

# Matematik Öğretiminde İşlem Sırasının Kavratılmasında Yeni Bir Yaklaşım: Mnemoni\*

Sanem UÇA\*\*, Cumali ÖKSÜZ \*\*\*

## Öz

Araştırmanın amacı, 6. sınıf öğrencilerinin “Matematik Öğretiminde İşlem Sırası” konusunda kullanılan bir bellek destekleyici ipucunun (*Parayı Bulan Çabucak Tatile Çıkar*) öğrencilerin başarılarına etkisi ve öğrencilerin bu kuralı gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerinin belirlenmesidir. Araştırmada yarı deneysel desen ve nicel verilerin istatistiksel analizine dayalı sonuçlar ile klinik görüşmeler ve bu görüşmelerden elde edilen verilerin içerik analizine dayalı sonuçları birlikte kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; işlem sırası konusunda bellek destekleyici ipucunun kullanıldığı bir ortamın, ipucunun kullanılmadığı bir öğrenme ortamına göre başarıyı ve konunun kalıcılık düzeyini önemli ölçüde yükselttiği tespit edilmiştir. Ayrıca bellek destekleyici ipucunun kullanıldığı deney grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerinde bellek destekleyici ipucundan yararlandıkları, bunun yanı sıra kontrol grubunda ise sadece işlem sırası kuralından ve kısmi derecede yararlandıkları belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** *İşlem Sırası, Bellek Destekleyici İpuçları, Parayı Bulan Çabucak Tatile Çıkar, Aritmetik İşlemler.*

## A New Approach When Comprehending The Order Of Operations In Mathematics Instruction: Mnemoni

### Abstract

The aim of this research is to investigate the effect of the mnemonic device (*When You Get Money You Can Quickly Go On a Vacation*) over students' success and to find out students' solution strategies when solving problems requiring the use of order of operations rule. This research model mixes the results from a quasi-experimental pretest-posttest design with a control group and from clinical interviews to find out students' solution strategies when solving order of operation problems. Results from the study illustrated that using Mnemonic Device in instruction is more effective on students' success and the level of retention on the order of operations subject comparing to the regular classroom activities. Moreover it was found that experimental group mostly used Mnemonic Device when solving order of operation problems and control group only and partly used order of operation rules.

**Keywords:** *Order of Operations, Mnemonic devices, When You Get Money You Can Quickly Go On a Vacation, Arithmetical Operations.*

\* Bu makale birinci yazarın “Matematik Öğretiminde İşlem Sırasının Kavratılmasında Yeni Bir Yaklaşım: Mnemoni” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

\*\* Yrd. Doç.Dr., Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı, Ordu, e-posta: sanemuca@gmail.com

\*\*\* Doç.Dr., Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı, Aydın, e-posta: cumalioksuz@gmail.com

## Giriş

İşlemlerin ve işlemler arası özelliklerin gelişimi, ilk ve ortaokul kademelerinde matematik öğretimi için oldukça önemlidir. Yapılan araştırmalarda, öğrencilerin erken yaşlarda aritmetik işlemlerle ilgili önemli yapılar ve özellikler ile ilgili genellemeleri doğrulamayı öğrenmelerinin ileriki yaşlarda öğrenecekleri birçok konuya (örneğin cebir gibi) temel sağlayacağı ifade edilmektedir (French,2002; Akkan, Baki ve Çakıroğlu, 2011). Ayrıca Nathan ve Koellener (2007) aritmetiğe ait olan kavramların öğrencilerin daha sonraki formal ve informal gelişimlerinde önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle ilköğretimde işlemler öğretilirken zamanla işlemlerin özelliği ve işlemler arası özelliklerin gelişimine yardımcı olacak etkinlikler düzenlenmelidir. Her ne kadar birçok çocuk sezgisel olarak işlemler arası ilişkileri anlasa da bazı çocuklar bu ilişkileri kurmada zorluk çekmektedir. Bu nedenle, çocuklara işlem sırasının, farklı etkinlikler ve stratejilerle öğretilmesiyle çocukların uygun işlemi seçme becerilerinin gelişebileceği düşünülmektedir.

Matematik öğretim programında oldukça önemli kavramlar, işaretler, tanımlar ve kurallar vardır. Bu önemli kavramlardan bazılarının hatırlanması gereken gizli kuralları vardır. Bu kurallardan biri de "İşlem Sırası Kuralları"dır. Bu kural özellikle 5. ve 6. sınıflarda karşımıza çıkmakta ve özellikle aritmetik ifadelerin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Aritmetikte, bir sayı veya ifade hem öncelikli hem de ikili bir işlem izliyorsa, burada işlem

$8 \times 4 + 6$  ifadesinin değeri bulunurken; aşağıdaki iki şekilde sonuç bulunabilir.

İşlem Sırası Kuralına Uygun	İşlem Sırası Kuralına Uygun Olmayan
$8 \times 4 + 6 =$	$8 \times 4 + 6 =$
$32 + 6 = 38$	$8 \times 10 = 80$

İşlem sırası kuralı problemlerin çözümünde daha çok işlemsel bilgi içeren bir yapıdadır. Öğrencilerin bu kuralı anlamlı olarak öğrenmesi ve hatırlaması için bellek destekleyici ipuçlarından yararlanılmaktadır (Lee, 2007; Lee, Licwinko & Taylor-Buckner, 2013). Matematik eğitiminde bellek destekleyici ipuçlarından türü anlamlandırma

sırası kurallarının kullanılması gerekmektedir (Peterson, 2000). İşlem sırası kurallarının bilinmesi ve hatırlanması öğrencilerin karmaşık aritmetik ifadeleri kolaylıkla çözebilmesi bakımından oldukça önemlidir.

Bütün aritmetik işlemler birbirleriyle ilişkilidir. Birbirlerine benzer ve farklı yönleri vardır. Toplama ile çıkarma ve çarpma ile bölme birbirlerinin tersi işlemler olup, biriyle yapılan bir işlem diğeriyle geri alınabilir. Aynı şekilde, çarpma işlemi, toplama işleminin kısa yolu; bölme işlemi ise çıkarma işleminin kısa yolu olarak kullanılabilir. Sonuç olarak çarpma işlemi, tekrarlı toplam olarak, bölme işlemi, bir sayının tersiyle çarpımı olarak, çıkarma işlemi ise, negatif bir sayının toplanması olarak ifade edilebilir.

İşlem sırası kuralı standardına göre, öncelikle **Parantez** içindeki ifadeler yapılmalıdır. Parantez içerisindeki ifadeler sonrasında Üslü ifadeler yapılmalıdır. Daha sonra Çarpma ve Bölme işlemleri yapılır. Aritmetik işlemlerde Çarpma/Bölme işlemleri eşit önceliğe sahip olarak kabul edildiği için bu işlemler **soldan sağa doğru** yapılmalıdır. En son **Toplama ve Çıkarma** işlemleri yapılır. **Toplama/Çıkarma işlemleri** de çarpma ve bölme işlemleri gibi eşit önceliğe sahip olarak kabul edildiği için bu işlemler **soldan sağa doğru** yapılmalıdır. Öksüz (2009)'ün de belirttiği gibi işlem sırası kuralı örneklerle aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

araçları vasıtasıyla öğrenciler ezberlemek zorunda oldukları bazı matematiksel kuralları rahatlıkla hatırlayabilmekte ve yeri geldiğinde kullanabilmektedirler. Bellek destekleyici ipuçları; öğrencinin ön bilgilerini hatırlamasına, eski bilgileriyle çağrışım yapmasına yardımcı olan herhangi bir konu ile ilgili anlamlı bir kodlama yapılması

sağlayan bir anlamlandırma türü olarak tanımlanmaktadır (Gage & Berliner, 1998; Woolfolk, 2005; Senemoğlu, 2009). Bellek destekleyici ipuçları sayesinde insan zihni sadece tekrar hatırlanması gereken olayları veya kelimeleri değil, aynı zamanda kural olarak verilmiş bilgilerin yapılandırılması ve kolay hatırlanması arasında çağrışım yapmaktadır. Bellek destekleyici ipuçlarının öğretimde kullanılmasında anahtar sözcük (keyword), askı-sözcük (pegword) ve sözel semboller (letter strategies) yöntemi olmak üzere üç tür yöntem bulunmaktadır (Wang, 2000; Senemoğlu, 2009). Bu çalışmada bu yöntemlerden sözel semboller yöntemi içerisinde baş harfle düzenleme stratejisinden (acronym) yararlanılarak işlem sırasının kavratılması amaçlanmaktadır. Baş harflerle düzenleme stratejileri daha çok bilginin hatırlanması amacıyla geliştirilen yapılar olarak tanımlanmaktadır (Wang, 2000).

