ISSN: 1306-3111/1308-7274
NWSA-Education Sciences
NWSA ID: 2013.8.3.1C0590
Status : Original Study
Received: September 2012
Accepted: January 2013
E-Journal of New World Sciences Academy

Kemal Özgen
Dicle University, Diyarbakır-Turkey
ozgenkemal@gmail.com

http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2013.8.3.1C0590

PROBLEM ÇÖZME BAĞLAMINDA MATEMATİKSEL İLİŞKİLENDİRME BECERİSİ: ÖĞRETMEN ADAYLARI ÖRNEĞİ

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının matematiksel ilişkilendirme becerilerini belirlemek ve problem çözme becerisi ile olan ilişkilerini incelemektir. 28 öğretmen adayının ilişkilendirme becerilerini belirlemek amacıyla özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. İlişkilendirme becerisinin belirlenmesinde, problem çözme süreci yazılı dokümanlarla incelenmiştir. Öğretmen adaylarına üç rutin olmayan matematiksel problem yöneltilmiştir. İlişkilendirme ve problem çözme becerilerini incelemek amacıyla rubrik kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistiksel analizler, korelasyon ve regresyon analizinden yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarının ilişkilendirme becerilerinin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Kullanılan ilişkilendirme becerileri türü açısından ise matematiği kendi içinde ilişkilendirmenin istenen düzeyde olmadığı, farklı disiplinler ve günlük yaşamla ilişkilendirmenin ise çok düşük düzeylerde kaldığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının ilişkilendirme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı ve problem çözme becerileri kapsamında birçok yönden sınırlılıklarının olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel İlişkilendirme, Problem Çözme, Öğretmen Adayları, Rutin Olmayan Problem, Günlük Yaşam

MATHEMATICAL CONNECTION SKILL IN THE CONTEXT OF PROBLEM SOLVING: THE CASE OF PRE-SERVICE TEACHERS

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify pre-service mathematics teachers' mathematical connection skills and examine its relations with problem solving skill. In order to determine 28 pre-service mathematics teachers' mathematical connection skills, case study method was used. For determining connection skills, problem solving process were examined by written documents. Pre-service teachers are asked to three non routine mathematical problems. Rubric was used to examine the connection and problem solving skills. Descriptive statistical analysis, correlation and regression analyzes were used in obtained data. It is determined that the pre-service teachers' connection level is low. In terms of connections type the skills of connections among mathematics is not desired level. Furthermore, pre-service connections skills between other disciplines and in real world is found at very low level. It is found that pre-service teachers connections skills are not adequate level and were limitations in many ways in the conext of problem solving.

Keywords: Connection, Problem Solving, Pre-service Teachers, Non-Routine Problem, Real World

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Geleneksel öğrenme yaklaşımının izlerini taşıyan ve öğrenci odaklı olmayan öğrenme-öğretme süreçlerinde matematiksel kavramlar genellikle öğrencilere ayrı fikirler olarak ve her biri ders kitaplarının farklı bölümlerinde sunulur. Sonra öğrencilerin ya kendilerinin ilişkilendirme yapmaları ya da başka bir derste fikirleri birlikte kullanmak için beklemeleri istenir ve birçok öğrenci böyle bir durumda ilişkilendirme hiç yapamaz (Brutlag & Maples, 1992). Günümüz matematik eğitimi program ya da standart dokümanlarında ise açık olarak matematik öğrenme ve yapma süreçlerinin en önemlisinden biri olarak ilişkilendirme olarak vurgulanmaktadır (Chapman, 2012). Özellikle NCTM (2000), matematiğin öğrencilerin günlük yaşamları, diğer displinler ve diğer konular ile ilişkilendirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Son dönemlerde matematiksel ilişkilendirme becerisine yönelik bu artan ilgi ile birlikte bazı sorular da gündeme gelmektedir. Matematiksel ilişkilendirme nedir? Öğrenme-öğretme sürecinde neden önemlidir? Heibert & Carpenter (1992), matematiksel ilişkilendirmeyi bir örümcek ağı gibi yapılanmış zihinsel ağın bir parçası olarak tanımlamaktadırlar. Benzer şekilde Eli (2009), matematiksel ilişkilendirmenin bir zihinsel ağ içinde ilişkili şema grupları ya da bir şemanın bileşenleri olarak tanımlanabileceğini belirtmiştir. Diğer taraftan Coxford (1995), ilişkilendirmenin matematikteki farklı konuları bağ kurmada kullanılabilecek çok geniş fikirler ve süreçler olarak belirtmiştir. Bu doğrultuda, matematiksel ilişkilendirmeyi beceri, süreç, ürün olarak gören yaklaşımlar görülmektedir. Farklı tanımlar ve sınıflamalar olmasına rağmen, birçoğunun ortak yönü, matematiksel ilişkilendirmenin matematiksel fikirlerde bir köprü ya da bağlantı olarak kabulüdür (Eli, 2009).

NCTM'in (2000) okul matematiği için belirlediği süreç standartları şunlardan oluşmaktadır; problem çözme, muhakeme ve ispat, iletişim, ilişkilendirme ve temsil etme. Buna paralel olarak, Türkiye'de ise matematik eğitiminin genel amaçları arasında şu ifadeler yer almaktadır: Matematiksel kavramları ve sistemleri anlayabilecek, bunlar arasında ilişkiler kurabilecek, günlük hayatta ve diğer öğrenme alanlarında kullanabilecektir (MEB, 2005:18). Matematik eğitimine yönelik birçok program ve standartlarda matematiksel ilişkilendirme becerisine yönelik vurguların yapıldığı görülmektedir. Bu belirtilen dokümanlarda matematiksel ilişkilendirme becerisinin nasıl ve ne yönde olması gerektiğine yönelik açıklamalar bulunmaktadır. Örneğin, MEB'e (2005:3) göre ilişkilendirme becerisinin kazanılabilmesi için öğrencilerde aşağıdaki becerilerin geliştirilmesi hedeflenmektedir: (i) kavramsal ve işlemsel bilgiyi ilişkilendirebilme, (ii) matematiksel kavram ve kuralları çoklu temsil biçimleri ile gösterebilme ve bu temsil biçimleri arasında ilişki kurabilme, (iii) öğrenme alanları arasında ilişki kurabilme ve (iv) matematiği derslerde ve günlük hayatında kullanabilmedir.

Matematiksel ilişkilendirmenin matematiği öğrenme-öğretme sürecinde neden önemli olduğu çeşitli çalışmalarda değinilmiştir. Özellikle matematiksel ilişkilendirme yoluyla anlama, anlam oluşturma, ön öğrenmelerle yeni öğrenmeler arasında bağ kurmaya ve kalıcı öğrenme gibi olumlu sonuçlarının olduğu belirtilmektedir (Ball, Hill & Boss, 2005; Businskas, 2008; Noss & Hoyles, 1996). Bosse (2003), matematiksel ilişkilendirmenin öğrencilere birçok fikri hatırda tutma ve kullanmada yardımcı olduğunu ve ilişkilendirme ile matematik öğreniminin güçlenebileceğini belirtmiştir.

Matematiksel ilişkilendirme kavramına yönelik ortaya çıkan önemli bir diğer soru ise, matematiksel ilişkilendirmenin türleri ve sınıflandırılmasıdır. Bu bağlamda matematiksel ilişkilendirmenin sınıflandırılmasına ve türlerine yönelik farklı çalışmaların olduğu görülmektedir. Bu çalışmalardan birinde, Monroe & Mikovch (1994) matematiğin içinde, program boyunca, günlük yaşam bağlamı ile ilişkilendirmenin faydalı olduğunu belirtmektedir. Eli, Mohr-Schroeder & Lee (2011) ise ilişkilendirme yapma becerilerini; işlemsel, kategorik, türevsel (derivational) ve öğretimsel (curricular) tür olarak incelemişlerdir. Lockwood (2011) ise yaptığı araştırmada problem çözme süreci boyunca öğrencilerin yaptıkları ilişkilendirmeleri şöyle gruplamıştır: ayrıntılı – ayrıntılı olmayan ilişkilendirme, geleneksel – geleneksel olmayan ilişkilendirme ve kaynak (referent) tür (belirli problemler, problem türleri ve teknikleri). Leikin ve Levav-Waynberg (2007) tarafından yapılan çalışmada 3 tür ilişkilendirme etkinlikleri (problemler) düşünülmüştür. Bunlar: (a) aynı kavramın çeşitli temsilleri arasında benzerliklere ve farklılıklara dayalı ilişkilendirme, (b) farklı matematiksel kavramlar ve işlemler arasında ilişkilendirme ve (c)matematiğin farklı dalları arasında ilişkilendirmedir. Coxford (1995) ise matematiksel ilişkilendirmeyi üç sınıfta incelemiştir: birleştirici temalar, matematiksel süreçler ve matematiksel matematiksel bağlayıcılar. Eli (2009) tarafından yapılan çalışmada beş tür matematiksel ilişkilendirme belirlenmiştir: işlemsel, karakteristik/özellik, cebirsel/geometrik, türevsel ve 2 ve 3 boyutlu. Matematiksel ilişkilendirmenin sınıflandırılmasına yönelik yapılan çalışmalarda genellikle, matematiği kendi içinde ilişkilendirme (MKİİ), farklı disiplinlerle ilişkilendirme (FDİ) ve günlük yaşamla ilişkilendirmenin (GYİ) ön plana çıktığı ve birçok araştırmada ortak olduğu söylenebilir. Bu bağlamda, bu çalışmada da matematiksel ilişkilendirme kapsamında bu üç tür ilişkilendirme yaklaşımı genel çerçeve olarak benimsenmiştir.

Matematiksel ilişkilendirme başlığı altındaki çalışmaların büyük bölümünde matematiği kendi içinde ilişkilendirmenin önemli yer tuttuğu söylenebilir. Bu matematiğin doğasından yani matematik biliminde ön şartlılık ilişkisine dayandırılabilir (Pesen, 2003). Bu noktada ilişkisel anlama, farklı matematiksel kavramlar arasında ilişkilendirmeleri içerir, öğrencilere önceki bilgilere dayalı ilerleme yapmalarına yardım eder ve hangi matematiksel fikirlerin ilişkili olabileceği hakkında beklentilerini şekillendirir (Leikin & Levav-Waynberg, 2007:350). Umay (2007), öğrencilerin yeni bilgileri zihinlerinde yapılandırma sürecinde eski bilgileri arasında bağ kurduğunu, bildiğini düşündüğü kavramları yeniden, daha iyi anlamlandırdığını belirtmektedir. Farklı temsillerin kullanımı da bu tür ilişkilendirme kapsamında önemli bir yer almaktadır. Vale, McAndrew ve Krishnan (2011), matematiğin sembolik, grafik, numerik temsilleri arasında ilişkilendirme yapmanın matematiği öğrenme ve öğretmede sürecinde esas olduğunu belirtmektedirler.

