

# İlköğretim Fen Bilimleri Dersi Problemlerinde Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Becerilerinin İncelenmesi\*

Adem TAŞDEMİR<sup>1</sup>, Selahattin SALMAN<sup>2</sup>

*Geliş Tarihi: 08.10.2016*

*Kabul Ediliş Tarihi: 26.12.2016*

## ÖZ

İlköğretim öğrencilerinin fen problemlerini çözerken kullandıkları matematiksel düşünme becerilerinin ve problem çözme yaklaşımlarının incelendiği bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemlerinden benzeşik örnekleme yöntemi ile seçilen 7. sınıflarından sosyo-ekonomik düzeyleri denk olan ve rastgele seçilen bir grup (26 öğrenci) nitel verilerin elde edilmesi amacıyla çalışma grubunu oluşturmuştur. Öğrencilerin, akademik başarının ölçülmesi ve problem çözme yaklaşımlarının belirlenmesi amacıyla Fen ve Teknoloji Akademik Başarı Testi ve öğrencilerin matematiksel düşünme performans düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla Matematiksel İletişim ve Akıl Yürütme Becerileri Rubriği kullanılmıştır. Verilerin analizinde, içerik analizi yöntemlerinden frekans analizi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları fen problemlerinde matematiksel süreçleri yüksek düzeyde kullanan öğrencilerin; problemi anlayabildikleri ve matematiksel objeler arasındaki bağlantıları gösterebildikleri, matematiksel bilgiyi bir moddan diğerine dönüştürebildikleri, güvenilir biçimde sayısal hesaplamaları doğru yapabildikleri, fikirlerin iletilmesi için matematiksel denklilikleri ve terminolojiyi işlemlerde doğru kullanabildikleri ve matematiksel akıl yürütebildikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar matematiksel süreçleri yüksek düzeyde kullanan öğrencilerin problem çözme süreçlerini etkin olarak kullandıklarını göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Fen bilimleri problemleri, matematiksel düşünme becerileri, problem çözme.

## Investigation of the Mathematical Thinking Skills of the Students in Primary School Science Course Problems

### ABSTRACT

In this study, primary school students' mathematical thinking skills and problem solving approaches were examined with using case study from qualitative research design. By homogeneous sample of purposeful sampling, a group of randomly selected 7th grades students (26 students) whose equivalent socio-economic levels. To collect qualitative data, two different tools were used. First, Science and Technology Academic Success Test was used in order to measure the academic achievement of the students and determine the problem solving approaches, and Mathematical Communication and Reasoning Skills rubrics was used in order to determine mathematical thinking performance levels of students. In the analysis of qualitative data, frequency analysis was used from content analysis methods. The results of the research show that students who use mathematical processes at a high level understand the problem and show the connections between mathematical objects, transform mathematical knowledge from one mode to another, do correctly reliable numerical calculations, use

\* Bu makale "Matematiksel düşünme becerilerinin ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıları, problem çözme becerileri ve tutumları üzerine etkileri" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Ahi Evran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Kırşehir, ademtasdemir@ahievran.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi, Ankara.

of terminology in operations, and carry out mathematical reasoning. Also, these results show that students who use mathematical processes at high level actively use problem solving processes.

**Keywords:** Science problems, Mathematical thinking skills, problem solving.

## GİRİŞ

Eğitimde belli bir disiplin üzerinde uzmanlaşmaya dayalı eğitim ve araştırma sistemi önemini hala korumakla beraber, giderek artan bir yükselişle yerini disiplinler arası ve çok disiplinli eğitim ve araştırmaya bırakmaktadır (Aktan, 2007). İlköğretimde şu anki eğilim disiplinler arası yaklaşımdır. Bu yaklaşım iki veya daha fazla disiplinin veya konunun birleştirilmesi ve konuların kaynaştırılması ile olabilir. Disiplinler arası programda ise öğrencilerin bu konular arasında iletişim kurmalarını bu sebeple de bütün disiplinlerin öğrenmede kullanılmasını gerektirir (Smith, 1999).

Disiplinler arası eğitim öğrencilere okulda ve günlük yaşamda deneyimlerden kazandığı önceki bilgiler ile okulda edindikleri bilgilerin kaynaştırılarak anlamlandırılmasında fırsatlar sağlar (Crocker, 1996). Okulda öğrenilenlerin hayata taşınması eğitim sisteminde önemli bir problem olarak görülebilir. Bu ise ancak okullarda farklı dersler içinde öğrenilen bilgiler arasındaki ilişkinin kurulması ve derslerde öğrenilen bilgilerin birbirini tamamlamasıyla mümkün olabilir. Bu anlamda, okullarda işlenen konuların diğer bilim dallarıyla ilişkilendirerek geçmiş yaşantıları, doğal ortam, görsel, işitsel, duyumsal organlara hitap edecek şekilde birçok araç-gereçlerle, somuttan-soyuta, bilinenden-bilinmeyene, yakından-uzağa öğrenme ilkeleriyle kazandırmaya çalışılmalıdır (Türkeli, 2007). Bu anlamda fen derslerinin hedeflerinin belirlenmesinde olabildiğince diğer disiplinlerle ilişkilendirilerek oluşturulması gerekir. Geçmişten günümüze gelen bilimdeki gelişmeler ve eğitim üzerine yapılan literatür taramaları, fen biliminin özellikle matematik ile arasında kuvvetli bir bağın ve bu iki bilim dalının birbirinin tamamlayıcısı niteliğinde olduğunu göstermektedir.

Fen, doğal çevreyi incelemeye yönelik bir süreç ve bu sürecin ürünü olan organize bilgilerden kurulu bilgiler bütünüdür. Fen biliminin içerdiği bilimsel bilgiler, insanın, yeryüzüne gelişinden bugüne kadar, ihtiyaçlarını gidermek için doğal çevresiyle etkileşmesi sırasında elde ettiği bilgiler arasından süzölmüş, düzene konularak biriktirilmiş, yüzyıllar boyunca kuşaktan kuşağa aktarılıp denenmiş ve güvenilir olduğu kanıtlanmış dayanıklı bilgilerdir (Çilenti, 1985). Matematik ise insan tarafından zihinsel olarak yaratılan bir sistemdir. Bu sistem yapılardan ve ilişkilerden oluşur. Matematiksel bağıntılar, yapılar arasındaki ilişkileri ve yapıları birbirine bağlar (Baykul, 1999). Matematik dünyayı görmenin ve anlamının bir yoludur. Aslında, keşfetmeye yönelik hayal gücüne (sanal) dayalı yeni dünyayı yaratmada bir araç ve materyaldir. Kısaca, matematik kendi içinde soyut ancak somuta uygulanabilen evrensel bir dildir (Hacısalıhoğlu, Mirasyedioğlu ve Akpınar, 2003).

### Matematiksel Düşünme

Bilginin değişimi eğitim sistemlerinin değişimini de zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluklar doğrultusunda uluslararası matematik öğretmenleri konseyi (NCTM) 1980'lerde problem çözme ilkokul ve matematik dersinin odağına almıştır. Günümüzde de matematik eğitiminde problem çözme, iletişim ve akıl yürütme becerileri yüksek öncelikli olarak yer

almaktadır. Bu beceriler matematiksel düşünmede gerekli becerileridir (Suzuki, 1998). Schoenfeld'e göre (1992) matematiksel düşünme, matematiksel bakış açısının gelişimi ile dünyaya bir matematikçi gözüyle bakmak anlamındadır. Henderson (2002) ise matematiksel düşünmeyi ise, problemlerin çözümünde açık olarak veya olmayarak matematiksel tekniklerin, kavramların ve süreçlerin uygulanması olarak tanımlamaktadır.

Matematiksel düşünme verileri, durumları, nesnelere matematiksel mantıkla yargılayabilme becerisidir. Matematiksel düşünme bir süreç işidir. Bu sürecin girdilerine baktığımızda; düşünen kişi, sorun, sorun ile ilgili veriler ve verileri yorumlama yöntemi (düşünme tekniği) vardır. Bu girdiler niteliksel olarak ne kadar yeterli ise matematiksel düşünme o düzeyde nitelikli olur (Yıldırım, 2004).

Hacısalıhoğlu ve diğ.'ne göre (2003) matematiksel düşünme aşağıdaki beş önemli kabule dayanır: (1) Matematiksel olarak düşünebilmeye başlayabilmek, (2) Matematiksel düşünme, derin düşünmeye dayalı pratikle geliştirilebilir, (3) Matematiksel düşünme, çelişki, yoğunlaşma ve beklenmedik bir biçimde sürprizlerle harekete geçer, (4) Matematiksel düşünme, soru sorma, derin düşünme ve tartışma ile desteklenebilir ve (5) Matematiksel düşünme kendi kendini ve dünyayı anlamaya yardım eder.

Matematiksel düşünme, matematiğin bir konusu değil, matematiksel süreç işidir. Matematiksel düşünme yaşadığımız dünya hakkındaki bilgileri daha fazla anlamamıza ve seçeneklerimizi çoğaltmayı sağlayan bir süreçtir (Keith, 2000). Matematiksel düşünme, kuralları belli salt dedüktif çıkarımdan ibaret değildir; her aşamada kişinin deneyim, sezgi, yaratıcı imgelem ve zekâ gücünü gerektirir (Yıldırım, 2004).

Buradan yola çıkarak matematiksel düşünmeyi beş ana başlıkta toplayabiliriz: (1) 1. Herkes matematiksel düşünebilir, (2) Matematiksel düşünme pratik yapılar ve sorularla baş edilerek geliştirilebilir, (3) Matematiksel düşünmeyi zıtlıklar, heyecanlar ve sürprizler açığa çıkarır, (4) Matematiksel düşünme sorgulayan, meydan okuyan ve yansıtıcı bir atmosferle desteklenebilir ve (5) Matematiksel düşünme kişinin yaşamış olduğu dünyayı anlamasını yardımcı olur (Mason, Burton ve Stacey, 1998).

