

YENİLENEN MATEMATİK PROGRAMININ ÖĞRENCİLERİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNE ETKİSİ

Kürşat YENİLMEZ* Melike TEKE**

Özet

Bu araştırma, yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisini saptamayı amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini; 2006–2007 öğretim yılında Eskişehir ilinin Alpu ilçesindeki 6. sınıf öğrencileri arasından rastlantısal olarak seçilen 24 öğrenci oluşturmaktadır. Verilerin toplanması aşamasında; Altun (2005) tarafından tanımlanan cebirsel düşünmenin dört düzeyi ölçebilecek olan ve yine Altun (2005) tarafından yayınlanan örnek sorular yardımıyla hazırlanan “Cebirsel Düşünmenin Gelişimi” testinden yararlanılmıştır. Araştırmada tek gruplu öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Öntest ile birlikte öğrencilerin kişisel özelliklerini belirlemek amacıyla demografik bilgi formu kullanılmıştır. Öntest uygulandıktan sonra beş hafta boyunca 6. sınıf Matematik ve Sanat ünitesinin Herkes Cebir Öğrenmeli alt konu alanı öğretmen kılavuz kitabında belirtilen yönergelere birebir uyularak işlenmiştir. Konu alanı tamamlandıktan bir hafta sonra sontest uygulaması yapılmıştır. Toplanan verilerin çözümlenmesinde bağımlı örnekleme ilişkin t-testi analizi ve bağımsız örnekleme ilişkin t-testi analizlerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre; öntest ve sontest verileri arasında düzeyler bazındaki farklılığın birinci, ikinci ve üçüncü düzeyler için anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca öntest ve sontestte alınan toplam puanlar arasındaki gelişimin cinsiyet, başarı ve matematik dersine olan ilgi değişkenlerine göre incelenmesi sonucu farklılığın başarı değişkeni için anlamlı olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: *cebir, cebirsel düşünme düzeyleri, yenilenen matematik programı, matematik öğretimi.*

* Yrd. Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, kyenilmez@ogu.edu.tr

** Mat. Öğrt., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, melike_teke@yahoo.com

THE EFFECTS OF THE RENEWED MATHEMATICS CURRICULUM ON THE ALGEBRAIC THINKING LEVELS OF THE STUDENTS

Abstract

The aim of this study is to determine the effects of the renewed mathematics curriculum on the algebraic thinking levels of students. The sample of the study contains 24 students who are selected randomly from all the 6th grade students in Alpu district in Eskişehir during 2006-2007. "Development of Algebraic Thinking" test prepared so as to measure the four levels of algebraic thinking defined by Altun (2005) and including the sample questions published by Altun (2005) was administered. In the study single group test-retest model was used. In order to determine the characteristics of the students, a demographical information form was used with the test. After administering the test, the topic "Everyone Must Learn Algebra" in the "Mathematics and Art" unit in the 6th grade was worked up according to the directions as suggested in the teacher's book for five weeks. One week after the topic was studied, the retest was administered. The collected data was analyzed using paired-samples t-test and independent-samples t-test. The results of the study indicated that there are significant differences between the test and retest data according to the first, second and third levels of algebraic thinking. In addition, after analyzing the total development of the students according to their genders, success, and interest in mathematics, a significant difference was found between in terms of success variable.

Keywords: algebra, levels of algebraic thinking, renewed mathematics curriculum, teaching mathematics

GİRİŞ

Matematik, düşünmeyi geliştirdiği bilinen en önemli araçlardan biridir. Bilindiği gibi insanı diğer canlılardan ayıran temel özelliği düşünebilme, olaylardan anlam çıkartıp koşulları kendine uygun olarak yeniden düzenleyebilme yeteneğidir. Bu nedendir ki matematik eğitimi temel eğitimin önemli yapı taşlarından birini, belki de en önemlisini oluşturur (Umay, 2003). Özellikle zorunlu eğitimin ilk basamağı olan ilköğretim okullarındaki matematik derslerinde yer alan kavramlar, kurallar ve işlem bilgileri, demokratik ülkelerde her yurttaş için gerekli olduğundan bu konularda herkesin okuryazar olması; matematikte güçlenmesi gerekmektedir (Ersoy, 1997). Söz konusu matematik okuryazarlığı, yalnızca aritmetik ve temel geometri bilgileri ile sınırlı olmayıp bunların diğer matematik bilgileriyle, örneğin cebir bilgileri ile tamamlanmasını ve her öğrencinin matematikte güçlenmesini gerektirmektedir (Ersoy ve Erbaş, 2005).

Bireylerin gelişimi, geleceği için oldukça önemli olan cebir nedir? Cebirle ilgili olarak aşağıdaki açıklamalar yapılabilir;

- Cebir matematiğin önemli bir konu alanıdır. Cebir yapmak soyutlama yapabilme gücü gerektirir. Bu bakımdan, matematiğin bir soyutlama yapma bilimi oluşu cebirsel ifadelerde tam anlamını bulur (Altun, 2005).
- Cebir, bugün çok farklı işlevleri üstlenmektedir. Cebirin işlevlerinden bir kaçını şu şekilde sıralayabiliriz: Cebir bir dildir, cebir bir problem çözme aracıdır, cebir bir düşünme aracıdır, cebir bir okul dersidir (Dede ve Argün, 2003).
- Kısacası cebir, hayatın her alanında kendisini hissettirmektedir. Bu durum ise, cebirin kişiler (öğrenciler) tarafından öğrenilmesinin bir ihtiyaç olduğunu gündeme getirmektedir (Williams, 1997).

Cebir, şu ya da bu biçimde, bin yıldır belki de birkaç bin yıldır açık seçik olmasa da, kapalı bir biçimde öğrenme konusu olmuştur. Cebir öğretiminin bilimsel araştırma konusu olması daha yeni olup son 50 yıldır konu üzerinde çalışılmakta; son yıllarda ise araştırma etkinliklerinin yoğunlaştığı konulardan biri olduğuna tanık olmaktayız. Böylece, Cebir bilgileriyle ilgili olarak öğrenme/öğrenme güçlüklerini olduğu yüzlerce yıl öncesinde fark edilmeye başlanmış, fakat sorunların ne olduğu anlaşılammıştır. Bu bağlamda, günümüzde bile çok sayıda öğrenci temel Cebir bilgilerini ve becerilerini edinerek gerekli yeterlikleri edinmemektedir. Oysa çağdaş öğretim programları amaç, içerik ve beklentiler yönünden incelendiğinde, Cebirle ilgili olarak erişilecek hedefler sayıca giderek artmakta ve düzey yükselmekte, her ülkede daha çok sayıda kişinin daha derinlemesine Cebir bilgi ve beceriler edinerek yetkinleşmesi gerekmektedir (Ersoy ve Erbaş, 2005).

