüksek olan sorular, “matematiksel ifadeleri formülleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan 5. Soru (%100) ile “değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme” becerisini ölçmeye yönelik olan 20. soru (%100) olmuştur.

Tablo 3’deki bir diğer önemli bulgu, “grafik gösterimleri kullanma” becerisini ölçmeye yönelik olan 3. ve 18. sorulardaki cevaplanma oranı, GDYS olan öğretmen adaylarında diğer düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarına kıyasla daha yüksek olduğudur. Zihnin görsel-resimsel bileşenini daha çok kullanan öğretmen adaylarının grafik gösterimlerinden faydalanma becerilerinin diğer düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının düşünme yapılarına göre modelleme testinin toplam cevaplanma yüzdelerinin karşılaştırılması Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Modelleme testi sorularının düşünme yapılarına göre cevaplanma yüzdeleri

Modelleme testindeki tüm sorulara verilen doğru, kısmi ve yanlış cevapların düşünme yapılarına göre karşılaştırıldığı Şekil 2’de verilen cevap oranlarının birbirine çok yakın olduğu göz önünde bulundurulduğunda düşünme yapılarına göre belirgin bir fark oluşturmadığı görülmektedir. Tablo 3’de betimlendiği gibi her biri farklı bir beceriyi ölçmeye yönelik olan modelleme testindeki sorulara verilen doğru cevap oranları düşünme yapılarına göre farklılık göstermektedir. Kimi beceriler GDYS öğretmen

adaylarında gelişmişken, kimi beceriler de ADYS öğretmen adaylarında daha çok gelişmiştir. Fakat Şekil 2’de görüldüğü gibi, modelleme testinin toplamda cevaplanma oranına bakıldığında düşünme yapılarının modelleme testindeki başarıyı etkileyen bir faktör olmadığı görülmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Matematik öğretmen adaylarının modelleme testinde yer alan modelleme becerisini oluşturan alt becerilerden hangisinde başarılı veya başarısız olduğunun belirlenmesinin yanında, zihnin hangi bileşenini kullandığını ve bu düşünme yapısının modelleme becerisine etkisinin incelendiği araştırmada elde edilen bulgular, araştırmamanın amacı doğrultusunda bu bölümde tartışılmıştır.

Analitik, harmonik ve geometrik düşünme yapılarındaki öğretmen adaylarının “matematiksel ifadeleri formülleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan sorularda oldukça başarılı olduğu göz önünde bulundurulursa, öğretmen adaylarının cebirsel ilişkileri kurabilmekte zorlanmadıklarını söyleyebiliriz. Bu da Türk eğitim sistemindeki reform hareketinden önce ortaöğretimde eğitim gören bu çalışmanın katılımcılarının önceki öğretim programının ve öğretmenlerin cebir odaklı vurgu ve öğretim-öğrenim süreci tecrübesi ile paralellik göstermektedir (Delice, 2004). Modelleme testindeki tüm sorulara verilen doğru cevap oranının yeterince yüksek olmaması, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin yeterince gelişmediğinin bir göstergesi olabilir. Bu eksikliğin, öğretmen adaylarının modelleme sürecinde, verilenleri belirleme ve sadeleştirme, hedefi belirginleştirme, bir matematiksel model seçme becerilerinin gelişmemesinden kaynaklandığı söylenebilir (Kertil, 2008). Verilenleri belirleme ve sadeleştirme ve hedefi belirginleştirme becerisinin zayıf olmasının nedeni, öğrencilerin üniversiteye geçiş sınavlarında sürekli olarak karşılaştığı bir durum olan; sorularda belirgin bir şekilde vurgulanan verilerin uygun formülde yerine yazılma çabası veya basit matematiksel işlemlere tabi tutarak sonuca ulaşma amacı olarak gösterilebilir. Kertil’in (2008) de belirttiği üzere, öğretmen adayları geldikleri liselerde ve üniversiteye hazırlık kurslarında kavramsal anlamayı geliştirmede genellikle matematiksel rutinleri tekrar yolunu kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrenme biçimi ortaöğretimde ve üniversite sınavlarında başarılı olmasına yetse de, ileri düzeyde matematik düşüncüyü, problem çözme, çözümlenme, varsayımda bulunma, neden-sonuç ilişkili düşünme ve genelleme becerileri gerektiren üniversite matematiğinde, modelleme becerileri anlamında başarılı olmalarını sağlamamıştır. Problem çözme süreçlerinde sadece formül

ezberleme ya da kurallı anlama değil ilişkiisel anlamada performansla etki edebilir ve bu bağlamda uzamsal yetenekler bireyler için çok önemli hale gelmektedir.