İşlem sırası kurallarını gidermek ve bilginin uzun süreli bellekte kalıcılığının sağlanması amacıyla Amerika'da bir anlamlandırma türü benimsenmiştir. Bu işlemler ve işlemler arası özelliklerin gelişimine katkısı bulunan işlem sırası kuralları "**Please Excuse My Dear Aunt Sally**" anlamlandırma türlerinden biri olan bellek destekleyici bir ipucu ile ifade edilmiştir. Bu bellek destekleyici ipucu PEMDAS (Parentheses, Exponents, Multiplication/Division, Addition/Substraction), yani Parantez, Üslü İfadeler, Çarpma/Bölme, Toplama/Çıkarma işlemlerinin baş harflerinden yola çıkılarak olarak kodlanmıştır. Birçok işlemin bir arada verilmesi durumunda işlem sırası kuralının iyi bilinmesi gerektiğinden "PEMDAS" olarak kodlanan bu bellek destekleyici ipucu (mnemonic device) yurtdışında uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin PEMDAS olarak kodlanan bellek destekleyici ipucunun birden fazla aritmetik işlem gerektiren ifadelerin hatırlanmasını kolaylaştırdığı ifade edilmiştir (DeLashmutt, 2007; Wu, 2007; Lee, Licwinko & Taylor-Buckner, 2013).

Türkiye'de aritmetik işlemlerde işlem sırası kuralının kavratılmasında yurt dışında geliştirilen bellek destekleyici ipucuna benzer bir çalışma Öksüz (2009) tarafından yapılmıştır. Öksüz (2009) aritmetik işlemlerde işlem sırası kurallarının öğrenciler tarafından

anlamlandırılarak öğrenilmesi için bir bellek destekleyici ipucu oluşturulması ve geliştirilmesi gerektiği düşüncesinden hareketle bir bellek destekleyici ipucu geliştirmiş ve bu aracı "**Parayı Üstünde Bulan Çabucak Tatile Çıkar** (Parantez, Üslü ifadeler, Çarpma/Bölme, Toplama/Çıkarma)" şeklinde ifade etmiştir;

Türkiye'de matematik öğretiminde işlem sırasının kuralı için belirlenmiş olan böylesi bir bellek destekleyici ipucunun alan yazında bir ilk olduğu; bu doğrultuda bellek destekleyici ipucu ile aritmetik işlemlerde oldukça fazla kullanılan bu kuralın öğrenciler için kolay hatırlanabilir hale geleceği düşünülmektedir. Ayrıca geliştirilen bellek destekleyici ipucunun öğrencilerin öğrenmelerine sağlayabileceği katkıların ortaya konulmasının ve öğrencilerin işlem sırası kuralı gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerinin belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda matematikte işlem sırası gerektiren problemlerin çözümünde bellek destekleyici bir ipucunun kullanılması öğrencilerin problemleri çözümedeki başarılarının ortaya konulması ve kullandıkları çözüm stratejilerinin belirlenmesi bu çalışmanın problemini oluşturmaktadır. Bu bağlamda çalışmada, bellek destekleyici ipucunun öğretimde kullanıldığı deney ve kullanılmadığı kontrol gruplarında ön test, son test ve kalıcılık testi puanları karşılaştırılarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı sınıanmıştır. Ayrıca deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası kuralı gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerinde işlem sırası kuralını anımsayarak anlamlı öğrenmesinin sağlanıp sağlanmadığı araştırılmaktadır.

## Yöntem

### Araştırma Modeli

Bu çalışmada nicel ve nitel araştırma desenlerinden yararlanılmıştır. Nicel boyutuyla çalışmada öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Deney grubunda 3 ders saati süresince işlem sırasının öğretiminde Öksüz (2009) tarafından geliştirilmiş bellek destekleyici ipucu uygulanmış, kontrol grubunda ise; herhangi bir bellek destekleyici ipucu kullanılmadan altıncı sınıf matematik dersi öğretim programı çerçevesinde öğretim gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada deney grubundaki dersler araştırmacı tarafından, kontrol grubundaki dersler ise matematik öğretmenleri tarafından 6. sınıf matematik dersi öğretim programı doğrultusunda yürütülmüştür.

Öğrencilerin işlem sırası kuralını gerektiren problemlerde hangi çözüm stratejilerini kullandıklarını belirlemenin, bu çözüm stratejilerini nasıl kullandıklarını anlamının ve öğrencilerin bu süreçteki gelişimlerini takip edebilmenin en iyi yolu onlarla bire bir etkileşimde bulunmaktır. Bu doğrultuda bu araştırmanın nitel boyutu kapsamında Piaget'in klinik görüşme yöntemi uygulanmıştır. Klinik görüşme, öğrencilerin bilgi yapılarını ve düşünme süreçlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bir tekniktir (Clement, 2000). İlk kez Piaget (1952) tarafından psikolojik araştırmalar için kullanılan klinik görüşme, öğrencilerin düşüncelerindeki zenginliği keşfetmek, onun temel gelişimini takip etmek ve bilişsel beceriyi değerlendirmek için esnek soru sorma metodudur (Akt: Karataş ve Güven, 2004). Goldin'e (1998) göre klinik görüşmelerin, araştırmalarda; problem çözme yöntemi ile öğrencilerin matematiksel davranışlarını gözlemlene ve gözlemlerden öğrencilerin bilişsel süreçlerini, bilgi yapılarını ve bu süreçte meydana gelen duyuşsal değişiklikler hakkında sonuçlar çıkarmak gibi amaçları bulunmaktadır.

### Çalışma Grubu

#### Nitel Araştırma Evren ve Örneklemi

Araştırmanın çalışma evrenini, Aydın ili merkez ilçe okullarının 6. sınıflarında okuyan

öğrenciler oluşturmaktadır. Evrenin büyük olması nedeniyle örneklem alma yoluna gidilmiştir. Örneklem alma metodu olarak seçkisiz örnekleme yöntemi benimsenmiş ve bu yolla Aydın ilinin merkez ilçesindeki okullarından üç tanesi seçkisiz örneklem alma metodu ile belirlenmiştir. Seçilen bu 3 grubun her birinden birer deney ve kontrol grubu belirlenmiştir. Böylelikle 3 deney ve 3 kontrol grubu oluşturulmuştur. Ancak analize tabii tutulurken deney ve kontrol grupları birleştirilerek 2 grup gibi düşünülmüştür. Bu anlamda örneklem olarak alınan okullardaki 156 altıncı sınıf öğrencisi çalışmanın örneklemini oluşturmuştur. Araştırmanın deney grubunda yer alan öğrencilerin %52,5'inin (N=41) kız, %47,5'inin (N=37) ise erkek olduğu; araştırmanın kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise %47,4'ünün (N=37) kız, %52,6'sının (N=41) erkek olduğu görülmektedir.

Seçilen grupların deneysel çalışma için birbirine yakın gruplar olmasına özen gösterilmiş ve karşılaştırma yaparken cinsiyet, başarı, sosyoekonomik düzey gibi değişkenler açısından eşgüdüm sağlanmasına çalışılmıştır. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarı düzeylerinin birbirine yakın olduğunun belirlenmesi için deney ve kontrol gruplarına Uça (2010) tarafından geliştirilen "İşlem Sırası Başarı Testi" uygulanmış, öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını bulmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesi başarı puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	sd	t	p
Deney Grubu	78	11.341	6,718	161	1,695	.092*
Kontrol Grubu	78	9.717	5,486			

\*p>.05

Tablo 1’de, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin öntest puanları için yapılan ilişkisiz örneklem için t-testi sonuçları incelendiğinde deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir [ $t(156) = 1.695, p > .05$ ]. Bu bulgu, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğretim öncesi konu ile ilgili ön bilgilerinin eşdeğer olduğunu ve başarı yönünden iki grup arasında herhangi bir fark olmadığını göstermektedir.

