

Investigation of Middle School Students' Estimation Ability with Fractions¹

Cahit AYTEKİN²

Zülbiye TOLUK UÇAR³

ABSTRACT: The aim of this research was to investigate the middle school students' estimation ability with fractions according to some independent variables such as mathematics achievement, gender, grade level and procedural achievement with fractions. The sample consisted of 683 middle school students. The data were collected by estimation with fractions and computation with fractions tests which were developed by the researchers. Results of the study indicated that the students' estimation achievement was very low. There was a statistically significant and middle level positive relationship between the estimation and computation achievements as well as between the estimation and mathematics achievements. It was found that as the grade level increased, students' estimation test scores increased. Estimation achievement of the 7th and 8th grade students were statistically higher than that of the 6th grade students. In addition, it was found that students' gender did not have an effect on the estimation ability with fractions.

Key Words: Estimation Ability, Computation Ability, Fractions, Procedural and Conceptual Learning

SUMMARY

Purpose: In this study, middle school students' estimation ability with fractions was investigated according to some independent variables. Independent variables of the study were mathematics achievement, gender, grade level and procedural achievement with fractions.

Methods: The sample of the study consisted of 683 middle school students from six elementary schools located in different socioeconomic parts in the center of Kırşehir. This study was a correlational study which aimed to identify some factors considered to be related to the estimation ability with fractions. For the purpose of measuring students' estimation and computation achievement related to fractions, an estimation test consisting of 25 multiple choice questions and a computation test consisting of 14 multiple choice questions were developed by the researchers. In order to determine the relationship of estimation ability with computation and mathematics achievements, Pearson correlation coefficients were calculated. Firstly Levene statistics was computed to examine how students' estimation ability changes according to the grade level, because of the variances of the groups weren't equal to each other, Tamhane T2 test was used in this study. Because of the possibility that the distribution of students' estimation scores may not be normal for both gender group, Mann Whitney U and t- test were carried out. In order to examine how students' computation performance and last year mathematics grade influence estimation performance with fractions, multiple regression analysis was performed.

Results: Results of the study showed that, the scores of middle grade students on the Estimation Test were found to be very low. It was determined that there was a statistically significant and middle level positive relationship between the estimation and computation achievements as well as between the estimation and mathematics achievements. It was found that as the grade level increased, students' estimation test scores increased. According to the result of the estimation test, estimation achievement

¹This study, has been prepared on the basis of a thesis prepared by Cahit AYTEKİN and carried out in consultation with Assoc. Prof. Dr. Zülbiye TOLUK UÇAR at Abant İzzet Baysal University. It also was presented at the 10th National Congress on Science and Mathematics Education, Niğde, Turkey, 2012.

²Research Assist. Cahit AYTEKİN, Ahi Evran University, Department of Elementary Education, Mathematics Education, e-mail: caytekin1@gmail.com

³Assoc. Prof. Dr. Zülbiye TOLUK UÇAR, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Department of Elementary Education, Mathematics Education e-posta: ztoluk@yahoo.com

of the 7th and 8th grade students were statistically higher than that of the 6th grade students; but there was no statistically meaningful difference between 7th and 8th grade students' estimation abilities with fractions. In addition to these result, it was found that students' gender did not have an effect on the estimation ability with fractions.

Conclusion and Discussion: As Rubenstein (1985) says the lack of a systematic effort in supporting students to develop and use their own strategies in education can ben seen as an important reason for students' low success in estimation in a particular area. When teaching fractions, merely giving more importance to standart algorithms such as reverse and multiply, common denominators without emphasizing the concept itself do not help students in developing their estimation ability and understanding. The findings of some research studies (Flegg, 1983) on many students' failure in estimation tasks supports this idea. Kayhan Altay (2010) stated that it would be very useful to organize activities to improve students' number sense before or during teaching standart algorithms such as common denominators algorithm. A signficiant positive correlation was found between estimation and computation ability with fractions ($r=0,671$, $p<0,01$). This result supports the idea that the students who are successfull on computation tasks usually display high achievement on estimation tests but the success on estimation test is also related to understanding the nature of the estimated concepts, as Rubenstein (1985) points out. Hanson and Hogan (2000) reported that the majority of students asked to estimate the result of a fraction problem insisently try to apply common denominator algorithm by using mental computation. A significant positive correlation was found between estimation ability and students' achievement in school ($r=0,684$, $p<0,01$). This result is consistent with the studies of Çilingir and Türnüklü (2009) and Levine (1982) but inconsistent with the finding of Gliner (1991). The evidence of this research reveals that estimation ability can not be explained by only mathematics achivement in schools. Students' estimation scores increase as their grade level increases. This increase is thought to be caused by the effect of mental development that occur with age (Dowker, 1997; Sowder and Wheeler, 1987:1989; Siegler and Booth, 2004; Segovia and Castro, 2009). There is not any signficiant difference between students' estimation scores according to their gender. This result is consistent with Forrester and Pike (1998) but inconsistent with Reys, Reys and Penafiel (1991) and Çilingir and Türnüklü (2009).

Ortaokul Öğrencilerinin Kesirlerde Tahmin Becerilerinin İncelenmesi⁴

Cahit AYTEKİN⁵

Zülbiye TOLUK UÇAR⁶

Öz: Bu araştırmanın amacı ilköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin kesirlerde tahmin becerilerinin kesirlerde işlem başarıları, matematik dersi yıl sonu puanları, sınıf seviyeleri ve cinsiyet değişkenleri açısından ilişkisini incelemektedir. Araştırmaya 683 ortaokul 6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinin öğrencisi katılmıştır. Araştırmanın verileri geliştirilen Kesirlerde İşlem Testi (KİT) ve Kesirlerde Tahmin Testi (KTT) ile elde edilmiştir. Araştırma sonucunda kesirlerde tahmin başarıları dağılımlarının oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Tahmin becerisinin işlem ve matematik başarıları ile pozitif yönlü orta dereceli istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Sınıf düzeyi arttıkça tahmin başarılarının da arttığı görülmüştür. 7. ve 8. sınıfların kesirlerde tahmin başarılarının 6. sınıflara göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kesirlerde tahmin başarılarının cinsiyet değişkeni açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği de ortaya konan bulgular arasındadır.

Anahtar Sözcükler: Tahmin Becerisi, İşlem Becerisi, Kesirler, İşlemsel ve Kavramsal Öğrenme

GİRİŞ

Toplumsal yaşamda ihtiyaç duyduğumuz pek çok aritmetik hesaplama önceden kağıt kalem ile yapılmak zorundayken şimdi bilgisayarlar sayesinde inanılmayacak hızlarda yapılabilmektedir. Bu durumun doğal sonucu olarak matematik eğitiminde kağıt kalem ile hesaplamaların önemi azalırken tahmin etme, problem çözme, akıl yürütme, ilişkilendirme ve iletişim gibi beceriler önem kazanmaktadır (Tekinkir, 2008; MEB 2009). Bunlardan tahmin becerisi, işlemsel ve kavramsal anlamının ilişkilendirilmesi, işlem ve problemlerin sonucunun mantıklı olup olmadığını anlama, tam ya da yaklaşık değer bulmak için stratejiler uygulama, sayılar arası ilişkiler üzerine esnek bir anlayış geliştirme gibi becerilerle doğrudan ilişkili olduğundan, üzerinde son yıllarda özenle durulmaktadır. Bu nedenlerle tahmin etkinliklerinin birçok ülkenin matematik öğretim programlarına entegre edilmeye çalışıldığı görülmektedir (MEB, 1998; MEB, 2009; Çoban, 2011; Kaytan, 2007).

Sınıf ortamlarında matematik öğretiminin odağını rutin problemler üzerine standart algoritmalarla alıştırmaya yönelik olduğundan öğrencilerin her soruya tam değeri bulma amaçlı yaklaşacakları açıktır. Bu durum tahmin üzerine sınıf içi gözlemler yapan birçok araştırmacının çalışmalarında belirtilmiştir (Volkova, 2005; Sowder ve Wheeler, 1989; Siegler ve Booth, 2004; Rubenstein, 1985; Forrester ve Pike, 1998, Dowker, 1997; Crites, 1992). Bazı araştırmalar tam değeri bilmemenin hoşgörülebilir olduğunu, öğrenme ortamlarında öğrencilere tahmin etme fırsatı verilirse, işlemsel bilgilerine anlam vermeye başlayacaklarını ortaya koymaktadır (Case ve Sowder, 1990; Case ve Okamoto, 1996; Leutinger, Rathmell ve Urbatsch, 1996). Adams, Onslow ve diğerleri (2005) tahminin çocuklara matematiğin içinde risk almayı öğrettiğini, böylece çocukların değişik stratejileri uygulama konusunda esneklik kazandığını, bunun da öğrencileri yeni yollar bulmaya isteklendirdiğini belirtmişlerdir. Bunların öğrenciye bilim için gerekli olan strateji geliştirme, sorgulama ve eleştirel bakış açısını kazandıracağı açıktır.

Tahmin nedir?