NCTM (1989), değerlendirme standartlarını; (a) genel değerlendirme, (b) öğrenci değerlendirmeleri ve (c) program değerlendirmesi olmak üzere üç ana başlık altında toplamıştır.

Öğrenci değerlendirmesi incelendiğinde ise matematik eğitiminde matematiksel yeterlilikler yedi kategoride toplanmıştır. Bunlar; (a) Matematiksel güç Problem çözme, (b) İletişim, (c) Akıl yürütme, (d) Matematiksel kavramlar, (e) Matematiksel işlemler ve (f) Matematiksel düzensizlik

Uluslararası düzeyde yapılan TIMSS (Uluslararası Matematik ve Fen Bilgisi Çalışmaları) çalışmalarında değerlendirme üç boyuta el alınmaktadır. Bunlar; (a) konu içeriği, (b) performans beklentileri ve (c) görüşler ve bağlam. Performans beklentileri TIMSS'in iskeletini oluşturmaktadır. Araştırma sürecinde kullanılan anlama, inceleme ve iletişim

becerilerinin matematik ve fen eğitiminin hedefleri olarak uluslararası düzeyde dikkat çekmektedir.

Yukarıda sıralanan program ve değerlendirme yaklaşımları incelendiğinde öğrencilerin sahip olmaları gereken matematiksel yeterlilikleri Suzuki (1998)'e göre; Kavramsal bilgi, İşlemsel bilgi, Akıl yürütme stratejileri, İletişim ve problem çözme ortak başlıklar altında toplamak mümkündür.

**Kavramsal Bilgi.** Birey tarafından içsel olarak ve o anda sahip olduğu bilgiye bağlı olarak oluşturulmuş ilişkilerden oluşur (Oklun ve Toluk Uçar, 2007). Kavramsal anlamının gelişimi, öğrencilerin matematiksel problemleri çözmelerinde kullandıkları ilkeler üzerinde gerekli bir kısıtlama getirme, işlem hatası yaptıklarında bunu ortaya çıkarmaya imkân sağlama ve problem çözme aşamalarını sunmayı kolaylaştırma yönlerinden yararlı olmaktadır (Mathematics Framework for California Public School, 2000' den akt. Yeşildere, 2006).

**İşlemsel Bilgi.** Matematiksel soruları yapmakta kullanılan kural ve işlemlerle matematiksel bilgiyi temsil etmekte kullanılan sembolleri içerir ve aralarında mantıksal bağlar vardır ancak kişinin bunları uygulayabilmesi için mantıksal nedeni anlaması zorunluluğu yoktur (Oklun ve Toluk Uçar, 2007).

**Akıl Yürütme ve Stratejileri.** Muhakeme, bir başka deyişle usavurma ya da Akıl yürütme, eldeki bilgilerle düşünüp, bütün etmenleri dikkate alarak, iddiaları ve kanıtları değerlendirip akılcı bir karara ulaşma sürecidir (Umay, 2007). Matematiksel akıl yürütme ise matematiksel tahminleri oluşturma, matematiksel tartışmaları geliştirme ve değerlendirme, bilgileri çeşitli şekillerde sunma ve sunmayı tercih etme becerilerini içermektedir (NCTM, 1989).

**İletişim.** İnsanlar duygu ve düşüncelerini başkalarına iletirken dil, mimik, resim gibi çeşitli araçlar kullanırlar (Oklun ve Toluk Uçar, 2007). Öğrencilerin matematiksel fikirleri konuşarak, yazarak, göstererek ve görsel olarak ifade etmesi, yazılı, sözlü ve görsel olarak sunulan matematiksel fikirleri anlaması, yorumlaması ve değerlendirmesi, matematiksel söz dağarcığını kullanması, fikirleri sunması, ilişkileri tanımlaması ve durumları modellemesi matematiksel iletişim kurma becerisi hakkında bilgi verebilecek noktalardan bazılarıdır (NCTM, 2000).

**Problem Çözme.** Problem, o an için cevabı mevcut olmayan, araştırılıp incelendiğinde cevabı mümkün olan bir çeşit sorudur. Bu soru cevabı bulunduğu ortadan kaldıracabilecek niteliktedir (Adair, 2000; Kalaycı, 2001; Akgün, 2001; Altun, 2002; Türnüklü ve Yeşildere, 2005). Problem çözme ise genel olarak bilimsel bir konuda apaçık (net olarak) tasarlanan fakat hemen ulaşılamayan bir hedefe varmak için bilinçli olarak araştırma yapmaktır. Matematikte problem çözme ise, matematiğin yapısı gereği sorunun zihinsel süreçlerle (akıl yürütme) gerekli bilgileri kullanarak ve işlemleri yaparak ortadan kaldırılmasıdır (Altun, 1995).

### **Çalışmanın Amacı**

İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen derslerinde deney yapma, problemleri çözmeye ve olaylara bilimsel düşünceyle yaklaşma sürecinde kullandıkları matematiksel düşünme becerilerinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, ilköğretim öğrencilerinin fen derslerinde matematiksel düşünme düzeyleri belirlenerek süreç içindeki problem çözmeye yaklaşımları ve gelişimlerini incelenmiştir. İkinci aşamada ise matematiksel düşünme becerilerini kazandıracak etkinlikleri içeren yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun hazırlanan ders programının öğrencilerin fen konularını anlamalarına, problem çözmeye becerilerine, tutumlarına ve kalıcılıklarına etkilerinin olup olmadığı araştırılmıştır. Veri çeşitliliğinin fazla olması ve bu araştırma kapsamında her birine yer verilmesinin zor olmasından dolayı sadece birinci boyuttaki veriler bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Bu doğrultuda araştırmada “Fen bilimleri dersinde öğrencilerin matematiksel düşünme beceri düzeyleri nedir?” sorusuna yanıtlar aranmıştır. Bunun yanında matematiksel düşünceleri yüksek, orta, düşük ve gösterememe düzeyindeki öğrencilerin süreç içindeki fen problemlerini çözerken kullandıkları yöntemler belirlenmeye çalışılmıştır. Fen problemlerinde, öğrencilerin farklı problem çözmeye yaklaşımlarının belirlenmesi ve çözüm süreci ile ilgili karşılaşılan zorlukların açığa çıkarılması fen öğretiminde öğrencilerin karşılaştıkları güçlüklerin ve başarısızlıklarının kaynağının ortaya çıkarılması yönleriyle alana ışık tutacağı umulmaktadır.

### **YÖNTEM**

Araştırmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması (case study) deseni kullanılmıştır. Creswell’ye göre (2007) durum çalışması, araştırmacının zaman içerisinde sınırlandırılmış bir veya birkaç durumu çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları ile derinlemesine incelediği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır. Bu araştırma kapsamında da matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini sağlayacak biçimde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun hazırlanan ders programının öğrencilerin problem çözmeye süreçleri üzerine etkileri bir durum olarak ele alınmıştır. Bu süreçte; *doküman analizi yöntemi* ile bir olgu olarak öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin gelişim durumları ve problem çözerken kullandıkları stratejiler incelenmiştir.

### **Çalışma Grubu**

Araştırmanın çalışma grubunu 2006-2007 eğitim-öğretim yılı Kırşehir ili merkezinde bulunan ilköğretim okullarındaki 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Bu süreçte amaçlı örnekleme yöntemlerinden benzeşik örnekleme yöntemi ile seçilen 7. sınıflarından sosyo-ekonomik düzeyleri denk olan ve rastgele seçilen bir grup (26 öğrenci) nitel verilerin elde edilmesi amacıyla çalışma grubunu oluşturmuştur.

### **Veri Elde Etme Süreci**

Çalışma grubundaki öğrencilere süreç boyunca uygulanan çalışma yapılarındaki etkinliklerle birlikte Matematiksel İletişim ve Akıl Yürütme Becerileri Rubriği de uygulanarak düzeyleri belirlenmiş, süreç boyunca gelişimleri ve problem çözerken kullandıkları yöntemler incelenmiştir. Bu süreçte matematiksel düşünme becerilerinin gelişimine uygun hazırlanan etkinlikler yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ile uygulanmış ve

bu yöntemin öğrencilerin gelişim düzeylerine etkileri araştırılmıştır. Bu anlamda öğrenciler performans değerlendirmesine tabi olmuşlardır.

Nitel araştırmada çevresel veriler, süreçle ilgili veriler ve algılarla ilgili veriler olmak üzere üç tür veri toplanır. Çevresel veriler, araştırmanın yer aldığı sosyal, psikolojik, kültürel, demografik ve fiziksel özelliklere ilişkindir. Bu tür veriler sürece ve algılara ilişkin verilere temel teşkil eder ve diğer ortamlarla karşılaştırma olanağı yaratır. Süreçle ilgili veriler, araştırma sürecinde neler olup bittiği ve bu olanların araştırma grubunu nasıl etkilediğine ilişkindir. Algılara ilişkin veriler ise, araştırma grubunun süreç hakkındaki düşüncelerine ilişkindir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu araştırmada, matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini sağlayacak etkinliklerin tasarlandığı öğretim ile ilgili öğrenci gelişimleri ve görüşlerine başvurulduğu için süreçle ve algılarla ilgili veriler toplanmıştır. Ancak veri çeşitliliğinin fazla olması ve çalışma sürecinde her birine yer verilememesi gibi nedenlerden dolayı bu araştırmada sadece süreç boyunca öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin gelişimleri irdelenmiştir.

Ders olarak “7. sınıf Fen ve Teknoloji” dersi seçilmiş ve programın uygulanması 2006-2007 öğretim yılında “Ya Basınç Olmasaydı?” ünitesinin işleneceği 10 hafta ve öğrencilerin yöntemleri farkındalık süreci 2 hafta olmak üzere toplam 12 haftayı kapsamıştır. Çalışma grubunda yer alan öğrencilere uygulama sürecince verilen çalışma yaprakları ve yazılı türündeki (essay) sorularla öğrencilerin problem çözme stratejileri ve matematiksel düşünme beceri düzeyleri incelenmiştir. Bu şekilde öğrencilerin matematiksel düşünme düzeyleri yüksek (3), orta (2), düşük (1) ve gösterememe (0) şeklinde haftalara göre gruplandırılmıştır.