Cebir alanındaki bilgi ve becerilerin artması aynı zamanda cebirsel düşünme becerilerinin de gelişimini sağlar. Bu noktada cebirsel düşünmenin ne olduğu sorusu akıllara gelir. Cebirsel düşünmenin tanımı şu şekilde yapılabilir; “nicel durumları göstererek değişkenler arasındaki ilişkiyi açık hale getirebilme kapasitesi” (Driscoll, 1999). Cebirsel düşünme; durumlardan bilgi çıkarımında bulunurken, bu bilgiyi matematiksel olarak kelimelerle, diyagramlarla, tablolarla, grafiklerle sunarken, eşitlik çözerken, önermeleri kontrol ederken ve fonksiyonel ilişkileri incelerken matematiksel sembol ve araçların kullanımınıdır (Herbert ve Brown, 1997). Bilişsel gelişimin açıkladığı şema oluşumu aynı zamanda öğrencilerin cebirsel düşünme yeteneklerinin gelişiminin de temelini oluşturur (Marshall, 1995).

Cebirsel düşünmenin gelişimi bireylerin cebir alt öğrenme alanında edinecekleri etkin deneyimlerle sağlanabilir. Cebirsel düşünmenin gelişimi doğrudan doğruya bireylerin cebir alt öğrenme alanında aldıkları eğitimle ilintilidir.

Cebirsel düşünmenin başladığı ilk yer matematik derslerinin cebir alt öğrenme alanıdır. Matematik programı değişmeden önce cebire giriş konuları ilköğretim 7. sınıfta yer almaktaydı. Bu durum yeni matematik programında değişmiştir. Cebir öğrenme alanı, İlköğretim 1-5. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programı'ndaki örüntüler alt öğrenme alanının kısmi bir uzantısı olarak ele alınmaktadır. İlköğretimin 6-8. sınıflarında öğrencilerin örüntüdeki kuralı genellemesi ve harfle ifade etmesi, temel beceri olarak ele alınmaktadır. Bu genellemeler, daha sonra bir değişkenin diğer bir değişkene bağlı olarak değiştiği iki bilinmeyenli denklemlerle ilişkilendirilmekte ve kavramların daha anlamlı öğrenilmesine yardımcı olmaktadır.

Cebir ile ilgili kavramların gelişmesinde anahtar rol oynayan diğer bir unsur ise değişken kavramıdır. Değişkenlerin kullanılmaya başlamasıyla öğrenciler yapacakları genellemelerde ve bazı matematiksel durumların ifadesinde yeni bir dil kullanmaya başlamış olacaklardır. Formüllerde, cebirsel ifadelerde, denklemlerde, özdeşliklerde ve benzeri durumlarda değişkenin yüklendiği anlamın, öğrenciler tarafından kavranması büyük önem taşımaktadır (MEB, 2006).

Öğrencilerde yavaş yavaş kullanılmaya başlanan bu değişken kavramı aynı zamanda cebirsel düşünmenin başladığını gösterir. Cebirsel düşünmenin gelişimi ise öncelikli olarak okuldaki cebir derslerinin nasıl işlendiğine bağlıdır.

Cebirin öğretiminde birçok farklı metot kullanılmasına rağmen hala en yaygın olanı geleneksel metottur. Cebir, yaşamda gerekli olmasına rağmen öğrencilerin çoğu tarafından ezberlenerek öğrenilmeye çalışılmakta ve öğretmenlerin çoğu da kullandıkları öğretim metotlarıyla öğrencileri ezbere öğrenmeye yönlendirmektedirler. Öğretmenlerin, cebiri öğrencilerine anlama ve hatırd tutma düzeylerini en üst düzeye çıkaracak şekilde öğretmeleri gerekmektedir (Kitt ve Leitze, 1992).

Cebir konularının ne şekilde işleneceği öğrencide oluşacak şemaları doğrudan etkiler. Seçilen öğretim yöntemleri cebirsel düşünmenin anlamlı olarak ve yaşam boyu gelişimini sağlar. Ayrıca cebir öğrenme alanının içinde yer alan, cebirsel ifadeler ile denklemler alt öğrenme alanları işlenirken çoklu temsil yaklaşımından yararlanılması, anlamlı öğrenmeye önemli katkılar sağlamaktadır. Çoklu temsil yaklaşımı, bir durumun veya kavramın farklı biçimlerde ifade edilmesine dayanır. Öğretim sırasında, öğrencilerin matematiksel fikirlerini sembol, grafik, tablo, günlük yaşam durumları ve somut modellerle ifade etmeleri daha nitelikli öğrenmeye olanak sağlayacaktır (MEB, 2006).

Cebir, cebir konularında öğrencilerin yaşadıkları zorluklar, cebirsel düşünme ve cebirsel düşünmenin gelişimi üzerine yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmaların genellikle öğrencilerin cebirsel kavramlara ilişkin olan hatalarını ve yanlışlarını içermektedir.

Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı (EARGED) (1996) tarafından, içinde cebir müfredatının da bulunduğu bir araştırma raporu hazırlanmıştır. Araştırma raporu sonuçları, öğrencilerden bazılarının cebirsel sözel ifadeler içeren problemleri, aritmetik işlemler kullanarak çözmelerine rağmen birinci dereceden denklemlerin çözümlerini bulamadıklarını ve cebirsel ifadeleri anlamakta belirli zorluklara sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır.

Ersoy ve Erbaş'ın (1998) yaptıkları araştırma sonuçları, cebir öğretiminin ülkemizde oldukça problemlili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmaya göre, sosyo-ekonomik düzeyi düşük seviyede olan bir bölgede bulunan bir ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 26 sorudan oluşan cebir test sorularına verdikleri doğru cevap sayılarının ortalaması 2,1 olarak bulunmuştur.