Tahmin etme süreci genel olarak “belli işlem ya da ölçüm sonucu oluşacak değer hakkında önceden karar verme işi” (Segovia ve Castro, 2009) ve “bir probleme yaklaşık cevap üretebilme

⁴Bu çalışma ilk yazarın Yüksek Lisans tez çalışmasından oluşturulmuş ve X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

⁵Arş.Gör. Cahit AYTEKİN, Ahi Evran Üniversitesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, e-posta: caytekin1@gmail.com

⁶Doç.Dr. Zülbiye TOLUK UÇAR, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İlköğretim Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, e-posta: ztoluk@yahoo.com

süreci” (Reys, 1986) olarak tanımlanmaktadır. Micklo (1999) ise tahmini “gerçek bir sayma ya da ölçme işlemi olmaksızın herhangi bir şeyin büyüklüğü veya niceliğini hızlı bir şekilde belirleme” olarak tanımlamıştır. “İnsanların bir grup nesneye saymadan belli bir sayı ataması” Segovia, Castro ve diğerleri (1989) tarafından yığın tahmini olarak sınıflandırılmaktadır. Thompson (1979) ise tahmini “rastgele cevap vermenin eğitilmiş bir hali” olarak görmektedir. Gerçekte iyi bir tahmin becerisi, tahmin yapılacak alanla ilgili olarak derin bir anlayış gerektirir ve bu beceri aynı zamanda sayı duyusunun önemli bir parçasıdır (Bana ve Dolma, 2004). Tahmin zihin ve kavramsal alan arasındaki etkileşimin bir özelliği olarak oluşmaktadır (Tekinkır, 2008). Bu nedenle tahmin etmek rasgele bir eylem değildir. Aksine bir tahminin doğruluğu kişinin matematiksel bilgisinin niteliğine bağlıdır (Olkun ve Toluk Uçar, 2006).

Segovia ve diğerleri (1989) tahminin özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada bir miktarın ölçümsel değeri ya da bir aritmetik işlemin sonucu hakkında değerlendirme üzerinde durmuşlardır. Öğrencilerin probleme yaklaşık cevap üretirken çoğunlukla bir zihinsel bir süreç içinde konu ile ilgili kendinde var olan ön bilgileri ya da doğrudan ilgili bir deneyimini kullanarak tahmin ürettiklerini gözlemlemişlerdir. Geliştirdikleri tahmin stratejileri ile basit sayılarla hızlıca işlem yapılabildikleri bunların da problemin sonucunun mantıklı olup olmadığı gibi üzerine karar verirken kriter olarak kullanılmaya elverişli olduğu belirtilmiştir. Tahmin becerisi çoğunlukla ön bilgi ve tecrübelerle dayalı olduğundan, tahmin süreci buna bağlı olarak da kullanılan stratejiler ve ulaşılan sonuç kişiye özgü bir nitelik taşımaktadır. Aşağıda, tahmin becerisinin ne olduğu ve bu becerinin ilişkili olduğu beceriler tartışılacaktır.

İşlemsel tahmin ve süreci

İşlemsel tahmin zihinden hesap, sayı duyusu ve çeşitli aritmetik tekniklerin bir etkileşimi olarak tanımlanmaktadır (Reys ve Bestgen, 1981). Benzer şekilde Dowker (1992) işlemsel tahmini bir aritmetik problemine yaklaşık cevap vermek için hesaplama yapmadan mantıklı sonuç üretme süreci olarak tanımlamıştır. Dowker’in (1992) tanımından da açıkça görüleceği üzere işlemsel tahmin matematiksel akıl yürütmenin bir parçası (Case ve Sowder; 1990) olarak da görülmektedir.

Reys ve diğerleri (1982) işlemsel tahmin stratejilerini sınıflandırarak bu sürecin nasıl gerçekleştiğini açıklayan bir model oluşturmuşlardır (Şekil 1). Modele göre kullanılan stratejileri işlemdeki sayıları değiştirme (reformulation), işlemleri değiştirme (translation) ve çıkan sonuçta yaklaşıklık sağlamak için düzenlemeler yapma (compensation) olarak üç şekilde sınıflandırmışlardır.

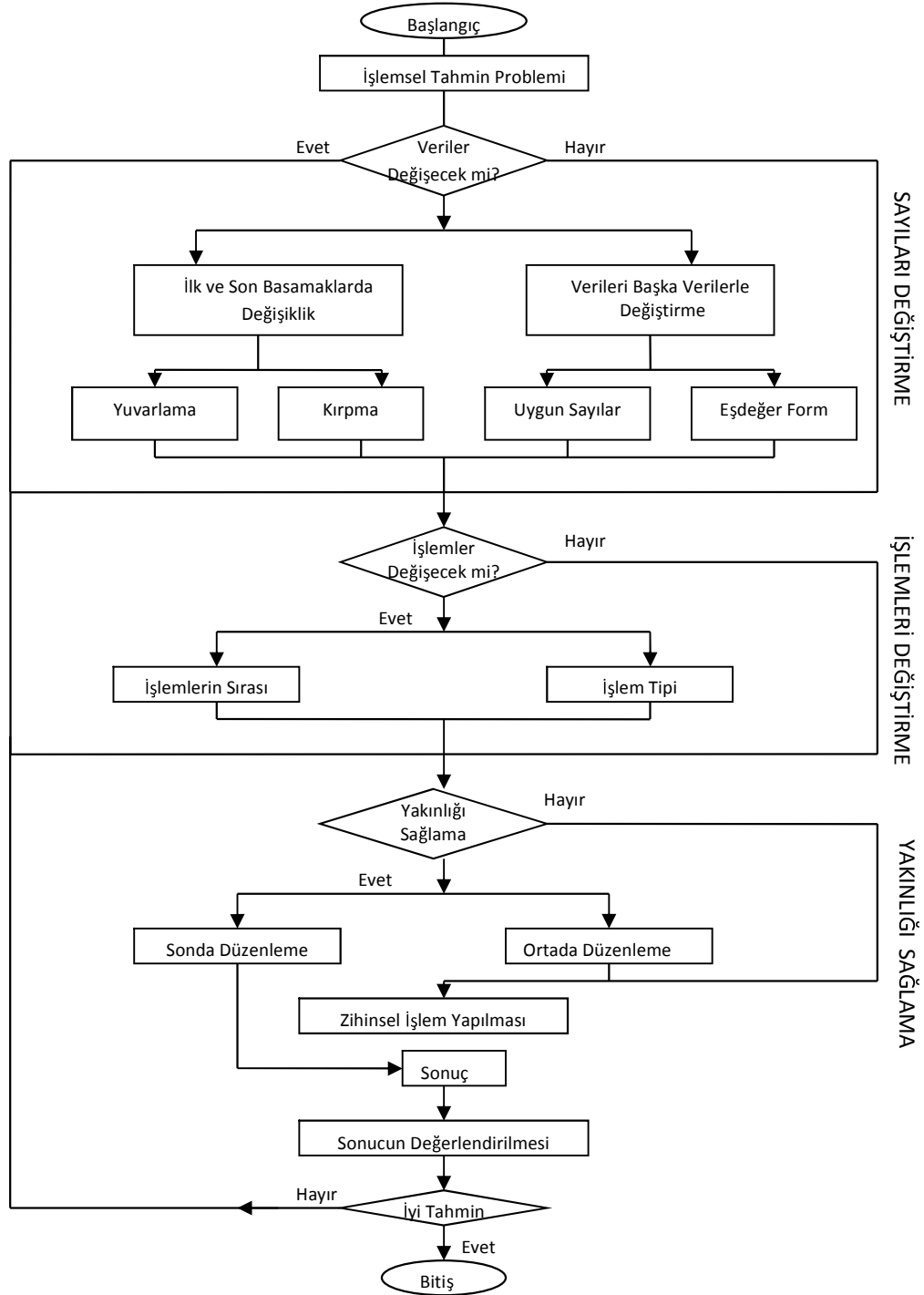
Sayı Duyusu (Number Sense⁷)

İşlemsel tahmin sayı duyusunun önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir. Sayı duyusu hem Sowder’in (1989) tanımından hem de Gesten ve Chart’ın (1999) açıklamalarından anlaşılacağı üzere sayı kavramı üzerinde esnek düşünebilme, onların büyüklükleri hakkında karar verebilme, zihinden işlem ve tahmini de içeren bir histir. Birçok matematik eğitimcisi çocukların tahmin becerisinin düşük olmasını onların sınırlı düzeyde sayı duyusuna sahip olduklarına dayandırmaktadır (Kayhan Altay ve Umay, 2013). Bu nedenle öğrencilerin daha iyi tahminler yapabilmesi için deneyim kazandırmak üzere etkinlik tasarlama üzerine durulmaktadır (Leutzing, Rathmell ve Urbatsch , 1986; Reys ve Yang , 1998; Gliner 1991). Bazı araştırmacılar öğrencilerin alternatif tahmin stratejileri sergilemelerinin sayı duyularının oldukça gelişmiş olduğunun bir göstergesi olarak kabul etmişlerdir (Reys ve diğerleri, 1982; Gesten ve Chard, 1999; Forrester ve Pike, 1998).