Matematiksel ilişkilendirme kapsamında matematiği diğer alanlarla ilişkilendirme yapma da önemli görülmektedir. Umay (2007), matematiğin diğer bilim dalları içindeki yerinin inkar edilemeyeceğini, ve bir dil, düşünme biçimi olan, yaşamın her noktasına yansıyan matematikten yararlanmayan bir bilim dalı olmadığını söylemektedir. Schwalbach ve Dosemagen'e (2000) göre disiplinler arasında ilişkilendirme (örneğin, matematik ve fen arasında ilişkilendirme) üst düzey anlamsal kavrayışın yanında işlemsel bilgiyi de geliştirebilir. Matematiksel ilişkilendirme, matematik ile bilgisayar, dil, fen, sanat, mimari, müzik, dans, tiyatro ve eğitim alanları gibi birçok disiplin arasında mevcuttur (Bodner, 2006). Matematiği farklı disiplinlerle ilişkilendirmenin somut örneklerini gösteren birçok çalışmanın yapıldığı bilinmektedir (Bodner, 2006; Flores, 1992; Monroe & Mikovch, 1994).

Matematik eğitiminde birçok ulusal ve uluslar arası standart ya da öğretim programlarının içerik, amaç ve hedeflerinde matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmeye yönelik açıklamalara sıkça rastlanmaktadır. Günlük yaşamla ilişkilendirme kısaca, okulda öğretilen matematik ve dışarıdaki dünya arasında ilişkilendirme olarak tanımlanabilir (Mosvold, 2008). Cotti ve Schiro'ya (2004) göre, öğrencilerin matematiksel iletişim ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde günlük yaşam bağlamları sıklıkla kullanılmalıdır. Umay (2007), matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmenin, anlamlandırmayı kolaylaştırdığı gibi soyut bir bilim dalı olan matematiğin somutlaştırılmasına, gerçek olarak algılanmasına da katkı getirdiğini bildirmektedir. Gainsburg (2008) ise günlük yaşamla ilişkilendirmeyi temsil eden matematik eğitiminde uygulamalar olarak basit analojileri, sözel problemleri, gerçek veri analizini, toplumdaki matematiğin tartışılmasını, matematiksel kavramların temsillerini ve gerçek olguların matematiksel modellemesini belirtmiştir.

Matematiksel ilişkilendirmeyi konu alan birçok çalışmada problem çözme becerisinin doğrudan ya da dolaylı olarak ele alındığı görülmektedir. Eli (2009) problem çözme için matematiksel ilişkilendirmenin araç olduğunu belirtmektedir. Yapılan araştırmalarda problem çözme; problemin içine gömülen zorlukları aşma sürecinde bilinen kavram ve özellikler ile yeni bilgiyi oluşturma arasında matematiksel ilişkilendirme yapma bireylerin var olan bilgilerini harekete geçirmede etkili bir didaktik araçtır (Lampert, 2001; Silver et al., 2005; Thompson, 1985, Akt., Guberman & Leikin, 2013:35). Ayrıca başarılı problem çözen bireyler, organize bilgiye kolayca ulaşabilen ve bilgi şemaları içinde uygun ilişkilendirme yapabilen kişilerdir (Eli, 2009:24).

Problem durumlarının keşfedilmesi öğrencilerin matematiksel fikirlerin ilişkileri hakkındaki bilgilerine bir bağlam sağlayabilir (NCTM, 1989:76). Bu doğrultuda matematik eğitiminde birçok araştırmada problem çözme, matematiksel ilişkilendirmeye yönelik bir bağlam olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmalardan birinde Evitts (2004) öğretmen adaylarının problem çözme etkinliklerinde ilişkilendirme yapma süreçlerini incelediği çalışmasında, modelleme, temsil etme, yapısal, işlem-kavram gibi çeşitli ilişkilendirmeler ile uğraşmışlardır. Lee (2012) ise çalışmasında ilköğretim öğretmen adaylarının sözel problem durumundaki günlük yaşamla ilişkilendirme yaklaşımlarını incelemiştir. Çalışmada, öğretmen adaylarının pozitif inançları ile onlar tarafından kurulan ya da değerlendirilen problemlerde günlük yaşam ilişkilendirmeleri arasında geniş tutarsızlıklar olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda matematiksel ilişkilendirmenin geliştirilmesinde ve öğrenme-öğretme sürecinde etkili kullanılmasında öğretmenin rolünün önemli olduğu anlaşılmaktadır. Leikin ve Lavev-Waynberg (2007:351) öğretmenin iki yönlü rolünün olduğunu iddia etmektedirler. Buna göre öğretmenler ilişkilendirilmiş matematiksel bilginin geliştirilmesinde farklı yolarda problemler çözmeyi teşvik etmeli ve öğrencilerin çoklu çözümlerini sunmalarına izin vermelidir. MEB (2005:10) tarafından matematik öğretiminde amaç şu şekilde ifade edilmektedir: "*Matematiksel düşünce sistemini öğrenmek ve öğretmektir.*

Temel matematiksel becerileri (problem çözme, akıl yürütme, ilişkilendirme, genelleme, iletişim kurma, duyuşsal ve psikomotor gelişim) ve bu becerilere dayalı yetenekleri, gerçek hayat problemlerine uygulamalarını sağlamak". Bu yüzden öğretmenlerin, öğrencilerin ilişkilendirme becerisinin geliştirilmesinde önemli rolü bulunmaktadır. Bunun yanında Mousley (2004), matematiksel anlamın oluşturulmasında, ilişkilendirmenin yapılması hem öğretmen hem de öğrenciler için önemli bir etkinlik olduğunu söylemektedir. Schoenfeld (1991) ise ilişkilendirme etkinliklerini sınıflarda kullanmanın basit bir olay olmadığını ve bazen imkânsız olduğunu çünkü matematiğin genellikle sonuç odaklı ve konu merkezli bir disiplin olduğunu belirtmiştir.

Son yıllarda matematiksel ilişkilendirmeye yönelik artan bu ilgi ile birlikte öğretmen, öğretmen adayları ve öğrencileri kapsayan çeşitli araştırmaların olduğu görülmektedir. Leikin (2011) tarafından öğretmenler ile yapılan çalışmada, çoklu çözüm etkinlikleri (multiple-solution task) ile yapılan öğretmen eğitimi kursunda, tüm öğretmenlerin çoklu çözüm etkinlikleri ile birleştirilen temel ilişkilendirme türü, "çoklu temsiller" olmuştur. Kurs sonunda, öğretmenlerin çoklu çözüm etkinliklerinde farklılıklar olmasına rağmen, amaçların ifade edilmesinde ve matematiksel ilişkilendirmenin yapımında anlamlı bir değişim görülmüştür. Leikin ve Levav-Waynberg (2007) tarafından yapılan çalışmada ise, çoklu çözümlü ilişkilendirme etkinliklerinde kurama dayalı öneriler ve okul uygulamaları arasındaki uyuşmazlığın, öğretmenlerin bilgisinin yerleşik (kurulu) doğasının neden olduğu bulunmuştur. Ayrıca Leikin ve Levav-Waynberg (2007), öğretmenlerin bir ilişkilendirme etkinliği örneği vermede sıkıntılarının olduğu belirlenmiştir. Bu durum araştırmacılara göre, öğretmenlerin çoğunun ortaokul öğretmeni oluşundan ve ilişkilendirme etkinliği deneyimi eksikliğinden olabilir. Öğretmenlerin oluşturdukları ilişkilendirme etkinliklerinin çoğu somut olmayan örnekler olduğu ve öğretmenlerin söylemlerinden ilişkilendirme etkinliklerinin anlamı hakkında, matematik ve pedagojik düşünmelerinin ilişkisiz ve yerleşik olduğu belirlenmiştir.

Eli et al. (2011) ise ortaokul öğretmen adaylarının etkinlikler ile uğraşırken, işlemsel ve kategorik ilişkilendirme yapma eğiliminde daha fazla olduklarını, yapım ya da öğretimsel matematiksel ilişkilendirme yapmayı daha az yeğlediklerini belirlemişlerdir. Diğer yandan Noss, Healy ve Hoyles (1997), öğrencilerin fonksiyonel ilişkilerin görsel ve sembolik formları arasında ilişkilendirme yapmalarını incelemişlerdir. Çalışmada öğrenciler sıklıkla cebirsel formüllerin ilişkili olmayan algısını geliştirmişler ve problem çözmeden ziyade cebiri bir son nokta olarak algılamışlardır. Eli (2009) ise ortaokul matematik öğretmen adaylarının geometri öğretimi için bilgilerinin düşük gelişmişlik düzeyinde olduğunu ve onlar tarafından yapılan matematiksel ilişkilendirmenin kavramsal olmaktan ziyade daha çok işlemsel olduğunu bulmuştur.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Matematiksel ilişkilendirme becerisi, problem çözme bağlamında öğretmen adayları ile çeşitli araştırmalarda incelendiği görülmektedir. Özellikle lise matematik öğretmen adayları ile ve rutin olmayan problemler ile yapılan çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca yapılan çalışmalarda problem çözme, ilişkilendirme becerisinin ortaya konmasında ve geliştirilmesinde bir bağlam olarak görülmektedir. Bu araştırmada da bu yaklaşım benimsenmiştir. Bu doğrultuda, lise matematik öğretmen adaylarının rutin olmayan problem çözümlerinde matematiksel ilişkilendirme becerileri ve bunların problem çözme becerileri olan ilişkilerinin matematiği öğrenme-öğretme süreçlerine önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının matematiksel ilişkilendirme becerilerini belirlemek ve problem çözme becerisi ile olan ilişkilerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır:

- Öğretmen adaylarının problem çözme bağlamında, Mİ becerilerini kullanma düzeyleri nedir?
- Öğretmen adaylarının matematiksel ilişkilendirme becerileri ile problem çözme becerileri arasında anlamlı ilişkiler var mıdır?
- Öğretmen adaylarının matematiksel ilişkilendirme becerileri, problem çözme becerisinin anlamlı bir yordayıcısı mıdır?

3. YÖNTEM (METHOD)

3.1. Araştırma Modeli (Research Model)

Bu araştırmada matematik öğretmen adaylarının problem çözme bağlamında matematiksel ilişkilendirme becerilerini ortaya çıkarmak amaçlandığından betimsel yöntemlerden özel durum çalışması kullanılmıştır. Özel durum çalışmalarında, belirlenmiş bir olay, bazen bir kişi ya da bir grup ile özel bir durum üzerine yoğunlaşır ve elde edilen veriler çok ince ayrıntıları; sebep-sonuç ve değişkenlerin karşılıklı ilişkileri cinsinden açıklayabilmeye olanak sağlar (Çepni, 2007: 36). Bundan dolayı bu araştırmada, matematik öğretmen adaylarına sunulan problem durumlarına getirecekleri çözümlerde ne tür ve ne düzeyde ilişkilendirme becerisini kullandıkları, matematiksel ilişkilendirme ve problem çözme becerilerinin olası ilişkileri incelenmiştir.