Ersoy ve Erbaş'ın (2002) bir başka çalışmasında, öğrencilerin temel cebir özellikle de denklem (eşitlik) kurma ve çözümedeki başarıları ve buna bağlı olarak karşılaştıkları güçlükler araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin cebir öğrenimi ile ilgili zorluklara sahip olduklarını ve bu zorlukları giderici çalışmaların yapılması gerektiğini göstermektedir.

Dede, Yalın ve Argün'ün (2002) yaptıkları çalışmanın sonuçları da, öğrencilerin cebirin temel kavramı olan değişken kavramının nasıl ve ne şekilde kullanılabileceğini anlamadıklarını göstermektedir. Yine bu araştırmanın sonucuna göre, öğrencilerin veri tabloları, örüntüler ve bunlar arasındaki ilişkileri görmede ve anlamada oldukça zorlandıkları tespit edilmiştir. Dede ve Argün'ün (2003) cebirin öğrenciler tarafından anlaşılmasını zorlaştıran nedenler üzerinde durdukları bir çalışmaları bulunmaktadır.

Akgün'ün (2007) çalışmasında matematiğin temel yapılarından olan cebir ve değişken kavramı ele alınmıştır. Cebir ve değişkenin matematikteki önemi üzerinde durularak, bu kavramların tarihsel gelişiminden ve bilim adamlarının bu kavramlara ilişkin verdiği tanımlardan bahsedilmiştir. Değişken kavramının matematikte özellikle de cebirde oynadığı anahtar rol üzerinde durulmuştur.

Dede'nin (2005) yaptığı çalışmada öğrencilerin denklemleri cebirsel sözel problemler yardımıyla yorumlarken kullandıkları stratejiler belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin 1. dereceden denklemleri yorumlarken, doğru betimleme, ters anlama, sayı ilişkisi, mekanik denklem kullanımı, doğrudan ilişki, fiyat-ağırlık vs. ilişkisi ekleme, özelleştirme ve direkt yazma stratejilerini kullandıkları tespit edilmiştir.

Dede ve Peker'in (2007) yaptıkları çalışmada matematik öğretmen adaylarının, ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel işlem ve ifadelerle yönelik yapabilecekleri hata ve yanlış anlamaları tahmin edebilme becerileri ve bunların giderilmesine yönelik çözüm önerileri belirlenmeye çalışılmıştır. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin cebirsel işlem ve ifadelerle yönelik hata ve yanlış anlamalarının olduğu ve öğretmen adaylarının, öğrencilerin yaptıkları hata ve yanlış anlamaları tahmin etmeye yönelik cevaplarının ise eşleme, görünmeyen cevap ve tahmin edememe şeklinde üç ana kategoride toplandığı belirlenmiştir.

Cebir üzerine uluslar arası literatürde de yapılmış olan pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların içerisinde cebirsel düşünme üzerine yapılmış olanları da vardır. Steele ve Johanning'in (2004) yaptıkları çalışmada cebirsel düşünmenin oluşumunun ve gelişiminin teorik alt yapısı açıklanmaktadır. Bu teorik yapıya uygun olarak yürüttükleri çalışmada sekiz tane 7. sınıf öğrencisinin çeşitli cebir problemlerinin çözümünde oluşturdukları ve kullandıkları şemaları analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilere verilen problem durumlarının öğrencilerin oluşturdukları şemaları kullanarak cebirsel düşüncelerini geliştirmelerini sağladığı görülmüştür.

Hallagan'ın (2004) sunduğu araştırma raporu; öğretmenlerin öğrencilerinin eşitlikler konusundaki sorulara verdikleri cevapları değerlendirme yollarını içeren bir çalışmayı anlatmaktadır. Çalışmada öğretmenler öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerini geliştirici nitelikte etkinlikler kullanmışlardır. Bu rapor özellikle bir öğretmenin cebir anlatımı üzerine yoğunlaşmıştır. Raporun sonucunda öğretmenin zamanın büyük bir kısmını cebir ünitesinin uygulamalarına ayırdığı gözlemlenmiştir. Öğretmenin ilk defa görsel yöntemleri kullandığı ve cebirsel eşitliklerin öğretiminde görsel yöntemlerin kullanılmasının önemi gözlemlenmiştir.

Lannin'in (2005) çalışmasında 25 tane 6. sınıf öğrencisinin verilen problem durumlarına ilişkin oluşturdukları örüntü temelli genellemeler ve ispatlamalar incelenmiştir. Çalışma sonucunda örüntü kullanımının cebirsel düşünmenin oluşumunda önemli bir rolü olduğu gözlemlenmiştir.

Schmittau'nun (2005) yaptığı çalışmada Vygotsky'nin bakış açısıyla cebirsel düşünmenin gelişimi açıklanmıştır. Buna göre cebirsel düşünmenin gelişiminin alt sınıflardaki aritmetik konularının kavranmasından farklı olduğu belirtilmiştir. Cebirsel düşünmenin gelişiminin ancak psikolojik araçların özel tasarlanmış şemalar şeklinde temin edilmesiyle mümkün olabileceği söylenmiştir.

Cai ve diğerlerinin (2005) çalışması Çin, Güney Kore, Singapur, Rusya ve Amerika'da seçilen ilköğretim programları cebir konularının nasıl işlenip, geliştirildiğini analiz etmektedir. Bu beş programda da temel amacın öğrencilerin

nicel gösterimleri derinlemesine anlayarak cebiri öğrenmeleri olduğu gözlenmiştir. Ancak önem verilen noktalar ve yöntemler farklılıklar göstermiştir. Çalışmada; programların öğrencilerin cebirsel düşünmelerini ne kadar desteklediği ve aritmetikten cebirsel düşünmeye geçişi nasıl sağladıkları gibi konular tartışılmıştır.