Bir öğrenci kendisi farkında olmadan, hatta kendisi istemeden, Krutetskii'nin belirlediği herhangi bir düşünme yapısına sahip olabilir. Öğretmen adaylarına uygulanan MSA bu durumu hemen hemen çözmeye çalışmaktadır. Ve bu yapıya göre öğretmen adayının diğer performanslarla olan ilişkisine bakılmaktadır. Araştırmada öğretmen adaylarının sahip olduğu düşünme yapılarının belirlendiği kabul edilmektedir. Fakat vurgulanması gereken ilginç nokta ne öğrenci ne de araştırmacıların bu düşünme yapılarının farkında olmamalarıdır. Dolayısıyla öğretim-öğrenim süreci dikkate alındığında tespit edilen düşünme yapıları öğretim ve öğrenim stillerine sağlayacağı katkı düşünüldüğünde oldukça değerli hale gelmektedir.

Araştırmada, öğretmen adaylarının zihnin görsel-resimsel bileşenlerini sözel-mantıksal bileşenlerine göre büyük oranda daha az tercih ettikleri tespit edilmiştir. Geometrik düşünme yapısına sahip olan öğrencilerin çok az olması, ortaöğretim matematik öğretim programının cebir vurgusu ve üniversiteye geçiş sisteminde uygulanan sınava yönelik yapılan test için öğretim yöntemi ile açıklanabilir. Bu yöntemde kısa sürede sonuca ulaşma amacı sürecin önemini azaltmaktadır. Sonucun önemini artmasından dolayı, içeriğinde geometrik çözüm bulundurmeyen bir takım (çoğu formüle dayalı olmak üzere) cebirsel işlemlerin kullanıldığı sözel-mantıksal becerilerin daha çok kullanıldığı çözüm süreçlerini gerektirmektedir. Sınava yönelik yapılan bu eğitim sistemiyle yetişen öğretmen adaylarıyla yapılan bir çalışmada katılımcılar; neden? ve niçin? sorularının sorulmadığı, çok soru çözümüne dayalı ve bu soruların çözümünde pratik ve kısa çözüm yollarının gösterildiği, formüle dayalı ve ezberci bir matematiğin söz konusu olduğunu ifade etmektedirler (Doğan, 2010).

Matematiksel modelleme testinin analizine göre, düşünme yapıları bağlamında öğretmen adaylarının modelleme testinden aldıkları puan ortalamalarının birbirine oldukça yakın olması dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Bununla birlikte modelleme testindeki tüm sorulara verilen doğru, kısmi ve yanlış cevaplar düşünme yapılarına göre karşılaştırıldığı zaman, düşünme yapılarına göre belirgin bir fark oluşturmadığı görülmektedir. Modelleme testindeki soruların açık uçlu değil de çoktan seçmeli bir test olduğu göz önünde bulundurulursa, öğretmen adayları sahip oldukları düşünme yapısını yansıtmak için çözüm sürecinden ziyade doğru cevap seçeneği tercih etme durumunda kalmışlardır. Eğer bir çözüm süreci dâhilinde bir değerlendirme olsaydı, öğrenci, düşünme yapısının gerektirdiği farklılığı ortaya koyabilirdi. Çünkü açık uçlu bir ölçme aracı sorusu, cevaplayıcıyı,

hakkında yazacağı konuyu seçmede ve cevabın ifadesinde serbest bırakır. Öğrenci, cevabında kullanacağı olgusal bilgilerin seçiminde özgürdür (Tekin, 2003). Çoktan seçmeli testlerde ise bir soru ve sorunun doğru cevabının da içinde bulunduğu birkaç cevap seçeneği bulunmaktadır. Öğrencinin yapması gereken, kendisine yöneltilen soruyu okuması, cevabı düşünüp bulması ve seçenekler arasından işaretlemesidir (Özçelik, 1998). Çoktan seçmeli madde türlerinde, puanlama sırasında ölçülen özellik ya da özelliklerin dışındaki etkenlerin etkisi olmaz (Tekin, 2003). Bununla birlikte öğrencinin bildiklerini örgütleyerek sunma ve cevaplarını sahip olduğu diğer becerilerin de etkisinde kalarak açıkça ifade etme gücünü ölçmede kullanılamaz. Bu da modelleme testindeki düşünme yapıları bağlamında bir farkın olmamasını açıklayabilir.