3.2. Çalışma Grubu (Study Group)

Araştırma, Türkiye'nin gelişmiş bir ilindeki bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik öğretmenliğine yeni kayıt olan 28 birinci sınıf matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Birinci sınıfa yeni kayıt olan matematik öğretmen adayları, ilköğretimden başlayarak ortaöğretim ve lise eğitimi boyunca matematik alanına yönelik çeşitli dersleri almış olmaları ve uygulama sürecinden geçmiş olduklarından dolayı çalışma grubuna seçilmiştir. Bu sayede matematik öğretmen adaylarının okula başlangıç durumunda iken matematiksel ilişkilendirme becerilerinin belirlenmesine fırsat vereceği düşünülmüştür. Ayıca önceki öğrenim hayatlarında edindikleri bilgi ve deneyimlerine yönelik çeşitli fikirlerin edinilmesine yol açacaktır.

3.3. Veri Toplama Araçları (Data Collection Tools)

Matematik öğretmen adaylarının problem çözme bağlamında matematiksel ilişkilendirme becerilerini betimlemek amacıyla rutin olmayan üç matematiksel problem durumu seçilmiştir. Bu problem durumlarının öğretmen adaylarının önceki ön öğrenmelerine uygun olmasına özen gösterilmiştir. Problemlerin dil, anlatım ve amaç bakımından uygulanabilirliğini test etmek amacıyla son sınıf öğretmen adayları ile bir ön uygulama yapılmıştır. Bunun sonucunda anlaşılmayan ya da eksik anlaşılan ifade ve durumlar düzeltilmeye çalışılmıştır. Aşağıda örnek problemlerden biri sunulmaktadır.

Problem -1:

Türkiye'de araçların trafik plakaları, rakam ve harflerin oluşturduğu 8 karakterden oluşmaktadır. Sizce, araç plakaları mevcut durumdan daha farklı olarak nasıl geliştirilebilir? (Modelinizdeki plakaları belirlediğiniz genel bir kural doğrultusunda oluşturunuz.)

- Problemi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.
- Oluşturduğunuz modeli açıklayınız.
- Oluşturduğunuz modele dayalı olarak kaç araca plaka verileceğinin hesabı nasıl yapılabilir?
- Elde ettiğiniz her sonucu göz önüne alarak çıkarımlarınızı yazınız.
- Farklı varsayım ve yaklaşımlar ile problemi geliştiriniz ya da genişletiniz ve çözünüz.

Yukarıda sunulan Problem-1 ve diğer problemlerde öğretmen adaylarına rutin olmayan matematiksel problem durumları yöneltilmiştir. Kullanılan problemlerde benimsenen problem çözme becerilerini ortaya çıkarmak için çeşitli yönlendirici sorular ve yönergeler belirtilmiştir. Bu problemlerde öncelikle problemin tespitine yani anlaşılmasına dikkat çekilmiştir. Daha sonra öğretmen adayları, problemin çözümüne götürecek yol-yöntemin seçimi ve matematiksel bir model oluşturma ve oluşturulan modelin çalışabilirliğini göstermeye yönlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının problem çözümünden elde edilen sonuçları belirtme, çıkarımlarda bulunma ve en son basamak olarak problemi farklı varsayım ve yaklaşımlar ile geliştirme ya da genişletme süreçlerinden geçmeleri beklenmektedir.

Öğretmen adaylarına verilen matematiksel problem durumlarına yönelik çözüm sürecinde; *anlama, yol-yöntem, modelleme, doğrulama ve genişletme* basamaklarını verilen yönlendirici sorular ile takip etmeleri istenmektedir (Özgen ve Alkan, 2012). Bu beş aşamalı problem çözme modeli Polya'nın (1973) problem çözme modelinin farklı bir yaklaşımla yorumu olarak görülebilir. İlgili araştırmalarda, Polya'nın problem çözme aşamalarının esnetildiği ya da genişletildiği farklı yaklaşımların olduğu görülmektedir. Verschaffel et al. (1999), Polya'nın problem çözme modelindeki değerlendirme basamağını, sonuçların yorumlanması ve cevabın formüle edilmesi, çözümün değerlendirilmesi şekline dönüştürmüşlerdir. Mason, Burton & Stacey (1985) ise Polya'nın problem çözme basamaklarını esneterek 7 aşamaya genişletmişlerdir (Akt., Passmore, 2007:48). Gonzales (1998), problem kurmayı Polya'nın problem çözme aşamalarının beşincisi olarak tanımlamıştır.

Bu çalışmada benimsenen 5 aşamalı problem çözme modeli çerçevesinde hareket edilmiştir. Bu yaklaşım ile problem çözmenin anlama boyutunda, öğrencilerin problemi tam anlayıp anlamadıklarının belirlenmesi yer almaktadır. Yol-yöntem seçme boyutunda, problem çözümüne ilişkin olası uygun yol-yöntemleri seçme ve uygulama öne çıkmaktadır. Modelleme boyutunda, problemin çözümüne yönelik matematiksel bir model oluşturma ve modelin doğruluğunu, çalışabilir olduğunu gösterme önemli sayılmaktadır. Bunun yanında doğrulama boyutunda, problem çözme süreci ve tüm sonuçlarını özetleme ve kanıtlara dayalı çıkarımlarda bulunma vardır. Genişletme boyutunda ise farklı varsayım ve yaklaşımlar ile problemi genişletme ve geliştirme becerileri incelenmektedir (Özgen ve Alkan, 2012).

Öte yandan problemler günlük yaşamla ve matematiksel modeller ile ilişkili olmasına özen gösterilmiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin problem çözme bağlamında matematiksel ilişkilendirme becerilerini kullanma ve uygulama fırsatı sağlanmaya çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının matematiğin kendi içerisinde ilişkilendirme (MKİİ), farklı disiplinlerle ilişkilendirme (FDİ) ve günlük yaşamla ilişkilendirme (GYİ) becerilerini kullanmaları beklenmiştir. Bu beklenti çalışma grubuna doğrudan söylenmemiştir. Ancak matematiksel bir problemin etkili bir çözümünün sağlanmasında matematiksel ilişkilendirme çok önemli yere sahiptir. Bu doğrultuda problem çözme bağlamında sözü edilen matematiksel ilişkilendirme becerileri ve problem çözme ile olan ilişkileri incelenmiştir. Öğretmen adayları ile yapılan çalışmada, uygulama süreci araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Problemlerin çözümleri için gerekli yeterli zaman verilmiştir. Ayrıca uygulama sürecinde araştırmacı, öğretmen adaylarının olası sorularını yanıtlamıştır. Bu çerçevede öğretmen adaylarının matematiksel problem durumlarına vermiş oldukları yanıtlar yani yazılı dokümanlar veri toplama aracı olarak kabul edilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi (Data Analysis)

Matematik öğretmen adaylarının problem çözme bağlamında ilişkilendirme becerilerinin incelendiği bu çalışmada, elde edilen veriler nitel ve nicel analiz ile değerlendirilmiştir. Çalışma için temel veriler öğretmen adaylarının verilen matematiksel problem durumlarına yönelik vermiş oldukları yanıtlardır. Elde edilen verilerin analizinde nitel analiz yöntemlerinden betimsel analiz tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenip yorumlandığı, doğrudan alıntılara sık sık yer verildiği ve edinilen bulguların düzenlenip yorumlayarak okuyucuya sunmanın amaçlandığı betimsel analiz yöntemi (Yıldırım ve Şimşek, 2005) kullanılmıştır. Bu çerçevede problem çözme süreci beş aşamalı model (*anlama, yol-yöntem, modelleme, doğrulama ve genişletme*) ile değerlendirilmiştir. Benzer şekilde problem çözümlerinden yararlanılarak matematiksel ilişkilendirme becerileri üç aşamada; matematiğin kendi içerisinde ilişkilendirme (MKİİ), farklı disiplinlerle ilişkilendirme (FDİ) ve günlük yaşamla ilişkilendirme (GYİ) becerileri olarak incelenmiştir.

Öğrencilerin matematiksel problem çözme süreçlerini incelemede yazma etkinlikleri, yani yazılı cevaplarının incelenmesi başvurulan yöntemlerden biridir (Bell & Bell, 1985; Pugalee, 2001; Taylor & McDonald, 2007). Ishii (2003), yazma türleri arasında problem çözmenin önemli bir yer tuttuğunu belirtmektedir. Pugalee (2001)ise problem çözme sürecinin incelenmesinin, öğrenci yazılarının bilişsel sürecini açıklamada önemli ipuçları verdiği, öğrencilerin nasıl öğrendikleri, düşündüklerini anlamada kolaylık sağladığını ortaya koymuştur. Bu nedenle bu çalışmada öğretmen adaylarının problem çözme ve matematiksel ilişkilendirme becerilerini incelemek için öğrencilerin yazılı dokümanlarından yararlanılmıştır.

Problem çözme becerilerinin belirlenmesinde derecelendirilmiş puanlama anahtarı (rubrik) kullanılmıştır. Analitik dereceli puanlama anahtarları, "öğrenci performansının çeşitli boyutlarındaki başarı düzeyleri ile ilgili bilgi verir. Bu tür bir puanlama öğrenciye, yaptığı çalışmadaki performansı ile ilgili ayrıntılı geribildirim verir" (Kutlu, Doğan ve Karakaya, 2009: 60). Araştırmada, Özgen ve Alkan (2012) tarafından geliştirilen analitik problem çözme rubriğinin kullanılmasına karar verilmiştir. Problem çözme rubriğinde anlama, yol-yöntem, modelleme, doğrulama ve genişletme boyutlu yapı mevcuttur. Problem çözmenin performans düzeyleri "4, 3, 2, 1 ve 0" olarak belirlenmiştir. Ayrıca matematiksel ilişkilendirme becerilerinin incelenmesinde de rubrik kullanılmıştır. Analitik matematiksel ilişkilendirme rubriğinde, matematiğin kendi içerisinde ilişkilendirme (MKİİ), farklı disiplinlerle ilişkilendirme (FDİ) ve günlük yaşamla ilişkilendirme (GYİ) becerileri değerlendirme ölçütleri olarak kabul edilmiştir (URL-1,2000). Matematiksel ilişkilendirmenin performans düzeyleri "3, 2, 1" şeklinde olup ve "0" düzeyi araştırmacı tarafından eklenerek kllanılmıştır. Problem çözme ve matematiksel ilişkilendirme rubriklerinden elde edilen puanların yorumlanmasında; "Düşük, orta ve yüksek" şeklinde düzeyler kullanılmıştır. "Dizi genişliğinin bulundurulmak istenen grup sayısına bölünmesi" (Tekin, 2007) bağıntısı dikkate alınarak, düzeyler belirlenmiştir.

Problem çözme ve ilişkilendirme becerisi rubriklerinden elde edilen verilerin analizinde, betimsel bilgiler elde etmek amacıyla frekans ve yüzde gibi istatistiklerden yararlanılmıştır. Ayrıca problem çözme bağlamında matematiksel ilişkilendirme ve alt başlıkları olan matematiğin kendi içerisinde ilişkilendirme (MKİİ), farklı disiplinlerle ilişkilendirme (FDİ) ve günlük yaşamla ilişkilendirme (GYİ) becerilerine yönelik öğretmen adaylarının problem çözümlerinden doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ile ilişkilendirme becerileri arasında anlamlı ilişki olup olmadığını incelemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Ayrıca matematiksel ilişkilendirme becerileri olan MKİİ, FDİ ve GYİ problem çözme becerisinin anlamlı bir yordayıcısı olup olmadığını belirlemek için çoklu regresyon analizi kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının problem çözümlerindeki alıntılarda gerçek isimleri yerine *"S-1, S-2…"* gibi kodlamalar kullanılmıştır. Elde edilen veriler araştırmacı tarafından farklı zamanlarda analiz edilerek verilerin analizinin güvenirliği sağlanmaya çalışılmıştır. Buna göre görüş birliği olmayan kodlamalar yeniden ele alınarak nihai karar verilmiştir.