Borko ve diğerlerinin (2005) yaptığı çalışma bir öğretmen yetiştirme programının verilerinin analizi kullanılarak hazırlanmıştır. Bu yetiştirme programı öğretmenlerin cebirsel düşünmeyi anlamalarının, öğrenmelerinin ve öğretmelerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Bu çalışmada yetiştirme programının hazırlanışı ve kullanılacak yöntemler açıklanmıştır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde cebirsel kavramlar konusunda öğrencilerin yaşadığı zorluklar üzerine ülkemizde çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Ancak cebirsel düşünme ve gelişimi üzerine yapılan çalışmalara yalnızca uluslar arası literatürde rastlanılmaktadır. Çalışmaların tamamında cebir konularının kavranmasında ve cebirsel düşünmenin gelişiminde öğretim yönteminin etkisinden bahsedilmektedir. Bu bağlamda yeni matematik programında yer alan etkinliklerle cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisi önemli bir tartışma ve araştırma konusu olmaktadır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırma, yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisini saptamayı amaçlamaktadır. Bu araştırmanın sonuçları yenilenen matematik programına göre cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisini belirlemek suretiyle matematiğin önemli ve bir o kadar da zor olarak görülen cebir alt öğrenme alanının en etkili biçimde nasıl öğretilbileceği konusunda yol göstermesi bakımından önemlidir.

Araştırmanın Sayıtları ve Sınırlılıkları

Araştırma 2006–2007 öğretim yılı verileriyle, ele alınan örnekleme ve 6. sınıf Matematik ve Sanat ünitesinin Herkes Cebir Öğrenmeli alt konu alanıyla sınırlıdır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Araştırmada tek gruplu öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Bu modelde tek bir grup alınır, bu gruba program uygulanmadan önce öntest ve program uygulandıktan sonra da sontest uygulanır. Öntest ve sontest puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığına bağlı gruplarda “t testi” ile bakılır. Bu

fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunup, sonrestin lehine ise programın başarılı olduğu yorumu yapılabilir (Akdağ, 2006).

Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini, 2006–2007 öğretim yılında Eskişehir ilinin Alpu ilçesindeki 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini; evreni oluşturan 6. sınıf öğrencileri arasından rastlantısal olarak seçilen 24 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrencilerin karakteristikleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1.
Öğrenci Karakteristikleri

	f	%
Cinsiyet		
Kız	14	58,3
Erkek	10	41,7
Başarı		
Orta	12	50,0
İyi	12	50,0
Matematik İlgisi		
Orta	16	66,7
Çok	8	33,3

Tablo 1 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerinin yaklaşık olarak homojen bir dağılıma sahip olduğu, öğrencilerin başarı ortalamalarına göre homojen olarak dağıldığı ve matematik ilgisi orta düzeyde olan öğrencilerin sayılarının matematiğe karşı çok ilgi gösteren öğrencilerin sayılarından fazla olduğu gözlemlenmektedir.

Verilerin Toplanması

İngiltere’de “Concepts in Secondary Mathematics and Science” tarafından öğrencilerin cebirsel ifadeleri anlama düzeylerini ortaya koymak amacıyla yapılan bir projenin bulgularına göre, öğrencilerin cebirsel ifadeleri anlamalarının gelişimi sıralı dört safhada incelenebilir (Hart ve diğerleri, 1998).

Düzyey 1: Bu safha tümüyle aritmetik işlemlerin sonucunda bir harfin değerini bulma, harfleri birer nesne adı olarak almak suretiyle bir problemi sonuçlandırma veya içerdiği harflere değer vermeden bir işlemi sonuçlandırma becerisini içerir.

Düzyey 2: Bu safha birinci düzeyle soyutluluk bakımından aynı olup, farklılık soruların daha karmaşık olmasıdır.

Düzey 3: Harflerin bir bilinmeyen olarak algılandığı ve kullanılabildiği safhadır.

Düzey 4: Bu safhada üçüncü safhadaki ifadeler benzer fakat daha karmaşık ifadeler anlam yüklenir ve işlemler sonuçlandırılır (Altun, 2005).

Yukarıda belirtilen düzeyleri ölçebilecek nitelikteki örnek sorular Altun (2005) tarafından yayınlanmıştır.

Araştırmada dört düzeyi ölçebilecek olan bu örnek sorular yardımıyla hazırlanan “Cebirsel Düşünmenin Gelişimi” testinden yararlanılmıştır. Öntest ile birlikte öğrencilerin kişisel özelliklerini belirlemek amacıyla demografik bilgi formu kullanılmıştır. Öntest uygulandıktan sonra beş hafta boyunca 6. sınıf Matematik ve Sanat ünitesinin Herkes Cebir Öğrenmeli alt konu alanı öğretmen kılavuz kitabında belirtilen yönergelerle birebir uyularak işlenmiştir. Konu alanı tamamlandıktan bir hafta sonra sontest uygulaması yapılmıştır.

Verilerin Çözümlemesi

Verilerin çözümü aşamasında önce öntest ve sontest verileri arasında tanımlanan düzeyler bazındaki farklılığın anlamlı olup olmadığı bağımlı örnekleme ilişkin t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Daha sonra t-testi kullanılarak öntest ve sontest verilerine göre öğrencilerin genel cebirsel düşünmenin gelişimi testi başarılarının kişisel özelliklere göre farklılaşıp farklılaşmadığına bakılmıştır.

BULGULAR VE YORUMLAR

Düzeyle Bazındaki Farklılıklar

Öntest ve sontest verileri arasında düzeyler bazındaki farklılığın anlamlı olup olmadığı bağımlı örnekleme ilişkin t-testi ile araştırılmıştır. Testin sonuçlarına göre farklılığın birinci, ikinci ve üçüncü düzeyler için anlamlı olduğu gözlenmiştir. Tablo 2’de birinci düzey için öntest ve sontest bağımlı örnekleme ilişkin t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 2.

Birinci Düzey İçin Öntest ve Sontest Bağımlı Örnekleme İlişkin T-Testi Sonuçları

	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Öntest-Düzey 1	2,625	24	1,014	-5,420	,000
Sontest-Düzey 1	4,083	24	1,412		

Tablo 2 incelendiğinde; öntestte elde edilen birinci düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında sontest ortalamaları lehine

anamlı bir fark olduğu gözlemlenmektedir. Birinci düzeyde yer alan test maddelerinin aritmetik işlemlerin sonucunda bir harfin değerini bulma, harfleri birer nesne adı olarak almak suretiyle bir problemi sonuçlandırma veya içerdiği harflere değer vermeden bir işlemi sonuçlandırma becerisini içerdiği düşünülürse ve 6.sınıf matematik dersi öğretmen kılavuz kitabında ilk kazanımın da (belirli durumlara uygun cebirsel ifadeyi yazar) bu becerilerin kazandırılmasına yönelik olduğuna dikkat edilirse çıkan bu fark doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir. Ayrıca, 6. sınıf matematik dersi öğretmen kılavuz kitabı ve ders kitabına göre de cebir öğretiminin birinci düzey test maddeleri örnek alınarak başladığı görülmektedir. Örneğin; kenar uzunlukları verilen bir geometrik şeklin çevresinin hesaplanması birinci düzeyin ilk sorusunu oluşturmaktadır. Cebir öğretiminin ilk basamağında da geometrik şekillerin çevre hesaplamaları ile giriş yapılmaktadır. Bu durum da bize konunun işlenmesinden sonra birinci düzeye ait ortalamaların anlamlı bir biçimde gelişmesini açıklamaktadır.