#### Nitel Araştırma Çalışma Grubu

Araştırmanın nitel boyutunda çalışma grubunu, nicel araştırma örnekleminde yer alan üç okuldan, okulların başarı ve sosyoekonomik düzeyi karşılaştırıldığında orta düzeyde olan bir okulun 6.sınıfındaki deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerden üçer öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenci belirlenmiştir. Bu doğrultuda deney ve kontrol grubunda yer alan, orta düzeyde başarılı olan, öğretmeninin tavsiye ettiği, konuşmayı seven ve düşündüklerini ifade etme becerisi yüksek olan üçer öğrenci bu araştırmanın nitel boyutundaki çalışma grubuna dahil edilmiştir. Nitel araştırma çalışma grubunda yer alan tüm öğrencilerle yapılacak olan klinik görüşmeler hakkında bilgiler verilmiş ve öğrencilere çalışmaya katılmada istekli olup olmadıkları sorulmuştur. Bu öğrencilerden derinlemesine bilgiler edinilebilmesi amaçlı olarak kendilerine yüksek sesle düşünme metodundan (think-aloud strategy) söz edilmiş ve örnekleri gösterilmiştir. Deney grubunda 2’si kız, 1’i erkek; kontrol grubunda ise 1’i kız, 2’si erkek toplam 6 öğrenci ile klinik görüşmeler yürütülmüştür. Çalışmaya katılan 6 öğrencinin gerçek isimleri çalışmada kullanılmamış, isimler kodlanırken öğrencilere farklı isimler verilmiştir.

#### Veri Toplama Araçları

##### Nicel Araştırma İçin Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel boyutunda veri toplama aracı olarak “İşlem Sırası Başarı Testi” kullanılmıştır. Araştırmada Uça (2010) tarafından geliştirilen ve altıncı sınıf düzeyinde geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının yapıldığı “İşlem Sırası Başarı Testi” öğrencilerin işlem sırası kuralıyla ilgili ön bilgilerinin görülmesi ve Öksüz (2009) tarafından geliştirilmiş olan

bellek destekleyici ipucu ile öğrencilerin işlem sırası kurallarını nasıl yapılandırıldığını sınamak için kullanılmıştır.

Uça (2010) tarafından geliştirilen 25 maddeden oluşan “İşlem Sırası Başarı Testi”nde Sembolik İfadeler(13), Doğrulayıcı İfadeler (4), Doğru-Yanlış Soruları(4), Açık Uçlu Sorular(1), Sözel İfadeler(2), Sembolik İfadeleri Sözel İfadeye Çevirme (1) soru türleri yer almaktadır. “İşlem Sırası Başarı Testi”nde yer alan her bir maddeye verilen doğru cevaplar için 1, yanlış ve boş cevaplar için ise 0 puan verilmiş ve testin madde puan matrisi hazırlanmıştır. Öğrencilerin bu başarı testinde alacakları maksimum puan 25 minimum puan ise 0’dır. Testin tamamı için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0,82 olarak hesaplanmıştır.

##### Nitel Araştırma İçin Veri Toplama Araçları

Araştırmadanitelaraştırmayöntemlerindenbiri olan klinik görüşme kullanılmıştır. Bu yöntemle öğrencilerin işlem sırası kuralını gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerini kullanıp kullanmadıkları, bu çözüm stratejilerini nasıl kullandıklarını ve öğrencilerin bu süreçteki gelişimleri gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu yöntemin uygulanması sırasında öğrencinin “İşlem Sırası Başarı Testi” nde yer alan soruları çözerken çözüm stratejilerini ortaya koyan öğrenci notları, araştırmacı notları ve video kayıt analizleri kullanılmıştır. Bu anlamda nitel çalışmaların güvenilirliği bakımından çok önemli görülen üçleme (veri çeşitlemesi-triangulation) metodu uygulanmıştır (Bogdan ve Biklen, 2006).

#### Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması

Araştırmanın nicel boyutu kapsamında elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS 15 paket programından yararlanılmıştır. Örneklem grubunda yer alan deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrası başarı puanları ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılması için bağımsız gruplar t-testi, deney ve kontrol gruplarının gruplar içerisinde öntest, sontest ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılması için bağımlı örneklem gruplar için t-testi istatistiksel analizleri yapılmıştır.

Nitel araştırma kapsamında yapılan klinik görüşmeler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Analizler, nitel araştırma verilerinin analiz edilmesinde izlenen dört aşama takip

edilerek yapılmıştır. Bu doğrultuda öncelikle "İşlem Sırası Başarı Testi"ni de yer alan altı soru türünün her biri için veriler kodlanmıştır. Veriler kodlanırken araştırmancının nitel boyutunda yer alan veri toplama araçlarından elde edilen bilgiler incelenmiş ve anlamlı bölümler içerisine kodlar verilerek yerleştirilmiştir. Testte yer alan soru türlerinden oluşan her bölüm için kod listeleri oluşturulmuştur. Bu kodlama yapılırken Strauss ve Corbin (1990) tarafından ifade edilen üç kodlama türünden daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan kodlama türü benimsenmiştir (Akt: Yıldırım ve Şimşek, 2006). Her bölüm için kod listeleri oluşturulduktan sonra veriler bu

kodlara göre düzenlenmiş ve tanımlanmıştır. Son olarak, ayrıntılı bir şekilde tanımlanan ve sunulan bulgular tablolar, tabloların yorumları ve öğrencilerin klinik görüşmelerde verdikleri cevaplar şeklinde yorumlanmıştır.

### Bulgular ve Yorum

#### Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgular

Araştırmada öncelikle deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin işlem sırası konusunda uygulama sonrasındaki başarı puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiş ve bu doğrultuda bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin söntest puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	Sd	t	p
Deney Grubu	78	16.270	6.705	161	5.012	.000*
Kontrol Grubu	78	11.103	6.455			

\*p<.05

Tablo 2'de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin söntest puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur [ $t(156)= 5.012, p<.05$ ]. Bu bulgu, "İşlem Sırası" konusunu bellek destekleyici ipucu ile öğrenen deney grubu öğrencilerinin, herhangi bir anlamlandırma aracı kullanılmadan işlem sırası kuralının öğretildiği kontrol

grubu öğrencilerine oranla, konuyu daha iyi kavradıkları şeklinde yorumlanabilmektedir.

Araştırmada deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin işlem sırası konusunda uygulama sonrası kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiş ve bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	Sd	t	p
Deney Grubu	78	17.188	7.323	161	4.545	.000*
Kontrol Grubu	78	12.179	6.747			

\*p<.05

Tablo 3'te görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur [ $t(156)= 4.545, p<.05$ ]. Bu bulgu, işlem sırası kuralının öğrenciler tarafından etkili bir şekilde kavratılmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiş olan bellek destekleyici ipucunun öğrencilerin konuyu hatırlama tutma düzeylerini, bu bellek destekleyici ipucunun kullanılmadığı kontrol grubuna nazaran oldukça yüksek tuttuğu şeklinde yorumlanabilir. Bu anlamda bellek destekleyici ipucunun öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği ve öğrencilerin bu

yolla öğrenmelerinde, eski ve yeni bilgilerini ilişkilendirerek işlem sırası konusunu yeni konuların öğrenilmesine de aktarabildiklerini göstermektedir.

Araştırmada deney grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası konusunda uygulama öncesi gerçekleştirilen öntest puanları ile uygulama sonrası gerçekleştirilen sontest puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiş ve ilişkili örneklem için t-testi (Paired Sample t-test) yapılmıştır (Tablo 4).

**Tablo 4. Deney grubunda yer alan öğrencilerin öntest ve sontest puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	Sd	t	P
Deney Grubu (Öntest)	78	11.341	6.718	84	-9.214	.000*
Deney Grubu (Sontest)	78	16.270	6.705			

\* $p<.05$

Tablo 4'te görüldüğü gibi deney grubunun öntest ve son test puanları için yapılan analiz sonucunda puanlar arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. [ $t(78)= -9.214, p<.05$ ]. Bu bulgu, deney grubu öğrencilerine uygulanan bellek destekleyici ipucunun öğrencilerin işlem sırası konusundaki başarılarına olumlu etki ettiğini göstermektedir.

Araştırmada deney grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası konusunda uygulama sonrası puanları ile kalıcılık puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiş ve ilişkili örneklem için t-testi (Paired Sample t-test) yapılmıştır (Tablo 5).