### **Veri Toplama Tekniği**

Matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini ilgili nitel veri toplanmasında araştırmada farklı niteliklerde üç ölçme aracı kullanılmıştır. Bunlar;

*Kişisel Bilgi Formu (KBF)*. Gruplardaki öğrenciler hakkında cinsiyet, anne-baba eğitim düzeyi, ailenin sosyo-ekonomik düzeyi hakkında bilgi sahibi olmak ve eğitim-öğretim sürecini etkileyebilecek dışsal faktörleri belirleyebilmek için kişisel bilgi formu kullanılmıştır.

*Fen ve Teknoloji Akademik Başarı Testi (FABT)*. Akademik başarının ölçülmesi ve problem çözme yaklaşımlarının belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Çalışmada süreç değerlendirilmesinde kullanılan yazılı (essay) tipi sorularla öğrencilerin kendilerini tanımasına yardımcı olunmuş ve bireylerin yaptığı hataların kaynağını görerek eksiklerini giderme olanağı sağlanmıştır. Karataş ve Güven’e göre (2003) yazılı cevap gerektiren sorular, öğrencilerin fikirlerini ve bilgilerini değerlendirmede ihtiyaç duyulan cevapların serbestliğine olanak sağlar. Bu tür uygulamalarda öğrenciler, fikirlerini seçmede, ilişkilendirmede ve kendi kelimeleriyle ifade etmede özgürdürler. Yazılı cevap gerektiren soruların en büyük avantajı, diğer yöntemlerle ölçülemeyecek karışık öğrenme ürünlerini değerlendirebilmektir. Bu anlamda bu tür bir uygulamanın çalışmada öğrencilerin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılabileceği düşünülmüştür. Ayrıca bu süreçte öğrencinin bireysel gelişimi takip edilerek ve öğrencilerin sorulara verdikleri

cevaplar hakkında farklı gelişim gösteren öğrencilerle bire bir görüşme yapılarak, öğrencilerin problem çözme becerileri irdelenmiştir. Bu tür bir uygulama ile eğitim ve öğretim süreci ilerlerken öğrencilerin öğrenmeleri ve gelişimlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

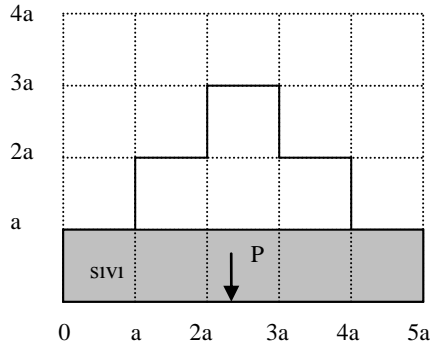
FBAT soruları matematiksel işlemlerle öğrencilerin problem çözme stratejilerini sergilemelerine imkan veren 13 soru yazılı soru türünü kapsamaktadır. FBAT' i oluşturan sorular seçilirken haftalık konu içeriğine uygun ve aşağıda yer alan boyutlar dikkat edilerek öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgilerini, akıl yürütme stratejilerini, matematiksel iletişim yeterliliklerini ve problem çözümlerindeki olgunluklarını ortaya çıkaracak sorular olmasına dikkat edilmiştir.

FBAT' deki soruların oluşturulmasında; genelleme, tümevarım, tümdengelim, semboller kullanma, mantıksal düşünme, ilişkilendirme ve matematiksel ispat boyutları dikkate alınarak, yazılı tipi sorular bu özellikleri açığa çıkaracak şekilde tasarlanmıştır (Hacısalihoglu ve diğ., 2003; Mason ve diğ., 1998; Lutfiyya, 1998). Ayrıca soruların hazırlanmasında Sınıf İçi Matematik Değerlendirme Tekniklerinden (Math CATs- The Mathematical Thinking Classroom Assesment Techniques) faydalanılmıştır (URL-1).

FBAT soruları öğrencilere her hafta konu ile ilgili olarak dağıtılan çalışma yaprakları sonunda verilmiştir. Öğrencilerin çalışma yapraklarında da yukarıda üzerinde durulan boyutlar ile birlikte öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimini sağlayacak laboratuvar etkinliklerine de yer verilmiştir. Öğrencilerin çalışma yapraklarında laboratuvar ortamında yapılan deneyler ile ilgili gözlem, verileri sınıflama, elde edilen verileri yorumlama, verileri grafiklere dökme, çıkarımlarda bulunma, hipotez kurma, deneydeki değişkenleri belirleme ve sonuca ulaşmaları hedeflenmiştir.

FBAT'ı oluşturan soru örneklerinden birisine aşağıda yer verilmiştir.

Örnek soru 1:



Düşey kesiti şekildeki gibi olan kapalı kap a yüksekliğine kadar sıvı dolu iken tabandaki sıvı basıncı  $P$ 'dir. Kap ters çevrildiğinde tabandaki sıvı basıncı kaç  $P$ 'dir?

*Matematiksel İletişim ve Akıl Yürütme Becerileri Rubriği (MİABR).* Öğrencilerin matematiksel düşünme performans düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla Suzuki (1998)

tarafından geliştirilen “Matematiksel İletişim ve Akıl Yürütme” (Mathematics Abilities in Reasoning and Communication (MARC) envanteri kullanılmıştır.

Envanter iki farklı yabancı dil uzmanı tarafından Türkçe’ye çevrildikten sonra ilk kontrolleri yapılmak üzere Eğitim Bilimleri Bölümünde görev yapmakta olan öğretim üyelerine, ardından dil geçerliliğinin yapılması için Türkçe Eğitimi Bölümü öğretim elemanlarına verilmiştir. Bu aşamada envanterin anlaşılabilirliği incelenmiştir. Bu anlamda envanterin kapsam ve görünüş geçerliği sağlanmıştır. Tüm bu işlemlerden sonra son hali verilen envanter; kavramsal bilgi, işlemsel bilgi, akıl yürütme ve stratejileri, olgunluk, iletişim boyutları olmak üzere beş başlık altında toplanmıştır. Kavramsal bilgi boyutunda 26 madde, işlemsel bilgi boyutunda 11 madde, akıl yürütme ve stratejileri boyutunda 16 madde, olgunluk boyutunda 15 madde iletişim boyutunda ise 13 madde değerlendirme kriteri olarak kullanılmıştır. Envanter, öğrencilerin matematiksel düşünme beceri düzeylerini belirlemek amacıyla uygulama süresince öğrencilerin çalışma yapırlarındaki ve sınıf içindeki problem çözerken kullandıkları yöntemler incelenerek; yüksek (3), orta (2), düşük (1) ve gösterememe (0) olarak sınıflandırılmıştır. Onuncu hafta sonunda öğrencilerin her hafta aldıkları puanların ortalaması alınarak genel bir ortalamaya varılmıştır. Bu ortalama ile öğrencilerin hem süreç sonunda envanterdeki boyutlarda düzeyleri belirlenmiş hem de haftalara göre gelişimleri bu sayede takip edilebilmiştir. Ayrıca gelişimleri farklı öğrencilerle yapılan görüşmelerle problem çözme yaklaşımları irdelenmiştir. Bu anlamda envanter araştırmacı tarafından çalışma süresince performans değerlendirmesi amacıyla kullanılmıştır.

### **Verilerin Analizi**

Nitel verilerin analizinde, içerik analizi yöntemlerinden frekans analizi kullanılmıştır. Bu aşamada yapılan işlemler aşağıda sıralanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

- Doküman analizi ve görüşmelerden elde edilen veriler, öncelikle Office programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Metinler/yapılan işlemler, birkaç kez satır satır okunmuştur.
- Araştırmacı tarafından elde edilen veriler (görüşme ve doküman kayıtları) incelenmiş, anlamlı bölümlere ayrılmış ve her bölümün kavramsal olarak ne anlam ifade ettiği bulunmaya çalışılmıştır. Kendi içinde anlamlı bir bütün oluşturan bölümler kodlanmıştır. Bu anlamda daha önceden belirlemiş olan kavramlara göre yapılan kodlama işlemi, görüşme verilerinden çıkarılan kavramlara göre yeniden düzenlenerek kodlama işlemi yapılmıştır.
- Ardından kodlar bir araya getirilerek ortak yönleri bulunmuş, böylece araştırma bulgularının ana hatlarını oluşturacak temalar (kategoriler) ortaya çıkarılmıştır. Belirlenen temalar altındaki kodlar birbirleriyle ilişkili biçimde açıklanarak yorumlanmış ve araştırmanın amacı doğrultusunda sonuçlar ortaya konmuştur (Maykut ve Morehouse, 1994). Görüşme ve doküman analizinde elde edilen sonuçlar Miles ve Huberman’ın (1994) önerdiği “Kategorilere göre veri gösterimi yaklaşımı” izlenerek sunulmuştur.
- Toplanan verilerin tanımıyla tutarlı olacak biçimde toplanan verilere anlam kazandıracak ve bulgular arasındaki ilişkileri açıklayacak, neden-sonuç ilişkileri kuracak, bulgulardan birtakım sonuçlar çıkaracak ve elde edilen sonuçların önemini açıklayacak şekilde bulgular yorumlanmıştır.



- Araştırmacı tarafından yapılan yorumları desteklemek ve öğrencilerin bakış açılarını yansıtmak amacıyla görüşme ve doküman metinlerinden örnek alıntılara yer verilmiştir. Araştırmada kullanılan kısaltmalar: erkek öğrenciler için (E) ve kız öğrenciler için (K) ve öğrenci sıra numarası verilmiştir. Örneğin; (E1):, E: Erkek, 1: birinci öğrenci, (K3):, K: Kız, 3: üçüncü öğrenci gibi.