Tablo 3'te ikinci düzey için öntest ve sontest bağımlı örnekleme ilişkin t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 3.

İkinci Düzey İçin Öntest ve Sontest Bağımlı Örnekleme İlişkin T-Testi Sonuçları

	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Öntest-Düzey 2	,048	24	,204	-5,255	,000
Sontest-Düzey 2	2,333	24	2,078		

Tablo 3'te de gözlemlendiği gibi öntestte elde edilen ikinci düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında sontest ortalamaları lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. İkinci düzeyde yer alan sorular soyutluluk bakımından benzer fakat daha karmaşık sorular içermektedir. Bu düzeye ait becerilerin kazandırılması yine kılavuz kitapta belirtilen ilk kazanımla örtüşmektedir. Bu düzeyde çevre ve alan hesaplamaları sorulurken kenar uzunlukları sayısal değerlerle değil cebirsel ifadelerle verilmektedir. Öğrencilerin cebirsel ifadeler bulunan bu soruları çözebilmeleri ders işlenirken yapılan etkinliklerle açıklanabilir. Cebir öğretiminin girişinde geometrik şekillerin alan ve çevre hesaplamaları kısaca hatırlatıldıktan sonra istenilen herhangi bir kenar uzunluğunda hesaplamaların nasıl yapılacağı sorusu ile yola çıkılarak cebirsel ifade ve değişken kavramı keşfettirilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin cebirsel ifade içeren bu test maddelerinde gelişim göstermeleri beklenen bir sonuç olmuştur.

Tablo 4’de üçüncü düzey için öntest ve sontest bağımlı örnekleme ilişkin t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.

Üçüncü Düzey İçin Öntest ve Sontest Bağımlı Örnekleme İlişkin T-Testi Sonuçları

	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Öntest-Düzey 3	,833	24	1,050	-3,395	,002
Sontest-Düzey 3	1,958	24	1,989		

Tablo 4 incelendiğinde öntestte elde edilen üçüncü düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında sontest ortalamaları lehine anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmektedir. Bu düzey harflerin bir bilinmeyen olarak algılandığı ve kullanılabilirdiği safhadır. Bu düzeyde yer alan sorular alan ve çevre hesaplamalarının yanı sıra bilinmeyenlerin bulunduğu denklemlerde verilen değere göre diğer bilinmeyenlerin bulunması tarzında sorular içermektedir. Bilinmeyenlerin başka bilinmeyenlerle ve sayılarla dört işleme tabi tutulmasının örneklerini içermektedir. Ders işleniş sırasında da gerek matematiksel cümleleri cebirsel olarak ifade etme etkinliklerinde, gerekse verilen değerler için cebirsel ifadenin değerini hesaplama etkinliklerinde olsun bu düzeydeki becerilerin kazanılabileceği çalışmalar yapılmıştır. Bu becerilerin kazanılmasına yönelik kazanımlar açıkça kılavuz kitapta belirtilmiştir. Bu tür etkinliklerden sonra öğrencilerin anlamlı bir gelişim göstermeleri beklenmiştir ve bu gelişim gözlenmiştir.

Tablo 5’te dördüncü düzey için öntest ve sontest bağımlı örnekleme ilişkin t-testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 5.

Dördüncü düzey için öntest ve sontest bağımlı örnekleme ilişkin t-testi sonuçları

	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Öntest-Düzey 4	,000	24	,000	-1,664	,110
Sontest-Düzey 4	,292	24	,859		

Tablo 5 incelendiğinde öntestte elde edilen dördüncü düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında fark olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Bu düzeydeki test soruları üçüncü düzeydeki soruların bir benzeridir fakat daha karmaşık ifadelerle anlam yüklenmekte ve işlemler sonuçlandırılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin biraz daha karmaşık işlemlerde pek fazla gelişim göstermedikleri söylenebilir. Bu bölümdeki sorularda parantez işleminin önemi anlaşılmıştır. Öğrenciler parantez içerisindeki cebirsel ifadeyi bir sayıyla çarpma işlemini yapmada zorlanmıştır. Çarpma işleminin toplama işlemi üzerine dağılma özelliğini cebirsel ifadeler üzerinde uygulayamamışlardır. Bu durum ders işleniş sırasında da gözlenmiştir. Bu tarz soruları içeren etkinlikler yapılırken de öğrencilerin zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Kişisel Özelliklere Göre Gelişim Düzeyindeki Farklılıklar

Öntest ve sontestte alınan toplam puanlar arasındaki gelişimin cinsiyet, başarı ve matematik dersine olan ilgi değişkenlerine göre anlamlı olup olmadığı t-testi ile araştırılmıştır. Testin sonuçlarına göre farklılığın başarı değişkeni için anlamlı olduğu gözlenmiştir. Öntest ve sontestte alınan toplam puanlar arasındaki gelişim açısından cinsiyet arasında farklılık olup olmadığı t-testi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 6’ da sunulmuştur.

Tablo 6.
Cinsiyetler Arasındaki Farka İlişkin T-Testi Sonuçları

	Cinsiyet	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Gelişim Düzeyi	Kız	6,286	14	3,474	1,402	,175
	Erkek	3,600	10	5,910		

Tablo 6 incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin öntest ve sontestte aldıkları puanlara göre gelişimleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmektedir. Ancak grup ortalamaları göz önüne alındığında kız öğrencilerin gelişim ortalamalarının erkek öğrencilerin gelişim ortalamalarından yüksek olduğu gözden kaçmamalıdır. Her ne kadar bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa da, kız öğrenciler lehine bir farkın çıkması derslerin işleniş sürecinde kız öğrencilerin daha aktif katılım gösterdikleri ve yapılan etkinliklerde yönergelere daha dikkatli uydukları göz önüne alındığında doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir.