Modelleme testinin toplam puanda veya toplam cevaplanma oranında düşünme yapılarına göre bir farklılık göstermediği belirtilmiştir. Fakat her üç düşünme yapısına sahip olan öğretmen adaylarının, her biri farklı bir beceriyi ölçmeye yönelik olan modelleme testindeki sorulara verdikleri doğru, kısmi veya yanlış cevaplanma oranı farklılık göstermektedir. Kimi beceriler GDYS öğretmen adaylarında gelişmişken, kimi beceriler de ADYS öğretmen adaylarında daha çok gelişmiştir. Örneğin, ADYS öğretmen adaylarının cevaplanma oranı en yüksek olan soru “matematiksel ifadeleri formülleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan soru olmuştur. Bu bulgu, öğretmen adaylarının çoğunluğunun ADYS olması göz önünde bulundurulduğunda, düşünme yapılarını gözetmeksizin “matematiksel ifadeleri formülleştirme” becerisini ölçmeye yönelik olan sorunun doğru cevaplanma yüzdesinin en yüksek olması bulgusuyla örtüşmektedir. Buradan, zihnin sözel-mantıksal bileşenlerini daha iyi kullanan ADYS öğretmen adaylarının cebirsel ilişkileri kurabilmekte zorlanmadıkları sonucu çıkarılabilir. Bu durumun tersi gibi görülebilecek bir bulgu da, modelleme testinde yer alan “grafik gösterimleri kullanma” becerisini ölçmeye yönelik olan sorulardaki cevaplanma oranının, GDYS öğretmen adaylarında diğer düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarına kıyasla daha yüksek olduğudur. Zihnin görsel-resimsel bileşenini daha çok kullanan öğretmen adaylarının grafik gösterimlerinden faydalanma becerilerinin diğer düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarına kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilir. Özellikle ADYS öğretmen adaylarının formüle veya kurala dayalı cebirsel olan performanslarının daha iyi olduğu, yani matematiğin soyut, cebir, formül kısmıyla daha çok ilgilendiği ama GDYS öğretmen adaylarının da grafik gösterimleri kullanma becerilerinin yüksek olduğu düşünüldüğünde bu beceriler ile düşünme yapıları arasında paralellik gözükmektedir. Bu da düşünme yapılarına göre öğretim programının, ders kitaplarının, ders planlarının hedefe ve kazanıma yönelik belirlenmesi ve tertiplenmesi,

öğrencilerin performanslarının daha da artırılabilceği hususunda bize bir fikir vermektedir.

Modelleme becerisi, dünyadaki matematik eğitimi reform çalışmalarında da bahsedildiği üzere, öğrencilere matematiksel muhakemeyi öğretme, matematiksel durumları keşfetme ve matematiksel durumları düzgün bir şekilde sözlü veya yazılı olarak ifade edebilme özelliğini kazandırır (NCTM, 1989; Lesh ve Doerr, 2003). Ayrıca matematiksel modellemenin, matematik eğitimi ile vermeye çalışılan tüm temel becerilerin (TTKB, 2005) gelişmesine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Öte yandan, modelleme yaklaşımının önemini bilincinde, temel bilgi ve becerilerle donanmış öğretmenlerin yetiştirilmesi gereklidir. Bu gereklilik MEB Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü tarafından, matematik öğretmenlerinin mesleki bilgi, beceri ve tutumlarının, kısacası yeterliklerinin yeniden ele alındığı, “Ortaöğretim Projesi” kapsamında hazırlanan “Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri” dokümanında vurgulanmaktadır (MEB, 2011). “Alan Bilgisi” yeterlik alanı başlığı altında belirlenen “Matematikteki temel kavram ve konuları diğer disiplinlere ve gerçek hayattaki durumlara uygulayabilme” yeterliği maddesinin performans göstergelerine bakıldığında modelleme yaklaşımının sağlayacağı katkı görülebilir. Alışılmış öğretim modeli yerine, problem kurmanın, modelleme yapmanın matematik öğretim programlarındaki bütünüleyici önemini kavrayarak öğrencilere kendi problemlerini kurmaları ve kendi modellerini oluşturmaları için fırsatlar verilmesinin öğretime büyük bir katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca öğretmen eğitiminde öğretmenlere problem çözmede modelleme yaklaşımını kazandırmaya yönelik bir matematiksel modelleme dersinin çok faydalı olacağı düşünülmektedir.