## BULGULAR ve YORUM

Deney grubu öğrencilerine uygulama süresince yazılı türünde 13 soru sorulmuş ve öğrencilerin fen problemlerinde matematiksel süreçleri ne düzeyde kullandıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu süreçte öğrencilerin problem çözme yaklaşımları ve problem çözmedeki başarısızlıklarının nerelerden kaynaklandığı incelenmiştir. Öğrencilerin problem çözme stratejileri her bir problem boyutunda MİABR maddelerine göre ayrı ayrı analiz edilerek, tablolarla matematiksel düşünme düzeyleri ve problem çözüm örnekleri verilerek verilerin yorumlanmasına gidilmiştir.

### Problem 1 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 1. *Problem 1 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri*

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	11	42,3	7	26,9	4	15,4	4	15,4
2. İşlemsel bilgi	10	38,5	8	30,8	4	15,4	4	15,4
3. Akıl yürütme	10	38,5	6	23,1	5	19,2	5	19,2
4. Olgunluk	4	15,4	14	53,8	3	11,5	5	19,2
5. İletişim	16	61,5	3	11,5	3	11,5	4	15,4

Problem 1'in çözümünde öğrencilerin kavramsal bilgi (n=11, % 42,3), işlemsel bilgi (n=10, % 38,5), akıl yürütme ve stratejileri (n=10, % 38,5) ve iletişim becerilerinin (n=16, %61,5) yüksek düzeyde, olgunluk düzeyinde ise becerilerin orta düzeyde (n= 14, % 53,8) sergilendiği görülmektedir. Problem 1'in genel değerlendirilmesinde öğrencilerin çoğunluğunun yüksek (n=10, %38,5) ve orta (n=8, %30,8) düzeyde matematiksel yeterlilikleri sergiledikleri görülmektedir. Problem 1 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *Öğrencilerin Problem 1 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler*

Problem 1	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	$14 \text{ dm}^2 = 0,14 \text{ m}^2$ $\text{iki oymak} = \frac{420}{0,14} = \frac{420}{\frac{14}{100}} = 420 \cdot \frac{100}{14} = 3000 \text{ p p}$ $\text{Tek oymak} = 7 \text{ dm}^2 = 0,07 \text{ m}^2$ $\frac{420}{0,07} = \frac{420}{\frac{7}{100}} = 420 \cdot \frac{100}{7} = 6000 \text{ p p}$ <p>E6:</p>
Orta (2)	$14 \text{ dm}^2 = 0,14 \text{ m}^2$ $\text{iki oymak} = \frac{420}{0,14} = \frac{420}{\frac{14}{100}} = 3000 \text{ p p}$ $\text{Tek oymak} = 7 \text{ dm}^2 = 0,07 \text{ m}^2$ $\frac{420}{0,07} = 6000 \text{ p p}$ <p>E2:</p>

Düşük (1)	$a \rightarrow \frac{G}{S} = \frac{420}{28} = 15 \text{ N}$ $b \rightarrow \frac{G}{S} = \frac{420}{14} = 30 \text{ N}$
Gösterememe(0)	Boşluk

Öğrencilerin çoğunluğunun problem 1'in çözümünde, güvenilir biçimde işlemleri yaptıkları, bir moddan diğerine dönüştürdükleri, problemi anlama ve matematiksel objeler arasındaki bağlantıları gösterdikleri saptanmıştır. Bunun yanında problemin çözümünde çoğunlukla denklemler kurarak sonuca gidilmiştir. Ancak öğrenciler, birimleri kullanmakta ve birimler arası dönüşümler yapmakta zorlanmaktadır. Problem çözümünde ise çoğunlukla birimleri kullanmadan, sonuca ulaşmayı tercih etmektedirler. Yapılan hatalar ise çoğunlukla işlemsel boyutta küçük hesap hatalarından kaynaklanmaktadır.

### Problem 2 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 3. Problem 2 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	17	65,4	1	3,8	-	-	8	30,8
2. İşlemsel bilgi	15	57,7	2	7,7	-	-	9	34,6
3. Akıl yürütme	16	61,5	-	-	2	7,7	8	30,8
4. Olgunluk	6	23,1	11	42,3	1	3,8	8	30,8
5. İletişim	15	57,7	2	7,7	1	3,8	8	30,8

Problem 2'nin çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=17, % 65,4), işlemsel bilgi (n=15, % 57,7), akıl yürütme ve stratejileri (n=16, % 61,5) ve iletişim becerilerini (n=15, %57,7) yüksek düzeyde gerçekleştirdikleri görülmektedir. Olgunluk düzeyinde ise orta düzeyde (n=11, %42,3) beceriler sergilenmiştir. Ayrıca problem 2'nin genel değerlendirilmesinde öğrencilerin çoğunluğunun yüksek (n=14, %53,8) düzeyde matematiksel yeterlilikleri sergilemişlerdir. Problem 2 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin Problem 2 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 2	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	$s_1 = \frac{f}{40}$ $s_2 = \frac{f}{4}$ $\frac{s_1}{s_2} = \frac{\frac{f}{40}}{\frac{f}{4}} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$
Orta (2)	$s_1 = \frac{F}{40}$ $s_2 = \frac{F}{4}$ $\frac{s_1}{s_2} = \frac{\frac{F}{40}}{\frac{F}{4}} = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$
Düşük (1)	<p>Yüzeyin büyüklüğüyle basınç ters orantılıdır. Yani <math>S_1</math>'in yere uyguladığı basınç, <math>S_2</math>'nin uyguladığı basınca göre daha fazladır. 10 yere denince;</p> $= 10 \text{ katıdır.}$
Gösterememe(0)	Boşluk

Problem 2'nin çözümünde öğrencilerin büyük çoğunluğunun problemi anladıkları, güvenilir biçimde sayısal hesaplamaları doğru yaptıkları, matematiksel denklemleri ve terminolojiyi işlemlerde doğru kullandıkları saptanmıştır. Ancak problem çözümünde öğrencilerin büyük çoğunluğunun denklem bağlantılarıyla çözüm aradıkları, değişik strateji ve akıl yürütme yeteneklerini kullanmadan doğru sonuca ulaştıkları görülmüştür.

### Problem 3 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 5. Problem 3 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	2	7,7	2	7,7	15	57,7	7	26,9
2. İşlemsel bilgi	2	7,7	4	15,4	12	46,2	8	30,8
3. Akıl yürütme	2	7,7	5	19,2	12	46,2	7	26,9
4. Olgunluk	1	3,8	7	26,9	7	26,9	11	42,3
5. İletişim	3	11,5	5	19,2	11	42,3	7	26,9

Problem 3'ün çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=15, % 57,7), işlemsel bilgi (n=12, % 46,2), akıl yürütme ve stratejileri (n=12, % 46,2) ve iletişim becerilerini (n=11, %42,37) düşük düzeyde, olgunluk gösterecek becerilerin ise gösterememe düzeyinde (n=11, % 42,3) gerçekleştirdikleri görülmektedir. Ayrıca problem 2'in genel değerlendirilmesinde öğrencilerin çoğunluğunun düşük (n=11, %42,3) ve gösterememe (n=8, %30,8) düzeyinde matematiksel yeterlilikleri sergiledikleri görülmektedir. Problem 3 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 6. Öğrencilerin Problem 3 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 3	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	K15: $F = \frac{6}{2}$ $\frac{36 - F_2 \cdot 6}{25} = \frac{F_2}{5}$ $36 - 2F_2 = 25$ $65 = 25F_2$
Orta (2)	K11: $\frac{36}{25} = 1,5$ $\frac{6 + x}{5} = 1,5$ 0,5 $\frac{6}{2} = 1,5$
Düşük (1)	E8: $F_1 = 26$ ise $F_2 = 16$ Göbek; cismin ilk halinin üst yüzeyi 5, alt yüzeyi 25'dir. Yani alt yüzey üstün 2 katıdır. Bu cismi ters çevirdiğimizde cismin alt yüzeyi köşekt olduğundan $F_2$ kuvveti $F_1$ 'in yarısı kadar güç harcar.
Gösterememe (0)	Boşluk

Öğrencilerin büyük bir kısmı problem 3'ün çözümünde problemi kısmen tanıyıp belirledikleri, problem çözümünde büyük kavram ve hesap hataları yaptıkları, sonuç ve işlemleri doğrulamadan ve yargılamadan sonuca gittikleri belirlenmiştir.

### Problem 4 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 7. Problem 4 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	8	30,8	-	-	10	38,5	8	30,8
2. İşlemsel bilgi	8	30,8	-	-	1	3,8	17	65,4
3. Akıl yürütme	7	26,9	1	3,8	2	7,7	16	61,5
4. Olgunluk	2	7,7	5	19,2	5	19,2	14	53,8
5. İletişim	8	30,8	-	-	6	23,1	12	46,2

Problem 4'ün çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgilerinin (n=8, % 30,8) olmasına rağmen problemle ilgili işlemsel bilgi (n= 17, % 65,4), akıl yürütme ve stratejileri (n=16, % 61,5), olgunluk (n=14, % 53,8) ve iletişim becerilerini (n=12, % 46,2) ortaya koyacak kanıtlar koyamadıkları görülmektedir. Genel olarak ise problem 4 için öğrencilerin problem çözümü ile ilgili çabalarının ve ortaya konulan kanıtların (n=13, %50,0) olmadığı söylenebilir. Problem 4 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Öğrencilerin Problem 4 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 4	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	$P_1 = 2h.d.g.$ $P_2 = 2h.d.g.$ $P_3 = n.d.g.$ $E1: P_4 = h.d.g.$ $P_I = P_{II} > P_{III} = P_{IV}$
Orta (2)	<p>Besne cismin şekline sıf. l. def: l. d. r.</p> $E4: P_I = P_{III} > P_{II} = P_{IV}$
Düşük (1)	$E12: h.d.g. \quad I = II > III = IV$
Gösterememe (0)	<p>II. de su daha azdır dökülür daha fazla göre III. de daha az dökülür.</p> $K2: Cevap: II > I > III$

Problem 4'ün çözümünde ortaya konulan çözüm stratejileri incelendiğinde öğrencilerin tamamına yakınının doğru cevap vermesine rağmen, büyük bir kısmının (%42,31) matematiksel akıl yürütme ve formülasyon kullanmadan sezgisel çözüm kullanarak ve çözüm sürecine dair minimal düzeyde açıklamada bulunarak sonuca ulaştıkları belirlenmiştir.