Zihinden İşlem

Reys (1986) zihinden işlemi, herhangi bir hesaplama aracı kullanmaksızın gerçek cevabı bulmak olarak tanımlamıştır. “Zihinden işlemi yazılı hesaptan ayıran en önemli fark, zihinden işlem yaparken işlemlerin özelliklerinden faydalanılmasıdır” (Altun, 2001, s.194). Tahmin sürecinde zihinden işlem becerisinin önemi oldukça fazladır (Reys, 1984). Tahmin, mekanik algoritmaları uygulamaya dayanmadan, işlemler üzerine bir sezgi geliştirme, düşünme ve zihinden işlem gerektiren bir süreçtir (Bana ve Dolma, 2004). Tahmin ve zihinden işlem ikisinde de benzer süreçler bulunması ve zihinden işlemin tahmini hesaplamayı güçlendirmesi sebebiyle yakın ilişkili beceriler olarak görülmüştür (Reys, 1984; Sowder ve Wheeler, 1989; Reys ve Reys, 1998).

⁷ Literatüre sayı duyusu olarak geçen ifadenin uluslar arası literatürdeki karşılığı “number sense” ifadesidir.



Şekil 1. İşlemsel Tahmin Süreci (Segovia ve diğerleri, 1989)

Tahmin stratejileri üzerine yapılan araştırmalara bakıldığında, işlemsel tahmin düzeylerini ölçen testlerde kullanılan sorulardan bir kısmını kesirlerin oluşturduğu görülmektedir (Bestgen, Reys ve Diğerleri, 1980; Crites, 1992; Dowker, 1997; Levine, 1982; Reys, 1986; Rubenstein, 1985; Sowder ve Wheeler, 1989). Kesirler konusunda iyi tahmin etmek, kesirler, ondalık sayılar ve yüzdeler konularındaki standart algoritmaların ötesinde derin bir kavramsal anlayış gerektirmektedir (Levine, 1992; Dowker ve diğerleri, 1996). Kesirler, ondalıklı sayılar ve yüzdeler üzerine sahip olunan kavram bilgileri arasında yüksek düzeyde ilişki kurmuş olan öğrenciler, birden çok stratejiyi aynı problem üzerine rahatlıkla uygulayabilmekte ve daha etkili stratejiler üretebilmektedir (Volkova, 2005; Case ve Okamoto, 1996). Bunlardan da açıkça anlaşılacağı üzere kesirlerde tahmin etmek standart

algoritmaların bilinmesi ve uygulanmasından daha çok kesrin büyüklüğünü hissedebilme, sayılar arası ilişkilerin farkında olma ve toplama, çıkarma, çarpma, bölme kavramlarının derinlemesine anlaşılmasına bağlıdır. İşlemsel ve kavramsal öğrenmenin birbirini etkileyen alanlar olduğu ve bu iki öğrenme alanının arasında nasıl bir ilişki olduğunun açıklığa kavuşturularak nedenlerini anlamak, öğrenci başarısızlıklarının sebeplerini daha iyi analiz etmemize olanak sağlayacaktır (Hiebert ve Lefevre, 1987)

Araştırmanın Önemi

Bazı araştırmalar tahmin becerisinin yaşa bağlı olarak geliştiğini belirtirken (Adams, Onslow ve Diğerleri, 2005; Case ve Sowder, 1990), bazıları ise tahmin ile ilgili herhangi bir eğitim verilmediğinde tahmin becerisinin büyük oranda gelişme göstermediği ifade edilmektedir (Bestgen, Reys ve Diğerleri, 1980). Literatürde bazı çalışmalar belli bir alanda işlem becerisi yüksek olanların o alanda daha iyi tahminler üretebildiklerini belirtirken (Levine, 1982; Dowker, 1991), bazı çalışmalar da tahminin, işlem becerisinden ayrı olarak kavramsal anlayışla daha çok ilişkili olduğunu vurgulamaktadır (Rubenstein, 1995; Bestgen, Reys ve Diğerleri, 1980; Gliner, 1991; Adams, Onslow ve Diğerleri, 2005). Matematik başarıları yüksek olan öğrencilerin genelde daha iyi tahmin yapabildikleri araştırmalarda sıkça raslanan bir bulgudur (Çilingir ve Türüklü, 2009; Levine, 1982). Ancak birçok okulda matematik dersinin genellikle işlem becerisini geliştirmeye yönelik olduğu belirtilerek (Gliner, 1991), okuldaki sınavlarda başarısız görünen bazı öğrencilerin okul dışı ortamlarda gerekli olduğunda zihinden çok hızlı işlem yapabildikleri ve etkili tahmin stratejileri geliştirebildikleri ifade edilmektedir. Crites (1992) hangi matematik konularının tahminle nasıl ilişkilendirilip müfredata dâhil edilebileceğine, tahminin bağımsız bir konu olarak mı yoksa diğer matematik konularıyla ilişkilendirilerek mi verilmesi gerektiğine ve öğrencilerin tahmin performanslarını yükseltmek için konuların hangi düzene göre verilmesine yönelik tartışmalara katkı sağlayacak araştırmaların oldukça önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Araştırma aynı zamanda kesir öğretimi ile ilgili önemli veriler sağlamaktadır. Kesirlerle ilgili yurt içinde yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmen adaylarının işlemsel performanslarının oldukça yüksek olmasına rağmen kavramsal performanslarının istenen düzeyde olmadığı görülmektedir (İpek, Işık ve Albayrak, 2005). Bunun nedeni olarak ise öğretmenlerin öğretimde kavramlardan çok prosedürlere önem vermeleri gösterilmiştir. Öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda, özellikle kesirlerde çarpma ve bölme işlemlerine anlam yüklemeye eksikliklerinin olduğu ifade edilmiştir (Işık, 2011). Öğretmen adaylarının kesirlerle ilgili kavramsal anlamalarının geliştirilmesi için problem kurma etkinliklerine yer verilmesi gerektiği yapılan çalışmaların sonuçları arasındadır (Işık ve Kar, 2012a; Toluk-Uçar, 2009). İlköğretim öğrencilerinin de kesirleri anlamlandırmada birçok güçlüklerle karşılaştıkları ülkemizde oldukça sık rastlanan bir bulgudur (Işık ve Kar, 2012b, Soylu ve Soylu, 2005). Ülkemizdeki öğrencilerin ilköğretimin ilk yıllarından başlayarak zamanla doğrudan modelleme stratejisinden algoritma kullanmaya yönelik bir eğilime yöneldikleri tespit edilmiştir (Toluk ve Olkun, 2003). Kavramsal temeli olmadan yalnızca algoritma kullanımının tahmin etmeyi zorlaştırdığı bilinmektedir (Levine, 1992; Dowker ve diğerleri, 1996; Volkova, 2005; Case ve Okamoto, 1996; Olkun ve Toluk Uçar, 2006). Kesirlerde tahminle ilgili yapılan bu araştırma, kesir öğretimi ilgili hem öğretmenlere, hem müfredat geliştiricilere önemli bilgiler sağlayabilecek, ayrıca ileride yapılacak olan yeni araştırmalara kapı açması açısından önemlidir.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada Ortaokul 6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesirlerde rutin işlem gerektiren soruları yapabiliyor olmalarının o alanda tahmin yapmalarına ne derece yarar sağladığı, okuldaki matematik başarısının kesirlerde tahmin edebilmekle ne derece ilişkisi olduğu, sınıf düzeyinin kesirlerde tahmin başarılarını artırıp artırmadığı ile cinsiyet faktörünün tahmin üzerinde etkili olup olmadığının ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların işlemsel ve kavramsal öğrenmenin doğası üzerine öğretmenlere ve müfredat geliştiricilere yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Araştırma Problemi

Bu araştırmanın problemini “Ortaokul 6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesirlerle işlem başarısı, matematik başarısı, sınıf düzeyi ve cinsiyet değişkenlerinin kesirlerle tahmin becerisi ile ilişkisi nasıldır?” sorusu oluşturmaktadır.

Bu problem aşağıdaki alt problemlere ayrılmıştır.

1. Ortaokul 6, 7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesir konusunda işlem yapma başarılarıyla kesirlerle tahmin başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
2. Ortaokul 6, 7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesirlerle tahmin başarıları ile yıl sonu matematik puanları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
3. Ortaokul 6, 7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesirlerle tahmin başarıları arasında öğrenim gördükleri sınıf düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Ortaokul 6, 7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesirlerle tahmin başarıları arasında cinsiyetleri açısından anlamlı bir farklılık var mıdır?

YÖNTEM

Bu araştırma Ortaokul 6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinin kesirlerle tahmin becerileriyle ilişkili faktörlerin ortaya çıkarılması ve ilişki düzeylerinin belirlenmesi amaçlandığından ilişkisel araştırma türlerinden korelasyonel araştırmalar grubuna girmektedir (Frankel ve Wallen, 2006).Büyüköztürk (2011) korelasyonel araştırmaların iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkileri belirlemek ve neden sonuç ile ilgili ipuçları elde etmek amacıyla yapıldığını belirterek, doğal olarak ortaya çıkan olgular arasında var olabilecek ilişkileri bulmak ve tanımlamak için araştırmacının bu olguları değiştirebilecek davranışlardan uzak durması gerektiğini söylemektedir. Bu nedenle araştırmada kesirlerle tahmin becerisinin ilişkili olduğu bazı ilişki türü ya da türlerinin ne dereceye kadar var olduğu bulunmaya çalışıldığından, veri toplamak için gerekli araçların uygulanması dışında herhangi bir müdahale ve yönlendirme yapılmamıştır.