Özellikle ADYS öğretmen adaylarının formüle veya kurala dayalı cebirsel olan performanslarının daha iyi olduğu, yani matematiğin soyut, cebir, formül kısmıyla daha çok ilgilendiği ama GDYS öğretmen adaylarının da grafik gösterimleri kullanma becerilerinin yüksek olduğu düşünüldüğünde bu beceriler ile düşünme yapıları arasında paralellik gözükmektedir. Bu da öğretim programlarının, ders kitaplarının, ders planlarının düşünme yapılarına göre hedef ve kazanıma yönelik belirlenmesi ve tertiplenmesi, öğrencilerin performanslarının daha da artırılabilceği hususunda bize öneriler sunmaktadır. Örneğin Cebirsel/sembol kullanma becerileri ve bunların görsel becerilerle entegrasyonunu sağlayacak çalışmalar yapılabilir. Derslerde düşünme yapılarına göre teknikler belirleyerek öğrencileri sınıflandırıp yapılandırmacı yaklaşımın da vurguladığı matematiği güncel hayata uyarlama uygulamaları da sayılabilecek modelleme kavram-soru-etkinliklerine yer verilmelidir.

Kaynakça

- Akar, M., & Şahinler, S. (1997). *İstatistik*. Adana: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 74, Ders Kitapları Yayın No: 17.
- Alkan, H., & Bukova Güzel, E. (2005). Öğretmen adaylarında matematiksel düşünmenin gelişimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 221-236
- Arcavi, A. (2003). The Role of Visual Representations in the Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215-241.
- Aydın, E., & Delice, A. (2005). Üst Düzey Düşünme Becerilerini Geliştirme Amaçlı Bir Matematik Dersi Tasarımı Sürecinin Değerlendirilmesi. *II. Lisansüstü Eğitim Sempozyumu*. İstanbul.
- Aydın, H. (2008). *İngiltere’de Öğrenim Gören Öğrencilerin Ve Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Kullanımına Yönelik Fenomenografik Bir Çalışma* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. (3. Baskı). Trabzon: Derya Kitabevi.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects-state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.
- Carbo, M. (1980). An analysis of the relationship between the modality preferences of kindergartners and selected reading treatments as they affect the learning of a basic sight-word vocabulary. (Doctoral dissertation, St. John's University, 1980). Dissertation Abstracts International, 41/04A, 1939.
- Cohen, L., Manion, L., & Morriison, K. (2000). *Research Methods in Education* (5th Ed.). London: RoutledgeFalmer
- Crouch, R., & Haines, C., (2004). Mathematical modeling: transitions between real world and the mathematical model. *Instructional Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197-206.
- Çömlekoğlu, G. (2001). *Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine Hesap Makinesinin Etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir.
- Delice, A. (2004). Trigonometri Sözel Problemlerinde Görselleştirme ve Diyagram Oluşturma. *VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi
- Delice, A. & Roper, T. (2006). Implications of a comparative study for mathematics education in the English education system. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*. V 25, 64 - 72.

- Doğan, S. (2010). *Özel dershanelerdeki matematik eğitiminin niteliği ve öğrenci yaklaşımlarının incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Dunn, T.G. (1994). If We Can't Contextualize It, Should We Teach It?. *Educational Technology, Research and Development*, 42(3), 83-92.
- Herbert, K. & Brown, R., 1997, Patterns as Tools for Algebraic Reasoning, *Teaching Children Mathematics*, 3, 340-344.
- Karaca, D. (2004). *Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Eğitiminde Vee Diyagramı Kullanımı* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir.
- Kertil, M. (2008). *Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Matematiksel Modelleme Sürecinde İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). (Eds.). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Lingefjärd, T., & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133.
- MEB, Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. (2011). *Matematik Öğretmeni Özel Alan Yeterlikleri*. Website, <http://oyegm.meb.gov.tr>
- National Council Of Teachers Of Mathematics. (1989). *Curriculum And Evaluation Standards For School Mathematics*. Reston, Va: NCTM
- Niss, M. (1988). *Theme group 3: Problem solving, modeling, and applications*. In A. Hirst & K. Hirst (Eds.), *Proceedings of the sixth International Congress on Mathematical Education*. Budapest, Hungary: János Bolyai Mathematical Society, 237-252.
- Özçelik, D. A. (1998). *Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd Ed). Newbury Park, Calif: Sage Publication.
- Presmeg, N. C. (1985). *The role of visually mediated processes in high school mathematics: A classroom investigation*. Unpublished Ph.D. dissertation, Cambridge University, England.
- Presmeg, N. C. (1986). Visualization in High School Mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 6(3), 42-46.

- Presmeg, N.C. (1992). Prototypes, metaphors, metonymies, and imaginative rationality in high school mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 23*, 595-610.
- Taşova, H. İ. (2011). *Matematik Öğretmen Adaylarının Modelleme Etkinlikleri ve Performansı Sürecinde Düşünme ve Görselleme Becerilerinin İncelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- TTKB (2005). Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi, Ankara.
- Tekin, H. (2003). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınları.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin.
- Zaskis, R., Dubinsky, E., & Dautermann, J. (1996). Coordinating visual and analytic strategies: A study of students' understanding of the group D4. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*, 435-457.