4. BULGULAR (FINDINGS)

Araştırmada elde edilen verilerin analizi sonucunda, alt problemlere göre bulgular sunulmaktadır. Öncelikle öğretmen adaylarının problem çözümlerinde kullandıkları ilişkilendirme türlerine yönelik puanların dağılımı verilmektedir. Tablo 1'de problem çözümlerinde kullanılan MKİİ becerisine yönelik puanların dağılımı yer almaktadır.

Tablo 1. Problem çözümlerinde kullanılan MKİİ becerisine yönelik puanların dağılımı
(Table 1. The distrubution of scores for the problem solving skills used in connections among mathematics)

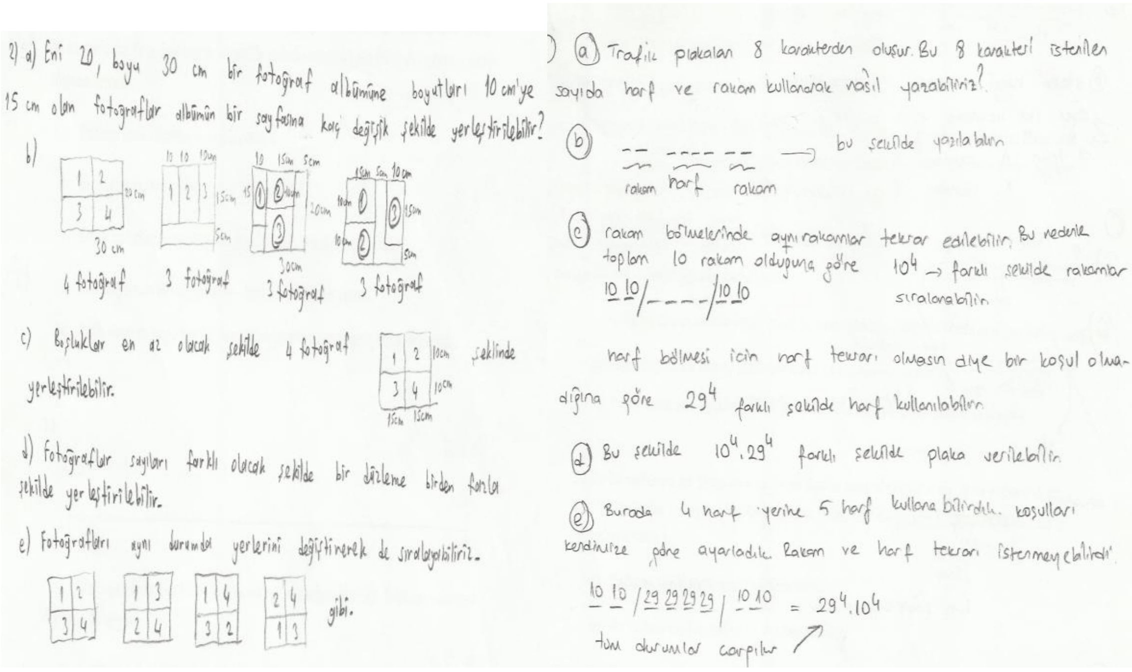
Problem	MKİİ								Toplam
	3p		2p		1p		0p		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
P1	-	-	4	14.2	19	67.8	5	17.8	28
P2	-	-	8	28.5	19	67.8	1	3.5	28
P3	-	-	11	39.2	16	57.1	1	3.5	28

p:Puan; **P1**: Problem -1; **P2**: Problem -2; **P3**: Problem -3

Öğretmen adaylarının MKİİ becerisine yönelik puanları incelendiğinde; hiçbir problem durumunda tam puan (3p) alan bireyin olmadığı görülmektedir. Bunun yanında problem çözümlerinde MKİİ becerisini hiç kullanmayan (0p) bireylerin de olduğu anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarına sunulan her üç problemde de "1p" alan bireylerin sayısının en fazla olduğu saptanmıştır.

Bu bulgular bize, genellikle öğretmen adaylarının problem çözümlerinde, matematiksel kavramlar ve ilkeler arasında çok az ilişki gördüklerini söylemektedir. Matematiğin tüm alanlarındaki kavramları ve ilkeleri genellikle ilişkilendirme ve denk matematiksel modeller kullanma (grafik, sayısal, fiziksel, cebirsel, geometrik ve sözel) kullanma becerilerinin (2p) kısmen bazı bireylerde görüldüğü bulunmuştur. Aşağıda öğretmen adaylarının problem çözümlerinde kullandıkları MKİİ becerisine yönelik örnek bazı durumlar ve söylemler sunulmaktadır.

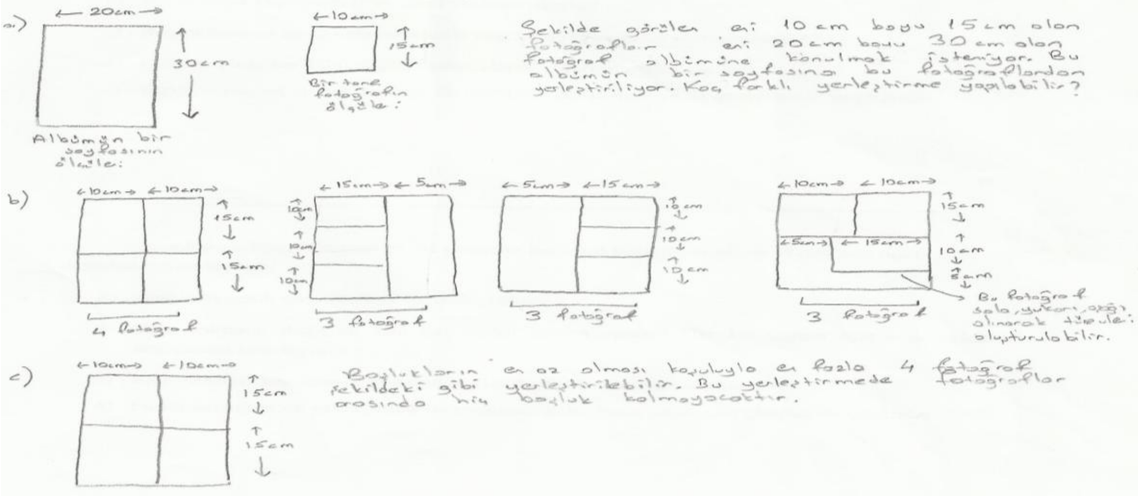
S-1: *Bu çözümden yararlanarak bir dikdörtgenler prizmasının içine boyutları daha küçük dikdörtgenler prizmasını nasıl yerleştirilebileceğini bulabiliriz.*
S-10: *Permütasyon-kombinasyon kullanarak kaç farklı plaka olabileceğini hesaplarım.*
S-24: *Plaka şeklini değiştirerek fakat yüzey alanının aynı kalması şartıyla daha çok araca plaka vermemizi sağlayacak bir plaka nasıl yapılabilir ve bu şekilde kaç araca plaka verilebilir?*



S-14 **S-9**

Şekil 1. S-14 ve S-9'un problem çözümleri
(Figure 1. Problem solutions of S-14 and S-9)

Öğretmen adaylarından S-14 ve S-9'un problem çözümlerinde, matematiksel kavram ve ilkelerin ilişkilendirilmesine yönelik kesitler bulunmaktadır. S-14'ün problem çözümünde farklı temsillerin kullanımı ve alan kavramına yönelik vurguların olduğu görülmektedir. Benzer şekilde S-9'un problem çözümünde farklı temsillerin kullanımı ve sıralama, kombinasyon gibi kavramlara vurgular vardır. Her iki örnek durumda, MKİİ açısından üst düzeyde görülmemesine rağmen, MKİİ becerisinin bazı niteliklerini görmek mümkündür. Benzer şekilde aşağıdaki S-5'in problem çözümünde de MKİİ'ye yönelik zayıf bir durumun olduğu söylenebilir. Bu durumda, sadece farklı temsillerin kullanımı sınırlı düzeyde kalmaktadır.



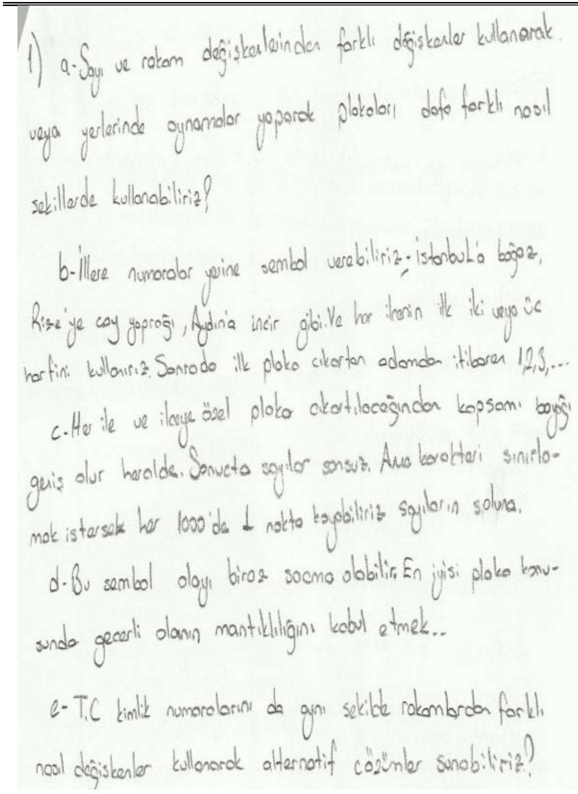
Şekil 2. S-5'in problem çözümü
(Figure 2. Problem solution of S-5)

Tablo 2'de problem çözümlerinde kullanılan FDİ becerisine yönelik puanların dağılımı yer almaktadır.

Tablo 2. Problem çözümlerinde kullanılan FDİ becerisine yönelik puanların dağılımı
(Table 2. The distrubution of scores for the problem solving skills used in connections between mathematics and other disciplines)

Problem	FDİ								Toplam
	3p		2p		1p		0p		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
P1	-	-	-	-	6	21.4	22	78.5	28
P2	-	-	-	-	-	-	28	100	28
P3	-	-	-	-	2	7.1	26	92.8	28

Öğretmen adaylarının FDİ becerisine yönelik puanları incelendiğinde; hiçbir problemde "3p" ve "2p" alan bireyin olmadığı görülmektedir. Bu durum, problem çözümlerinde diğer disiplinlerdeki matematiksel örüntüleri belirleme ve açıklama, diğer disiplinlere matematiksel düşünmeyi ve modellemeyi transfer etme gibi becerilerin kullanılmadığını göstermektedir. Ayrıca FDİ becerisini hiç kullanmayan (0p) bireylerin sayısının çokluğu göze çarpmaktadır. Yalnızca P-1 ve P-3 durumlarında bazı bireylerin FDİ becerisini kullandıkları (1p) ve bunların sayısının çok az olduğu anlaşılmaktadır. Bu bireylerin problem çözümlerinde kısmi olarak FDİ becerisinin yansımaları mevcuttur. Aşağıda öğretmen adaylarının problem çözümlerinde kullandıkları FDİ becerisine yönelik örnek bazı durumlar ve söylemler yer almaktadır.