Örneklem

İlköğretim matematik öğretim programında (MEB, 2009) kesirler konusuyla ilgili bütün kazanımların 6.sınıfta tamamlanması ve sınıf düzeyinin tahmin başarısındaki etkisinin incelenmek istenmesinden dolayı araştırmanın evreni 2010-2011 eğitim-öğretim yılında Kırşehir ilindeki ilköğretim okullarında okuyan 6, 7 ve 8.sınıf öğrencileri olarak belirlenmiştir. Örneklem seçildiği okullar belirlenirken önce bir uzman ile birlikte Kırşehir il merkezindeki tüm ilköğretim okulları lise yerleştirme sınavlarındaki başarı ortalamaları, bulunduğu mahallenin ekonomik düzeyi ve öğrenci velilerinin aylık gelir seviyeleri göz önünde bulundurularak sosyoekonomik düzeyi yüksek, orta ve zayıf olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Bu sınıflandırma yapıldıktan sonra 2 tane sosyoekonomik düzeyi yüksek, 2 tane orta, 2 tane de zayıf ilköğretim okulu belirlenmiştir. Bu okulların her birinden 6’şar şube seçilmesi ve seçilen bu 6 şubeden ikisinin 6.sınıf, ikisinin 7.sınıf, ikisinin de 8.sınıf olması hedeflenmiştir. Bu okullarda veri toplayabilmek için gerekli izinler alınmıştır.

Tablo-1:Örnekleme oluşturan okullar ve şube sayıları

Okul	6.Sınıf	7.Sınıf	8.Sınıf	Şube Sayısı
A	2	2	2	6
B	4	-	-	4
C	2	2	2	6
D	2	2	2	6
E	2	2	1	5
F	2	2	3	7
Şube Sayısı	14	10	10	34

Testlerin uygulanması esnasında okullardan bazılarının yeterli şubesinin olmaması, uygulama yapılan tarihte resmi tatil olmamasına rağmen bazı okullarda bazı sınıf düzeyinden hiç öğrenci bulunmaması gibi güçlüklerle karşılaşmıştır. Karşılaşılan bu güçlükler nedeniyle okullar ve

şube sayıları Tablo 1.'deki gibi oluşmuştur. Her sınıf düzeyinden ikişer şube seçilen okullarda bu şubelerden birinin karne notlarına göre başarısı yüksek bir sınıf olması durumunda diğer sınıfın karne notlarına göre sıralandığında başarı ortalaması en düşük olan sınıf olmasına dikkat edilmiştir.

Tablo-2:Sınıf düzeylerine göre örneklemedeki öğrenci dağılımları

Sınıf Düzeyi	Cinsiyet	Öğrenci Sayısı (f)	Yüzde (%)
6.Sınıf	Kız	121	18
	Erkek	135	19
7.Sınıf	Kız	106	16
	Erkek	113	17
8.Sınıf	Kız	100	14
	Erkek	108	16
Toplam		683	100

Tablo 2.de görüldüğü gibi araştırmaya katılan öğrencilerin yaklaşık %37'si 6.sınıf, %33'ü 7.sınıf ve %30'u 8. sınıfta öğrenim görmektedir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmaya katılan öğrencilerin kesirlerle işlem ve tahmin başarılarını tespit etmek amacıyla iki tane başarı testi geliştirilmiştir. Bunlar Kesirlerde Tahmin Testi (KTT) ve Kesirlerde İşlem Testi (KİT) olarak isimlendirilmiştir.

Kesirlerde Tahmin Testi (KTT)

Öğrencilerin tahmin becerilerini ölçmek diğer testlere göre bazı özel prosedürlerin uygulanmasını gerektirmektedir (Bestgen ve diğerleri, 1980). Örneğin problemdeki sayıların öğrencilerin sadece zihinden işlem kullanarak kolayca kesin cevabı bulabilmelerine olanak sağlayıcı şekilde olmaması gerekmektedir. Ayrıca zamanın gereğinden fazla verilmesi durumunda öğrencilerin büyük kısmının tahmin etme yerine öğrendikleri standart algoritmaları zor da olsa zihinden uygulamaya çalıştıkları tespit edilmiştir (Reys ve Bestgen, 1981). Bu nedenlerden dolayı tahmin testi rutin işlem yapmayı zorlaştırıcı ya da gereksiz kılıcı şekilde hazırlanmıştır. Bu test kâğıt-kalemle yapılan işlem testlerine oranla kısa bir zaman içinde cevaplandırılması beklenen sorulardan oluşmaktadır. Standart algoritmayı zihinden uygulama ihtimaline karşın kesin cevabın yerine ona en yakın olanın veya kesin cevabın hangi aralıkta olduğunun karar verilmesini gerektirici şekilde seçenekler hazırlanmıştır. Böylelikle öğrencilerin kendilerine öğretilen standart algoritmalarından bağımsız düşünerek kesirlerle ilgili kazanımlardaki tahmin başarılarını ölçmek amaçlanmaktadır. Günlük yaşam içeriğinde sorulan soruların tahmin başarısını etkilediğine yönelik araştırma sonuçları nedeniyle güvenilirlik açısından sorular sadece standart işlemlerle ilgili olarak hazırlanmıştır. Böylece, testte kesirlerin büyüklüğünü hissedebilen ve kesirlerde dört işlem üzerine derin bir kavramsal anlayış sahibi olan öğrencilerin başarılı olması beklenmektedir.

Kesirlerle Tahmin Testinde 25 soru bulunmaktadır. Yirmi bir soru araştırmacı tarafından hazırlanmış, 3 soru Bana ve Dolma'nın (2004) 1 soru ise Volkova'nın (2005) tahmin becerisi üzerine yaptığı çalışmasından alınmıştır. Geliştirilen test, 3'ü matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip 5 uzman tarafından incelenmiştir. Uzmanlara testteki maddelerin zorluk derecelerini, ifade edilmiş biçimlerini ve konu alanıyla ilgili değişik tipteki soruları temsil edip etmediği sorulmuş ve uzmanların görüşlerine göre test üzerinde ilgili değişiklikler yapılmıştır. Kapsam geçerliliğini sağlamak için kesirler konusundaki tüm kazanımları uygun şekilde kapsamasına dikkat edilmiştir. Kesirlerde Tahmin Testinden bazı örnek sorular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo-3: Kesirlerde Tahmin Testinden Örnek Sorular

<p>3) Aşağıdaki kesirlerden hangisi <u>en büyüktür?</u></p> <p>A) $\frac{49}{100}$ B) $\frac{50}{99}$ C) $\frac{10}{25}$ D) $\frac{17}{19}$</p>	<p>8)</p> $\frac{11}{12} + \frac{20}{19} + \frac{500}{249} = ?$ <p>Yukarıdaki işlemin sonucu aşağıdakilerden hangisine <u>en yakındır?</u></p> <p>A) 520 B) 300 C) 4D) 8</p>	<p>23)</p> $11 : \frac{3}{7} = ?$ <p>İşleminin sonucu ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>doğrudur?</u></p> <p>A) 0 ile 5 arasındadır. B) 5 ile 11 arasındadır. C) 11 ile 22 arasındadır. D) 22'den büyüktür.</p>
<p>14)</p> $\frac{6}{13} < A < \frac{21}{20}$ <p>A kesri aşağıdakilerden hangisi <u>olabilir?</u></p> <p>A) $\frac{4}{9}$ B) $\frac{6}{20}$ C) $\frac{3}{4}$ D) $\frac{20}{14}$</p>	<p>17)</p> $\frac{8}{9} - \frac{3}{4} = ?$ <p>Yukarıdaki işlemin sonucu aşağıdakilerden hangisine <u>en yakındır?</u></p> <p>A)0 B) 1 C) 3 D) 4</p>	<p>24)</p> $5 \cdot \frac{18}{19} = ?$ <p>İşleminin sonucu ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>doğrudur?</u></p> <p>A) 5'den küçüktür. B) 5 ile 20 arasındadır. C) 20 ile 50 arasındadır. D) 50'den büyüktür.</p>

Testin Cronbach- α güvenilirlik katsayısı Itemann programı kullanılarak hesaplanmıştır. Kesirlerle tahmin testinin ilk hali 27 sorudan oluşmaktadır. Pilot çalışma sonucunda ayırt edicilik indeksleri 0,3'den küçük olan iki soru testten çıkarılarak test 25 soruluk son haline getirilmiştir. Test puanlarının güvenilirliğinin göstergesi olarak kullanılan Cronbach- α değeri testi oluşturan maddelerin bütünüyle ne kadar tutarlı olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2011). Bu çalışmada 25 maddelik tahmin testinin Cronbach- α güvenilirlik katsayısı 0,889 olarak bulunmuştur. Bu nedenle testin yüksek düzeyde güvenilir olduğu belirlenmiştir.