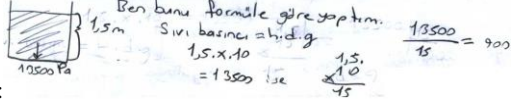
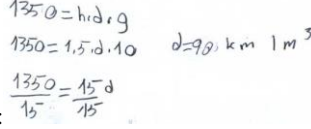
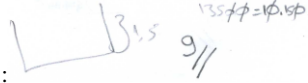
### Problem 5 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 9. Problem 5 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	16	61,5	5	19,2	3	11,5	2	7,7
2. İşlemsel bilgi	16	61,5	4	15,4	4	15,4	2	7,7
3. Akıl yürütme	15	57,7	5	19,2	4	15,4	2	7,7
4. Olgunluk	5	19,2	13	50,0	6	23,1	2	7,7
5. İletişim	17	65,4	3	11,5	4	15,4	2	7,7

Problem 5'in çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=16, % 61,5), işlemsel bilgi (n=16, % 61,5), akıl yürütme ve stratejileri (n=15, % 57,7) ve iletişim becerilerini (n=17, %65,4) yüksek düzeyde kullandıkları görülmektedir. Olgunluk gösterecek beceriler (n=13, %50,0) ise orta düzeyde kullanılabilmiştir. Problem 5 genel değerlendirmesinde ise öğrencilerin çoğunluğu yüksek (n=14, %53,8) ve orta (n=6, %23,1) düzeyde matematiksel yeterlilikleri kullanmışlardır. Problem 5 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Öğrencilerin Problem 5 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 5	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	 <p>E8: Ben bunu formüle göre yaptım. Sıvı basıncı = <math>\rho \cdot d \cdot g</math> <math>13500 = 1,5 \cdot d \cdot 10</math> <math>= 15d</math> ise <math>\frac{13500}{15} = 900</math></p>
Orta (2)	 <p>E6: <math>1350 = \rho \cdot d \cdot g</math> <math>1350 = 1,5 \cdot d \cdot 10</math> <math>d = 90 \text{ kg m}^{-3}</math> <math>\frac{1350}{15} = \frac{15 \cdot d}{15}</math></p>
Düşük (1)	 <p>K15: <math>1350 = \rho \cdot d \cdot g</math> 900</p>
Gösterememe (0)	Boşluk

Problem 5'in çözümünde öğrencilerin, problemi anlayarak güvenilir biçimde sayısal hesaplamaları doğru yaptıkları, matematiksel denklilikleri ve terminolojiyi işlemlerde doğru kullandıkları saptanmıştır. Öğrenciler bu problemin çözümünde birimleri kullanmakta ve birimler arası dönüşümler yapmakta zorlanmaktadır. Yapılan yanlışların ise genellikle işlemsel boyutta birimler arası dönüşüm hatalarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

### Problem 6 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 11. Problem 6 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	18	69,2	1	3,8	3	11,5	4	15,4
2. İşlemsel bilgi	18	69,2	1	3,8	-	-	7	26,9
3. Akıl yürütme	16	61,5	4	15,4	2	7,7	4	15,4
4. Olgunluk	4	15,4	13	50,0	3	11,5	6	23,1
5. İletişim	17	65,4	2	7,7	3	11,5	4	15,4

Problem 6'nın çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=18, % 69,2), işlemsel bilgi (n=18, % 69,2), akıl yürütme ve stratejileri (n=16, % 61,5) ve iletişim becerilerini (n=17, %65,4) yüksek düzeyde kullandıkları görülmektedir. Olgunluk gösterecek beceriler (n=13, %50,0) ise orta düzeyde kullanılabilmiştir. Problem 6 genel değerlendirmesinde ise öğrencilerin çoğunluğunun yüksek (n=15, %57,7) düzeyde matematiksel yeterlilikleri kullandıkları belirlenmiştir. Problem 6 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Öğrencilerin Problem 6 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 6	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	$12,69601, 3h 10g = 204 P_{Civo}$ $\frac{1}{2} \cdot 1,10g = 10 P_{Su}$ $27,0,9, 10g = 14 P_{Alkol}$ $2,5, 0,8, 10g = 20 P_{Zeytinyağı}$ $P_{Civo} > P_{Zeytinyağı} > P_{Alkol} > P_{Su}$
Orta (2)	$P_{Su} = h \cdot 1 \cdot g$ $P_{Su} = h$ $P_{Alkol} = h \cdot \frac{7}{10} g$ $P_{Alkol} = 2h \cdot \frac{7}{10}$ $P_{Alkol} = \frac{7}{5} h$ $P_{Civo} = h \cdot \frac{136}{10} g$ $P_{Civo} = 15 \cdot \frac{136}{10}$ $P_{Civo} = \frac{136 \cdot 15}{10}$ $P_{Su} = \frac{20 \cdot 10}{10}$ $P_{Civo} = \frac{204 \cdot 10}{10} = 20,4$
Düşük (1)	$= Civa > Zeytinyağı > su > alkol$ <p>Fikrim yanlış olabilir. Düşüncem de su; Civa sıvısının özkütlesi diğer sıvılardan fazla olduğu için ve 1,5 h olduğu için basınç fazla olur. Sonra zeytinyağıdır. Suyun özkütlesi ondan fazla olsa bile yüksekliği fazla olur. Su alkole göre yüksekliği az olsa bile d farkları fazla olur. Ama su, alkolden daha basıncıdır.</p>
Gösterememe (0)	$\rho_{su} = 1 g/cm^3 < \rho_{alkol} = 0,7 g/cm^3 < \rho_{Civo} = 13,6 g/cm^3$ $\rho_{Zeytinyağı} = 0,8 g/cm^3$

Öğrencilerin problem 6'nın çözümünde sayısal hesaplamaların doğru yapıldığı, fikirlerin iletilmesi için matematiksel dili kullanabildikleri, matematiksel objeler arasında bağlantıları gösterip sıralayabildikleri saptanmıştır. Ancak bu problemin çözümünde de öğrencilerin değişik strateji ve akıl yürütme yeteneği kullanmadan formüllerle doğru sonuca ulaştıkları belirlenmiştir.

### Problem 7 Çözümü İle İlgili Bulgular

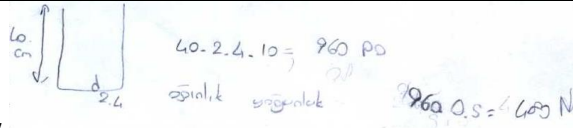
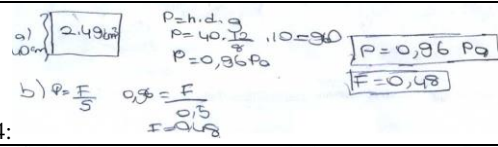
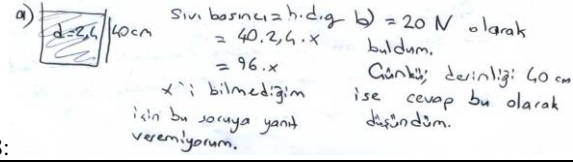
Tablo 13. Problem 7 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	1	3,8	16	61,5	5	19,2	4	15,4
2. İşlemsel bilgi	1	3,8	14	53,8	7	26,9	4	15,4
3. Akıl yürütme	-	-	12	46,2	10	38,5	4	15,4
4. Olgunluk	-	-	16	61,5	7	26,9	3	11,5
5. İletişim	3	11,5	14	53,8	6	23,1	3	11,5

Problem 7'nin çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=16, % 61,5), işlemsel bilgi (n=14, % 53,8), akıl yürütme ve stratejileri (n=12, % 46,2), olgunluk (n=16, % 61,5) ve iletişim becerilerini (n=14, % 53,8) orta düzeyde kullandıkları görülmektedir. Problem 7

genel değerlendirmesinde ise öğrencilerin çoğunluğu orta (n=14, %53,8) ve düşük (n=7, %26,9) düzeyde matematiksel yeterlilikleri kullanmışlardır. Problem 7 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Öğrencilerin Problem 7 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 7	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	 <p>E7:</p>
Orta (2)	 <p>K4:</p>
Düşük (1)	 <p>E8:</p>
Gösterememe (0)	Boşluk

Problem 7'nin çözümünde öğrencilerin formül bağlantılarını bilmelerine rağmen uygulamada problemlerle karşılaştıkları saptanmıştır. Hesaplamaların hemen hemen tamamının doğru uygulanmasına rağmen küçük hesap hatalarının yapıldığı ve bu yapılan hataların da birimleri bir moddan diğerine dönüştürememekten kaynaklandığı görülmüştür.