**Tablo 5. Deney grubunda yer alan öğrencilerin sontest ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	Sd	t	P
Deney Grubu (Sontest)	78	16.270	6.705	84	-3.008	.003*
Deney Grubu (Kalıcılık)	78	17.188	7.323			

\* $p<.05$

Tablo 5'te görüldüğü gibi deney grubunun son test ve kalıcılık puanları için yapılan analiz sonucunda puanlar arasında istatistiksel olarak kalıcılık testi lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. [ $t = -3.008$ ,  $p < .05$ ]. Bellek destekleyici ipucunun kullanıldığı deney grubunun kalıcılık test puanlarının son test puanına göre, kalıcılık lehine anlamlı çıkması bu grupta yer alan öğrencilerin çalışma tamamlandıktan sonra da bellek destekleyici ipucunu aritmetik işlemlerde sıklıkla kullandıkları ve böylece kuralın uygulanışını daha fazla kavradıkları şeklinde yorumlanabilir.

Bilindiği gibi işlem sırası kuralı birçok aritmetik problemlerde öğrencilerin karşısına çıkan bir konu olup sadece bir üniteye sıkıştırılmamıştır. Bu durumda her aritmetik öğrenme ortamında bir kuralın bilinip kullanılması gerekmektedir.

Araştırmada kontrol grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası konusunda uygulama öncesi ve uygulama sonrası puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiş ve ilişkili örneklem için t-testi (Paired Sample t-test) yapılmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin öntest ve sontest puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	Sd	t	p
Kontrol Grubu (Öntest)	78	9.717	5.486	77	-2.999	.004*
Kontrol Grubu (Sontest)	78	11.102	6.455			

\* $p < .05$

Tablo 6'da görüldüğü gibi kontrol grubunun öntest ve son test puanları için yapılan analiz sonucunda puanlar arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. [ $t = -2.999$ ,  $p < .05$ ]. Bu bulgu, kontrol grubu öğrencilerine herhangi bir anlamlandırma aracı kullanılmadan öğretim yapılmasının, öğrencilerin işlem sırası konusundaki başarılarına belirli bir oranda olumlu etki ettiğini göstermektedir.

Araştırmada kontrol grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası konusunda uygulama sonrası ve kalıcılık puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiş ve ilişkili örneklem için t-testi (Paired Sample t-test) yapılmıştır (Tablo 7).

**Tablo 7. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin sontest ve kalıcılık puanlarının karşılaştırılması**

Gruplar	N	$\bar{x}$	SS	Sd	t	P
Kontrol Grubu (Sontest)	78	11.102	6.455	77	-4.451	.000*
Kontrol Grubu (Kalıcılık)	78	12.179	6.747			

\* $p < .05$



Tablo 7’de görüldüğü gibi kontrol grubunun son test ve kalıcılık puanları için yapılan analiz sonucunda puanlar arasında istatistiksel olarak kalıcılık testi lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. [ $t = -4.451, p < .05$ ]. Bu bulgu, kontrol grubu öğrencilerine herhangi bir anlamlandırma aracı kullanılmadan öğretim yapılmasının, öğrencilerin işlem sırası konusundaki başarılarına belirli bir oranda olumlu etki ettiğini ve bunun yanı sıra öğrencilerin aritmetik işlemlerde işlem sırası kuralını sıklıkla kullandıklarını göstermektedir.

#### Nitel Verilerden Elde Edilen Bulgular

Bu araştırmanın nitel boyutu kapsamında 6. sınıf öğrencilerinin işlem sırası kuralı gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerinin neler olduğu araştırılmıştır. Bu doğrultuda gerçekleştirilen klinik görüşmelerden elde edilen veriler, öğrencilerin işlem sırası kuralı gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerini oluşturmak amacıyla araştırmada kullanılan İşlem Sırası Başarı Testinde yer alan kategoriler altında toplanmıştır. Bu kategoriler; “Öğrencilerin Sembolik İfadeler Soru Türüne Yönelik Çözüm Stratejileri”, “Öğrencilerin Doğruluk İfadeleri Soru Türüne Yönelik Çözüm Stratejileri”, “Öğrencilerin Doğru - Yanlış Soru Türüne Yönelik Çözüm Stratejileri”, “Öğrencilerin Açık Uçlu Soru Türüne Yönelik Çözüm Stratejileri”, “Öğrencilerin Sembolik İfadeyi Sözel İfadeye Çevirme Soru Türüne Yönelik Çözüm Stratejileri”, “Öğrencilerin Sözel İfadeler Soru Türüne Yönelik Çözüm Stratejileri” olarak belirlenmiştir. Kategorilerde yer alan çözüm stratejileri için kod listeleri oluşturulmuştur.

#### Öğrencilerin İşlem Sırası Başarı Testinde Yer Alan Soru Türlerine Yönelik Çözüm Stratejileri

Araştırmanın nitel boyutu kapsamında, öncelikle deney ve kontrol grubunda yer alan 6 öğrencinin “İşlem Sırası Başarı Testi”nde yer alan soru türlerine yönelik çözüm stratejileri belirlenmiştir. Deney grubu öğrencileri öğrenci 1, öğrenci 2 ve öğrenci 3 olarak; kontrol grubu öğrencileri de öğrenci 4, öğrenci 5 ve öğrenci 6 olarak ifade edilmiştir.

Araştırmada deney ve grubunda yer alan öğrencilere “İşlem Sırası Başarı Testi”nde “Sembolik İfadeler” soru türü kapsamında toplama, çıkarma, çarpma, bölme ve parantez

içi işlemlerin olduğu ve işlem sırası kuralı kullanılarak çözülmesi beklenen on üç soru sorulmuştur. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin “İşlem Sırası Başarı Testi”nde “Sembolik İfadeler” soru türüne ilişkin başlangıçtaki çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüm stratejilerinin birbirlerinden farklılık göstermediği, aritmetik ifadelerin çözümlerini yaparken soldan sağa işlem yaptıkları, işlem sırası kuralına yönelik yalnızca parantezli işlemlerin önce yapılacağı hakkında bilgilerinin olduğu ve parantezli işlemleri içeren sorularda önce parantezli işlemde başlayıp sonra soldan sağa işlem yapmaya devam ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin toplama-çıkarma işlemlerinin bir arada verilip, çarpma işleminin toplama işleminden önce yapılmasının kavratılmak istendiği veya çıkarma-bölme işlemlerinin bir arada verilip, bölme işleminin çıkarma işleminden önce yapılmasının kavratılmak istendiği sorularda soldan sağa işlem yaparak toplama veya çıkarma işlemlerinden başladıkları görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 2 ile “ $6 + 5 \times 2$ ” işleminin çözümü ile ilgili olarak gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö2: Önce 6 ile 5 i topladım. 11 buldum. Daha sonra 11 ile 2’yi çarptım. 22 buldum.

A: Peki neye göre buldun bu sonucu?

Ö2: Baştan başlayarak yaptım. Bir de burada verilenlere göre yaptım. Hani burada 6 artı 5 çarpı 2 demiş ya, ilk önce verilenlere göre yaptım. Burada ilk önce toplama işlemi var. Bu nedenle 6 ile 5’i topladım. Daha sonrada çarpma işlemi verildiği için bulduğum sonucu 2 ile çarptım.

Öğrencilerin işlemlerde parantez kullanımının işlem sırasında önce yapılması gerektiğinin ve diğer işlemlerde işlem sırası önceliğine dikkat edilerek soldan sağa işlem yapılmasının kavratılmak istendiği sorularda parantez içindeki işlemlerin önce yapılması gerektiğinden bahsettikleri, fakat soldan sağa işlem yaparak parantez içindeki işlemleri ilk önce yapmadıkları görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 5 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö5: 37'yi 8 ile toplarız. 7 8 daha 15. 15'in beşi elde var 1, 3 bir daha 4. 45, 45'i de ilk önce 9 ile 9'u çarpabiliriz, parantezdeki işlemi yaparız. 9 kere 9 81. 45'i de, dur bir dakika, bir saniye 45'ten 81 çıkmaz. Çıkartabilir miyiz peki? Iıı, şey. Çıkmaz ama. Şey ben bunu anlayamadım, geçebilir miyim?

A: Neden?

Ö5: Çıkmıyor sonucu.

A: Belki yanlış yapmışsındır.

Ö5: Yok, yapmadım. Kontrol ettim ama çıkmıyor.