Kesirlerde İşlem Testi (KİT)

Kesirlerle İşlem Testi öğrencilerin payda eşitleme, test çevirip çarpma gibi rutin algoritmaları uygulama başarılarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu test sadece standart algoritmaların uygulanmasına dayandığından sorular günlük yaşam içeriğinde hazırlanmamıştır. Kesirlerle işlem testinin pilot çalışma yapılan öğrencilere uygulanmış ve elde edilen veriler Itemann programına girilerek madde ayırt edicilik ve güçlük indeksleri hesaplanarak Tablo 3-8.'de verilmiştir. Buna göre 14 maddelik testin 12 maddesin "point biser" ayırt edicilik indeksinin 0,4 den yukarı olduğu saptanmıştır. Testte yer alan diğer 2 maddenin ayırt edicilik indeksleri 0,3 ile 0,4 arasında olduğundan, bu maddelerin de değiştirilmeden testte yer almasının uygun olacağına karar verilmiştir. Kesirlerde İşlem Testinin Cronbach- α güvenilirlik katsayısı 0,840 olarak bulunmuştur.

Veri Toplama Süreci

Öğrencilere ilk olarak Kesirlerde İşlem Testi (KİT) verilmiştir. Soruların altındaki boşluklara işlem yapabilecekleri hatırlatılmıştır. KİT bir hız testi olmadığından test için öngörülen süre tüm öğrencilerin işlemlerini tamamlamalarına olanak sağlayıcı şekilde 25 dakika olarak düşünülmüştür. Öğrencilerin tamamına yakınının bu süreden daha kısa bir zaman içinde testi bitirdikleri

gözlemlenmiştir. Öğrencilere ayrıca bu testin bilimsel bir araştırma için kullanılacağı ve nota dönüştürülmeyeceği söylenmiştir.

İşlem testinin bitiminin ardından öğrencilere kesirlerle tahmin testi uygulanmıştır. Testi uygulamadan önce öğrencilerden bu testin bir tahmin testi olduğu söylenerek kâğıt kalemle işlem yapmamaları, soruların kesin cevaplarının testte olmadığı bu nedenle tahmin ettikleri cevaba en yakın seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. Tahmin testi için verilen sürenin gereğinden fazla olması durumunda öğrencilerin çoğunluğunun zihinden rutin işlem yaparak kesin cevaba ulaşmaya çalışacakları göz önünde bulundurularak test için verilecek toplam süre, her madde için kullanılacak stratejiler ve öğrencilerin sınıf düzeyleri göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Buna göre 25 maddelik kesirlerde tahmin testi için 8. sınıf öğrencilerine 13 dakika, 7. sınıf öğrencilerine 14 dakika, 6. sınıf öğrencilerine de maksimum 15 dakika süre verilmiştir. Pilot çalışma ve gerçek uygulama esnasında belirlenen bu sürenin öğrencilerin tamamına yakın bir kısmı için yeterli olduğu gözlemlenmiştir.

Veri Analizi

Her öğrenci için sınıf, cinsiyet, yılsonu matematik puanı, işlem başarısı ile tahmin başarısı ile ilgili veriler sistematik olarak eşleştirilerek kaydedildikten sonra SPSS 15 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin yılsonu matematik puanları ile kesirlerle işlem testinden almış oldukları puanlarla tahmin testinden aldıkları puanlar arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu tespit etmek üzere Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Kesirlerle tahmin testinden alınan puanların sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini bulmak için önce sınıf düzeylerine göre oluşan varyansların eşit olup olmadığı incelenmiştir. Bunun için Levene testi yapılmış ve varyansların eşit olmadığı görülerek bu durumlarda önerilen testlerden olan Tamhane T2 testi kullanılmıştır.

Kesirlerle tahmin puanlarının cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesi için tahmin puanlarının kız ve erkek cinsiyetler arasında normal dağılımı varsayımının kabul edilmesi gerektiğinden öncelikle bu durum incelenmiştir. Oluşan dağılımların sağa çarpık olmaları nedeniyle bu varsayımın kabul edilip edilemeyeceği konusunda kararsız kalındığından hem kabul edildiği durumda yapılması uygun olan t- testi, hem de gruplar içinde normal dağılmadığı durumlarda yapılan Mann Whitney U testi sonuçlarına bakılmıştır.

BULGULAR

Araştırmada ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin kesirlerle tahmin başarılarının sınıf düzeyine, cinsiyete göre nasıl değiştiği, okuldaki matematik performansları ve kesirlerle işlem başarısının kesirlerle tahmin başarısı ile olan ilişkisinin test edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular araştırmanın alt problemlerine göre ele alınmıştır.

Kesirlerde İşlem Başarısı ile Kesirlerde Tahmin Başarısı Arasındaki İlişki

İşlem testi puanlarının sınıf düzeyine ve cinsiyete göre incelenmesinden sonra bu puanların tahmin becerisiyle olan ilişkisine bakılmıştır. Araştırmada öğrencilerin Kesirlerle İşlem Testinden aldıkları puanlar ile Kesirlerle Tahmin Testinden aldıkları puanlar arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyonu kullanılmıştır. Hesaplanan korelasyon katsayısı Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo-4: Öğrencilerin KİT ile KTT’den aldıkları puanların korelasyonu

Korelasyon		İşlem Başarısı
Tahmin Başarısı	Pearson	0,671*
	Korelasyon	
	P	0,000
	N	683

*Aradaki ilişkinin anlamlılık düzeyi $p < 0,01$ olarak belirlenmiştir.

Büyüköztürk'e (2010) göre korelasyon katsayısının mutlak değeri olarak, 0,70 ile 1 arasında olması yüksek düzeyde bir ilişki, 0,70 ile 0,30 arasında olması orta, 0,30 ile 0 arasında olması zayıf bir ilişki olarak tanımlanmaktadır. Tablo 4'den de açıkça görüleceği gibi öğrencilerin İşlem Testi puanları ile Tahmin Testi puanları arasında orta düzeyde ($r=0,671$, $p<0,01$) pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin kesirlerle rutin işlem başarıları ile tahmin başarıları arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde olmamasının şaşırtıcı bir bulgu olduğu söylenebilir. Bu bulgu öğrencilerin kesirlerle tahmin performanslarının sadece kesirlerle rutin işlem başarılarıyla ilgili bir durum olmadığı, diğer başka değişkenlerle de ilişkili olan bir beceri olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca açıklanan varyansın (r^2)'nin 0,45'e eşit olması, Kesirlerle Tahmin Testinden alınan puanların değişkenliğinin ancak %45'inin Kesirlerle İşlem Testinden alınan puanlarla açıklanabileceğini göstermektedir.

Kesirlerde Tahmin Başarısı ve Yılsonu Matematik Puanları Arasındaki İlişki

Öğrencilerin okuldaki matematik başarılarını belirlemek amacıyla 2010-2011 eğitim öğretim yılsonu matematik puanları kullanılmıştır. Öğrencilerin yılsonu matematik puanlarının sınıf düzeyine ve cinsiyete göre incelenmesinden sonra bu puanların tahmin becerisiyle olan ilişkisine bakılmıştır. Araştırmada öğrencilerin yıl sonu matematik puanları ile Kesirlerle Tahmin Testinden aldıkları puanlar arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyonu kullanılmıştır. Hesaplanan korelasyon katsayısı Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo-5: Öğrencilerin yılsonu matematik puanları ile KTT'den aldıkları puanların korelasyonu

Korelasyon		Matematik Puanları
Tahmin Başarısı	Pearson Korelasyon	0,684*
	p	0,000
	N	683

*Aradaki ilişkinin anlamlılık düzeyi $p<0,01$ olarak belirlenmiştir

Analiz sonuçlarına göre öğrencilerin yılsonu matematik puanları ile kesirlerde işlem testinden aldıkları puanlar arasında orta derecede ($r=0,684$ $p<0,01$) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Hesaplanan r^2 değerinin 0,467 olması Kesirlerde Tahmin Testinden alınan puanların değişkenliğinin yaklaşık %47'sinin öğrencilerin yılsonu matematik puanları ile açıklanabileceğini göstermektedir.

Sınıf Düzeyleri ile Kesirlerde Tahmin Başarıları Arasındaki İlişki

Ortaokul 6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinin Kesirlerle Tahmin Testinden aldıkları puanların öğrenim gördükleri sınıf düzeyi yükseldikçe arttığı tespit edilmiştir. Tablo 4-3. incelendiğinde 7.sınıf öğrencilerinin tahmin puan ortalamasının 8.sınıf öğrencilerine çok yakın olduğu görülmektedir. Öte yandan, 6. sınıf öğrencilerinin tahmin puanlarının bu iki sınıftan oldukça düşük olduğu gözle çarpılmaktadır.