1) a-Sayı ve rakam değişkenlerinden farklı değişkenler kullanarak veya yerlerinde oynamalar yaparak plakaları daha farklı nasıl şekillerde kullanabiliriz?

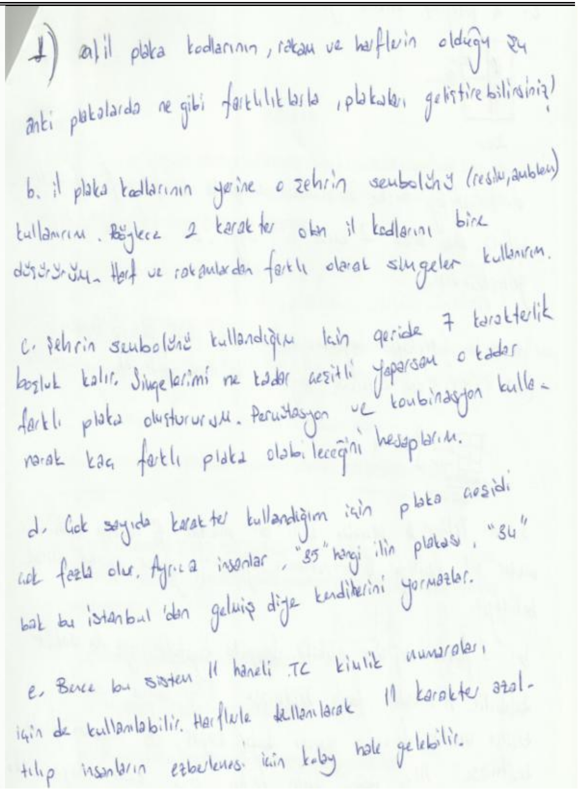
b-İllere numaralar yerine sembol verebiliriz-İstanbul'a boğaz, Rize'ye çay yaprağı, Aydın'a incir gibi. Ve her ilin ilk iki veya üç harfini kullanırız. Sonrada ilk plaka çıkartan adamdan itibaren 1,2,3,...

c-Her ile ve ilçeye özel plaka çıkartılacağından kapsamı bayağı geniş olur haliyle. Sonuçta sayılar sonsuz. Ama karakteri sınırlamak istersek her 1000'de 1 nokta koyabiliriz sayıların sonuna.

d-Bu sembol olayı biraz saçma olabilir. En iyisi plaka konusunda geçerli olanın mantıklılığını kabul etmek..

e-T.C kimlik numaralarını da aynı şekilde rakamlardan farklı nasıl değişkenler kullanarak alternatif çözümler sunabiliriz?

S-23



1) a) il plaka kodlarının, rakam ve harflerin olduğu şu anki plakalarda ne gibi farklılıklarla, plakaları geliştirebiliriz?

b. il plaka kodlarının yerine o şehrin sembolünü (resim, amblem) kullanırım. Böylece 2 karakter olan il kodlarını bire düşürürüm. Harf ve rakamlardan farklı olarak simgeler kullanırım.

c. Şehrin sembolünü kullandığım için geride 7 karakterlik boşluk kalır. Simgelerimi ne kadar çeşitli yaparsam o kadar farklı plaka oluştururum. Permütasyon ve kombinasyon kullanarak kaç farklı plaka olabileceğini hesaplarım.

d. Çok sayıda karakter kullandığım için plaka çeşidi çok fazla olur. Ayrıca insanlar, "35" hangi ilin plakası, "34" bak bu İstanbul'dan gelmiş diye kendilerini yormazlar.

e. Bence bu sistem 11 haneli TC kimlik numaraları için de kullanılabilir. Harflerle kullanılarak 11 karakter azalıp insanların ezberlemesi için kolay hale gelebilir.

S-10

Şekil 3. S-23 ve S-10'un problem çözümleri
(Figure 3. Problem solutions of S-23 and S-10)

Öğretmen adaylarından S-23 ve S-10'un problem çözümlerinde, farklı disiplinlerle ilişkilendirmeye yönelik yansımalar bulunmaktadır. Her iki problem çözümünde de FDİ becerisine yönelik çok zayıf ilişkilendirmenin bulunduğu söylenebilir. Her iki durumda P-1'e yönelik çözümlerden seçilmiştir. Burada öğretmen adaylarının alternatif model oluşturma süreçlerinde S-23'ün farklı yaklaşımı göze çarpmaktadır. S-23'ün önerdiği modele göre araçların trafik plakalarını oluşturmada, illere numara yerine sembollerin kullanılması gerektiğini belirtmektedir.

S-23: *İller numara yerine sembol verebiliriz; İstanbul'a boğaz, Rize'ye çay, Aydın'a incir gibi.*

Bununla birlikte S-10 ise modelinde, sayılar yerine o şehrin öne çıkan sembollerinin kullanımından söz etmektedir. Ayrıca devamında bireylerin kimlik numaralarının yerine oluşturduğu modelin kullanılmasının faydalı olacağını belirtmektedir.

S-10: *İl plaka kodlarının yerine, o şehrin sembolünü (resim, amblem) kullanırım. Böylece 2 karakter olan il kodlarını bire düşürürüm. Harf ve rakamlardan farklı olarak simgeler kullanırım.*

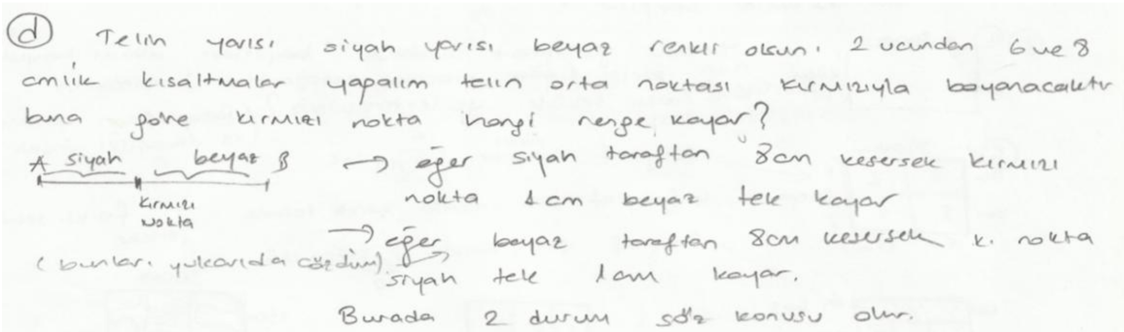
S-10: *Bence bu sistem 11 haneli TC kimlik numaraları için de kullanılabilir.*

S-23 ve S-10 örnekleri gibi diğer öğretmen adaylarında da matematiksel örüntüleri, düşünmeyi ve modellemeyi diğer disiplinlerde belirleme, açıklama ve transfer etme becerilerinin oldukça düşük düzeyde kaldığı bulunmuştur. Tablo 3'te problem çözümlerinde kullanılan GYİ becerisine yönelik puanların dağılımı yer almaktadır.

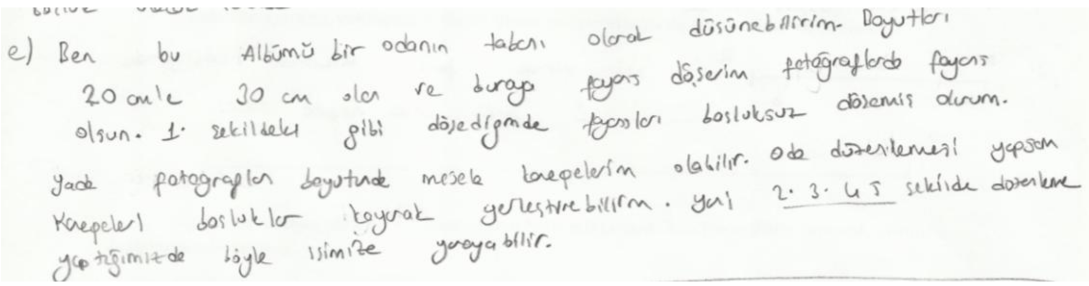
Tablo 3. Problem çözümlerinde kullanılan gyi becerisine yönelik puanların dağılımı
(Table 3. The distrubution of scores for the problem solving skills used in connections between mathematics and real world)

Problem	GYİ								Toplam
	3p		2p		1p		0p		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
P1	-	-	-	-	14	50.0	14	50.0	28
P2	-	-	-	-	4	14.2	24	85.7	28
P3	-	-	2	7.1	12	42.8	14	50.0	28

MKİİ ve FDİ'ye yönelik bulgulara benzer şekilde öğretmen adaylarının GYİ becerisine yönelik puanları incelendiğinde; hiçbir problemde tam puan (3p) alan bireyin olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte GYİ becerisinde de, problem çözümlerinde bu beceriyi hiç kullanamayanların (0p) sayısının çok fazla olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarına sunulan her üç problemde de "1p" alan bireylerin sayısının en fazla olduğu saptanmıştır. Bu durum, günlük yaşamda matematik kullanmayı fark etme, açıklama ya da girişimde bulunma becerilerinin kısmen yansıtıldığını göstermektedir. . Aşağıda öğretmen adaylarının problem çözümlerinde kullandıkları GYİ becerisine yönelik örnek bazı durumlar sunulmaktadır.


d) Telin yarısı siyah yarısı beyaz renkli olsun. 2 ucundan 6 ve 8 cm'lik kısaltmalar yapalım telin orta noktası kırmızıyla boyanacaktır buna göre kırmızı nokta hangi renge kayar?
A siyah beyaz B → eğer siyah taraftan 8cm kesersek kırmızı nokta 1 cm beyaz tele kayar
kırmızı nokta
→ eğer beyaz taraftan 8cm kesersek k. nokta siyah tele 1cm kayar.
(bunları yukarıda çözdüm)
Burada 2 durum söz konusu olur.

Şekil 4. S-9'un problem çözümü
(Figure 4. Problem solution of S-9)


e) Ben bu Albümü bir odanın tabanı olarak düşünebilirim. Boyutları 20 cm'lik 30 cm olan ve durago fayans döşerim fotoğraflarda fayans olsun. 1. şekildeki gibi döşediğimde fayanslar boşluksuz döşenmiş olurum. Yada fotoğraflar boyutunda mesela karepelerim olabilir. Oda düzenlemesi yapsam Karepeleri boşluklar bırak yerleştirebilirim. Yani 2. 3. 4. 5 şekilde düzenleme yaptığımızda böyle işimize yarayabilir.