Öğrencilerin uygulama sonrası çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüm stratejilerinin birbirlerinden farklılık gösterdiği, deney grubunda yer alan öğrencilerin aritmetik ifadelerin çözümlerini yaparken işlem sırası kuralını kullandıkları, bellek destekleyici ipucundan faydalandıkları ve bu doğrultuda soruları çözdükleri görülmüştür. Öğrencilerin çarpma – toplama veya çarpma-çıkarma işlemlerinin bir arada verilip, çarpma işleminin diğer işlemlerden önce yapılmasının kavratılmasına yönelik ifadelerde işlem sırası kuralını ve bellek destekleyici ipucunu kullandıkları görülmektedir. Bu bulguya yönelik öğrenci 1 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

A: Evet, başlayabilirsin ilk sorumuzla.

Ö1: Peki, ilk sorumuzda "Parayı Bulan Çabucak Tatile Çıkar" ifadesini kullanarak, işlem önceliğini de kullanarak bu işlemden önce çarpmadan başlıyoruz.

A: Peki şimdi işlem önceliği kuralı nedir bana biraz bahsedebilir misin?

Ö1: Ben işlem önceliği kuralını şu cümleyle aklıma getiriyorum. "Parayı Bulan Çabucak Tatile Çıkar" cümlesi ile aklıma getiriyorum. Hani parantez, bölme çarpma toplama çıkarma. İşlem önceliğidir. 5 kere 2 10 olduğu için burada da 6 olduğu için 6 ile toplarım. Sorumuzun cevabı 16 olur.

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise, aritmetik işlemlerin çözümünde işlem sırası kuralını kullandıkları, fakat bazı öğrencilerin

kuralı tam olarak yapılandıramadıkları; işlem sırası kuralına göre soruda işlem önceliği olan işlemlere parantezler yerleştirdikleri, bazı sorularda işlem hataları yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin çarpma ve toplama işlemlerinin bir arada verilip, çarpma işleminin toplama işleminden önce yapılmasının kavratılmak istendiği sorularda işlem sırası kuralını kullanarak çarpma işleminden başladıkları, hatta bu işleme parantez yerleştirildiği görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 6 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö6: Şimdi 2'yi 5 ile çarpıyorum. 6 ile de toplarım.

A: Neden o şekilde yapıyorsun?

Ö6: Kuralı var çünkü. Önce çarpma, bölme sonra toplama çıkarma.

A: Tamam, peki söylediğin şekilde yap bakalım.

Ö6: (işlemi yapıyor) İşlemin sonucu 16.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere "İşlem Sırası Başarı Testi"nde "Doğrulamalı İfadeler" soru türünde çarpma, bölme, toplama ve çıkarma işlemleri ve parantez kullanılarak sonuca işlem sırası kuralıyla ulaşılmasının kavratılması amacıyla dört soru yöneltilmiştir. İki grupta yer alan öğrencilerin bu soru türünde başlangıçtaki çözüm stratejileri incelendiğinde, öğrencilerin önce soruda verilen ifadenin çözümlerini yaptıkları, daha sonra deneme – yanılma yoluyla parantez yerleştirdikleri, sorunun çözümünü yaparken soldan sağa işlem yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin çarpma, toplama ve çıkarma işlemleri ve parantezlerin kullanılarak sonuca işlem sırası kuralıyla ulaşılmasının kavratılmak istendiği sorularda soldan sağa işlem yaparak deneme-yanılma yolu ile parantez yerleştirdikleri, sorunun önce çözümünü yapıp daha sonra parantez yerleştirdikleri görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 1 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö1: Tamam, peki. Yine parantez işlemi sanırım. (diyerek soruyla ilgili işlemler yapmaya başlıyor) (İşlem sırasını takip etmek için) Sonra... 5'e böleriz. 50 çıkar bu bölme işleminin sonucu. Cevabı

*buldum da bir dakika. (İlk işlemleri ve bir sonraki işlemi göstererek) Şuna ve şuna yerleştireceğiz.*

*A: Evet, bu işlemlere yerleştirdin. Neden bunlara yerleştirdin?*

*Ö1: Çünkü şimdi bu işlemi yaptığımız zaman daha sonuç çıkmıyor. Ondan sonra bu işlemi de yaptığımız zaman, yani, bir dakika, 50'yi 5'e böldüm ben. Pardon 50 ile 5'i çarptım, 250 çıktı. Arada bölme işlemi olduğu için 5'e böldüm. 50'den de 30 çıkarma işlemi olduğu için 50'den 30 çıktı 20.*

Öğrencilerin uygulama sonrası çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüm stratejilerinin birbirlerinden farklılık gösterdiği, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin, işlem sırası kuralını kullandıkları fakat bu kuralı her soruda kullanamadıkları ve hata yaptıkları görülmüştür. Deney grubu öğrencilerinin ise, önce parantez yerleştirip, daha sonra sorunun çözümünü yaptıkları, soruların çözümlerini yaparken işlem sırası kuralını ve bellek destekleyici ipucunu kullandıkları görülmektedir. Öğrencilerin çarpma, toplama ve çıkarma işlemleri ve parantezlerin kullanılarak sonuca işlem sırası kuralıyla ulaşılmamasının kavratılmak istendiği sorularda parantezi, işlem sırası kuralından ve bellek destekleyici ipucundan faydalanarak işlem önceliği gerektiren çarpma veya bölme işlemlerine yerleştirdikleri görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 3 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

*A: Peki, bundan sonra yapacağın sorularda sen parantez koyacaksın. Bir ya da daha fazla kullanabilirsin. Mesela bu soru için 55 olacak sonuç parantez koyduğun zaman.*

*Ö3: Tamam, (hemen parantezleri yerleştiriyor)*

*A: Neden oraya koydun? Neden bu şekilde düşündün?*

*Ö3: Yine sözü (anlamlandırma aracını ifade ediyor) kullandım. Önce bölme ve çarpma var a orada o nedenle bölmeyle çarpmaya koyarım. Bu şekilde bir sıra olduğu için oraya koyma gereği duydum.*

*A: Kuralı düşünerek mi parantez yerleştirdin?*

*Ö3: Evet.*

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere "İşlem Sırası Başarı Testi"nde "Doğru- Yanlış" soru türünde aritmetik işlemlerin sonucuna işlem sırası kuralının kavratılması amacıyla dört soru yöneltilmiştir. Bu iki grubun başlangıçtaki çözüm stratejileri incelendiğinde, öğrencilerin soruda verilen ifadenin çözümünü yaparak, kendi çözümleriyle karşılaştırdıkları ve bu doğrultuda soruyu cevapladıkları, soruda verilen parantezli işlemleri önce yaptıkları görülmektedir. Öğrencilerin çarpma, toplama, çıkarma işlemleri ve parantezlerin kullanılarak sonuca işlem sırası kuralıyla ulaşılmamasının kavratılmak istendiği sorularda, kendi çözümlerini yaptıkları, parantezli işlemleri önce yaptıkları, kalanlı bölme işlemine dikkat etmedikleri ve ifadede verilen çözümlerle kendi çözümlerini karşılaştırıp soruyu cevapladıkları görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 5 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

*Ö5: Şimdi ilk önce 6 ile 5'i toplamışlar 11. 11 ile de 3'ü çarpmışlar, 33 bulmuşlar. 33'ten de 9'u çıkarmışlar. Dur bir dakika, burada işlem verilmemiş (sonuç verilmediği için şaşırıyor).*

*A: Neden öyle acaba? Bak orada bir ifade daha var. Sonucunu mu istiyor, ifadeyi mi aynı diyor? Ne düşünüyorsun?*

*Ö5: Ya bilemedim.*

*A: diğer ifadeye baka bakalım bu ifade için ne düşünüyorsun?*

*Ö5: bence şuralar parantez gibi düşünülmesi, 5 ile 3'ü çarpsam 15 yapar. 9 ile de 6'yı tolasam 15.*

*A: Yani, sana göre?*

*Ö5: İki işlem aynıdır.*

Öğrencilerin uygulama sonrası çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüm stratejilerinin birbirlerinden farklılık gösterdiği, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin yine soruda verilen ifadenin çözümünü yaparak, kendi çözümleriyle karşılaştırdıkları ve bu doğrultuda soruyu cevaplarırken işlem sırası

kuralını kullandıkları, süreç başlangıcındaki hataları tekrarladıkları görülmektedir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin ise, sorularda başlangıca göre daha az işlem yaptıkları, sorularda verilen ifadelerde yer alan işlemler ve sayılara göre soruları cevapladıkları, işlem sırası kuralını ve bellek destekleyici ipucunu kullandıkları görülmektedir. Öğrencilerin toplama, çarpma ve bölme işlemleri bir arada verildiğinde yan yana işlem yapılan, çözümün aşama aşama gösterilmesinde işlem sırası kuralının kullanılıp kullanılmadığının ortaya çıkarılmasının kavratılmak istendiği sorularda işlem sırası kuralı ve bellek destekleyici ipucuna göre doğru olmadığı ifade ettikleri, soldan sağa işlem yapıldığı ifade ettikleri görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 2 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