Tablo-6: Öğrencilerin KTT Puanlarının Sınıf Düzeylerine Göre Ortalamaları

Sınıf Düzeyi	Ortalama (M)	Öğrenci sayısı (N)	Standart Sapma	En Yüksek	En Düşük
6.Sınıf	6,83	256	4,82	24	0
7.Sınıf	9,67	219	6,26	24	0
8.Sınıf	10,13	208	5,82	25	1
Genel	8,74	683	5,81	25	0

Ortaokul 6,7 ve 8.sınıf öğrencilerinin tahmin ortalamaları arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak da anlamlı olup olmadığını incelemeye önce her grubun içindeki varyansların eşit olup olmadığına bakılmıştır.

Tablo-7: Öğrencilerin KTT puanlarının sınıf düzeylerine göre Levene testi sonuçları

Varyansların Eşitliği Testi			
Levene İstatistiği	Sd1	Sd2	p
14,798	2	680	0,000*

*p<0,05.

Tablo 7.'deki sonuçlara göre öğrencilerin sınıf düzeylerine göre her grubun içindeki varyansların eşit olmadığı görülmüştür, p<0,05. Her grup içindeki varyansların eşit olmadığı durumlarda grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakmak için Tamhane T2 testi kullanılması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2010).

Tablo-8: Öğrencilerin KTT puanlarının Sınıf Düzeylerine Göre Tamhane T2 Testi Sonuçları

F-Sınıf Düzeyi	J-Sınıf Düzeyi	Ortalamalar Arası Fark (F-J)	Standart Hata	p
6.Sınıf	7.Sınıf	-2,835*	0,519	0,000
	8.Sınıf	-3,298*	0,504	0,000
7.Sınıf	6.Sınıf	2,835*	0,519	0,000
	8.Sınıf	0,463	0,484	0,813
8.Sınıf	6.Sınıf	3,298*	0,504	0,000
	7.Sınıf	0,463	0,584	0,813

*0,05 anlamlılık düzeyine göre ortalamalar arası fark istatistiksel olarak anlamlı

Tablo 8. incelendiğinde 7. ve 8. sınıfların tahmin testinden almış oldukları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak 6.sınıf öğrencilerinin tahmin puanlarının hem 7. sınıf hem de 8. sınıf öğrencilerinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklı olduğu görülmektedir. Bu başarının 6. sınıftan 7. sınıfa geçerken büyük bir farklılık göstermesi yaşa bağlı olarak öğrencilerde meydana gelen zihinsel gelişimden ya da 7. sınıf matematik müfredatında herhangi bir şekilde bu becerinin gelişimine olanak sağlayabilecek içeriklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kesirlerde Tahmin Başarısı ile Cinsiyet Arasındaki İlişki

Erkek öğrencilerin Kesirlerle Tahmin Testinden aldıkları puanların ortalaması kız öğrencilerinkinden bir miktar yüksek bulunmuştur. Ortalamalar arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını öğrenmek için yapılan t-testi sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo-9: Öğrencilerin KTT puanlarının cinsiyetlere göre ortalamaları ve t- testi sonuçları

Kesirlerle İşlem Puanları						
Cinsiyet	Ortalama (M)	Öğrenci Sayısı (N)	Standart Sapma	sd	t	p
Erkek	9,0028	356	5,84	681	1,188	0,235*
Kız	8,4740	327	5,77			
Genel	8,7496	683	5,81			

*p>0,05

Buna göre kız ve erkek öğrencilerin puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, $t(683)=1,188$ $p>0,05$. Etki büyüklüğünü belirlemek amacıyla hesaplanan η^2 değeri yaklaşık olarak 0,002 gözlenen varyansın ancak binde 2'sinin cinsiyet değişkeninden kaynaklandığı söylenebilir. Öte yandan, Cohen d değeri yaklaşık 0,09 olarak bulunmuştur. Bu sonuç kız ve erkek öğrencilerin Kesirlerle Tahmin Testinden aldıkları puanların farklılığının yaklaşık 0,1 standart sapma kadar olduğunu göstermektedir. Grupların evrende normal dağıldığı farz edildiğinde cinsiyet değişkenine göre tahmin başarısında istatistiksel açıdan bir farklılık olmadığı görülmektedir. Araştırmanın yapıldığı örneklemin matematik başarı ortalamasının oldukça yüksek olduğu düşünüldüğünde tahmin başarı dağılımlarının sağa çarpık oluşu, bu grupların evrenleri için normal dağılım sergilememe ihtimalinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu ihtimal göz önüne alınarak aradaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını görmek amacıyla, grupların normal dağılmadığı farz edilerek parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U testi yapılmış ve sonuçları Tablo 10'de verilmiştir.

Tablo-10: Öğrencilerin KTT Puanlarının Cinsiyetlere Göre Mann Whitney U Testi Sonuçları

Cinsiyet	Öğrenci Sayısı (N)	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Erkek	356	351,70	125205	54753	0,179*
Kız	327	331,44	108381		

* $p>0,05$

Mann Whitney U testi sonucunda kesirlerle tahmin başarısına göre cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür, $U=57453$, $p>0,179$. Bu bulguyla her iki grup dağılımlarının normal olduğu varsayılarak yapılan t-testinin uyumluluk göstermesi, kesirlerle tahmin becerisindeki farklılıklarda cinsiyet değişkeninin istatistiksel açıdan anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Öğrencilerin kesirlerle tahmin ve işlem başarı dağılımlarının oldukça düşük seviyelerde olması bu araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biridir. Bu sonucun mevcut matematik eğitiminde kâğıt kalem ile hesaba dayalı kesin sonuç bulmaya odaklanan yaklaşımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Her öğrencinin ezberlenen standart algoritmalar yerine kendi stratejisini oluşturmasını temele alan sistematik bir eğitimin olmaması da tahmin başarısındaki önemli bir faktör olarak görülebilir. Rubenstein (1985) tüm yaş gruplarındaki öğrencilerin tahmin başarılarının düşük olmasının, tahminin gelişimine yönelik sistematik bir eğitimin olmamasından kaynaklandığını söylemektedir. Kavramsal ve işlemsel öğrenmenin birbirinden tamamen ayrı olarak görülmesi imkânsızdır (Hiebert ve Lefevre, 1987). Bu iki bilgi türü arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması öğrencilerin problem çözme başarıları ve başarısızlıklarının nedenlerini daha iyi anlamamıza olanak sağlayacaktır. Kesirlerde sadece işlemsel bilgilere sahip olan bir öğrenci birbirinden farklı birçok prosedürü hafızasında tutması gerekmektedir. Bu prosedürler ile kavramlar arasında ilişki kuramayan öğrenciler tahmin problemlerinde zorluk yaşayabilir çünkü kesirlerde tahmin problemleri daha çok işlemlerle kavramlar arasında ilişki kurulup kesirlerin büyüklüğünün hissedilmesine bağlıdır. Kavramsal ve işlemsel bilgiler arasındaki ilişkiler güçlü olduğunda öğrenciler tahmin problemlerinde daha etkili stratejiler kullanabilir. Çünkü kurulan güçlü ilişkiler prosedürleri anlamlı hale getirerek hem hafızada tutulmasını kolaylaştırır hem de tahmin yaparken birden fazla prosedürü koordine edebilir. Prosedürleri esnek şekilde kullanabilen öğrenciler ulaştıkları tahmini sonuçları düzenlemeler yaparak gerçek değere daha yakın tahminler üretebileceği düşünülmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin kesirler konusunda kavramsal anlamadan daha çok ezberlenen prosedürleri uygulamaya yöneldikleri, işlemler ve kavramlar arasında bağ kurmakta zorlandıkları vurgulanmaktadır (Işık ve Kar, 2012b; Soylu ve Soylu, 2005; Toluk ve Olkun, 2003). Öğretmen adayları ile yapılan yurtiçi çalışmalarda da benzer bir durum olduğu göze çarpmaktadır (İpek, Işık ve Albayrak, 2005; Toluk Uçar, 2009). Öğretmen adaylarının özellikle

kesirlerde bölme ve çarpma işlemleri ile ilgili problem kurmada ve kavramsal açıklama yapmada zorlandıkları vurgulanmıştır (İpek, Işık ve Albayrak, 2005; Işık, 2011; Işık ve Kar, 2012a; Toluk Uçar, 2009). Öğrencilerin kesirler konusunda işlemler ve kavramlar arasında ilişkilendirme yapmaları, tahmin becerilerinin de geliştirmelerinde oldukça etkili olacağı düşünülmektedir.

Bazı durumlarda öğrencilerin problemlerdeki işlemleri, tahmin yapmayı kolaylaştıracak şekilde değiştirmeleri gerekmektedir. Örneğin, $97 + 101 + 102$ işleminin sonucu $3.100=300$ olarak tahmin edildiğinde, öğrenci toplama işlemini çarpmaya çevirerek, istenen işlemin yapısında değişiklik yapmış olur. Böylece işlemsel bilgilerinde esnek olabilen öğrenciler problemleri daha uygun biçime dönüştürebilirler. Buna paralel olarak da strateji üretme, kullanma ve bir bilgi türünü diğerine transfer etme becerileri gelişmektedir. Kesirleri öğretirken payda eşitleme, ters çevirip çarpma gibi standart algoritmaların ezberlenip benzer problemler üzerinde pratik ettirilmesine kavramın kendisinin öğretiminden daha fazla önem verilmesi hem tahmin başarısının gelişimini hem de o alanın anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Kesirlerle ilgili yapılan bazı araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin genelinde bu konuda başarısız olduğuna yönelik bulguların olması (Flegg 1983) bu fikri desteklemektedir. Kayhan Altay (2010) bu konuyla ilgili olarak payda eşitleme gibi standart algoritmaların öğretilmesi esnasında veya öncesinde öğrencilere sayı duyularını ve tahmin becerilerini geliştirebilmelerine fırsat verici etkinlikler düzenlenmesinin oldukça yararlı olacağını belirtmektedir.