Şekil 5. S-2'nin problem çözümü
(Figure 5. Problem solution of S-2)

Yukarıdaki şekillerde S-9 ve S-2'nin problem çözümlerinde günlük yaşamda matematiğin kullanımına yönelik bazı yansımalar bulunmaktadır. Öğretmen adayı S-9, sunulan P-3 durumuna çözüm getirdikten sonra problemi farklı varsayım ve yaklaşım kullanarak genişletme yoluna gitmiştir. S-9, problem çözümünden yola çıkarak günlük yaşam bağlamındaki durum ile ilişkilendirmeye çalışmıştır.

S-9: *Telin yarısı siyah, yarısı beyaz renkli olsun. Telin iki ucundan 6 ve 8 cm kısaltalım. Telin orta noktası kırmızı renk ile boyanacaktır. Buna göre kırmızı nokta hangi renge kayar?*

Benzer şekilde, S-2'de P-2 durumuna çözüm getirdikten sonra problemi farklı varsayım ve yaklaşım kullanarak genişletme yoluna gitmiştir. S-2, sunulan P-2 probleminin koşullarını ve bağlamını değiştirerek günlük yaşam ile ilişkilendirmeye çalışmıştır. S-9 ve S-2 örnekleri gibi diğer öğretmen adaylarında da günlük yaşamla matematiği ilişkilendirme oldukça düşük düzeyle kaldığı saptanmıştır.

S-2: *Ben bu albümü bir odanın tabanı olarak düşünebilirim. Boyutları 20 ve 30 cm fayansları farklı şekillerde döşerim.*

S-1: *Aynı çözümü iki ucundan yanmakta olan ip probleminde de kullanabiliriz.*

Tablo 4'te öğretmen adaylarının verilen üç matematik probleminin çözümünden sonra, toplam problem çözme puanları ve MKİİ, FDİ ve GYİ becerilerine yönelik puanları sunulmaktadır.

Tablo 4. Problem çözme ve ilişkilendirme becerilerine yönelik puanların karşılaştırılması
(Table 4. Compraison of scores for problem solving and connections skills)

Öğrenci	Problem Çözme Puanı	Problem Çözme Düzeyi	MKİİ Puanı	FDİ Puanı	GYİ Puanı	İlişkilendirme Puanı	İlişkilendirme Düzeyi
S1	33	Orta	5	0	2	7	Düşük
S2	21	Orta	4	0	1	5	Düşük
S3	25	Orta	6	0	0	6	Düşük
S4	16	Düşük	4	0	1	5	Düşük
S5	24	Orta	4	0	0	4	Düşük
S6	12	Düşük	2	0	0	2	Düşük
S7	20	Orta	5	0	1	6	Düşük
S8	21	Orta	4	0	0	4	Düşük
S9	27	Orta	5	0	2	7	Düşük
S10	27	Orta	4	1	2	7	Düşük
S11	17	Düşük	3	0	2	5	Düşük
S12	15	Orta	3	0	2	5	Düşük
S13	19	Orta	3	0	2	5	Düşük
S14	19	Orta	4	0	2	6	Düşük
S15	23	Orta	3	1	2	6	Düşük
S16	19	Orta	3	0	0	3	Düşük
S17	8	Düşük	2	0	1	3	Düşük
S18	26	Orta	3	1	2	6	Düşük
S19	13	Düşük	2	1	1	4	Düşük
S20	21	Orta	4	1	2	7	Düşük
S21	15	Düşük	3	0	1	4	Düşük
S22	29	Orta	5	0	1	6	Düşük
S23	20	Orta	3	1	3	7	Düşük
S24	15	Düşük	3	1	1	5	Düşük
S25	15	Düşük	3	0	0	3	Düşük
S26	13	Düşük	2	0	0	2	Düşük
S27	24	Orta	4	0	2	6	Düşük
S28	18	Düşük	4	1	1	6	Düşük

Öğretmen adaylarının problem çözme becerisine yönelik puanların "Düşük" ve "Orta" düzeyde olduğu ve %35.7'sinin düşük düzeyde, geri kalanı ise orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının ilişkilendirme becerisine yönelik puanlarında ise tümünün düşük düzeyde olduğu bulunmuştur. Hem problem çözme hem de ilişkilendirme becerisine yönelik puanlarda "yüksek" düzeyde puanların olmadığı saptanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının %64.3'ünün problem çözme becerisi orta düzey ve ilişkilendirme becerisinin düşük düzeyde olduğu ve geri kalanının ise her iki beceride de düşük düzeyde oldukları anlaşılmaktadır. Ayrıca MKİİ, FDİ ve GYİ becerilerine yönelik toplam puanlarda ise genelde MKİİ puanlarının yüksek ve FDİ puanlarının ise düşük olduğu görülmektedir. Özellikle FDİ becerisine yönelik toplam puanlarda "0" puana sahip olan öğretmen adaylarının sayısının (f=20) fazla olduğu belirlenmiştir. Benzer durum GYİ becerisine yönelik toplam puanlarda da gözlenmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının MKİİ becerisine yönelik toplam puanlarının da çok yüksek olduğu söylenemez. Ancak problem çözme sürecinde bu üç tür ilişkilendirme becerileri arasında en çok MKİİ becerisini kullandıkları görülmektedir. Öğretmen adayları problem çözme sürecinde FDİ becerisini hemem hemen hiç kullanmazken, GYİ becerilerinin kullanımı ise çok düşük düzeyde kalmaktadır.

Tablo 5'te öğretmen adaylarının problem çözme ve ilişkilendirme becerileri arasındaki ilişkileri inceleyen korelasyon analizi bulguları yer almaktadır.

Tablo 5. Problem çözme ve ilişkilendirme becerileri arasındaki korelasyon katsayıları
(Table 5. Correlation coefficients between problem solving and connections skills)

İlişkilendirme Becerileri / Problem Çözme Becerileri	MKİİ	FDİ	GYİ	İlişkilendirme Toplam
Anlama	.724** .000	-.008 .970	.087 .658	.543** .003
Yol-yöntem	.789** .000	-.082 .677	.043 .827	.539** .003
Modelleme	.671** .000	-.110 .578	.024 .903	.439* .000
Doğrulama	.742** .000	-.166 .399	.172 .382	.556** .002
Genişletme	.125 .525	.428* .023	.702** .000	.622** .000
Problem Çözme Toplam	.754** .000	.062 .754	.317 .100	.717** .000

***p<.05; **p<.01; n=28**

Problem çözme ve ilişkilendirme becerileri arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde; MKİİ becerisi ile anlama ($r=0.724$; $p<.01$), yol-yöntem ($r=0.789$; $p<.01$), doğrulama ($r=0.742$; $p<.01$) ve toplam problem çözme puanları ($r=0.754$; $p<.01$) arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir. FDİ becerisi ile genişletme ($r=0.428$; $p<.05$) arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bunun yanında GYİ becerisi ile genişletme ($r=.702$; $p<.01$) arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca, ilişkilendirme ve problem çözme toplam puanları ($r=.717$; $p<.01$) arasında yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. İlişkilendirme toplam puanı ile anlama, yol-yöntem, modelleme, doğrulama ve genişletme puanları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir.

Tablo 6'da öğretmen adaylarının ilişkilendirme becerilerinin, problem çözme becerisinin anlamlı yordayıcı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu regresyon analizi bulguları sunulmaktadır.

Tablo 6. Problem çözme becerisinin yordanmasına ilişkin çoklu regresyon analizi sonuçları
(Table 6. Predict the results of multiple regression analysis of problem solving skills)

Değişken	B	Standart Hata	β	t	p	İkili r	Kısmi r
Sabit	2.434	2.680	-	.908	.373	-	-
MKİİ	4.256	.689	.766	6.178	.000	.754	.784
FDİ	1.625	1.681	.130	.967	.343	.062	.194
GYİ	1.420	.867	.217	1.639	.114	.317	.317
$R=0.809$		$R^2=0.655$		$F_{(3-24)}=15.163$		$p=.000$	

MKİİ, FDİ ve GYİ değişkenleri birlikte, problem çözme becerisi puanları ile yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir ($R=0.809$, $R^2=0.655$, $p<.01$). Adı geçen üç değişken birlikte, problem çözme becerisindeki toplam varyansın yaklaşık %66'sını açıklamaktadır.

Yordayıcı değişkenlerle, yordanan değişken arasındaki ikili ve kısmi korelasyonlar incelendiğinde, MKİİ ile problem çözme becerisi arasında pozitif ve yüksek düzeyde bir ilişkinin (r= 0.754) olduğu, diğer değişkenler kontrol edildiğinde iki değişken arasındaki korelasyonun ise r= 0.784 olarak hesaplandığı görülmektedir. Benzer şekilde, diğer değişkenler ile ikili korelasyonlar incelendiğinde, problem çözme becerisi ile FDİ (r= 0.062) değişkeni arasında pozitif ve düşük düzeyde ilişki olduğu görülmektedir. Diğer değişkenler kontrol edildiğinde, problem çözme becerisi ile FDİ (r= 0.194) değişkeni arasında pozitif ve düşük düzeyde ilişki olduğu görülmektedir. Son olarak GYİ değişkeni ile problem çözme becerisi arasında pozitif ve düşük düzeyde ilişki (r=0.317) olduğu anlaşılmaktadır.

Standardize edilmiş regresyon katsayısına (β) göre, yordayıcı değişkenlerin problem çözme becerisi üzerindeki göreli önem sırası azalan yönde; MKİİ, FDİ ve GYİ şeklindedir. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise, sadece MKİİ değişkeninin problem çözme becerisi üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre problem çözme becerisinin yordanmasına ilişkin matematiksel model aşağıda verilmiştir:

Problem Çözme= 2.434 + 4.256 MKİİ + 1.625 FDİ + 1.420 GYİ

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER (DISCUSSION, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışmada, matematik öğretmen adaylarının problem çözme kapsamında matematiksel ilişkilendirme becerilerinin düzeyi ve problem çözme boyutları ile olan ilişkileri incelenmiştir. Bu doğrultuda, matematiksel ilişkilendirme MKİİ, FDİ ve GYİ boyutlarında ele alınmıştır. Öte yandan problem çözme becerisi ise anlama, yol-yöntem, modelleme, doğrulama ve genişletme boyutlarında olduğu kabul edilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin analizi sonucunda matematik öğretmen adaylarının problem çözme kapsamında ilişkilendirme becerilerinin üst düzeyde olduğu söylenemez. Matematik öğretmen adayları verilen üç problem durumunun çözümünde en fazla MKİİ becerisini kullanırken, FDİ ve GYİ becerileri daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada, Eli et al. (2011) ise ortaokul öğretmen adaylarının etkinlikler ile uğraşırken, işlemsel ve kategorik ilişkilendirme yapma eğiliminin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmadaki bulgular ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Çünkü öğretmen adaylarının daha çok MKİİ becerisini kullanmaları onların işlemsel bilgileri, kavramsal ve anlama dayalı süreç ve becerilere tercih ettiklerinin göstergesi olabilir. Önceki yapılan çalışmalarda da bu durum ortaya konmuştur. Öğretmen adaylarının işlemsel bilgiye daha önem verdikleri ve işlemsel bilgi ile kavramsal bilgi arasındaki geçişlerde sorunların olduğu bazı çalışmalarda belirlenmiştir (Delice ve Sevimli, 2009; Toluk-Uçar, 2011). Benzer bir çalışmada Eli (2009) ise matematik öğretmen adaylarının geometri öğretimi için bilgilerinin düşük düzeyde olduğunu ve yapılan matematiksel ilişkilendirmenin kavramsal olmaktan ziyade daha çok işlemsel olduğunu belirlemiştir. İşlemsel bilgiye kavramsal bilgiden, anlamadan daha önem veren ve böyle bir yaklaşım içinde bulunan öğretmen adayının ilişkilendirmenin diğer türleri olan FDİ ve GYİ becerilerinin yüksek düzeyde olması beklenmez.