*Ö2: Bence yanlıştır. Çünkü şimdi mesela 15 nerden geldi. Onu belirtmemiş. Söze göre (anlamlandırma aracından bahsediyor) İlk önce bölme işlemini yapması gerekiyordu, çarpma işlemini yapmış. O yüzden yanlıştır diyorum.*

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere "İşlem Sırası Başarı Testi"nde "Açık Uçlu Sorular" soru türünde "Toplama-Çarpma", "Çıkarma-Bölme", "Toplama-Bölme" ve "Çıkarma-Çarpma" işlemlerini kullanarak verilen sayıya eşit aritmetik ifadelerin yazılmasında işlem sırası kuralının kullanılmasının kavratılmasına yönelik bir soru yöneltilmiştir. Bu doğrultuda ön klinik görüşmelerde İşlem Sırası Başarı Testi"nde "Açık Uçlu Sorular" soru türünde yer alan "a. Toplama ve Çarpma İşlemi b. Çıkarma ve Bölme İşlemi c. Toplama ve Bölme İşlemi d. Çıkarma ve Çarpma İşlemi işlemlerini kullanarak ve işlem sırasını kendiniz belirleyerek 24 sayısına eşit aritmetik bir ifade yazınız." sorusunda tüm öğrencilerin "Soldan Sağa İşlem Yapma" stratejisini kullandıkları görülmüştür. Öğrencilerin başlangıçtaki çözüm stratejileri incelendiğinde, soruda yer alan ifadelerin (toplama ve çarpma işlemi, çıkarma ve bölme işlemi, toplama ve bölme işlemi, çıkarma ve çarpma işlemi) soruda verildiği şekilde, işlemlerin birbirlerine göre önceliklerini kullanmadıkları, soldan sağa işlem yaparak işlemleri ifade ettikleri görülmektedir. Bu bulguya yönelik öğrenci 2 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

*Ö2: Hepsinin sonucu 24'mü olacak?*

*A: Evet hepsinin sonucu 24 olacak.*

*Ö2: Peki 3 ile 1 toparım, çarpı 6 (işlemleri sembolik ifade şeklinde eşittir kullanmadan yazdı). (Daha sonra çıkarma-bölme işlemine geçti ve işlemi direkt altındaki boşluğa yapmadan öncelikle denedi ve bu bölüme 49 eksi 1 bölü 2 eşittir 24 yazdı) Sonra kontrol edecek miyiz bunları?*

*A: Evet edebiliriz.*

*Ö2: (Öğrenci bir sonraki ifadeye geçti toplama-bölme buraya 24 artı 24 eşittir 48, 48 bölü 2 eşittir 24 yazdı)*

Öğrencilerin uygulama sonrası çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüm stratejilerinin birbirlerinden farklılık gösterdiği, deney grubunda yer alan öğrencilerin işlem sırası kuralını kullanarak soruda verilen işlemleri (toplama ve çarpma işlemi, çıkarma ve bölme işlemi, toplama ve bölme işlemi, çıkarma ve çarpma işlemi) bu kuraldaki önceliğine göre (çarpma ve toplama işlemi, bölme ve çıkarma işlemi, bölme ve toplama işlemi, çarpma ve çıkarma işlemi) kullanarak sembolik ifadeler yazdıkları görülmektedir. Bu bulguya yönelik öğrenci 3 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

*Ö3: ... Şöyle yapayım şimdi işlem önceliğini öne çarpmam gerekiyor. Çarpma işlemini önce yapmalıyım. Kaç olur? 22 ile 1'i çarpıyorum, 22 oluyor sonrada toplamayı kullanıyorum. 22 artı 2 kullanarak 24'ü buluyorum. Burada şimdi çıkarma bölme işlemi diyor. Ben işlem önceliğini aklıma getiriyorum ve bölmeyi kullanıyorum. 1111, 26'yı 1 e bölüyorum. 26 çıkıyor. Sonrada çıkarma işlemini yapıyorum 26'dan 2'yi çıkarıyorum 24'ü buluyorum. Burada da yine bize toplama ve bölme demiş. Ben işlem önceliğini aklıma getirerek işlem önceliğinden başlıyorum. Yine yukarıdaki gibi yapmak istiyorum. 26'yı yine 1'e bölüyorum 26 çıkıyor ve toplama ama yanlışlık yaptım. Ben 22'yi 1 e bölüyorum. 22 çıkıyor. 22 ile 2 topluyorum 24 çıkıyor. Burada da yine işlem önceliğini kullanarak çarpma işlemini kullanıyorum. 26 ile 1*

çarpıyorum. 26 çıkıyor. Eksi 2, Çünkü çıkarma dediği için 2'yi çıkarıyorum. 24'ü bulmuş oluyorum.

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise, işlem sırası kuralını kullanarak soruda verilen işlemleri (toplama ve çarpma işlemi, çıkarma ve bölme işlemi, toplama ve bölme işlemi, çıkarma ve çarpma işlemi) bu kuraldaki önceliğine göre (çarpma ve toplama işlemi, bölme ve çıkarma işlemi, bölme ve toplama işlemi, çarpma ve çıkarma işlemi) kullanarak sembolik ifadeler yazdıkları görülmektedir. Bu bulguya yönelik öğrenci 4 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö4: ... Mesela 5 kere, yok mesela 15 ile 5'i toplayacağım. Yok böyle de olmaz. Soruyu bir daha okuyor. Ama bir dakika burada işlem sırasından bahsetmiş. Bu nedenle önce çarpma yapmam lazım. Sonra toplama yapmam gerekir. İlk önce 5 ile 4'ü çarpacağım. 5 kere 4, 20. 20 ile de 4'ü toplayacağım, 24. Bir diğerinde de ilk önce bölme yapmam gerekiyor. (bu ifade de uzun bir süre düşünüyor ve kağıdın kenarını işlemler yaparak deniyor) 50'yi 2'ye böleceğim 25. 25'ten de 1 çıkaracağım eşittir 24.

A: Şimdi toplama ve bölme işlemi yapacaksınız.

Ö4: İlk bölme yapacağım, sonra toplama yapacağım. 18 ile 1'i böleceğim. Sonuç 18. 6 ile de toplayacağım. 24.

A: Şimdi çıkarma ve çarpma yapacaksınız.

Ö4: İlk önce çarpma yapacağım. Sonra çıkarma yapacağım. 7 ile 4'ü çarpacağım. 7 kere 4, 28. 29'den de 4'ü çıkaracağım. 24.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerden "İşlem Sırası Başarı Testi"nde yer alan "Sembolik İfadeyi Sözel İfadeye Çevirme" soru türünde işlem sırası kuralı kullanılarak çarpma ve toplama işlemlerinin kullanıldığı bir sembolik ifadeden bir problem cümlesi oluşturulmasını istenmiştir. Bu doğrultuda ön klinik görüşmelerde İşlem Sırası Başarı Testi'nde "Sembolik İfadeyi Sözel İfadeye Çevirme" soru türünde yer alan " $6 \times 2 + 5 \times 3 = 27$  sembolik ifadesine uygun bir problem cümlesi yazınız" sorusunda öğrencilerin

tümünün problem cümlesi oluşturamadığı görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 5 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö5: (hızlı bir şekilde soruyu okuyor ve bir problem cümlesi yazıyor, yazdıklarıyla ifadeyi karşılaştırıyor ve yazmaya devam ediyor) Ben burada verilmiş 6 çarpı 2 artı 5 çarpı 3 eşittir 27 sembolik ifadesine uygun bir problem yazdım ve problemim şu: Bir kişi manavdan tanesi 2 lira olan armutlardan 6 tane alıyor. Daha sonra tanesi 3 lira olan ayvalardan 5 tane alıyor. Alınanların hepsi toplam kaç liradır, diye bir soru sordum. Ve bunun cevabını kendim yaptığımda 27 buldum. Bu problemin cevabı için soruda verilen ifadeyi kullanarak çözdüm.