Kesirlerle işlem başarısı ile tahmin başarısı arasında orta düzeyde pozitif yönlü istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur, ($r=0,671$, $p<0,01$). Hesaplanan r^2 değerlerinin yaklaşık 0,45 olması, tahmin testinden alınan puanlardaki değişkenliğin ancak % 45'inin işlem başarıları ile açıklanabileceğini göstermektedir. Bu sonuç Hanson ve Hogan (2000) ile Rubenstein'in (1985) yaptığı çalışmada ortaya koyduğu işlem sorularında başarılı olan öğrencilerin tahmin başarılarının da genellikle yüksek olacağı fakat tahmin başarısının o kavramın doğasını anlama gibi başka diğer becerilerle de ilgili olduğu fikirlerini desteklemektedir. Hanson ve Hogan (2000) tahmin sorularında öğrencilerin çoğunluğunun payda eşitleyip gerçek cevaba ulaşmaya çalıştıklarını belirtmiştir. Bu araştırmada kesirleri karşılaştırma, sıralama, sayı doğrusunda gösterme, toplama, çıkarma, çarpma ve bölme yapma ile ilgili sorulardan oluşan tahmin ve işlem testlerindeki toplam puanların karşılaştırılması amaçlandığından, her bir kazanım üzerine tek tek ilişki kurulamamıştır. Bu nedenle her bir kazanıma ait işlem ve tahmin başarısı arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına yönelik araştırmaların literatürde yer alan bu tartışmalara çok şey katacağı düşünülmektedir.

Araştırmada öğrencilerin yılsonu matematik puanları ile kesirlerle tahmin başarıları arasındaki orta derecede pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur, ($r=0,684$ $p<0,01$). Ayrıca hesaplanan r^2 değerinin yaklaşık 0,47 olması, Kesirlerle Tahmin Testinden alınan puanların değişkenliğinin yaklaşık %47'sinin öğrencilerin yılsonu matematik puanlarıyla açıklanabileceğini göstermektedir. Bu sonuç Çilingir ve Türnüklü (2009) ve Levine'nin (1982) ortaya koyduğu tahmin başarısı ile matematik başarısı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu bulgusuyla tutarlı olmakla birlikte, Gliner'in (1991) negatif ilişki olduğu bulgusuyla tutarsızdır. Ayrıca araştırmanın bu konuyla ilgili bulgusu bu becerinin tek başına matematik başarısı ile de açıklanamayacağını ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin kesirlerle tahmin başarı ortalamalarının sınıf düzeyi artıkça yükseldiği görülmekle birlikte 6. sınıftan 7. sınıfa geçerken büyük bir sıçrama göstermesi ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı oluşu kesirlerle tahmin becerisinin gelişiminde 6. sınıf ile 7. sınıf düzeyleri arasında bir kritik dönem olabileceğini göstermektedir. Tahmin testinden alınan puanların ortalamalarının sınıf düzeyi arttıkça yükselmesinde öğrencilerde yaşla birlikte meydana gelen zihinsel gelişimin etkisinin olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuç Dowker'in (1997) yaşı diğerlerinden büyük olan öğrencilerin daha mantıklı tahmin ürettiği, Sowder ve Wheeler'in (1989) yaşı büyük olan öğrencilerin tahminlerinin gerçek değere daha yakın olduğu, Siegler ve Booth'un (2004) yaşı küçük olanların tahmin konusunda iyi olmadıkları bulgularıyla uyumludur. Segovia ve Castro da (2009) yaptıkları çalışmada sınıf düzeyi ve tahminle ilgili olarak sınıf düzeyindeki artışa paralel olarak öğrencilerin ürettiği tahminlerin gerçek değere yaklaştığını ifade etmektedir. Ayrıca 7. sınıf ve 8. sınıf öğrencilerinin kesirlerle tahmin başarılarının birbirine oldukça yakın oluşu ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmayışı, bu yaş gurubu öğrencilerinin kesirlerle tahmin becerilerinin gelişimi açısından bazı paralel özellikleri olduğunu ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin kesirlerle tahmin başarıları cinsiyet değişkenine göre incelenmiş, erkek öğrencilerin Kesirlerle Tahmin Testi puan ortalamasının kız öğrencilerinkinden yüksek olduğu halde bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu sonuç Reys, Reys ve Penafiel

(1991) ile Çilingir ve Tümnüklü'nün (2009) çalışmalarında belirttiği erkek öğrencilerin işlemsel tahminde kız öğrencilere göre istatistiksel olarak daha başarılı olduğu bulguları ile çelişmekle birlikte Forrester ve Pike'nin (1998) kız ve erkek öğrenciler arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı bulgusuyla uyumludur. Bu çelişkinin araştırmanın işlemsel tahmini kesirler alanı ile sınırlandırmasından ya da adı geçen araştırmaların örneklemelerinden kaynaklanan bir durum olabileceği düşünülmektedir.

ÖNERİLER

İlköğretim Matematik Öğretim Programı'nda kesir konusuyla ilgili kazanımlarla uyumlu bir şekilde tahmin becerisinin sistematik gelişimine fırsat verici etkinliklere daha fazla yer verilmelidir. Öğrencilerin kesirlerin büyüklüklerini tahmin etme, sayı doğrusunda yaklaşık yerini bulma, kesirlerle işlemlerin sonuçlarını işlem yapmadan önce tahmin etme ve işlemi yaparak sonucu tahminle karşılaştırma gibi etkinlikler düzenlenebilir. Bu etkinliklerde öğrenciler farklı stratejiler geliştirmeye yönlendirilmeli, geliştirdikleri stratejileri arkadaşlarına açıklamaları ve savunmaları sağlanmalıdır. Öğretmen bu süreçte öğrencileri cesaretlendirmeli ve kendisi de farklı stratejileri modellemelidir.

Öğretmen yetiştiren kurumlarda öğretmen adayları ile halen okullarda görev yapan öğretmenler, matematiksel işlem ve kavramların anlaşılmasında tahmin becerisinin rolü ile ilgili olarak payda eşitleme, ters çevirip çarpma gibi rutin algoritmalar öğretilirken ya da öğretmeden önce öğrencilere işlemlerin sonuçlarını tahmin etme fırsatı vermenin önemi üzerine bilgilendirilmelidir. Ayrıca, öğretmenler farklı tahmin stratejileri geliştirebilme ve önerilen stratejileri değerlendirebilme becerilerine sahip olacak şekilde eğitilmelidirler. Öğrencilerin ilgili kazanımları edinip edinmediklerini ortaya çıkarmak ya da onları bir üst öğrenime yerleştirmek amacıyla yapılan sınavlarda ezberlenen rutin problem çözme algoritmalarından daha çok her öğrencinin kendi stratejisini oluşturmasına ve kavramın anlaşılmasına dayanan tahmin sorularının da bulunması önerilmektedir. Böylece eğitimcilerin bu beceriyi sistematik olarak geliştirmeye daha çok önem verecekleri düşünülmektedir.