### Problem 8 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 15. Problem 8 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	2	7,7	9	34,6	12	46,2	3	11,5
2. İşlemsel bilgi	2	7,7	7	26,9	13	50,0	4	15,4
3. Akıl yürütme	2	7,7	5	19,2	15	57,7	4	15,4
4. Olgunluk	2	7,7	8	30,8	13	50,0	3	11,5
5. İletişim	3	11,5	10	38,5	9	34,6	4	15,4

Problem 8'in çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=12, % 46,2), işlemsel bilgi (n=13, % 50,0), akıl yürütme ve stratejileri (n=15, % 57,7) ve olgunluk becerilerini (n=13, %50,0) düşük düzeyde, iletişim becerilerinin ise orta düzeyde (n=10, %38,5) kullandıkları görülmektedir. Problem 8 genel değerlendirilmesinde ise öğrencilerin çoğunluğu orta (n=8, %30,8) ve düşük (n=12, %46,2) düzeyde matematiksel yeterlilikleri kullanmışlardır. Problem 8 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Öğrencilerin Problem 8 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 8	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	$P = h \cdot \rho \cdot g$ $12000 = h \cdot 1,4 \cdot 10^4$ $h = \frac{12000}{1,4 \cdot 10^4} = 10,0 \text{ cm} = \underline{100 \text{ m}}$
Orta (2)	$P_{\text{son}} = 1,4 \text{ kg} \cdot 10^4 \text{ cm}^2 = 14000 \text{ g} \cdot 10^4 \text{ cm}^2$ $P = h \cdot \rho \cdot g = 14 \cdot 1000 \text{ g} \cdot 10^4 \text{ cm}^2 = h \cdot 1,4 \text{ g} \cdot 10^4 \text{ cm}^2 = 10$ $h = 1000 \text{ cm}$
Düşük (1)	<p>= 11. metrededir kırılır.</p> <p>Çünkü; cam balon en fazla 14 kg basınca dayanır. Denizin yoğunluğu 1,4g ise bu cam daha derinlere bırakıldığında denizin derinlerde basıncı fazla olduğu için cevapım budur.</p>
Gösterememe(0)	Boşluk

Öğrencilerin problem 8'in çözümündeki cevapları incelendiğinde; problemin anlaşamadığı, problemdeki ilişkinin tümünün tanımlanamadığı, hesaplama yapamayacak kadar büyük hesap hatalarının gözlemlendiği, sonuç ve işlemlerin doğrulanmadığı gibi durumların ortaya çıktığı görülmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin problem çözümünde uygun strateji seçme konusunda eksikliklerinin olduğu saptanmıştır.

### Problem 9 Çözümü İle İlgili Bulgular

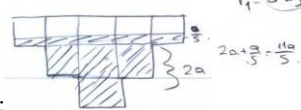
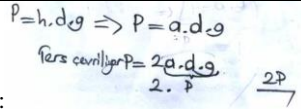
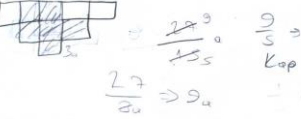
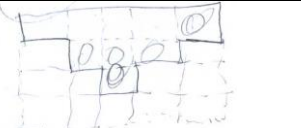
Tablo 17. Problem 9 Çözümünde Kullandıkları Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	9	34,6	6	23,1	6	23,1	5	19,2
2. İşlemsel bilgi	9	34,6	6	23,1	6	23,1	5	19,2
3. Akıl yürütme	9	34,6	6	23,1	6	23,1	5	19,2
4. Olgunluk	9	34,6	5	19,2	8	30,8	4	15,4
5. İletişim	9	34,6	5	19,2	10	38,5	2	7,7

Problem 9'un çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=9, % 34,6), işlemsel bilgi (n=9, % 34,6), akıl yürütme ve stratejileri (n=9, % 34,6), olgunluk (n=9, % 34,6) ve iletişim becerilerini (n=9, % 34,6) yüksek düzeyde kullandıkları görülmektedir. Problem 9 genel değerlendirilmesinde ise öğrencilerin çoğunluğu yüksek (n=9, % 34,6) düzeyde matematiksel yeterlilikleri kullanmışlardır. Problem 9 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 18'de verilmiştir.



Tablo 18. Öğrencilerin Problem 9 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 9	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	 <p> <math>P = h \cdot d \cdot g</math>  <math>P = a \cdot (2a) \cdot \frac{a}{3} = \frac{2a^3}{3}</math>  <math>P_2 = \frac{11a^2}{5} \cdot d \cdot g = \frac{11}{5} P</math> </p>
Orta (2)	 <p> <math>P = h \cdot d \cdot g \Rightarrow P = a \cdot d \cdot g</math>  ters çevrilirse <math>P = \frac{2a \cdot d \cdot g}{2} = \frac{2P}{2} = P</math> </p>
Düşük (1)	 <p> <math>\frac{2a}{3} \Rightarrow P</math>  Kap ters çevrilirse <math>P = \frac{1}{3} P \cdot d \cdot g</math> </p>
Gösterememe(0)	 <p>K1:</p>

Problem 9'un çözümünde öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; öğrencilerin büyük çoğunluğu oran-orantı yoluyla doğru cevaba gitmeyi tercih ettikleri görülmüştür. Bunun yanında öğrenciler denklemleri kullanarak da sonuca ulaşmışlardır. Problem 9'un çözümünde öğrencilerin durumu resmedebildikleri, uygun strateji seçebildikleri ve matematiksel akıl yürütebildikleri saptanmıştır. Bunun yanında küçük işlemsel hatalar yapılarak işlemlerin doğruluğu yargılanmadan sonuca ulaşılmıştır.

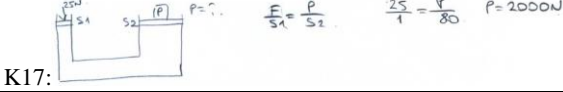
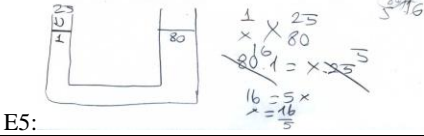
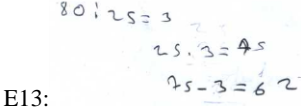
### Problem 10 Çözümü İle İlgili Bulgular

Tablo 19. Problem 10 Çözümünde Kullanılan Becerilerin Betimsel İstatistikleri

	Yüksek		Orta		Düşük		Gösterememe	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Kavramsal bilgi	19	73,1	4	15,4	-	-	3	11,5
2. İşlemsel bilgi	19	73,1	4	15,4	1	3,8	2	7,7
3. Akıl yürütme	19	73,1	3	11,5	2	7,7	2	7,7
4. Olgunluk	8	30,8	15	57,7	1	3,8	2	7,7
5. İletişim	20	76,9	3	11,5	1	3,8	2	7,7

Problem 10'un çözümünde öğrencilerin; kavramsal bilgi (n=19, % 73,1), işlemsel bilgi (n=19, % 61,5), akıl yürütme ve stratejileri (n=19, % 73,1) ve iletişim becerilerini (n=20, %76,9) yüksek düzeyde, olgunluk becerilerini ise orta düzeyde (n=20, % 76,9) kullandıkları görülmektedir. Problem 10 genel değerlendirilmesi ise öğrencilerin çoğunluğu yüksek (n=17, %65,4) düzeyde matematiksel yeterlilikleri kullanmışlardır. Problem 10 ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yaklaşım örnekleri her bir düzeyde Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Öğrencilerin Problem 10 Çözümünde Uyguladıkları Örnek Çözümler

Problem 10	Örnek Yanıt
Yüksek (3)	
Orta (2)	
Düşük (1)	
Gösterememe(0)	Boşluk

Problem 10'un çözümünde öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; problemin anlaşılabilir sayısal işlemlerin yapılabildiği, problemin önemli kısımlarının açıklanabildiği, matematiksel bilginin doğru ve güvenilir biçimde kullanılabilirliği saptanmıştır. Ayrıca bazı öğrencilerin doğru figürler çizerek durumu somutlaştırdıkları ve denklemler kullanarak sonuca ulaştıkları belirlenmiştir.

### SONUÇ ve TARTIŞMA

Öğrencilerinin uygulama süresince, yazılı türü on üç sorudaki problem çözme stratejileri genel olarak incelendiğinde öğrencilerin fen problemlerinde matematiksel yeterliliklerinin; %38,5 yüksek (3), %19,2 orta (2), %19,2 düşük (1) ve %23,1 gösterememe (0) düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerinin büyük çoğunluğunun uygulama süresince yüksek düzeyde matematiksel süreçleri kullandıkları söylenebilir. Bu durum, uygulaması yapılan matematiksel düşünme etkinliklerinin öğrencilerin ilerleyen haftalarda fen problemleri çözümlerinde daha etkin matematiksel süreçleri kullanmalarını sağladığını göstermektedir. Evans (2004) ve Özsevgeç (2007) çalışmalarında, sınıf içi gözlem, mülakat ve portfolyo kullanımının uygulama sonunda öğrencilerin konuya aktif olarak katılımlarını, sorumluluk üstlenmelerini, motivasyonlarının ve başarılarının artmasını sağladığı gibi önemli sonuçları ortaya çıkardığı tespit edilmiştir.

Öğrencilerin, problem çözümlerinde kullandıkları matematiksel becerilerin düzeyi incelendiğinde; kavramsal bilgi, işlemsel bilgi, akıl yürütme ve stratejileri ve iletişim beceri düzeylerinin yüksek düzeyde kullanıldığı ve birbirini destekler nitelikte olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin süreç boyunca problem çözümlerinde kullandıkları kavramsal bilgiler, onların işlemleri yapmalarına, akıl yürütmelerine ve problemi sayısal olarak ifade etmelerinde etkili bir faktör olmuştur. Başka bir deyişle, bir becerinin gerçekleşme düzeyi diğer beceriler için ön koşul niteliğindedir. Oklun ve Toluk Uçar (2007)'a göre; kavramsal bilgi işlemsel bilgiyi destekler ve ona anlam kazandırır. İşlemsel bilgi, kavramsal bilgiler üzerine yapılan rutinlerdir ve kurallardan oluşur. Derslerde hiçbir zaman kavramsal bilgidен yoksun işlemsel bir bilgi verilmeye çalışılmamalıdır. Problem çözümlerinde

olgunluk becerilerinin sergilenmesi diğer becerilerden farklıdır. Bu durum olgunluk becerisinin daha üst düşünme gerektirdiği ile açıklanabilir.