Öte yandan öğretmen adaylarının verilen üç rutin olmayan problem çözme becerilerinin de orta ve düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Burada özellikle rutin olmayan problem durumundan kaynaklanan bir sonuç olabilir. Çünkü yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının problem çözmede çeşitli güçlüklerinin olduğu belirlenmiştir (Özgen ve Alkan, 2012). Ayrıca problem çözmeyi anlama, yol-yöntem, modelleme, doğrulama ve genişletme boyutlu bir yapı ve süreçte gerçekleştirmede deneyim eksikliklerinin olduğu söylenebilir. Benzer şekilde öğretmen adaylarının tamamının ilişkilendirme puanlarının düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu durum üzerinde durulması gereken ciddi bir sonuçtur. Çünkü problem çözmeyi orta düzeyde başaran bir birey bile ilişkilendirme becerisi bakımından düşük düzeyde kalmıştır. Benzer bir çalışmada, Leikin ve Levav-Waynberg (2007), öğretmenlerin bir ilişkilendirme etkinliği örneği vermede sıkıntılarının olduğu belirlenmiştir. Bu durum araştırmacılara göre, öğretmenlerin çoğunun ortaokul öğretmeni oluşundan ve ilişkilendirme etkinliği deneyimi eksikliğinden olabilir. Öğretmenlerin oluşturdukları ilişkilendirme etkinliklerinin çoğu somut olmayan örnekler olduğu ve öğretmenlerin söylemlerinden ilişkilendirme etkinliklerinin anlamı hakkında, matematik ve pedagojik düşünmelerinin ilişkisiz ve yerleşik olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmadaki bulgular ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Çünkü öğretmen adaylarının çoğu ilişkilendirme becerisi bakımından çok düşük düzeyde kalmışlardır. Ayrıca yapılan ilişkilendirme örnekleri ya da durumları da gelişmiş bir yapıda olduğu söylenemez.

Matematiksel ilişkilendirme ile yapılan birçok çalışmada problem çözme bir bağlam olarak kabul edilmektedir (Evitts, 2004; Lee, 2012; Rickard, 1995). Bu çalışmada da bu kabul ile yola çıkılmıştır. Yani problem çözme ve matematiksel ilişkilendirme arasında güçlü ilişkilerin olduğu varsayımı ile hareket edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, bu varsayımın doğruluğu bir dereceye kadar kanıtlanmıştır. Çünkü öğretmen adaylarının MKİİ becerisi ile anlama, yol-yöntem, doğrulama boyutları arasında pozitif ve yüksek düzeyde ilişki, FDİ ve GYİ becerileri ile genişletme boyutu arasında pozitif orta ve yüksek düzeyde ilişkiler bulunmuştur. Bu bulgular, matematiksel ilişkilendirmenin ayrık bir matematiksel beceri olmadığını gösterir. Özellikle problem çözme ile matematiksel ilişkilendirmenin önemli düzeyde ilişkiler içerdiği anlaşılmaktadır. Yapılan birçok çalışmada da ilişkilendirme becerisinin incelenmesinde ya da geliştirilmesinde problem çözmenin bir bağlam olarak kullanılmasının doğruluğu kanıtlanmıştır. Matematiksel ilişkilendirme türlerinin belirli problem çözme boyutlarında ilişkili olması bu örneklem grubu ile sınırlıdır. Ancak gerçek anlamda problem çözme boyutlarının hangisinde, ne tür bir ilişkilendirmenin yüksek düzeyde ilişkili olduğu sorusu daha geniş örneklem grupları ile incelenmelidir. Bu doğrultuda, bazı problem çözme boyutlarında belirli ilişkilendirme türünün daha üst düzeyde ilişki vermesi de beklenen bir sonuçtur. Bu çalışmadaki genişletme boyutu ile FDİ ve GYİ becerilerinin ilişkili olması bu duruma örnek gösterilebilir.

Bununla birlikte, MKİİ, FDİ ve GYİ değişkenleri birlikte, problem çözme becerisi puanları ile yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki verdiği bulunmuştur. Üç değişken birlikte, problem çözme becerisindeki toplam varyansın yaklaşık %66'sı gibi yüksek bir yüzde ile açıklamaktadır. Bu bulgulardan da yine porblem çözme ile matematiksel ilişkilendirme arasında güçlü ilişkilerin olduğu doğrulanmaktadır. Öte yandan, regresyon analizine göre MKİİ değişkeninin problem çözme becerisi üzerinde anlamlı bir yordayıcı olduğu bulunmuştur. Burada yalnızca MKİİ değişkeninin anlamlı bir yordayıcı olması çalışma grubunun yapısından ve sahip oldukları bilgi, beceri ve yaklaşımlardan kaynaklanabilir. Businskas (2008) yaptığı çalışmada, öğretmenlerin ilişkilendirme hakkındaki görüşlerinin tamamen öğretim hakkındaki düşünceleri ile sınırlandırılmış olduğunu belirtmektedir. Çalışmada öğretmenlerin sadece birkaçının öğrencilerin ilişkilendirmeleri hakkında açıkça konuştuğunu ve öğretmenlerin belirli matematiksel ilişkilendirme bilgisine örtülü bir şekilde sahip oldukları belirlenmiştir.

Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının problem çözme kapsamında matematiksel ilişkilendirme becerilerini etkili ve üst düzeyde kullanamadıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Bu durumun oluşmasında öğretmen adaylarının matematiksel bilgi ve anlamın oluşturulmasına yönelik yaklaşımları etkilidir. Çünkü yalnızca işlemsel bilgiyi değerli gören bir yaklaşım ile ilişkilendirme becerilerinin gelişmiş olması beklenemez. Bunun doğal bir sonucu olarak öğretmen adaylarının problem çözümlerinde MKİİ becerilerinin daha baskın olduğu, yani FDİ ve GYİ becerilerinden daha üst düzeyde çıktığı görülmektedir. Burada, öğretmen adaylarının geçmiş yaşantılarında matematiksel ilişkilendirmeye yönelik eksik bilgi, beceri ve deneyimlere sahip oldukları söylenebilir. Bu durumun iyileştirilmesi için öğretmen adaylarının yetiştirilme süreçlerinde yaklaşımlarının, bilgi, beceri ve deneyimlerinin geliştirilmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Leikin ve Levav-Waynberg (2007) çalışmalarındaki bulgularına dayanarak, ilişkilendirme etkinliklerinin öğretmenlerin konu alan bilgisi, pedagojik ve öğretimsel içerik bilgisinin geliştirilmesinde etkili bir araç olarak hizmet edebileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Chapman (2006) öğretmen adayları için öğretnme fırsatları yalnızca nasıl problem çözüleceğini içermemesi gerektiğini, bunun yanında nasıl analiz, temsil ve problemleri karşılaştırmayı içermesi gerektiğini önermektedir. Özellikle alan eğitimi ve bunun paralelinde alan derslerinde matematiğin diğer bilimlerden ve günlük yaşamdan ayrık olmadığı kuramsal ve uygulamalı olarak gösterilmeli ve bu yaklaşıma yönelik adımların tutarlılık içinde atılması gerekmektedir. Evitts (2004) göre eğer ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel ilişkilendirmeleri oluşturmaları, vurgulamaları ve kullanmaları bekleniyorsa, sonra onların esnek akışkan ve birbirine bağlı olan bir matematik kavrayışını edinmelidirler. Bu doğrultuda, öğretmen adaylarının eğitim süreçleri boyunca matematiksel ilişkilendirmenin, matematiği öğrenme-öğretme sürecindeki önemine yönelik farkındalık düzeylerinin arttırılması gerekmektedir.

Öte yandan bu çalışmada da, problem çözme ve ilişkilendirme gibi iki önemli matematiksel becerinin birbirinden ayrık olmadığı ve matematiği öğrenme-öğretme süreçlerinde önemli unsurlar olduğuna yönelik izlenimler görülmektedir. Öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinde ilişkilendirme becerilerini kullanmamaları ya da yetersiz kullanmalarının nedenleri daha kapsamlı incelenmelidir. Özellikle bu çalışmada, problem çözmenin boyutlarında ilişkilendirme yapmaları istenmesine rağmen (örneğin, genişletme boyutu), etkili ve üst düzeyde FDİ ve GYİ becerilerinin kullanılamadığı görülmüştür. Alan eğitimi derslerinde ilişkiledirme becerilerinin önemine ve farkındalık düzeyine yönelik adımların atılması gerekmektedir. Özellikle matematiksel bilgi ve anlamın oluşmasında MKİİ becerisi daha kapsamlı olarak ele alınmalıdır. Bununla birlikte GYİ ve FDİ becerilerinin geliştirilmesinde matematik ve günlük yaşam, diğer disiplinlerde matematik konuları daha çok incelenmelidir.