Öğrencilerin sayı duygusunu geliştirme yönünde etkinlikleri planlama, eğitim öğretim etkinlikleri esnasında bu beceriye önem verme görevi öğretmenin olduğundan öncelikle halen okullarda görev yapan öğretmenlerin ve üniversitelerde öğrenim gören öğretmen adaylarının tahmin becerilerini ölçmeye ve geliştirmeye yönelik araştırmalar yapılabilir. Ayrıca matematik öğretmen ve öğretmen adayları ile bu becerinin matematik eğitiminde ne derecede önemli görülüp görülmediğine ilişkin görüşmeler yapılarak ilgili düşünceleri ortaya çıkarılabilir. Bu düşünceler ortaya çıkarıldıktan sonra, kendileri bizzat tahmin etkinlikleriyle birlikte bu düşünceleri ile yüzleşebilir ve olumsuz düşünceler değiştirilebilir. Bu çalışmada öğrencilerin kesirlerle tahmin başarısını ölçmek üzere tüm kazanımları içeren tahmin testinin genel puanı kullanıldığından, kesirlerle toplama, çıkarma, çarpma ve bölme kazanımları için işlem ve tahmin performansları karşılaştırılamamıştır. Bu nedenle kesirlerle ilgili her kazanıma ait işlem başarısı ile tahmin başarısının karşılaştırmalı olarak inceleyen araştırmaların bu konuda oldukça yararlı bilgiler vereceği düşünülmektedir. Öğrencilerin işlemsel tahmin stratejilerini ortaya çıkarmaya yönelik araştırmaların çok olmasına rağmen sadece kesir konusuyla ilgili kullanılan stratejilerin ortaya çıkarılmasına ve gruplandırılmasına yönelik araştırmalar yapılabilir. Bu stratejilerin yapısı öğrencilerin ilgili kazanımı kavrama düzeyiyle birlikte ele alınarak incelenebilir. Öğrencilerde kesirlerle işlem gerektiren soruların bu araştırmadaki gibi sadece günlük hayatla ilgili bir içerikten bağımsız olarak sorulduğundan ve günlük hayat içeriğiyle sorulduğundaki başarıları, kullandıkları stratejiler karşılaştırmalı olarak incelenebilir. Kesirlerle tahmin becerisini içeren farklı öğretim yöntem ve tekniklerin etkililiğini test etmeye yönelik araştırmalar tasarlanabilir. Tahmin başarısı yüksek olan öğrenciler arasında işlem veya matematik başarısı düşük olanlar tespit edilerek daha derinlemesine bilgi toplamayı mümkün kılan veri toplama teknikleriyle bunların kullandıkları stratejiler ortaya çıkarılabilir. İşlem ve matematik başarısı yüksek öğrenciler arasında tahmin başarısı düşük olanlar tespit edilerek bu durumun nedenleri araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Adams, L., Onslow, B., Edmunds, G., Chapple, N. ve Waters, J. (2005). Children's development of range based estimation skills: Far more than guess work. *Proceedings of the third international conference on education*, Honolulu, HA.
- Altun, M. (2001). *Matematik Öğretimi*, Bursa: Alfa Yayınevi.
- Bana J., & Dolma, P. (2004). The relationship between the estimation and computation abilities of year 7 students. *Mathematics Education and Research Group of Australasia*.
- Bestgen, B. J., Reys, R. E., Rybolt, J. F. ve Wyatt, J. W. (1980). Effectiveness of systematic instruction on attitudes and computational estimation skills of preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11, 124-135.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi Yayınları. Ankara.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi. Ankara
- Case, R. ve Sowder, J.T. (1990). The development of computational estimation: A neo-Piagetion analysis. *Cognition and Instruction*, 7: 79–104.
- Case, R. ve Okamoto, Y. (1996). The role of conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61, 1-2.
- Çilingir, D. ve Türnüklü, E. (2009). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin matematiksel tahmin becerileri ve tahmin stratejileri. *İlköğretim Online*, 8(3), 637-650.
- Çoban, A. (2011). *Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve Türkiye İlköğretim Matematik Programlarının Karşılaştırılması*. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Crites, T. (1992). Skilled and less skilled estimators' strategies for estimating discrete quantities. *The Elementary School Journal*, 92 (5), 601–620.
- Dowker, A., Flood, A., Griffiths, H., Harriss, L., & Hook, L. (1996). Estimation Strategies of Four Groups. *Mathematical Cognition*, 2 (2):113–135.
- Dowker, A. (1992). Computational estimation strategies of professional mathematicians. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23, pp.45-55.
- Dowker, A. (1997). Young children's addition estimates. *Mathematical Cognition*, 3(2), 141–154
- Flegg, G. (1983). *Numbers: Their history and meaning*. New York: Schocken
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Forrester, M. A., & Pike, C. D., (1998). The role of number sense in childrens estimating ability. *From Informal Proceedings*, 16(3), 43-48.
- Gliner, Gail S., (1991). Factors contributing to success in mathematical estimation in preservice teachers: Types of problems and previous mathematical experience. *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 22, No. 6, pp. 595-606.
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with math disabilities. *Journal of Special Education*, 33, 18–28.
- Hanson, S. A., & Hogan P. T., (2000). Computational estimation skill of college students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(4)
- Hiebert, J. & Lefevre, P. (1987). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis, ed. Hiebert, J. *Conceptual and Procedural Knowledge: The Case of Mathematics*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Işık, C. (2011). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının kesirlerde çarpma ve bölmeye yönelik kurdukları problemlerin kavramsal analizi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 41, 231-243.
- Işık, C. ve Kar, T. (2012a). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının kesirlerde bölmeye yönelik problemlerde hata analizi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*. 12(3), 2289-2309.
- Işık, C. ve Kar, T. (2012b). 7.Sınıf öğrencilerinin kesirlerde toplama işlemine kurdukları problemlerin analizi. *İlköğretim Online*. 11(4). 1021-1035.
- İpek, A.S., Işık, C. ve Albayrak, M. (2005). Sınıf öğretmeni adaylarının kesir işlemleri konusundaki performansları. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*. Sayı, 1. 537-547.
- Kayhan Altay, M. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyularının sınıf düzeyine, cinsiyete ve sayı duyusu bileşenlerine göre incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kayhan Altay, M. ve Umay, A. (2013). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerine yönelik sayı duyusu ölçeğinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*. 38(167).
- Kaytan, E. (2007). *Türkiye, Singapur ve İngiltere ilköğretim matematik öğretim programlarının karşılaştırılması*. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi
- Leutzing, L. P., Rathmell, E. C., & Urbatsch, T. D. (1986). Developing estimation skills in the primary grades. In H. L. Schoen & M. J. Zweng (Eds.), *Estimation and mental computation: 1986 yearbook* (pp. 82-92). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Levine, D. J. (1982). Strategy, use, and estimation ability of college students. *Journal for Research in Mathematics Education*. 13, 350-359.
- MEB (2009). *6-8.sınıflar öğretim programı*. Ankara
- MEB (1998). *İlköğretim okulu matematik dersi öğretim programı 6-7-8. sınıflar*. İstanbul. Milli Eğitim Basımevi.
- Micklo, S. J. (1999), Estimation; Its more than a guess. *Childhood Education*, Vol.5, no:3, 142-145
- Olkun, S., Toluk Uçar, Z., (2006). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar*, Ankara: Ekinoks Yayıncılık
- Tekinkır, D. (2008). *İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin matematik alanındaki tahmin stratejilerini belirleme ve tahmin becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki*. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Forrester, M. A., Pike, C. .D., (1998). The role of number sense in childrens estimating ability. *From Informal Proceedings*, 16(3), 43-48.
- Reys, R. E. (1986). Evaluating computational estimation', in H. L. Schoen and M. J. Zweng (eds.), *Estimation and Mental Computation. 1986 Yearbook*, National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA.
- Reys, R.E. (1984), Mental computation and estimation: Past, present and future. *The Elementary School Journal*, 84(5), 547-557.
- Reys, R. E., Bestgen, B. J., Rybolt, J. F., & Wyatt, J. W. (1982). Processes used by good computational estimators. *Journal for Resarch in Mathematics Education*. 12(3), 183-201.
- Reys, R. E.,&Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth- and eighth-grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2), 225-237.
- Reys, B. J., & Reys, R. E. (1998). Computation in the elementary curriculum: Shifting emphasis. *Teaching Children Mathematics*; Vol.5 Issue 4, p. 236.

- Reys, R. E. ve Bestgen, B. J. (1981). Teaching and assessing computational estimation skills. *The Elementary School Journal*, Vol. 82, No. pp. 116-127
- Reys, B. J., Reys, R. E. & Penafiel, A. F. (1991). Estimation performance and strategy use of Mexican 5th and 8th grade student sample. *Educational Studies in Mathematics*, 22(4), 353- 375.
- Rubenstein, N. R. (1985). Computational estimation and related mathematical skills. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(2):106–119
- Segovia, I. ve Castro, E., (2009). Computational and measurement estimation; curriculum foundations and research carried out at the University of Granada. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*. No 17. Vol 7(1). 499-536.
- Siegler, R., Booth, J., L.(2004). Development of Numerical Estimation in Young Children. *Child Development*, 75(2): 428-444
- Segovia, I., Castro, E., Castro, E & Rico, L. (1989). *Estimacion en calculo y medida*. [Estimation in computation and measurement.] Madrid: Sintesis.
- Soylu Y. ve Soylu C. (2005). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin kesirler konusundaki öğrenme güçlükleri: Kesirlerde sıralama, toplama, çıkarma, çarpma ve kesirlerle ilgili problemler. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*. 7(2), 101-117
- Sowder, J. T. (1989). Affective factors and computational estimation ability. In D. B. McLeod & V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (pp. 177-191). New York: Springer-Verlag
- Sowder, J. T., & Wheeler, M. M. (1987). The development of computational estimation and number sense: Two exploratory studies. (Research Rep.). San Diego: *San Diego State University Center for Research in Mathematics and Science Education*.
- Sowder, J., & Wheeler, M. (1989). The development of concepts and strategies used in computational estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 130-146.
- Thompson, A. G. (1979). Estimating and approximating. In Sowder, J. (1992), Estimation and Number Sense. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research in mathematics teaching and learning* (pp.371-389). New York: Macmillan
- Toluk, Z. ve Olkun, S. (2003). Childrens' strategies for solving fraction problems. A comparison of primary and intermediate grades. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2(5), 207-217.
- Toluk Uçar, Z. (2009). Developing preservice teachers understanding of fractions. *Teaching and Teacher Education*, 25(1), 166-175.
- Volkova, T. N. (2005), Characterizing middle school students thinking in estimation. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 4, pp. 289-296. Melbourne: PME.