Çalışma ile ilgili belirlenen sonuçların genel bir değerlendirmesi yapıldığında, dikkat çeken önemli sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Fen bilimleri dersi problemlerinde matematiksel süreçleri yüksek düzeyde kullanan öğrencilerin problem çözme yaklaşımları incelendiğinde;
  - ❖ Problemi anlayabildikleri ve matematiksel objeler arasındaki bağlantıları gösterebildikleri,
  - ❖ Matematiksel bilgiyi bir moddan diğerine dönüştürebildikleri,
  - ❖ Güvenilir biçimde sayısal hesaplamaları doğru yapabildikleri,
  - ❖ Fikirlerin iletilebilmesi için matematiksel denklükleri ve terminolojiyi işlemlerde doğru kullanabildikleri,
  - ❖ Matematiksel objeler arasında bağlantıları gösterip sıralayabildikleri,
  - ❖ Doğru figürler çizerek durumu somutlaştırabildikleri,
  - ❖ Önceki bilgilerini kullanabildikleri,
  - ❖ Problem çözme stillerinde farklılık gösterebildikleri,
  - ❖ Problem sürecine dair detaylı açıklama yapabildikleri,
  - ❖ Problemi basitleştirme ve gereksiz bilgilerin farkına varabildikleri
  - ❖ Uygun strateji seçebildikleri ve matematiksel akıl yürütebildikleri belirlenmiştir.

Buna karşın problemlerin çözümünde öğrencilerin büyük çoğunluğunun denklem bağlantılarıyla çözüm aradıkları, değişik strateji ve akıl yürütme yeteneklerini kullanmadan doğru sonuca ulaştıkları görülmüştür. Bunun yanında öğrencilerin doğru sonuca ulaşmada oran-orantı yolunu tercih ettikleri de görülmüştür. Öğrencilerin problem ile ilgili teorik düzeyde formül bağlantılarını bilmelerine rağmen uygulamada zorlandıkları saptanmıştır. Yapılan yanlışlıklar ise çoğunlukla işlemsel boyutta küçük hesap hatalarından kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlara paralel olarak, Malloy ve Jones (1998) öğrencilerin problem çözme özelliklerini inceledikleri çalışmalarında başarılı öğrencilerin matematik problemlerini çözmede; problemi çözdükten sonra kontrol ettiklerini, problem çözme ile ilgili kendi planlarını tekrar kontrol ettiklerini ve ayrıca probleme ait grafik ve şema kullandıklarını tespit etmişlerdir. Altun (1995) ise öğrencilerin matematik problemlerini çözerken “verilenleri ve istenenleri yazma”, “probleme uygun şekil ve şema çizme”, “yapılacak işlemleri sırasıyla yazma”, “işlemleri yapma ve problemi çözme” davranışlarının yüksek düzeyde sergiledikleri sonucuna ulaşmıştır. Swings ve Peterson (1988) ’e göre; matematiksel bilgiyi anlama ve bu bilgiler arasındaki ilişkiyi oluşturma, problem çözme sürecinde meydana gelmektedir.

2. Fen bilimleri dersi problemlerinde matematiksel süreçleri orta ve düşük düzeyde kullanan öğrencilerin problem çözmedeki hatalarının;
  - ❖ Problemi kısmen tanıyıp belirledikleri,
  - ❖ Birimleri kullanmakta ve birimler arası dönüşümler yapmakta zorlandıkları,
  - ❖ Problem çözümünde büyük kavram ve hesap hataları yaptıkları,
  - ❖ Sonuç ve işlemleri doğrulamadan ve yargılamadan sonuca gittikleri,

- ❖ Matematiksel akıl yürütme ve formülasyon kullanmadan sezgisel çözüm kullanarak ve çözüm sürecine dair minimal düzeyde açıklamada bulunarak sonuca ulaştıkları,
- ❖ Problemdaki ilişkinin tümünü tanımlayamadıkları,
- ❖ Hesaplama yapamayacak kadar büyük hesap hataları yaptıkları,
- ❖ Problem çözümünde uygun strateji seçme konusunda eksik oldukları görülmüştür.

Matematiksel süreçleri orta ve düşük düzeyde kullanan öğrenciler problem çözümlerinde; çoğunlukla birimleri kullanmadan, sonuca ulaşmayı tercih etmektedirler. Yapılan yanlışlıklar ise çoğunlukla işlemsel boyutta birimler arası dönüşüm hatalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin sonuca ulaşırken formülleri kullanarak ulaştıkları, farklı akıl yürütme stratejilerini sergileyemedikleri saptanmıştır. Bazı öğrenciler ise problemi sözel ifadelerle çözmeye eğilimi göstermektedirler. Benzer olarak, Bozan ve Küçüközer (2007) 'ın öğrencilerin basınç konusunda problem çözmeye yaşadıkları zorlukları tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, kavramsal hatalar ile metnin anlaşılmasından kaynaklanan; dört işlem hataları, formül kullanımı, birimler, kaldırma kuvveti ve sıvı basıncı ile ilgili hataların birliktelikleri göze çarpmıştır. Genel olarak problem çözümlerinde hata kaynaklarının ise; (i) formüller, (ii) çözüm için uygun bir strateji uygulama ve (iii) kavram ile prensipler olduğu belirlenmiştir.

Yine Altun (1995)'na göre öğrenciler problem çözümlerinde; “problemin sonucunu tahmin etme”, “çözümün doğruluğunu kontrol etme” “benzer bir problemi yazma” davranışlarının düşük, “problemi özet olarak yazma”, “problemi bir başka yolla çözmeye” davranışlarının çok düşük düzeyde gösterdikleri saptanmıştır.

Öğrencilerin süreç boyunca problem çözümlerinde kullandıkları kavramsal ve işlemsel bilgiler, kullanılan stratejiler, matematiksel dille iletişim gibi yeterlilikler, öğrencilerin akademik başarılarının artmasını olumlu yönde etkilemektedir. Karataş (2002) öğrencilerinin problem çözmeye sürecinde kullanılan bilgi türlerini kullanma düzeyleri üzerine yaptığı çalışmasında; sözel problemlerin çözümünde problemi ifade eden eşitliğin oluşturulması veya modelin tanımlanması ve bu modelin etkili şekilde kullanılması doğru sonuca ulaşmada önemli faktörler olarak belirlenmiştir.

3. Öğrencilerin problem çözmeye durumları incelendiğinde; öğrencilerin sınavlardaki zaman kaygısı, yetersiz bilgi, matematiği sevmeme durumlarının problemlerin çözümünde etkili olduğu görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerin matematiği sevmemesi, onların problemi sezgisel çözümlerle ve sözel ifadelerlerle açıklamalarına neden olmaktadır.

### **Eğitimsel Uygulamalar ve Öneriler**

Fen derslerinin amaçlarına ulaşabilmesi için öncelikle öğrencilerin matematiği sevmeleri sağlanmalı ve matematik korkuları ortadan kaldırılmalıdır. Bunun yanında problemlerin anlaşılması ve uygun stratejilerin belirlenip işe koşulabilmesi için öğrencilerin okuduğunu anlama becerilerinin gelişimi sağlanmalıdır. Çünkü disiplinler arası eğitim gereği, Fen derslerinde öğrencilerin karşılaştıkları problemlerinin çözümünde öğrencilerin Matematik ve Türkçe becerilerini etkin kullanmaları gerekmektedir. Fen derslerinin geçerliliğinin

korunmasında ve problemlerinin çözümünde Matematik dersinden, Matematik problemlerinin anlaşılması ve somutlaştırılmasında Fen derslerinden yararlanılmalıdır.

Matematik ve fen yaşam boyu karşılaştığımız, iç içe yaşadığımız, dolayısıyla yaşam kalitemizin artması için hatta çok iyi kavramamız gereken iki temel alandır. Fen ve matematik düşünme aracıdır ve insanların ortak dilidir. Bu nedenle eğitim sistemimiz içinde fen ve matematik öğretiminin gerekliliği yadsınamaz ve eğitim programlarında fen ve matematiğe ayrılan süre, eğitim yaşamımızın büyük bir kısmını kaplar. Ancak uygulamada yapılan yanlışlar öğrenim yaşamımızın bazı aşamalarında fen ve matematiğe olumsuz tutumlar geliştirmememize neden olmuştur (Küçükturan, 2005).

Fen Bilimleri dersinde öğrencilerin zihinsel süreçlerini canlandırarak açık uçlu problemlere de yer verilmelidir. Bu sayede öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin ortaya konması ve geliştirilmesi sağlanabilir. Ayrıca günlük yaşamdan seçilen problemler ile öğrencilerin ders içi teorik bilgiyi uygulamalarına ağırlık verilebilir.

Bazı ders kitapları dört işlem becerisi gerektiren rutin problemlere ağırlık vermekle ve konular arasındaki ilişkileri, problemlerin çeşitliliğini, yorumlama ve uygulamayı göz ardı edip sadece işlem becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadırlar. Bu bakımdan ders kitapları hazırlanırken veya ders hazırlıkları yapılırken tek doğru cevabı olmayan soruların yanı sıra; çözümsüz, birden çok çözümü olan, eksik ya da fazla bilgi içeren, bir formülün uygulanmasını gerektiren, şekil veya çizim yapmayı gerektiren, gerçek hayatın bir uygulamasını konu edinen, veri toplamayı ve ders dışında araştırma yapmayı gerektiren, tablo ve grafiklerin yorumunu yapmayı gerektiren problemlere yer verilmelidir (Oğuz, 2002). Nitekim Bulunuz ve Ergül (2001)'e göre dört işlem becerisi olmayan, yapacağı deneylerde veri toplayıp bunları analiz edemeyen, grafik çizemeyen, sınıflandırma yapamayan, geometri bilgisini kullanamayan bir öğretmen salt, ezbere dayanan teorik bir fen'den öte gidemez.

Fen Bilimleri derslerinde matematiksel düşünme becerilerinin gelişiminin sağlanabilmesi amacıyla gerekli ortamlar hazırlanabilir. Bu kapsamda farklı yöntemlerin ve tasarlanan etkinliklerin kullanılması öğrencilerin karşılaştıkları yeni problemler için akıl yürütmeleri sağlanabilir. Ayrıca öğretim tasarlanırken; kavram öğretiminin, problemlerin çözümü için yeterli olduğu düşünülmemeli ve işlemsel bilgi hakkında da öğrencilere bilgiler verilmelidir. Bu durum öğrenmeyi kolaylaştıracağı gibi disiplinler arası farklı ilişkinin kurulmasını da sağlayacaktır. Savery ve Duffy, (1995)'e göre, laboratuarda öğrencinin problem çözme becerisinin geliştirilmesine yönelik yapılacak etkinlikler, öğrencide sağlıklı düşünme yaklaşımını da geliştirir. Yapılandırmacı öğrenme anlayışının en önemli uygulamalarından birisini temsil eden bu yöntem, laboratuarda öğrenme etkinliklerinin planlanmasını, öğrencilerin belli bir problem durumuna aktif katılımını gerçekleştirir.