Öğrencilerin gelişim düzeylerinin genel matematik başarılarına göre farklılık gösterip göstermediği t-testi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7.
Matematik Başarıları Arasındaki Farka İlişkin T-Testi Sonuçları

	Başarı	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Gelişim Düzeyi	Orta	2,167	12	3,010	-3,998	,001
	İyi	8,167	12	4,240		

Tablo 7’ye göre genel matematik başarıları iyi olan öğrencilerle genel matematik başarıları orta olan öğrencilerin gelişim düzeyleri arasında anlamlı bir fark vardır. Buna göre genel matematik başarıları iyi olan öğrenciler daha çok gelişim göstermişlerdir. Cebir alt konu alanı matematiğin tamamından ayrı bir parça olarak düşünülemez. Dolayısıyla matematik dersinde başarılı olan öğrencilerin cebir alt konu alanında daha çok gelişim göstermeleri şaşırtıcı değildir.

Öntest ve sontestte alınan toplam puanlar arasındaki gelişim açısından matematik dersine olan ilgi arasında farklılık olup olmadığı t-testi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 8’ de sunulmuştur.

Tablo 8.*Matematik İlgileri Arasındaki Farka İlişkin T-Testi Sonuçları*

	İlgi	Ortalama	N	Std. Sapma	t	p
Gelişim Düzeyi	Orta	3,938	16	3,530	-1,902	,070
	Çok	7,625	8	6,022		

Tablo 8 incelendiğinde öğrencilerin matematik dersine olan ilgileriyle cebir alanında gösterdikleri gelişim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Ancak grup ortalamaları göz önüne alındığında ilgi düzeyi çok olan öğrencilerin gelişim ortalamalarının ilgi düzeyi orta olan öğrencilerin gelişim ortalamalarından yüksek olduğu göz ardı edilmemelidir. Matematik dersine olan ilgi düzeyi çok olan öğrencilerin aynı oranda matematiğin bir alt konu alanı olan cebire karşı da ilgi düzeyi yüksek olabilir. İlgi düzeyi yüksek olan öğrencilerin yapılan etkinliklere karşı olan ilgileri ve tutumları da olumlu olacaktır. Bu bağlamda etkinliklere daha etkili katılmaları olasıdır. Sonuçta her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmasa da ilgi düzeyi çok olan öğrencilerin daha fazla gelişim göstermeleri doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

İlk olarak yapılan araştırmada elde edilen öntest ve sontest verileri arasında düzeyler bazında anlamlı farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre farklılığın birinci, ikinci ve üçüncü düzeyler için anlamlı olduğu gözlenmiştir.

Öntestte elde edilen birinci düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında sontest ortalamaları lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bu fark birinci düzeyde beklenen kazanımların programdaki kazanımlarla örtüşmesiyle açıklanabilir. Birinci düzeyde beklenen gelişimler ve kılavuz kitapta yer alan etkinlikler geometri temeline dayanmaktadır. Bu durumda öğrencilerin önbilgileri de gelişim sağlanmasında etkili olabilmektedir. Birinci düzeydeki sorular doğrudan geometrik temele dayandığından öğrencilerin önceki yıllarda edindikleri geometri bilgilerini yeniden kullanabilmeleri sorulara verecekleri cevapları doğrudan etkilemektedir. Bu örnekte geometri ile ilgili sorunlar öntestte yaşanmıştır ancak sontestte bu problemin de ortadan kalktığı gözlenmiştir. Sonuç olarak birinci düzey için etkili gelişimde geometri önbilgisinin geçmiş yıllarda sağlamlaştırılmış olmasının önemli olduğu söylenebilir.

Birinci düzeydeki gelişim ortalamalarından sonra öntestte elde edilen ikinci düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında sontest ortalamaları lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. İkinci düzeyde yer alan sorular soyutluluk bakımından benzer fakat daha karmaşık sorular içermektedir. Bu düzeye ait becerilerin kazandırılması yine kılavuz kitapta belirtilen ilk kazanımla örtüşmektedir. Bu düzeyde çevre ve alan hesaplamaları sorulurken kenar uzunlukları

sayısal değerlerle değil cebirsel ifadelerle verilmektedir. Öğrencilerin cebirsel ifadeler bulunan bu soruları çözebilmeleri ders işlenirken yapılan etkinliklerle açıklanabilir. Cebir öğretiminin girişinde geometrik şekillerin alan ve çevre hesaplamaları kısaca hatırlatıldıktan sonra istenilen herhangi bir kenar uzunluğunda hesaplamaların nasıl yapılacağı sorusu ile yola çıkılarak cebirsel ifade ve değişken kavramı keşfettirilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin cebirsel ifade içeren bu test maddelerinde gelişim göstermeleri umut edilen bir sonuç olmuştur. Bu düzey için önemli olan geometri önbilgileri sağlam olduğu takdirde gelişim gözlenmesi her zaman mümkündür. Bu düzeyin daha da geliştirilmesi istendiğinde ilk olarak geometri temeline bakılması uygun olacaktır.

Öntestte elde edilen üçüncü düzeye ilişkin ortalamalar ile sontestte elde edilen ortalamalar arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmektedir. Üçüncü düzey için sontest ortalamalarının öntest ortalamalarından oldukça fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu düzey harflerin bir bilinmeyen olarak algılandığı ve kullanılabilirdiği safhadır. Bu düzey alan ve çevre hesaplamalarının yanı sıra bilinmeyenlerin bulunduğu denklemlerde verilen değere göre diğer bilinmeyen bulunması tarzında sorular içermektedir. Bilinmeyenlerin başka bilinmeyenlerle ve sayılarla dört işleme tabi tutulmasının örneklerini içermektedir. Ders işleniş sırasında da gerek matematiksel cümleleri cebirsel olarak ifade etme etkinliklerinde, gerekse verilen değerler için cebirsel ifadenin değerini hesaplama etkinliklerinde olsun bu düzeydeki becerilerin kazanılabileceği çalışmalar yapılmıştır. Bu becerilerin kazanılmasına yönelik kazanımlar açıkça kılavuz kitapta belirtilmiştir. Bu tür etkinliklerden sonra öğrencilerin anlamlı bir gelişim göstermeleri beklenmiştir ve bu gelişim gözlenmiştir. Bu düzeydeki gelişimin artırılması matematiğin kavranması ile yakından ilgilidir. Değişken kavramının oluşması için öncelikle matematik içerisinde bunlara olan ihtiyaç hissedilmelidir. Cebir öğrenene kadar öğrencilerin bir dizi aritmetik işlemler yaparak çözdükleri problemlerde artık cebirsel ifadelerin sağladığı kolaylığı ve anlamı fark etmeleri bu düzey için daha fazla gelişim sağlayabilir.