Öğrencilerin uygulama sonrası çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüm stratejilerinin birbirlerinden farklılık gösterdiği, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin problem cümlesi kuramadığı, verilen sembolik ifadeye uygun problem cümlesi yazamadığı görülmüştür. Deney grubunda yer alan öğrencilerin tamamının anlamlandırma aracını kullanarak işlem sırasına uygun olarak bir problem cümlesi yazabildikleri görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 1 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö1: Tamam. Şöyle diyelim Ali manava giderek içinde 6 tane havuç bulunan torbalardan 2 tane, daha sonra içinde 5 tane elma bulunan torbadan 3 tane alırsa, Ali'nin toplam kaç tane meyvesi olur? Böyle bir soru yazdığımızda 6 ile 2'yi çarparak, daha sonra 5 ile 3'ü çarparak sonrada hepsini toplayarak 27 sonucuna ulaşabilir.

A: Peki neden çarpıyoruz 6 ile 2'yi soruda?

Ö1: Toplayabiliriz de. Ama pardon toplama olmaz. Mesela 6 tane, içinde 6 tane 6 tane var. Ya 6 ile 6'yı toplamak zorundayız ya da 6 ile 2'yi çarpmak zorundayız. Çünkü sonuçta iki tane varmış onlardan. İçinde de 5 tane elma bulunan mesela 5, 5, 5 üç tane torba var (bir yandan da eliyle gösteriyor) ya üç tane 5'i toplayacak ya da 5 ile 3'ü çarpacak. İkisini de toplayacağız.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerden "İşlem Sırası Başarı Testi"nde yer alan "Sözel İfadeler" soru türünde toplama, çarpma, bölme işlemlerinin ifade edildiği bir problem cümlesinin sembolik olarak ifade edilmesi ve işlem sırası kuralı kullanılarak çözümün yapılması istenmiş ve bu doğrultuda iki soru sorulmuştur. Öğrencilerin tamamının başlangıçtaki çözüm stratejileri incelendiğinde, soruda verilen problem cümlelerine uygun çözümler yapamadıkları, çözümlerin daha çok hatalı olduğu, çözüm yaparken önce sorunun çözümünü yaptıkları, sonra sembolik ifade yazdıkları görülmektedir. Kontrol grubunun son klinik görüşmelerinde sorunun çözümünde işlem sırası kullanmadıkları, problemde yer alan işlemleri tam olarak ifade edemedikleri görülmektedir. Deney grubunun son klinik görüşmelerinde ise öğrencilerin tümünün "Önce İfadeyi Yazıp Sonra Çözüm Yapma" ve "Problem Cümlesine Uygun Sembolik İfade Yazma" stratejilerini kullandıkları ve soruyu çözmede başarılı oldukları görülmüştür. Bu bulguya yönelik öğrenci 1 ile gerçekleştirilen görüşme diyalogu aşağıda verilmiştir:

Ö1:... (öğrenci soruyu iki kez okuyor)  
Önce ne yaparım? Hepsini toplarım  
aslında, ama 3 kasa elma. Önce 16 çarpı  
üç (bu ifadeyi paranteze alıyor) artı 30  
artı 8 bölü 2 (bu ifadeyi de parantez içine  
alıyor)

A: 16 ile 3 ü neden çarptın?

Ö1: Çünkü burada bir kasa içinde 16 tane  
elma varmış ve manavda sadece 3 kasa  
elma varmış. Kaç tane elma kaldığını  
bulmak için yaptım. Daha sonra 30 tane  
muz varmış. Bu 30 ile topladım. Daha  
sonra da 8 şeftalinin de yarısı çürümüş, 8  
i ikiye bölerek topladım.

A: (Yukarıda yazdıklarını tek tek yaparak  
işlem sonuçlarını buluyor) Peki yukarıda  
yazdığın ifade de neden parantez  
kullandın?

Ö1: Onları ilk önce yapmam gerekir.  
Çünkü onları önce yapmasaydım, 16  
ile 3 ü çarpacaktım. Aslında yapmasam  
da olabilirdi diyeceğim ama 30 ile 8  
i topladım, bulduğum sonucu ikiye  
böledim. Dolayısıyla yanlış bulabilirdim.  
Bu nedenle parantez içine aldım.

## Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmada matematik öğretiminde aritmetik işlemlerde işlem sırası kuralına yönelik Öksüz (2009) tarafından geliştirilen bellek destekleyici ipucunun 6.sınıf öğrencilerinin başarısına etkisi ve öğrencilerin işlem sırası kuralına yönelik soru türlerindeki çözüm stratejileri incelenmiştir.

Araştırmanın deneysel boyutunda deney grubuna işlem sırası kuralı bellek destekleyici ipucu kullanılarak anlatılmıştır. Sonuçlar analiz edildiğinde araştırmanın nicel boyutunda deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin uygulama öncesi başarı puanlarının birbirine yakınlığının belirlenmesi için Bağımsız gruplar t-testi yapılmış ve deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin uygulama sonrası başarı puanları arasında bir farkın olup olmadığının belirlenmesi için bağımsız gruplar t-testi yapılmış ve deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı puanları arasında bir farkın olup olmadığının belirlenmesi için ilişkili örneklem için t-testi yapılmış ve son test lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı puanları arasında bir farkın olup olmadığının belirlenmesi için ilişkili örneklem için t-testi yapılmış ve son test lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutu kapsamında öğrencilerin başlangıçtaki ve uygulama sonrasındaki çözüm stratejilerinin belirlenmesine yönelik yapılan içerik analizinden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde ise; deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin "İşlem Sırası Başarı Testi"nde yer alan soru türlerinde yer alan problemlerdeki uygulama öncesi çözüm stratejilerinin benzer olduğu ve genellikle problemlerin çözümünü yapamama durumunun yanı sıra; işlem sırası kuralını kullanmadan soldan sağa doğru işlem yaparak çözüme ulaştıkları, işlem sırası kuralına yönelik yalnızca parantez içindeki işlemlerin önce yapılması gerektiğini düşündükleri, ancak parantez kullanımına yönelik sorularda parantez içerisinde yine

soldan sağa işlem yaptıkları, verilen işlemlere uygun problem yazarken zorlandıkları, verilen problemlerin çözümüne yönelik işlemler yaparken sorulardaki işlemleri tam olarak ifade edemedikleri görülmektedir. Öğrencilerin uygulama sonrasındaki çözüm stratejilerinin belirlenmesine yönelik yapılan içerik analizinden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde ise; deney grubunda yer alan öğrencilerin "İşlem Sırası Başarı Testi"nde yer alan problemlerde; işlem sırası kuralından her soru türünde kullandıkları, bellek destekleyici ipucundan yararlandıkları, problem cümlesi oluşturabildikleri ve işlem sırası gerektiren problemleri kurala uygun olarak çözebildikleri görülürken; kontrol grubundaki öğrencilerin ise işlem sırası gerektiren problemleri bazı sorularda kullandıkları (sembolik ifadeler, doğru-yanlış soruları), her soruda bu kuralın kullanımının mümkün gözükmediğini ifade ettikleri, problem cümlesi yazarken zorlandıkları ve işlem sırası gerektiren problemleri kurala uygun olarak çözemedikleri görülmüştür. Bu doğrultuda, nicel ve nitel bulguların birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Öksüz, 2009 yılında yaptığı çalışmasında matematik öğretiminde işlem sırası kuralına yönelik bir bellek destekleyici ipucu geliştirmiş ve bu anlamlandırma aracının öğrencilerin başarısına olumlu yönde katkı sağlayacağını belirtmiştir. Bu doğrultuda bu çalışmada Öksüz (2009) tarafından geliştirilen bellek destekleyici ipucunun öğrenci başarısına etkisi incelenmiş ve Öksüz (2009)'ün belirttiği gibi bellek destekleyici ipucunun kullanıldığı grupta yer alan öğrencilerin başarılarına olumlu yönde bir katkısı olduğu, öğrencilerin bu aracı hatırlamak ve işlemleri daha kolay yapabilmek adına kullandıkları belirlenmiştir. Bu bulgu yurtdışında işlem sırasının kavratılmasında yer verilen PEMDAS adlı bellek destekleyici ipucunun öğrenmedeki etkisi üzerine yapılan diğer araştırmalarla paralellik göstermektedir (DeLashmutt, 2007; Wu, 2007; Lee, Licwinko & Taylor-Buckner, 2013). Özellikle eldeki araştırma sonuçları, Delashmutt (2007) tarafından gerçekleştirilen matematiksel kavramları geliştirmede öğretimde yer verilen bellek destekleyici ipuçlarının ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin işlemsel bilgi gerektiren işlem sırası kuralını hatırlamalarında oldukça etkili

olduğu sonucuyla paralellik göstermektedir. İlköğretim 6.sınıf öğrencilerinin işlem sırası kuralını anlamlandırmalarında Öksüz (2009) tarafından geliştirilen anlamlandırma aracının etkili olduğu sonucu doğrultusunda; bu aracın ilköğretim 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin başarıları üzerine etkilerini inceleyen araştırmaların da gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Matematik öğretiminde işlem sırası konusunda Öksüz (2009) tarafından yapılan araştırma dışında matematik öğretiminde herhangi bir konuda bellek destekleyici ipucunun geliştirilmediği görülmektedir. Bu nedenle matematik öğretiminde karmaşık olan kurallar ve konular verilirken bellek destekleyici ipuçlarından yararlanılmasının önemli olduğu düşünülmekte ve bu doğrultuda yapılan çalışmalarının öğrenci başarılarına olumlu etkisi olabileceği tahmin edilmektedir.