## KAYNAKLAR

- Adair, J. (2000). *Karar verme ve problem çözme* (Çev. Kalaycı, N.). Ankara: Gazi Kitabevi.  
Akgün, Ş. (2001). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Pagem A Yayıncılık, 7.Baskı.  
Aktan, C. (2007). Disiplinler-arası eğitim ve araştırma.

- [Online]: <http://www.canaktan.org/egitim/egitim-metodoloji/disiplin-arasi.htm> (İndirilme tarihi: 20 Temmuz 2016).
- Altun, M. (1995). İlkokul 3., 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme davranışları üzerine bir çalışma. (*Yayımlanmamış Doktora Tezi*). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Altun, M.(2002). *Matematik öğretimi*. Bursa:Erkam Matbaası.
- Baykul, Y. (1999). *İlköğretimde matematik öğretimi*. Ankara:Anı Yayıncılık.
- Bulunuz, N. ve Ergül, R. (2001). Öğretmen adaylarının fen öğretiminde matematik bilgiyi ve laboratuvar ölçüm araçlarını kullanmalarında kendilerine olan güvenlerini belirme üzerine bir inceleme. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 65-71.
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crocker, C. (1996). Interdisciplinary education in a high school: perspectives from teachers of a ninth grade course. *Dissertation*, UMI: 9708551.
- Evans, C. (2004). Learning with inquiring minds. *The Science Teacher*, 71 (1), 27-30.
- Hacısalihioğlu, H. H, Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar, A. (2003). *Matematik öğretimi: ilköğretim 1-5*. Ankara:Asil Yayın Dağıtım.
- Henderson, P. (2002). *Materials development in support of mathematical thinking*, <http://blue.butler.edu/phenders/iticse2002WG.rtf> Erişim: 15/12/2004.
- Kalaycı, N. (2001). *Sosyal bilimlerde problem çözme*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Karataş, İ. (2002). 8. Sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecinde kullanılan bilgi türlerini kullanma düzeyleri. *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karataş, İ. ve Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler: klinik mülakatın potansiyeli. *İlköğretim Online E-Dergi*. Sayı 2, Sayfa 2-9.
- Keith, D. (2000). Finding your inner mathematician. *Chronicle Of Higher Education*. 47(5), 5-6.
- Bozan, M. ve Küçüközer, H. (2007). İlköğretim öğrencilerinin basınç konusu ile ilgili problemlerin çözümünde yaptıkları hatalar. *İlköğretim Online* 6 (1).
- Küçükturan, G. (2005). Erken çocukluk fen ve matematik eğitimi. *Güncel gelişmeler ışığında ilköğretim: matematik, fen, teknoloji, yönetim*. (Ed. Altun, A. ve Olkun, S.).Ankara: Anı Yayıncılık.
- Lutfiyya, A.L. (1998). Mathematical thinking of high school students in nebraska. *Int.J.Math.Educ.Sci.Technol.* 29 (1), 55-64.
- Malloy, C.E. & Fooness, M.G. (1998). An investigation of african american students' mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Edu*, 29, 2.
- Mason,J; Burton, L. & Stacey, K. (1998). *Thinking mathematically*. Addison-Wesley Publisher Limited.
- Maykut, P. & Morehouse, R. (1994). *Beginning qualitative research*. London • Washington, D.C: The Falmer Pres.
- Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis : an expanded sourcebook*. (2nd Edition). California : SAGE Publications.
- National Council Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards*. Reston, VA.: NCTM. <[www.nctm.org/standards](http://www.nctm.org/standards)> (21/01/2016)
- National Council Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. <<http://standards.nctm.org/>> (21/01/2016)
- Oğuz, M. (2002). İlköğretim fen bilgisi dersinde yaratıcı problem çözme yönteminin başarıya ve tutuma etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. H.Ü.Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Oklun, S. ve Toluk Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar*. Ankara: Ekinoks Yayıncılık
- Özsevgeç, T. (2007). İlköğretim 5. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5e modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi. *Doktora Tezi*. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Savery, J.R. & Duffy, T.M. (1995). Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. *Educational Leadership*, 52, p54-57.

- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. (Ed. D.A. Grouws). *Handbook of research on mathematics teaching and learning: a project of the national council of teachers of mathematics*. (pp.334-370). Newyork: Macmillan.
- Smith, L.L. (1999). Effects of discipline-based art education and interdisciplinary art education on artistic development and production, higher level thinking, and attitudes toward science and social studies. *Dissertation*, UMI Number: 9933450.
- Suzuki, K. (1998). Measuring “to think mathematically”: cognitive characterization of achievement levels in performance-based assesment. *Dissertation*, UMI:
- Swings, S. and Peterson, P. (1988). Elaborative and integrative thought processes in mathematics learning. *Journal of Educational Psychology*, 80(1), 54-66.
- Türkeli, Y. (2007). İlköğretim fen eğitiminde disiplinler arası yaklaşım/zeka ve mesleklerle ilişkisi. [http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b\\_kitabi/PDF/Fen/Panel/t47.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fen/Panel/t47.pdf).
- Türmüklü, E.B. ve Yeşildere, S. (2005). Problem, problem çözme ve eleştirel düşünme. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3),107-123.
- Umay, A. (2007). *Eski arkadaşımız okul matematiğinin yeni yüzü*. Ankara.
- URL-1.(2016). Math-CATs (The Mathematical Thinking Classroom Assesment Techniques). *Field-Tested Learnig Assesment Guide*. <http://www.flaguide.org/cat/math/math/math1.php>
- Yeşildere, S. (2006). Farklı matematiksel güce sahip ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünme ve bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, DEÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (5.Basım).Ankara: Seçkin Yay.
- Yıldırım, C. (2004). *Matematiksel düşünme*. İstanbul:Remzi Kitapevi.

## SUMMARY

The specialized education and research system on a certain discipline in education still retains its importance, but it is leaving its place for interdisciplinary and multidisciplinary education (Aktan, 2007). The current trend in primary education is the interdisciplinary approach. This approach can be by merging two or more disciplines or concepts and integrating them. The literature and the developments on education systems show a strong bond between science and mathematics, and these two sciences are complementary to each other. The exchange of knowledge also necessitates the exchange of educational systems. In line with these requirements, the Council of International Mathematics Teachers (NCTM) took the problem solving to the primary school and mathematics course in the 1980s. Today, problem solving, communication and reasoning skills are high priority in mathematics education. These skills are necessary skills for mathematical thinking (Suzuki, 1998). According to Schoenfeld (1992), mathematical thinking means looking at a mathematician's eye in the world at the mathematical point of view. Henderson (2002) defines mathematical thinking as the application of mathematical techniques, concepts, and processes, either explicitly or not, in solving problems. The purpose of this study is to determine the mathematical thinking skills that 7th grade primary school students use in the process of experimenting in science lessons, solving problems and approaching events with scientific thought. In this direction, the researchers searched for the question "What are the mathematical thinking skills of the students in science class?" In addition, the methods used by mathematical thinking students in the process of solving science problems in the process of high, medium, low and non-demonstrable were tried to be determined. It is hoped that determination of different problem solving approaches of students and remove the difficulties associated with the solution in science problems will contribute to the field. In this study, primary school students' mathematical thinking skills and problem solving approaches were examined with using case study from qualitative research design. By homogeneous sample of purposeful sampling, a group of randomly selected 7th grades students (26 students) whose equivalent socio-economic levels. To collect qualitative data, two different tools were used. First, Science and Technology Academic Success Test was used in order to measure the academic achievement of the students and determine the problem solving approaches, and Mathematical Communication and Reasoning Skills rubrics was used in order to determine mathematical thinking performance levels of students. As a lesson "7th Science and Technology" course was chosen and the implementation of the program covered a total of 10 weeks for the "If not Pressure" unit and 2 weeks pilot implementation. The students in the sample group were given the worksheets during the application process and the essay questions in order to determine problem solving strategies and mathematical thinking skills levels. In this way, the students' mathematical thinking levels are grouped by high (3), middle (2), low (1) and non-show (0). In the analysis of qualitative data, frequency analysis was used from content analysis methods.

The results of the research show that during the course of the application, when the students problem solving strategies of thirteen questions are examined in general, Students' mathematical competences in science problems are 38.5% higher (3), 19.2% moderate (2), 19.2% lower (1) and 23.1% not showing (0). It can be said that the majority of the students use high level mathematical processes during the application period. Moreover, the students who use mathematical processes at a high level understand the problem and show the connections between mathematical objects, transform mathematical knowledge from one mode to another, do correctly reliable numerical calculations, use of terminology in operations, and carry out mathematical reasoning. Also, these results show that students who use mathematical processes at high level actively use problem solving processes. Students who exhibit mathematical processes at moderate and low levels in problems partly identify the problem, not to use units and not to convert between units, account mistakes in problem solving, the consequences and proceedings without verifying and proceeding without judgment. Besides, when the problem solving situations of the students are examined, time anxiety, inadequate knowledge, and dislike of mathematics seem to be effective in solving problems. If students do not like mathematics, they explain their problems with intuitive solutions and verbal expressions.



According to these results, it is necessary to use the Mathematics course to solve the problems of the science lessons and to use the science lessons to understand and concretize the Mathematics problems. There should also be open-ended problems that will stimulate the mental processes of the students in science class. In this way, the students' reasoning skills can be demonstrated and developed. In addition, with the problems selected from everyday life, students can be given more importance to apply the theoretical knowledge in the course. In future studies, the evaluation of problem solving should be emphasized in the science courses; especially the problem solving process and the techniques of measuring the student behaviors in this process should be done.