Dördüncü düzeye ilişkin öntest ve sontest verileri incelendiğinde aralarında fark olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Bu düzeydeki test soruları üçüncü düzeydeki soruların bir benzeridir fakat daha karmaşık ifadelerle anlam yüklenmekte ve işlemler sonuçlandırılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin biraz daha karmaşık işlemlerde pek fazla gelişim göstermedikleri söylenebilir. Bu bölümdeki sorularda parantez işleminin önemi anlaşılmıştır. Öğrenciler parantez içerisindeki cebirsel ifadeyi bir sayıyla çarpma işlemini yapmada zorlanmıştır. Çarpma işleminin toplama işlemi üzerine dağılma özelliğini cebirsel ifadeler üzerinde uygulayamamışlardır. Bu durum ders işleniş sırasında da gözlenmiştir. Bu tarz soruları içeren etkinlikler yapılırken de öğrencilerin zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu düzeyde elde edilemeyen gelişimde çarpmanın toplama işlemi üzerine dağılma özelliğinde yaşanan önbilgi eksikliğinin payı büyüktür. Etkinlikler sırasında öğrencilerin sayısal olarak da bu özelliği

kullanamadıkları gözlenmiştir. Dolayısıyla içinde değişken olan ifadelerde çarpma işlemini yaparken zorlanmaları kaçınılmaz bir sonuç olmuştur. Nitekim Dede, Yalın ve Argün'ün (2002) çalışmalarının sonuçları da, öğrencilerin cebirin temel kavramı olan değişken kavramının nasıl ve ne şekilde kullanılabileceğini anlamadıklarını göstermektedir. Dördüncü düzeyde gelişim sağlayabilmek için ilk olarak aritmetik temel sağlam kurulmalı ve sonra da değişkenlere sayılar eklendiğinde ve bu tür bir değişken ve bir sayı içeren cebirsel ifadelerin bir sayıyla çarpımının nasıl olduğunu fark ettirecek etkinlikler düzenlenmelidir. Bunun için de yine geometri temelli etkinlikler seçilerek geometrik şekillerin alanlarının hesaplanması etkinliği kullanılabilir. Bu arada toplama ve çarpmaya ait özellikler tekrar hatırlatılmamalıdır.

Araştırmada düzeyler bazındaki farklılıklardan sonra cinsiyet, başarı ve matematik dersine olan ilgi değişkenlerine göre gelişim düzeylerindeki farklılıklar incelenmiştir. Buna göre öntest ve sontestte elde edilen ortalamalar farkının başarı değişkeni için anlamlı olduğu gözlenmiştir.

Kız ve erkek öğrencilerin öntest ve sontestte aldıkları puanlara göre gelişimleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmektedir. Ancak grup ortalamaları göz önüne alındığında kız öğrencilerin gelişim ortalamalarının erkek öğrencilerin gelişim ortalamalarından yüksek olduğu gözden kaçmamalıdır. Her ne kadar bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmasa da, kız öğrenciler lehine bir farkın çıkması derslerin işleniş sürecinde kız öğrencilerin daha aktif katılım gösterdikleri ve yapılan etkinliklerde yönergelere daha dikkatli uydukları göz önüne alındığında doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir. Erkek öğrencilerin genel anlamda dikkat eksikliği olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak da yapılan etkinliklerde daha az başarı göstermeleri söz konusu olmuştur. Erkek öğrencilerin dikkatini toplamak için yapılan etkinliklerde onlara yönelik günlük yaşam örnekleri kullanılabilir. Onları daha fazla güdüleyecek örnekler seçilirse, genel cebir gelişimleri artırılabilir.

Cinsiyet değişkeninden sonra başarı değişkeni açısından gelişim düzeyleri arasındaki farklılık araştırılmıştır. Genel matematik başarısı iyi olan öğrencilerle genel matematik başarısı orta olan öğrencilerin gelişim düzeyleri arasında anlamlı bir fark vardır. Buna göre genel matematik başarısı iyi olan öğrenciler daha çok gelişim göstermişlerdir. Cebir alt konu alanı matematiğin tamamından ayrı bir parça olarak düşünülemez. Dolayısıyla matematik dersinde başarılı olan öğrencilerin cebir alt konu alanında daha çok gelişim göstermeleri şaşırtıcı değildir. Sonuç olarak cebirsel gelişimde başarılı olunmak isteniyorsa ilk olarak genel matematik başarısının artırılması kaçınılmazdır.

Son olarak öğrencilerin matematik dersine olan ilgileriyle cebir alanında gösterdikleri gelişim arasında farklılık incelenmiştir. Buna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak grup ortalamaları göz önüne alındığında ilgi

düzeyi çok olan öğrencilerin gelişim ortalamalarının ilgi düzeyi orta olan öğrencilerin gelişim ortalamalarından yüksek olduğu göz ardı edilmemelidir. Matematik dersine olan ilgi düzeyi çok olan öğrencilerin aynı oranda matematiğin bir alt konu alanı olan cebire karşı da ilgi düzeyi yüksek olabilir. İlgi düzeyi yüksek olan öğrencilerin yapılan etkinliklere karşı olan ilgileri ve tutumları da olumlu olacaktır. Bu bağlamda etkinliklere daha etkili katılmaları olasıdır. Sonuçta her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmasa da ilgi düzeyi çok olan öğrencilerin daha fazla gelişim göstermeleri doğal bir sonuç olarak yorumlanabilir. Her alanda olduğu gibi cebir alanında da gelişim sağlamada öğrencinin ilgisi önemli bir faktör olmaktadır. Öğrencinin matematik dersine olan ilgisi matematiğin alt alanında sağlanan gelişimi doğrudan etkilediği için öğrencinin ilgisini ve motivasyonunu artıracak yöntemler ve etkinlikler tercih edilmelidir.