Bilgiyi İşleme Kuramı'nda yer alan kodlama/ anlamlandırmanın temel öğelerinden biri olan bellek destekleyici ipuçları, öğrencilerin bir konuyu kolay hatırlamasına ve anlamlandırmasına yardımcı olan öğeler olarak açıklanmıştır. Bu çalışmada da bu bellek destekleyici ipuçlarından sözel sembollerle yapılan bellek destekleyicilere yönelik bir anlamlandırma aracı geliştirilmiştir. Bellek destekleyici ipuçlarının eski bilgilerle yeni bilgiler arasında ilişkiler kurulmasına yardımcı olması, hatırlamayı ve anlamlandırmayı kolaylaştırması öğrencilerin konuyu daha etkili bir şekilde ve anlamlandırarak öğrenmesine katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla matematikte işlem sırası konusunda geliştirilen bellek destekleyici ipucunun öğrencilerin başarılarına ve öğrenmelerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, karmaşık olan bir kuralın öğrenciler tarafından kolaylıkla anlamlandırılmasının sağlandığı düşünülmektedir. Bu doğrultuda matematik öğretiminde işlemsel bilgi gerektiren kurallara yönelik farklı bellek destekleyici ipuçları geliştirilerek bu araçların öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalar yapılabileceği düşünülmektedir.

**KAYNAKÇA**

- Akkan, Y.; Baki, A. ve Çakıroğlu, Ü. (2011). Aritmetik ile cebir arasındaki farklılıklar: Cebir öncesinin önemi. *İlköğretim Online*, 8 (3), 812-823.
- Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (2006) *Qualitative research in education: An introduction to theory and methods*. Allyn & Bacon: Boston.
- Clement, J. (2000). *Analysis of clinical interview: Foundations and model viability*. In A. E. Kelly & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 547-589). London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- DeLashmutt, K. (2007). *A Study of the Role of Mnemonics in Learning Mathematics*. Unpublished Master Thesis. University of Nebraska-Lincoln.
- French, D. (2002). *Teaching and learning algebra*. London: Continuum.
- Goldin, G., A. (1998) Observing Mathematical Problem solving through Task-Based Interviews, (Ed. A. R. Teppo) *Qualitative Research Methods in Mathematics Education*, NCTM: Reston.
- Karataş, İ. ve Güven, B. (2004). 8. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin belirlenmesi: Bir özel durum çalışması. *Milli Eğitim Dergisi*, 163.
- Lee, J. (2007). Talking About Order of Operations. *For the Learning of Mathematics: An International Journal of Mathematics Education*, 27(3).
- Lee, J.K.; Licwinko, S. & Taylor-Buckner, N. (2013). Exploring mathematical reasoning of the order of operations: Rearranging the procedural component pmdas. *Journal of Mathematics Education at Teacher College*, 4, 73-78.
- Nathan, M. & Koellner, K. (2007). A framework for understanding and cultivating the transition from arithmetic to algebraic reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(3), 179-192.
- Öksüz, C. (2009). İşlem Sırasının Kavratılması. *İlköğretim Online*, 8(2), 306-312.
- Peterson, Dr. (2000) *History of the Order of Operations*, <http://mathforum.org/library/drmath/view/52582.html> (Erişim Tarihi : 26.03.2008)
- Senemoğlu, N. (2009) *Gelişim Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya (14. Baskı)*, Pegem Akademi Yayın Dağıtım: Ankara.
- Uça, S. (2010). *Matematik Öğretiminde İşlem Sırasının Kavratılmasında Yeni Bir Yaklaşım: Mnemoni*. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: Aydın.
- Wu, H. (2007). "Order of Operations" and Other Oddities in School Mathematics. Retrieved from <https://math.berkeley.edu/~wu/>.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık: Ankara.

**Summary****Introduction**

The aim of this research is to investigate the effect of the mnemonic device (When You Get Money You Can Quickly Go On a Vacation), which was developed by Oksuz (2009) over students' success and to find out students' solution strategies when solving problems requiring the use of order of operations rule.

**Method**

This research has been structured as a mixed research model including both qualitative

and quantitative research methods. This model mixes the results from both quantitative study, which was modeled as a quasi-experimental pretest-posttest design with a control group and qualitative study, which was carried out through using clinical interviews to find out students' solution strategies when solving problems requiring the use of order of operation rules. To find out students' success on problems consisting of order of operationions, a success test was



used as data collection instrument, which was developed by the author of this research, and data collection and data analysing procedures have been done congruent to the quantitative model. For the same purpose, while collecting qualitative data, researcher's notes, students' notes and video recording transcripts have been examined thoroughly and triangulation method has been utilized in this way. The analysis and interpretation of qualitative data have been done following qualitative research analysis method.

To figure out 6th grade students' success on the order of operations topic "Success test for the order of operations" was developed and item analysis was used to build validity and reliability of the test. Cronbach alpha values of the success test was found as .82. After completing item, validity and reliability analyses, a 25 item test, which was categorized under 6 problem types (Symbolic expressions, confirmatory expressions, true-false questions, open-ended questions, symbolic to verbal translational questions, and verbal expressions) was finalized.

For the quantitative dimension of this research, data was collected with 156 sixth grade students in the downtown area of the city of Aydin. Three schools were randomly chosen to conduct this study. Two groups were randomly assigned to an experimental ( $\Sigma n=78$ ) and control group ( $\Sigma n=78$ ) among these 3 schools. Thus 3 experimental and 3 control groups were formed. Both groups were identified as equivalent in respect to pretest results about their success on the order of operations. While in the experimental group, mnemonic device assisted instruction was utilized through using "Parayı Bulan Çabucak Tatile Çıkar" expression, in the control group lesson plans that were designed by the teacher based on 6th grade teacher book have been utilized during the 3 hours of the study. While teaching activity in the experimental groups were carried out by researcher, classrooms' own teachers were in charge in the control group.

Experimental and control groups were subjected to; pretest simultaneously a week before the study begins, posttest right after the study completes and a retention test 8 weeks after the study completes regarding

the students' success. Quantative analysis of this research was obtained from calculating independent t-test and paired T-test using SPSS 15 statistics program.

For the qualitative dimension of this research 3 students were assigned to experimental and 3 students were assigned to control group. Clinical interviews were conducted with these students before and after the experiment to gather their problem solving strategies on the order of operations. While conducting clinical interviews "Success Test for Order of Operations" was utilized. In these interviews, students were faced with some question types regarding with the order of operations and observed how did they deal with these problems when solving them. Their reactions to the problems and their solution strategies were fully videorecorded.

### Findings and Discussion

Results from the quantitative dimension of this study illustrated that using Mnemonic Device in instruction is more effective on students' success on the order of operations subject comparing to the regular classroom activities in which Mnemonic Device use is not present. Moreover the level of retention is found more significant when using the Mnemonic Device in instruction.

Examining the qualitative results of this study, students' solution strategies on the order of operation problems were found different and varied at the end of the study. While experimental group mostly used Mnemonic Device when solving order of operation problems, control group mostly used order of operation rules. Moreover, their success on their solutions were found in favor of the experimental group. Comprehensive analysis was carried out by comparing qualitative and quantitative results. At the end of the analysis, it was found that both dimension of the study support each other.