Bu çalışma, sınırlı sayıda matematik öğretmen adayı ile belirli rutin olmayan problemlerin çözümü kapsamında ilişkilendirme becerileri incelenmiştir. İleride yapılacak olan çalışmalarda, başka örneklem grupları ile problem çözmenin farklı yönleri ve diğer problem türleri ile matematiksel ilişkilendirme becerileri daha kapsamlı olarak incelenmelidir. Ayrıca öğretmen adaylarının ilişkilendirme yapmadaki belirgin güçlükleri ve sınırlılıkları araştırılmalıdır. Öğrenme-öğretme sürecindeki aktörler olan öğretmen, öğrenci ve öğretmen adayı açısından matematiksel ilişkilendirme becerilerinin geliştirilmesine yönelik nelerin yapılabileceği kuramsal ve uygulamalı çalışmalar ile daha çok tartışılmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ball, D.L., Hill, H., and Bass, H., (2005). Knowing Mathematics for Teaching: Who Knows Mathematics well Enough to Teach Third (Grade, and How Can We Decide? American Educator, 29(3), 14-46.
2. Bell, E.S., and Bell, R.N., (1985). Writing and Problem Solving: Arguments in Favour of Synthesis. School Science andMathematics, 85(3), 210-221. DOI: 10.1111/j.19498594.1985.tb09614.x
3. Bodner, B.L., (2006). Bridges 2006: Mathematical Connectins in Art, Music, and Science. Conference Report. 4-9 August 2006, London. Nexus Network Journal, 9(1), 145-149.
4. Bosse, M.J., (2003). The Beauty of "And" And "Or": Connections within Mathematics for Students with Learning Differences. Mathematics and Computer Education, 37(1), 105-114.
5. Brutlag, D. and Maples, C., (1992). Making Connections: Beyond The Surface. The Mathematics Teacher, 85(3), 230-235.
6. Businskas, A.M., (2008). Conversations About Connections: How Secondary Mathematics Teachers Conceptualize and Contend with Mathematical Connections. Yayinlanmamiş Doktora Tezi, Simon Fraser University.
7. Chapman, O., (2012). Challenges in Mathematics Teacher Education. Journal of Mathematics Teacher Education, 15(4), 263-270. DOI: 10.1007/s10857-012-9223-2

8. Chapman, O., (2006). Preservice Elementary Teachers' Conceptual Understanding of Word Problems. In J. Novotna´, H. Moraova´, M. Kra´tka´, and N. Stehlı´kova´ (Eds.), Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 1, p. 372, Prague, Czech Republic: PME.
9. Cotti, R. and Schiro, M., (2004). Connecting Teacher Belief to the Use of Children's Literature in the Teaching of Mathematics. Journal of Mathematics Teacher Education,7(4), 329-356. DOI: 10.1007/s10857-004-1787-z
10. Coxford, A.F., (1995). The Case for Connections. In P. A. House and A.F. Coxford (Eds.), Connecting Mathematics across the Curriculum, pp. 3-12. Reston, VI: National Council of Teachers of Mathematics.
11. Çepni, S., (2007). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş (3. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
12. Delice, A. ve Sevimli, E., (2010). Matematik Öğretmeni Adaylarının Belirli İntegral Konusunda Kullanılan Temsiller İle İşlemsel ve Kavramsal Bilgi Düzeyleri. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9(3), 581-605.
13. Eli, J.A., (2009). An Exploratory Mixed Methods Study of Prospective Middle Grades Teachers' Mathematical Connections while Completing Investiagtive Tasks in Geometry. Yayınlanmamış Doktora Tezi, University of Kentucky.
14. Eli, J.A., Mohr-Schroeder, M.J., and Lee, C.W., (2011). Exploring Mathematical Connections of Prospective Middle-Grades Teachers through Card-Sorting Tasks. Mathematics Education Research Journal, 23(3), 297-319. DOI: 10.1007/s13394-011-0017-0
15. Evitts, T.A., (2004). Investigating the Mathematical Connections that Preservice Teachers Use and Develop while Solving Problems from Reform Curricula. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Pennsylvania State University College of Education.
16. Flores, A., (1992). Mathematical Connection with a Spirograph. The Mathematics Teacher, 85(2), 129-132.
17. Gainsburg, J., (2008). Real-World Connections in Secondary Mathematics Teaching. Journal of Mathematics Teacher Education, 11(3), 199-219. DOI: 10.1007/s10857-007-9070-8
18. Gonzales, N.A., (1998). A Blueprint for Problem Posing. School Science and Mathematics, 98(8), 448-465. DOI: 10.1111/j.1949-8594.1998.tb17437.x
19. Guberman, R. and Leikin, R., (2013). Interesting and Difficult Mathematical Problems: Changing Teachers' Views by Employing Multiple-Solution Tasks. Journal of Mathematics Teacher Education, 16(1), 33-56. DOI: 10.1007/s10857-012-9210-7
20. Hiebert, J., and Carpenter, T., (1992). Learning and Teaching with Understanding. In D. Grouws (Ed.), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 65–97). New York: Macmillan.
21. Ishii, D.K., (2003). First-Time Teacher-Researchers Use Writing in Middle School Mathematics Instruction. The Mathematics Educator, 13(2), 38-46.
22. Kutlu, Ö., Doğan, C.D. ve Karakaya, İ., (2009). Öğrenci Başarısının Belirlenmesi Performansa ve Portfolyoya Dayalı Durum Belirleme (2. Baskı). Ankara: PegemA.
23. Lee, J.E., (2012). Prospective Elementary Teachers' Perceptions of Real-Life Connections Reflected in Posing and Evaluating

Story Problems. Journal of Mathematics Teacher Education, 15(6), 429-452. DOI: 10.1007/s10857-012-9220-5
24. Leikin, R., (2011). Multiple Solution Tasks: From a Teacher Education Course to Teacher Practice. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 43(6-7), 993-1006. DOI: 10.1007/s11858-011-0342-5
25. Leikin, R. and Levav-Waynberg, A., (2007). Exploring Mathematics Teacher Knowledge to Explain the Gap between Theory-Based Recommendations and School Practice in the Use of Connecting Tasks. Educational Studies in Mathematics, 66(3), 349-371. DOI: 10.1007/s10649-006-9071-z
26. Lockwood, E., (2011). Students Connections among Counting Problems: An Exploration Using Actor-Oriented Transfer. Educational Studies in Mathematics, 78(3), 307-322. DOI: 10.1007/s10649-011-9320-7.
27. MEB. (2005). Matematik Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu(9-12. Sınıflar). Ankara.
28. Monroe, E.E. and Mikovch, A.K., (1994). Making Mathematical Connection across the Curriculum: Activities to Help Teachers Begin. School Science and Mathematics, 94(7), 371-376. DOI: 10.1111/j.1949-8594.1994.tb15697.x
29. Mosvold, R., (2008). Real-Life Connections in Japan and the Netherlands: National teaching patterns and cultural beliefs. International Journal for Mathematics Teaching and Learning. Plymouth University, UK: Centre for Innovation in Mathematics Teaching, 1-18. [Online]: http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/mosvold.pdf adresinden 13 Haziran 2011 tarihinde indirilmiştir.
30. Mousley, J., (2004). An Aspect of Mathematical Understanding: The Notion of "Connected Knowing". Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 3-25, 377-384.
31. National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston, VA: Author.
32. National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: Author.
33. Noss, R. and Hoyles, C., (1996). Windows on Mathematical Meaning: Learning Cultures and Computers (Vol. 17). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
34. Özgen, K., and Alkan, H., (2012). The Relationship between Secondary School Pre-service Mathematics Teachers' Skills in Problem Solvig Dimensions and Their Learning Style Characteristics. Educational Sciences: Theory & Practice, 12(2), 1159-1182.
35. Passmore, T., (2007). Polya's Legacy: Fully Forgotten or Getting a New Perspective in Theory and Practice? Australian Senior Mathetmatics Journal, 21(2), 44-53.
36. Pesen, C., (2003). Eğitim Fakülteleri ve Sınıf Öğretmenleri İçin Matematik Öğretimi(1. Baskı). Ankara: Nobel.
37. Polya, G., (1973). How to Solve It - A New Aspect of Mathematical Method. New Jersey: Princeton University Press.
38. Pugalee, D.K., (2001). Writing, Mathematics, and Metacognition: Looking for Connections thorugh Students' Work in Mathematical Problem Solving. School Science and Mathematics, 101(5), 236-245. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2001.tb18026.x

39. Schoenfeld, A.H., (1991). On Mathematics as Sense-Making: An Informal Attack on the Unfortunate Divorce of Formal and Informal Mathematics. In J. Voss, D. N. Perkins, and J. Segal (Eds.), Informal Reasoning and Education, pp. 311–343. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
40. Schwalbach, E.M., and Dosemagen, D.M., (2000). Developing Student Understanding: Contextualizing Calculus Concepts. School Science and Mathematics, 100(2), 90-98. DOI: 10.1111/j.1949-8594.2000.tb17241.x
41. Taylor, J.A., and McDonald, C., (2007). Writing in Groups as a Tool for Non-Routine Problem Solving in First Year University Mathematices. International Journal of Mathematics Education in Science and Technology, 38(5), 639-655. **DOI**:10.1080/00207390701359396
42. Tekin, H., (2007). Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme (18. Baskı). Ankara: Yargı.
43. Toluk-Uçar, Z., (2011). Öğretmen Adaylarının Pedagojik İçerik Bilgisi: Öğretimsel Açıklamalar. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 2(2), 87-102.
44. Umay, A., (2007).Eski Arkadaşımız Okul Matematiğinin Yeni Yüzü. Ankara: Aydan Web Tesisleri.
45. Vale, C., McAndrew, A., and Krishnan, S., (2011). Connecting with the Horizon: Developing Teachers' Appreciation of Mathematical Structure. Journal of Mathematics Teacher Education, 14(3), 193-212.DOI: 10.1007/s10857-010-9162-8
46. Verschaffel, L., DeCorte, E., Lasure, S., Van Vaerengbergh, G., Bogaerts, H. and Ratinckx, E., (1999). Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment with Fifth Graders. Mathematical Thinking and Learning, 1(3), 195-229. DOI:10.1207/s15327833mtl0103_2
47. Yıldırım, A., ve Şimşek, H., (2005). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (5. Baskı). Ankara: Seçkin.
48. URL-1. (2000). Mathematics K-12 Connections Rubric.[Online]: media.bethelsd.org/website/resources/static/performanceLearning/math/ma06.html adresinden 02.04.2012 tarihinde indirilmiştir.

EK-1: PROBLEMLER

P-1.) Araçların trafik plakaları, rakam ve harflerin oluşturduğu 8 karakterden oluşmaktadır. Sizce, araç plakaları mevcut durumdan daha farklı olarak nasıl geliştirilebilir? (Modelinizdeki plakaları belirlediğiniz genel bir kural doğrultusunda oluşturunuz.)

a) Problemi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.
b) Oluşturduğunuz modeli açıklayınız.
c) Oluşturduğunuz modele dayalı olarak kaç araca plaka verileceğinin hesabı nasıl yapılabilir?
d) Elde ettiğiniz her sonucu göz önüne alarak çıkarımlarınızı yazınız.
e) Farklı varsayım ve yaklaşımlar ile problemi geliştiriniz ya da genişletiniz ve çözünüz.

P-2.) Her bir sayfasının eni 20 cm ve boyu 30 cm olan bir fotoğraf albümüne eni 10 cm ve boyu 15 cm olan fotoğraflardan bir sayfaya kaç farklı şekilde yerleştirebilirsiniz? (Bir fotoğrafı yatay veya dikey yerleştirebilirsiniz.)

a) Problemi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.
b) Bir sayfaya kaç fotoğraf ve nasıl yerleştirilebilir?
c) Boşlukların en az olması koşulu ile kaç fotoğraf ve nasıl yerleştirilebilir?
d) Elde ettiğiniz her sonucu göz önüne alarak çıkarımlarınızıyazınız.
e) Farklı varsayım ve yaklaşımlar ile problemi geliştiriniz ya da genişletiniz ve çözünüz.

P-3.) Uzunluğu x birim olan bir tel iki ucundan belli miktarlarda kesiliyor. Telin orta noktasının değişimini belirleyiniz.

a) Problemi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.
b) Orta noktanın değişimi için kaç farklı durum vardır? Her bir durum için orta noktanın değişimini belirleyiniz.
c) Elde ettiğiniz her sonucu göz önüne alarak çıkarımlarınızıyazınız.
d) Farklı varsayım ve yaklaşımlar ile problemi geliştiriniz ya da genişletiniz ve çözünüz.