Sonuç olarak yenilenen matematik programındaki etkinliklerin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini oldukça geliştirdiği gözlemlenmiştir. EARGED'nin (1996) önceki programa ilişkin araştırma sonuçları, öğrencilerden bazılarının cebirsel sözel ifadeler içeren problemleri, aritmetik işlemler kullanarak çözmelerine rağmen birinci dereceden denklemlerin çözümlerini bulamadıklarını ve cebirsel ifadeleri anlamakta belirli zorluklara sahip olduklarını ortaya çıkarırken yenilenen programla bu zorlukların aşılması amaçlanmıştır. Yenilenen programın içeriğinin cebirsel düşünmeyi geliştirmeyi hedeflediği söylenebilir. Örneğin, örüntüler konusu yenilenen programla gündeme gelmiştir ve Lannin (2005), örüntü kullanımının cebirsel düşünmenin oluşumunda önemli bir rolü olduğunu ifade etmektedir. Cebir hakkında hiçbir fikir sahibi olmayan öğrencilerin yapılan etkinlikler sonunda belirli düzeylerde büyük gelişmeler gösterdikleri açıktır. Yapılan etkinlikler doğrudan cebirin temelini oluşturacak kavramların oluşmasını sağlayacak niteliktedir. Böylece öğrenciler kendileri cebirsel ifade, değişken, denklem gibi kavramları kendileri inşa etmişlerdir. Bu durum öntest ve sontest verileri arasındaki farkta açıkça gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Akdağ, M. (2006). *Eğitimde Program Değerlendirme ve İstatistiksel Yöntemler*. (22.05.2006)
<http://web.inonu.edu.tr/~makdag/egitimde%20program%20degerlendirme.pdf>
- Akgün, L. (2007). *Cebir ve Değişken Kavramı Üzerine*. (08.05.2007)
<http://www.qafqaz.edu.az/journal/LEVENT%20AKGUN.pdf>
- Altun, M. (2005). *İlköğretim İkinci Kademe Matematik Öğretimi*. Bursa: Aktüel

- Borko, H., Frykholm, J., Pittman, M., Eiteljorg, E., Nelson, M., Jacobs, J., Koellner-Clark, K. & Schneider, C. (2005). Preparing Teachers to Foster Algebraic Thinking. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Vol. 37 (1), 43-52.
- Cai, J., Lew, H.C., Morris, A., Moyer, J.C., Fong, S. & Schmittau, J. (2005). The Development of Students' Algebraic Thinking in Earlier Grades: A Cross-Cultural Comparative Perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Vol. 37 (1), 5-15.
- Dede, Y. (2005). I. Dereceden Denklemlerin Yorumlanması: Eğitim Fakültesi 1. Sınıf Öğrencileri Üzerine Bir Çalışma. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 197-205.
- Dede, Y. & Argün, Z. (2003). Cebir, Öğrencilere Niçin Zor Gelmektedir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 180–185.
- Dede, Y. & Peker, M. (2007). Öğrencilerin Cebire Yönelik Hata ve Yanlış Anlamaları: Matematik Öğretmen Adayları'nın Bunları Tahmin Becerileri ve Çözüm Önerileri. *İlköğretim Online*, 6(1), 35-49.
- Dede, Y., Yalın, H.İ. & Argün, Z. (2002). *İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Değişken Kavramının Öğrenimindeki Hataları ve Kavram Yanılguları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.
- Driscoll, M. (1999). *Fostering Algebraic Thinking: A Guide for Teachers Grades 6–10*. Portsmouth: Heinemann.
- Ersoy, Y. (1997). Okullarda Matematik Eğitimi: Matematikte Okur-Yazarlık. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 107-112.
- Ersoy, Y. & Erbaş, K. (1998). *İlköğretim Okullarında Cebir Öğretimi: Öğrenme Güçlükleri ve Öğrenci Başarıları*. Cumhuriyetin 75. Yılında İlköğretim I. Ulusal Sempozyumu, 27-28 Kasım, Ankara.
- Ersoy, Y. & Erbaş, K. (2002). *Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Eşitliklerin Çözümündeki Başarıları ve Olası Kavram Yanılguları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.
- Ersoy, Y. & Erbaş, K. (2005). Kassel Projesi Cebir Testinde Bir Grup Türk Öğrencinin Genel Başarısı ve Öğrenme Güçlükleri. *İlköğretim Online*, 4(1), 18-39.
- Hallagan, J.E. (2004). *A Teacher's Model Of Students' Algebraic Thinking About Equivalent Expressions*. Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol 3, pp 1–8.

- Hart, K.M., Brown, M.L., Kuchermann, D.E., Kerslach, D., Ruddock, G. & McCartney, M. (1998). *Children's Understanding of Mathematics: 11-16*, General Editor K.M. Hart, The CSMS Mathematics Team.
- Herbert, K., & Brown, R. (1997). Patterns as Tools for Algebraic Reasoning. *Teaching Children Mathematics*, 3, 340-344.
- Kitt, N. & Leitze, R. (1992). Using Homemade Algebra Tiles to Develop Algebra and Prealgebra Concepts. *Mathematics Teacher*, 93(6), 462-466, 520.
- Lannin, J.K. (2005). Generalization and Justification: The Challenge of Introducing Algebraic Reasoning Through Patterning Activities. *Mathematical Thinking and Learning*, 7(3), 231–258.
- Marshall, S.P. (1995). *Schemas in Problem Solving*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MEB (2006). *İlköğretim Matematik Dersi 6. Sınıf Öğretim Programı*, Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Schmittau, J. (2005). The Development of Algebraic Thinking A Vygotskian Perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Vol. 37 (1).
- Steele, D. & Johanning D.I. (2004). A Schematic–Theoretic View of Problem Solving and Development of Algebraic Thinking. *Educational Studies in Mathematics* 57, 65–90.
- Umay, A. (2003). Matematiksel Muhakeme Yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 234–243.
- Williams, S. (1997). *Algebra: what students can learn. The nature and algebra in the K-14 curriculum*. Proceedings of a National Symposium, , May 27-28, Washington.